

44U Allgemeine StB.-Bemessung (2-achsig) DIN 1045-1

(Stand: 17.08.2010)

Das Programm dient zur Biegebemessung beliebiger Stahlbetonquerschnitte mit Normalkraft und 2-achsiger Biegung wahlweise nach DIN 1045-1:2001-07 oder DIN 1045-1:2008-08. Neben Standardquerschnitten (Rechteck, Plattenbalken, Kreis, Ring usw.) kann der Querschnitt auch frei polygonal beschrieben werden. Die Anordnung der Bewehrung ist beliebig. Aussparungen im Querschnitt können berücksichtigt werden. Die Material-Kennwerte für den Beton und den Betonstahl können frei modifiziert werden (z.B. für den Brandfall).

Leistungsumfang

System

- Querschnitt: Rechteck, Plattenbalken, Kreis, Kreisring, Ellipse, Vieleck, Hohlkasten, I-Profil, Trapez, Polygon.
- Aussparungen: Rechteck, Kreis, Ellipse, Vieleck, Trapez, Polygon.

Einwirkungen / Schnittgrößen

- Eingabe der charakteristischen Schnittgrößen mit automatischer Bildung der Bemessungskombination nach DIN 1055-100.
- Alternativ: Eingabe beliebig vieler Bemessungskombinationen als Design-Schnittgrößen.
- Freie Wahl des Bezugspunktes der Einwirkungen (geometrischer oder ideeller Schwerpunkt, beliebiger Koordinatenpunkt).

Baustoffe

