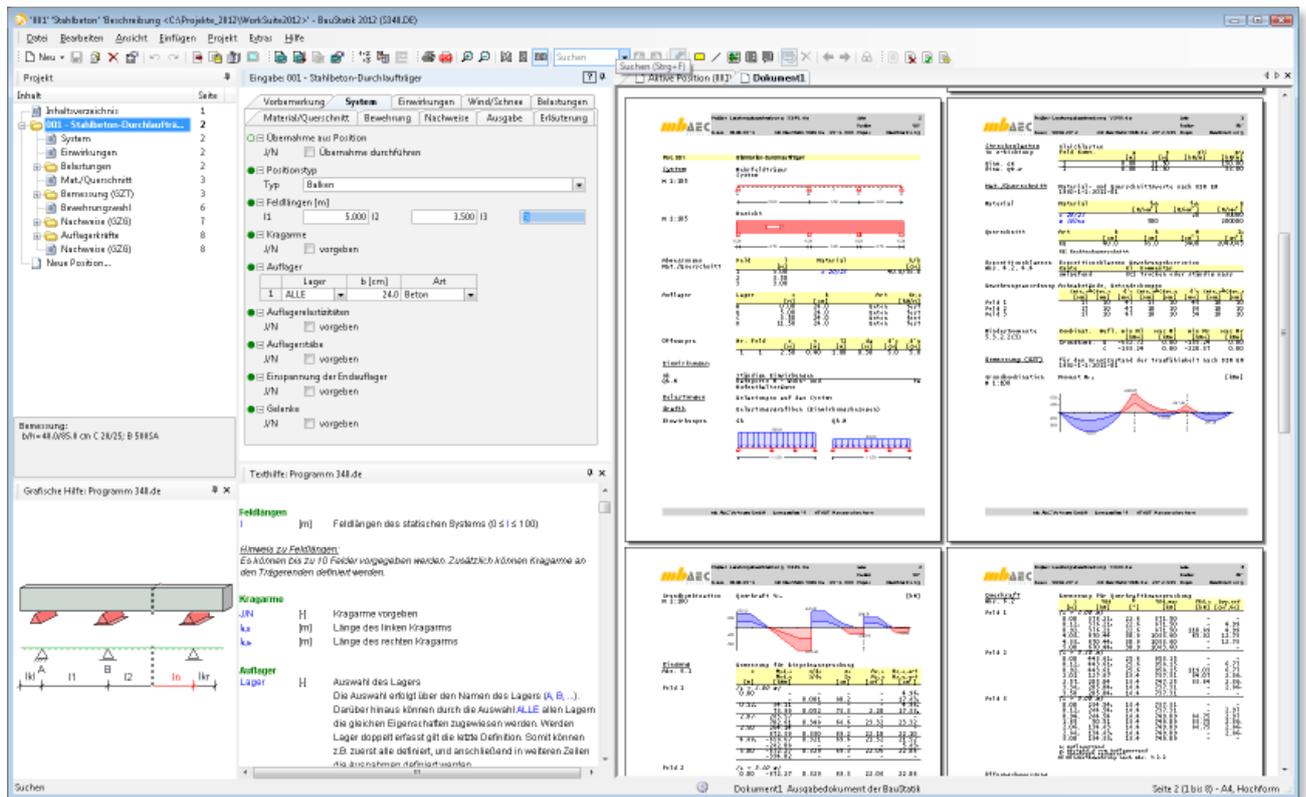


Dipl.-Ing. Sascha Heuß

# Durchlaufsysteme nach EC 2 bemessen

## Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S340.de Stahlbeton-Durchlaufträger, veränderliche Querschnitte, Öffnungen

Der vollständige Nachweis von Stahlbeton-Durchlaufträgern beinhaltet neben den Nachweisen im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Biegung, Querkraft) auch die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Verformungen, Rissbreiten, Spannungen). Mit dem Modul S340.de steht ein Bemessungsprogramm zur Verfügung, mit dem alle erforderlichen Nachweise inkl. Bewehrungswahl unter Berücksichtigung von Vouten, Öffnungen und horizontalen Bauteilfugen geführt werden können.



### System

#### Allgemeines

Im Kapitel „System“ werden alle Eingaben getroffen, die notwendig sind, um das statische System des Bauteils zu definieren. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um den Positionstyp, die Feldlängen und die Lagerungsbedingungen. Alle weiteren Detaillierungen erfolgen im Kapitel „Material/Querschnitt“.

#### Positionstypen

Es stehen die Positionstypen „Balken“, „Deckenplatte“ und „Plattenbalken“ zur Verfügung. Die Auswahl des Positionstyps steuert den Aufbau des Fragenkatalogs und Art und Umfang der erforderlichen Nachweise.

### Mehrfeldträger mit Kragarmen

Das Modul erlaubt die Berechnung von bis zu zehnfeldrigen Trägern mit maximal zwei Kragarmen. Die eingegebenen Feldlängen entsprechen den Stützweiten im statischen System.

### Gelenke

Momentengelenke können in beliebiger Anzahl an beliebigen Stellen im Träger platziert werden. Kinematiken werden vom Programm erkannt und führen zu einem Berechnungsabbruch mit Fehlermeldung.

### Lagerungsbedingungen

Mit der Definition der Auflagerart und -breite wird für jedes Lager getrennt festgelegt, wie die Ermittlung der Stützmomente zu erfolgen hat. Dabei gelten nach EC 2 [3] folgende Regelungen:

- monolitische Verbindung und indirekte Auflagerung: Moment am Auflageranschnitt, mit einem Mindestmoment, das nicht geringer sein darf als 65% des Momentes bei Annahme voller Einspannung am Auflagerrand.

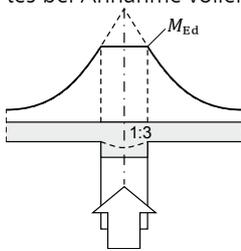


Bild 1. Bemessungsmoment im Anschnitt

- frei drehbare Auflagerung: Reduktion des Stützmomentes um

$$\Delta M_{Ed} = F_{Ed,sup} \cdot t/8 \quad (1)$$

Dabei ist

$F_{Ed,sup}$	Bemessungswert Auflagerreaktion
$t$	Auflagertiefe

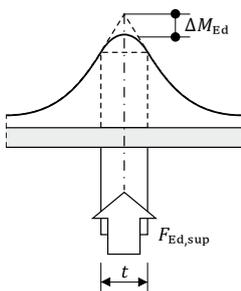


Bild 2. Momentenausrundung bei frei drehbarer Lagerung

### Elastische Auflagerung

Ist das Bauteil nachgiebig gelagert, können die Lager auch durch Wegfedern abgebildet werden. Bei vertikaler Verschieblichkeit (z.B. Auflagerung auf einem weitgespannten Unterzug) ist die Wegfedersteifigkeit aus der Steifigkeit des lagernden Bauteils abzuleiten.



Bild 3. Eingabe Auflagerelastizitäten

### Beispiel

Ein Stahlbetonträger soll in Feldmitte auf einen Stahlträger aufgelagert werden. Gesucht ist die im Auflager anzusetzende Federsteifigkeit.

Spannweite 8 m, Lastangriff in Feldmitte, HEB 450

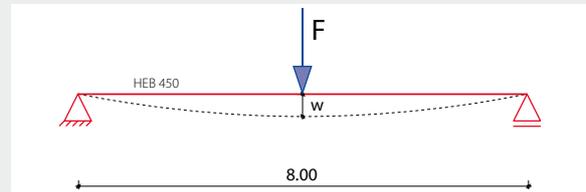


Bild 4. Statisches System lastaufnehmendes Bauteil

Durchbiegung in Feldmitte unter der Last:

$$w = \frac{F \cdot l^3}{48 \cdot EI} \quad (2)$$

Federsteifigkeit:

$$k = \frac{F}{w} = \frac{48 \cdot EI}{l^3} \quad (3)$$

$$k = \frac{48 \cdot 21000 \cdot 79890 \cdot 100}{800^3} = 15730 \text{ kN/m}$$

### Prozentuale Einspannung

Die prozentuale Einspannung wird realisiert, indem an die Endauflager des statischen Systems fiktive unbelastete Felder angehängt werden, deren Feldlänge als Maß für den Grad der Einspannung dient. Die Feldlänge für eine Teileinspannung errechnet sich wie folgt:

$$l_e = \frac{l}{E/100} - l \quad (4)$$

Dabei ist

- |       |                                    |
|-------|------------------------------------|
| $l_e$ | Ersatzlänge des fiktiven Endfeldes |
| $E$   | Einspanngrad in %                  |
| $l$   | Feldlänge des Endfeldes            |

Bei einem einfach statisch unbestimmten System (z.B. Einfeldträger mit einseitiger Einspannung) hat dies zur Folge, dass ein Einspanngrad von 50% eine Halbierung des Einspannmomentes gegenüber Volleinspannung bewirkt. Bei mehrfach statisch unbestimmten Systemen trifft dies nicht zu, da die angrenzenden Felder und deren Steifigkeit die Schnittgrößenverteilung ebenfalls beeinflussen.

Prozentuale Einspannungen eignen sich besonders, um die Einspannung in ein weiteres Deckenfeld abzubilden, das nicht Teil der Bemessung sein soll. Durch Umstellen der Gleichung (4) kann man den Einspanngrad anhand der Feldlänge einfach bestimmen.

### Auflagerstäbe

Ist der Träger oder die Decke in eine Stütze oder Wand eingespannt, kann deren Drehfedersteifigkeit über die Eingabe von Auflagerstäben abgebildet werden. Es handelt sich dabei um in den Auflagern biegesteif angeschlossene Stäbe, deren einspannende Wirkung über die Steifigkeiten, Feldlängen und Lagerungsbedingungen definiert sind.

## Stahlbau-Praxis nach Eurocode 3

### Band 1: Tragwerksplanung, Grundlagen

von Prof. Dr.-Ing. G. Wagenknecht  
4., vollständig überarbeitete Auflage 2011.  
416 S. 24 x 17 cm. Broschiert.  
36,00 EUR | ISBN 978-3-410-21679-7

## Konstruktiver Ingenieurbau kompakt

### Formelsammlung und Bemessungshilfen nach Eurocode für die Bereiche: Lastannahmen, Holzbau, Mauerwerksbau, Stahlbau, Stahlbetonbau, Geotechnik

von Prof. Dr.-Ing. K. Holschemacher,  
Prof. Dr.-Ing. K. Peters,  
Prof. Dr.-Ing. L. A. Peterson,  
Prof. Dipl.-Ing. K.-J. Schneider,  
Prof. Dr.-Ing. R. Thiele  
4., vollständig überarbeitete Auflage 2012.  
ca. 362 S. A5. Gebunden.  
ca. 36,00 EUR | ISBN 978-3-410-22775-5

## Stahlbau-Praxis nach Eurocode 3

### Band 2: Verbindungen und Konstruktionen

von Prof. Dr.-Ing. G. Wagenknecht  
3., vollständig überarbeitete Auflage 2011.  
390 S. 24 x 17 cm. Broschiert.  
36,00 EUR | ISBN 978-3-410-21680-3

**Kombi-Paket Band 1 und 2:**  
58,00 EUR | ISBN 978-3-410-21681-0

## Mauerwerksbau aktuell 2013

### Praxishandbuch für Architekten und Bauingenieure

**Aus dem Inhalt:**  
// Entwurf und Baukonstruktion  
// Baustoffe // Bauen im Bestand  
// Bauphysik // Baustatik und Konstruktion  
// Baubetrieb und Baukosten // Baurecht  
// Zulassungen // Normen, Richtlinien

Herausgeber: Dr. sc. techn. Dipl.-Ing. R. Rast,  
Prof. Dipl.-Ing. G. Sahner,  
Prof. Dipl.-Ing. K.-J. Schneider  
Ausgabe 2013.  
ca. 688 S. 24 x 17 cm. Gebunden.  
ca. 69,00 EUR | ISBN 978-3-410-23032-8

**Subskriptionspreis bis 31.12.2012**  
ca. 58,00 EUR!

## Stahlbeton-Projekt

### 5-geschossiges Büro- und Geschäftshaus. Konstruktion und Berechnung nach Eurocode 2

von Prof. Dr.-Ing. J. Minnert  
4., vollständig überarbeitete Auflage 2012.  
ca. 280 S. 24 x 17 cm. Broschiert.  
ca. 38,00 EUR | 978-3-410-22411-2

## Stahlbetonbau aktuell 2013

### Praxishandbuch

**Aus dem Inhalt:**  
// Brandschutz nach DIN EN 1992-1-2  
// Beton, Betonstahl, Spannstahl // Statik  
// Stahlbetonbau nach DIN EN 1992-1-1 (Bemessung und Konstruktion)  
// Brückenbau nach DIN EN 1992-2  
// Spannbetonbau nach DIN 1992-1-1  
// Erdbebenbemessung von Stahlbetontragwerken nach DIN EN 1998-1  
// Normen (EC2-1-1 + EC2-1-1/NA)

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. A. Goris,  
Prof. Dr.-Ing. J. Hegger  
Ausgabe 2013.  
ca. 880 S. 24 x 17 cm. Gebunden.  
ca. 98,00 EUR | ISBN 978-3-410-23029-8

**Subskriptionspreis bis 31.12.2012**  
ca. 84,00 EUR!



### Bestellen Sie unter:

Telefon +49 30 2601-2260 Telefax +49 30 2601-1260  
info@beuth.de www.beuth.de

**Bauwerk**

**Beuth**  
Berlin · Wien · Zürich

Als Elastizitätsmodul wird der des Trägers angenommen. Soll ein hiervon abweichender Wert berücksichtigt werden, muss das Trägheitsmoment wie folgt modifiziert werden:

$$I_{\text{mod}} = \frac{E_w}{E_0} \cdot I \quad (5)$$

Dabei ist

- $E_w$  E-Modul des Auflagerstabes
- $E_0$  E-Modul des Trägers
- $I$  Trägheitsmoment des Auflagerstabes

**Beispiel**

Einspannung einer Geschosdecke (C30/37, h=25cm) in Stahlbetonwände (C20/25, h=25cm)

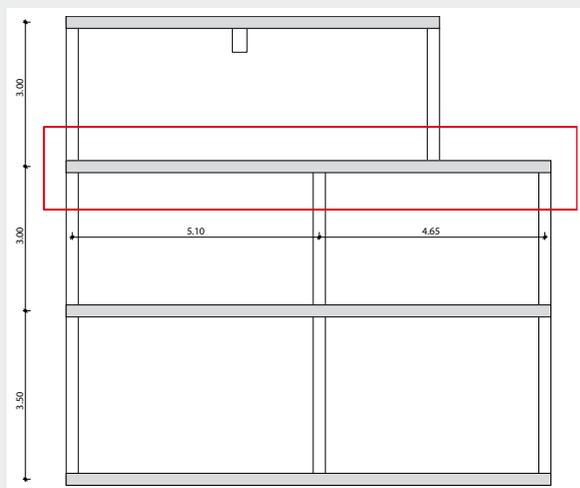


Bild 5. Decke unter Staffelgeschoss

Einspanngrad der unteren Auflagerstäbe:

$$E = \frac{100 \cdot l}{l_e + l} = \frac{100 \cdot 3}{3 + 3,5} = 46\% \quad (\text{siehe auch Gl. 4})$$

Trägheitsmoment unter Berücksichtigung der unterschiedlichen E-Moduln:

$$I_{\text{mod}} = \frac{30}{33} \cdot \frac{100 \cdot 25^3}{12} = 118400 \text{ cm}^4 \quad (\text{siehe auch Gl. 5})$$

Auflagerstäbe

J/N  vorgeben

	Lager	Ort	l [m]	E <sub>end</sub> [%]	I [cm <sup>4</sup> ]
1	Lager A	unten	3.000	46.0	118400.0
2	Lager A	oben	3.000	0.0	118400.0
3	Lager C	unten	3.000	46.0	118400.0

Bild 6. Eingabe der Auflagerstäbe

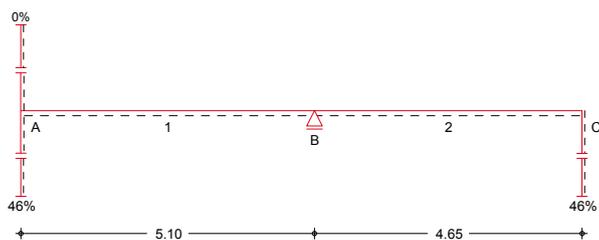


Bild 7. Ausgabe Statisches System mit Auflagerstäben

**Einwirkungen**

**Einwirkungen und Kombinationsbeiwerte**

Die Einwirkungstypen werden nach Eurocode 0, Tab. NA.A.1.1 [5] definiert. Anhand dieser Einwirkungstypen werden programmseitig automatisch die Kombinationsbeiwerte nach Eurocode 0, Tab. NA.A.1.1 [5] zugewiesen.

Neben der automatischen Kombinationsbildung ermöglicht das Programm auch die Vorgabe von Lasten als Bemessungslasten mit entsprechender Kombinationszuordnung, d.h. die Bemessungswerte sind vom Anwender einer Grundkombination oder einer außergewöhnlichen Kombination zuzuordnen.

**Belastungen**

**Lasteingabe**

Es stehen alle im Hochbau üblichen Lasten zur Eingabe zur Verfügung. Im Einzelnen sind dies:

- Einzelkräfte und Momente
- Gleichlasten, Blocklasten und Trapezlasten
- Deckenlasten
- Temperaturlasten
- Auflagerverschiebungen

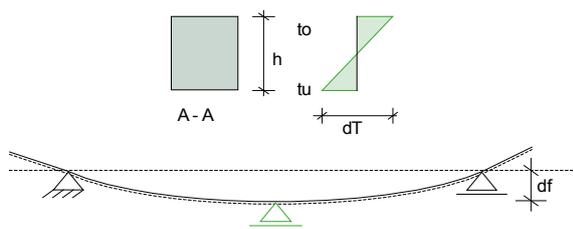
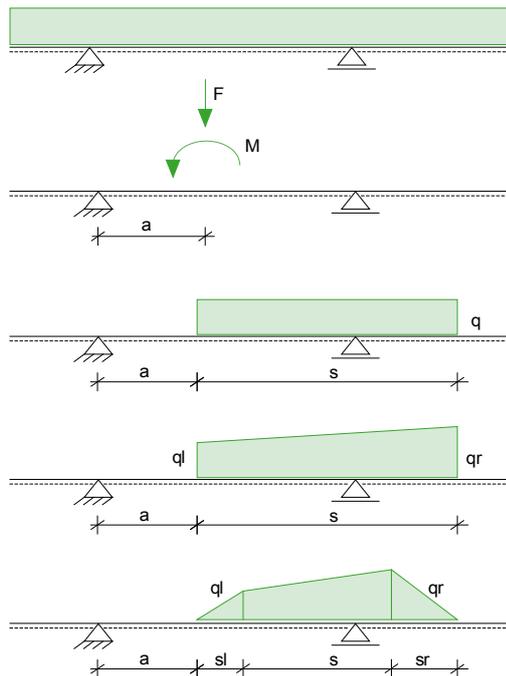


Bild 8. Lastarten

### Lastabtrag

Zusätzlich können aus allen Modulen, die Lasten für den Lastabtrag zur Verfügung stellen, gezielt einzelne Lastkomponenten übernommen werden. Innerhalb dieser Funktionalität müssen keine Einwirkungen ausgewählt werden, da sie automatisch von der liefernden Position übernommen werden, sofern man sich für das Arbeiten mit dem Modul S030.de entschieden hat. Dies hat den Vorteil, dass mit einer Eingabe die Lasten aller Einwirkungen übernommen werden und eine automatische Korrekturverfolgung durchgeführt wird.

### Wind/Schnee

Für Wind- und Schneelasten steht eine Übernahmefunktion aus dem Modul S031.de zur Verfügung. Dort kann das Bauteil im Baukörper mit seinen Einzugsflächen definiert werden. Die Lastanteile aus Wind und Schnee werden dann automatisch an S340.de übergeben.

### Material/Querschnitt

#### Materialien

Alle Normalbetone nach EC 2, Tabelle 3.1 [3] und alle Leichtbetone nach Tabelle 11.3.1 werden zur Auswahl angeboten. Gemäß DIN EN 1992-1-1/NA, Abschnitt 3.2.1 [2] sind Betonstähle nach DIN 488 [7] zu verwenden. Die dort definierten Stahlsorten stehen für die Bemessung zur Verfügung. Darüber hinaus ist es möglich, in den Stammdaten eigene Materialien anzulegen um beispielsweise Bestandsbauteile nachzuweisen.

#### Querschnitte

Als Querschnitte stehen Rechteckquerschnitte, Platten und Plattenbalken mit oben oder unten liegender Platte zur Verfügung. Die Querschnitte können feldweise unterschiedlich definiert werden.

Bei Plattenbalken stehen grundsätzlich zwei Eingabeoptionen zur Verfügung: Die Definition der mitwirkenden Breite  $b_{eff}$  als Vorgabewert oder die programmseitige Ermittlung nach den Regeln des EC 2, Abschnitt 5.3.2.1.

Mat./Querschnitt		Material- und Querschnittswerte nach DIN EN 1992-1-1:2011-01					
Material	Material	$f_{yk}$	$f_{tk}$	E			
C 20/25	C 20/25	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]		
B 500SA	B 500SA	500	20	30000	200000		
Querschnitt	QS	Art	$b_{eff}$	$b_w$	$h$	$h_f$	$I_y$
			[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm <sup>4</sup> ]
1	PB		140.0	40.0	80.0	20.0	2881026
2	PB		150.0	40.0	80.0	20.0	2953333
3	PB		88.0	40.0	80.0	20.0	2403282
4	PB		131.0	40.0	80.0	20.0	2811477

Grafik		Querschnittsgrafiken	
M 1:50	Querschnitt 1	Querschnitt 2	
M 1:50	Querschnitt 3	Querschnitt 4	

Bild 9. Automatisch ermittelte Plattenbalkenquerschnitte

### Expositionsklassen

Die Expositionsklassen nach EC 2, Tabelle 4.1 werden vom Anwender für alle Bauteilseiten direkt vorgegeben. Die daraus resultierenden Anforderungen an das Bauteil bezüglich Betondeckung und Mindestfestigkeitsklasse werden automatisch berücksichtigt. Die Lage der Längsbewehrung wird aus den gewählten Durchmessern und der Betondeckung zurückgerechnet und bildet die Grundlage für die weiteren Nachweise. Soll keine Bewehrungswahl erfolgen, sondern nur eine erforderliche Bewehrung ausgegeben werden, muss an dieser Stelle anstatt der Expositionsklasse direkt der Achsabstand der Bewehrung zum Bauteilrand manuell vorgegeben werden.

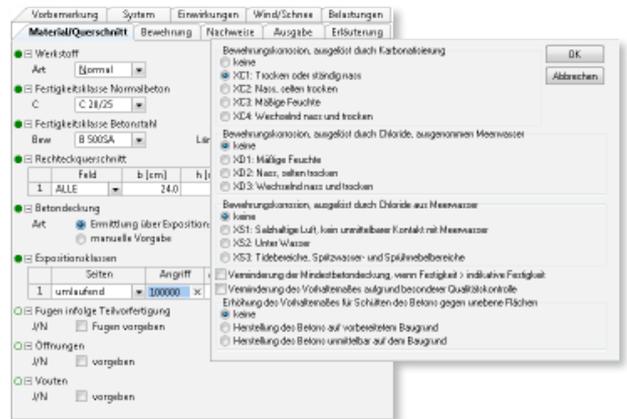


Bild 10. Auswahl der Expositionsklassen

### Öffnungen

Die Definition von Öffnungen erfolgt über Eingabe von Lage und Geometrie der Öffnungen. Es können sowohl rechteckige als auch kreisförmige Öffnungen bemessen werden. Die Querkraft wird nach Anwendervorgabe auf Ober- und Untergurt verteilt und das Moment in ein Normalkräftepaar zerlegt. In Ober- und Untergurt entstehen damit an den Öffnungsrändern Sekundärmomente, für die zusammen mit den Normalkräften eine Biegebemessung durchgeführt wird. Zusätzlich erfolgt in den Gurten eine Querkraftbemessung. Neben der Öffnung wird die erforderliche Aufhängebewehrung ermittelt.

Ansicht	

Öffnungsbemessung								
(Feld: 1, $x^* = 2.00\text{m}$ ):								
Biegung	Gurt	$M_d$	$N_d$	$A_{su}$	$M_d$	$N_d$	$A_{SO}$	
	oben	li	-5.9	-114.9	0.00	-5.9	-114.9	1.61
	re	2.5	-114.9	1.67	2.5	-114.9	1.67	
	unt.	li	7.9	114.9	2.36	7.9	114.9	0.15
	re	9.4	114.9	2.57	9.4	114.9	0.00	
Querkraft	Gurt	$V_{Ed}$	$V_{Rd,ct}$	$\theta$	$V_{Rd,max}$	$erf. a_{sw}$		
	oben	li	19.12	39.35	18	175.34	2.64	
	re	2.13	11.71	18	175.34	2.64		
	unt.	li	3.37	18.88	45	255.00	2.64	
	re	0.38	18.88	45	255.00	2.64		

Bild 12. Nachweise im Öffnungsbereich

### Fugen infolge Teilvorfertigung

Auch Elementdecken oder Halbfertigteile können mit dem Modul S340.de nachgewiesen werden. Bei diesen Bauteilen ist zusätzlich noch der Nachweis der Schubkraftübertragung in Fugen nach EC 2, Abschnitt 6.2.5 [3] zu führen. Die Fuge wird definiert durch die Lage der Fuge im Bauteil, den Neigungswinkel und die Streckgrenze der Schubbewehrung, die Rauigkeit (sehr glatt, glatt, rau und verzahnt), die Breite der Übertragungsfläche und die Pressungen senkrecht zur Fuge. Durch entsprechende Wahl dieser Parameter wird beispielsweise die Bemessung von Elementdecken mit Gitterträgern oder Plattenbalken mit aufliegenden Halbfertigteilen ermöglicht.

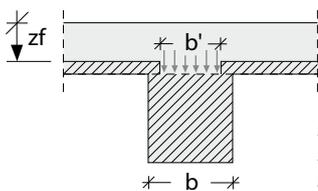


Bild 13.  
Halbfertigteil mit aufliegender  
Elementdecke

### Vouten

Im Bereich der Auflager können Vouten angeordnet werden. Es sind sowohl Querschnittsverstärkungen als auch -schwächungen modellierbar. Auswirkungen sind vorwiegend bei der Biegebemessung infolge des veränderlichen inneren Hebelarmes und in der Querkraftbemessung infolge der Querkraftkomponenten aus geneigten Zug- und Druckkräften zu erwarten. Eine Herleitung der Berechnungsgrundlagen zur Querkraftermittlung im Bereich der Vouten ist beispielsweise in [9] zu finden.

Einfeldträger mit Vouten ( $l = 10,00$  m)  
Ansicht

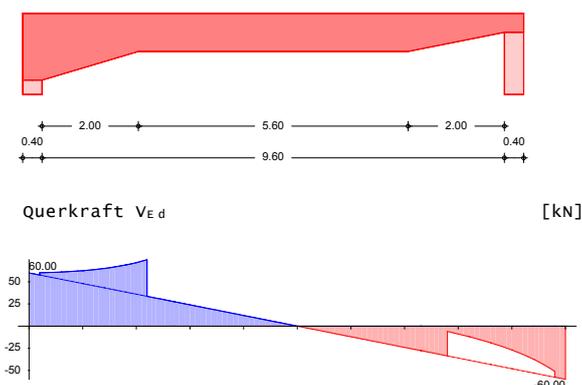


Bild 14. Einfluss von Vouten auf den Querkraftverlauf

## Grenzzustand der Tragfähigkeit

### Biegung

Der Nachweis der Biegung wird für alle bemessungsrelevanten Stellen in allen Kombination geführt. In der Ausgabe erscheint als maßgebende Kombination diejenige, die den größten Bewehrungsanteil liefert. In der Ausgabe wird zwischen der aus der Biegebemessung rechnerisch erforderlichen Bewehrung und der unter Berücksichtigung der konstruktiven Anforderungen des EC 2 ermittelten Bewehrung unterschieden.

Folgende Anforderungen werden berücksichtigt:

- Mindestbewehrung nach 9.2.1.1
- Verlängerung der Feldbewehrung zum Auflager nach EC 2, Abschnitt 9.2.1.4 (1) und 9.3.1.2 (1)
- Zugkraftverankerung nach 9.2.1.4 (2)
- Mindesteinspannmomente an Auflagern nach 9.2.1.2 (1)
- Mindestmoment bei Bemessung im Anschnitt nach EC 2, Abschnitt 5.3.2.2 (3)

### Querkraft

Der Querkraftnachweis wird nach EC 2, Abschnitt 6.2 geführt. Im ersten Schritt wird überprüft, ob rechnerisch Querkraftbewehrung erforderlich ist, indem der Bemessungswert der vorhandenen Querkraft dem Bemessungswert des Querkraftwiderstandes nach den Gleichungen (6.2a) und (6.2b) gegenüber gestellt wird. Ist der Widerstand größer, so darf bei Platten auf die Anordnung einer Querkraftbewehrung verzichtet werden. Bei Balken greift in einem solchen Fall standardmäßig die Mindestbewehrung, es sei denn, es handelt sich um ein untergeordnetes Bauteil, das nicht wesentlich zur Gesamtstabilität des Tragwerks beiträgt. Ist dies der Fall, wie z.B. bei Stützen mit einer Spannweite von weniger als 2 m, hat der Anwender die Option, die Mindestbewehrung zu deaktivieren.

Ist rechnerisch Querkraftbewehrung erforderlich, erfolgt die Bemessung nach dem Fachwerkmodell gemäß EC 2, Abschnitt 6.2.3. Hier sind die Zug- und Druckstreben nachzuweisen. Die Zugstreben werden durch Ermittlung eines entsprechenden Querschnitts für die Querkraftbewehrung nachgewiesen, die Druckstrebe durch die Einhaltung des Querkraftwiderstandes  $V_{Rd,max}$ . Die hierfür anzusetzenden inneren Hebelarme werden aus der Biegebemessung übernommen, es sei denn, die Maximalwerte nach EC 2, 6.2.3 (1) werden überschritten.

Die Reduktion der Bemessungsquerkraft bei auflagnernahen Einzellasten und die direkte Krafteinleitung werden bei der Ermittlung der einwirkenden Kräfte berücksichtigt.

### Schubkraftübertragung in Fugen

Handelt es sich bei dem Bauteil um ein Halbfertigteil mit nachträglich aufgebrachtener Ortbetonschicht muss zusätzlich die Übertragung der Schubkraft über die Fuge nachgewiesen werden. Der Nachweis wird nach EC 2 6.2.5 geführt. Das Vorgehen ähnelt dem des Querkraftnachweises. Abweichend von EC 2, Gleichung (6.25) wird der Bemessungswert der Schubtragfähigkeit ohne den Anteil der Schubbewehrung ausgegeben. Überschreitet die Bemessungsschubkraft diesen Widerstand wird so viel Bewehrung gewählt, dass die Schubtragfähigkeit gerade eingehalten wird.

Die ermittelte Bewehrung ist nicht zusätzlich zur Querkraftbewehrung einzulegen, sondern das Maximum aus beiden Nachweisen ist maßgebend.

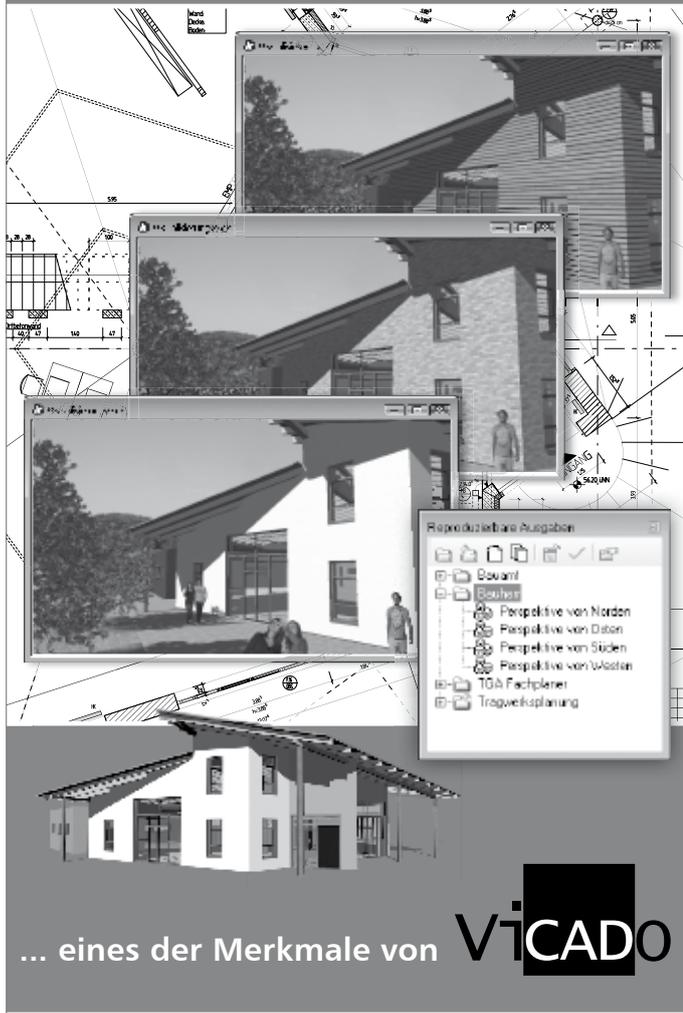
### Schubkräfte zwischen Balkensteg und Gurten

Bei Plattenbalken ist noch die Schubkraftübertragung zwischen Balkensteg und Gurt nachzuweisen. Hier werden die Nachweise nach EC 2, Abschnitt 6.2.4 [3] geführt und die erforderliche Querbewehrung in der Platte ermittelt.

# Reproduzierbare Ausgaben

Bei Änderungswünschen müssen nach erfolgten Modelländerungen bereits erstellte Pläne, Bilder und Dokumente aktualisiert ausgegeben werden.

In ViCADO werden die Einstellungen zu Datei-Ausgaben gespeichert. So können sämtliche Ausgaben wie PDF-Dokumente, Listen, Bild-dateien oder mb Player-Modelle in einem Arbeitsschritt neu erstellt werden. Vorhandene Ausgaben werden automatisch aktualisiert und die Ausgabe-Dateien auf Grundlage des aktuellen Modellstands neu erstellt. Über diese Technik können Präsentationsunterlagen stets aktuell gehalten und Arbeitsstände versioniert gespeichert werden.



... eines der Merkmale von **ViCADO**

**ViCADO** – ein modernes CAD-Programm – besteht durch seine konsequente 3D-Gebäudemodellierung, die eine einzigartige Durchgängigkeit vom Entwurf über die Visualisierung und die Ausführungsplanung bis hin zur Ausschreibung gewährleistet.

Eine intuitive Benutzeroberfläche, bauteilorientierte Konstruktion und beeindruckende Praxisnähe sind wesentliche Leistungsmerkmale von ViCADO. [www.vicado.de](http://www.vicado.de)



mb AEC Software GmbH  
 Europaallee 14 · 67657 Kaiserslautern  
 Tel. 0631 30333-11 · Fax 0631 30333-20  
 E-Mail info@mbaec.de · www.mbaec.de

## Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

### Verformungen im Zustand II

Die Verformungen werden sowohl für den Zustand I als auch für den Zustand II jeweils zu den Zeitpunkten  $t = 0$  und  $t = \infty$  ermittelt. Für die Berechnungsgrundlagen wird auf den Aufsatz von Litzner im Betonkalender 1995 [8] verwiesen. Das Ergebnis sind jeweils die Endverformungen und die Differenzverformungen, die entsprechenden Grenzwerten gegenübergestellt werden.

Durch Vorgabe einer gegenüber der Biegebemessung erhöhten Zug- und Druckbewehrung kann Einfluss auf die Verformungsberechnung genommen werden. Im Allgemeinen kann man mit einer zusätzlichen Druckbewehrung die Einflüsse aus Kriechen reduzieren, mit einer zusätzlichen Zugbewehrung die Zusatzverformungen im Zustand II reduzieren.

### Rissbreiten

Die Berechnung der Mindestbewehrung zur Begrenzung der Rissbreiten sowie die Berechnung der Rissbreiten und des Grenzdurchmessers für die Lastschnittgrößen werden nach EC 2, Abschnitt 7.3 durchgeführt.

### Spannungen

Um Längsrisse, Mikrorisse oder starkes Kriechen zu vermeiden, müssen nach EC 2, Abschnitt 7.2 (1) die Betondruckspannungen begrenzt werden. Die dort angegebenen Grenzwerte sind im Programm hinterlegt und werden in den entsprechenden Kombinationen nachgewiesen.

Um für das Erscheinungsbild unzulässige Rissbildungen und Verformungen zu vermeiden, sollten gemäß EC 2, Abschnitt 7.2 (5) die Stahlspannungen begrenzt werden.

Die Spannungsnachweise dürfen für Bauteile des üblichen Hochbaus entfallen, sofern sie den Kriterien nach EC 2, 7.1.2 (NA.3) [2] genügen.

## Bewehrungswahl

### Zugkraftdeckungslinie

Die Längsbewehrung besteht optional aus einer Grundbewehrung und Zulagen. Die Steuerung der Bewehrungswahl erfolgt über minimal und maximal zulässige Durchmesser und über minimal und maximal zulässige Stabzahlen. Alternativ zu den Stabzahlen ist für flächige Bauteile auch eine Steuerung über die horizontalen Stababstände möglich.

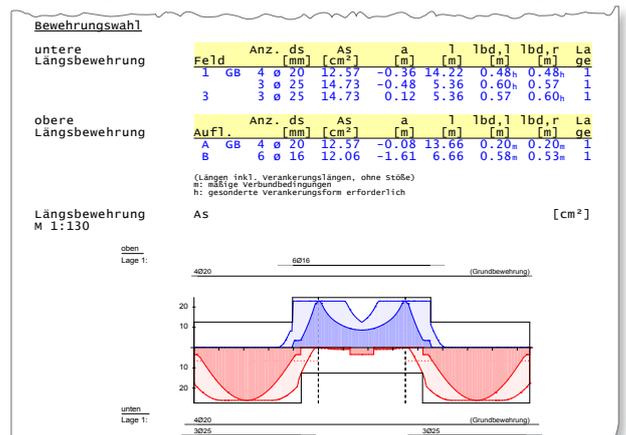


Bild 15. Bewehrungswahl mit Zugkraftdeckungslinie

Innerhalb der vom Anwender vorgegebenen Grenzen wird die Längsbewehrung entsprechend der Zugkraftdeckungsline gestaffelt und die erforderlichen Stabzahlen mit Stab- und Verankerungslängen grafisch und tabellarisch ausgegeben.

Die Bewehrungswahl ist mit der Bemessung gekoppelt, so dass die dort angesetzten Achsabstände der Bewehrung immer der tatsächlichen Bewehrungswahl entsprechen.

### Querkraftbewehrung

Die Querkraftbewehrung wird automatisch gewählt. Auch hier ist eine Staffelung möglich. Mindestbügelabstände sowohl in Längs- als auch in Querrichtung werden programmseitig automatisch berücksichtigt.

### Nachweis- und Ausgabesteuerung

Nahezu alle in den vorangegangenen Kapiteln erwähnten Optionen zur Nachweisführung können nach Bedarf zu- oder abgeschaltet werden, um möglichst flexibel den unterschiedlichsten Anforderungen gerecht zu werden.

Bild 16. Nachweissteuerung

Dipl.-Ing. Sascha Heuß  
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.
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, Eurocode 2: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- [3] Fingerloos, F.; Hegger, J.; Zilch, K.: Eurocode 2 für Deutschland – DIN EN 1992-1-1 Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetonbauwerken, Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau mit Nationalem Anhang, Kommentierte Fassung. Berlin: Ernst & Sohn; Beuth, 2012.
- [4] DIN EN 1990:2012-12, Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010.
- [5] DIN EN 1990/ NA:2012-12, Eurocode 0: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Grundlagen der Tragwerksplanung
- [6] Deutsches Institut für Normung e.V.: Handbuch Eurocode 0 – Grundlagen der Tragwerksplanung – Vom DIN konsolidierte Fassung. Berlin: Beuth 2011
- [7] DIN 488-1:2009-08, Betonstahl – Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung.
- [8] Litzner, H.-U.: Grundlagen der Bemessung nach Eurocode 2 – Vergleich mit DIN 1045 und DIN 4227. Betonkalender 1995/I, Berlin: Ernst & Sohn
- [9] Leonhardt, F.; Mönning, E.: Vorlesungen über Massivbau – Teil 1: Grundlagen zur Bemessung im Stahlbetonbau. 3. Auflage. Berlin: Springer-Verlag 1984

## mbAEC Aktuelle Angebote

**S340.de Stahlbeton-Durchlaufträger, veränderliche Querschnitte, Öffnungen – EC 2, DIN EN 1992-1-1** **390,- EUR**

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

**BauStatik 5er-Paket** **890,- EUR**

bestehend aus

**5 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach freier Wahl**

(ausgenommen: S018, S030, S407, S408, S409, S469, S755, S756, S928, S403.de, S410.de, S411.de, S412.de)

Es gelten unsere Allg. Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.  
Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt. Hardlock für Einzelplatzlizenzen, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR), Handbücher auf DVD. Betriebssystem Windows XP (32), SP3 / Windows Vista (32/64), SP2 / Windows 7 (32/64) – Stand: August 2012

Preisliste siehe [www.mbaec.de](http://www.mbaec.de)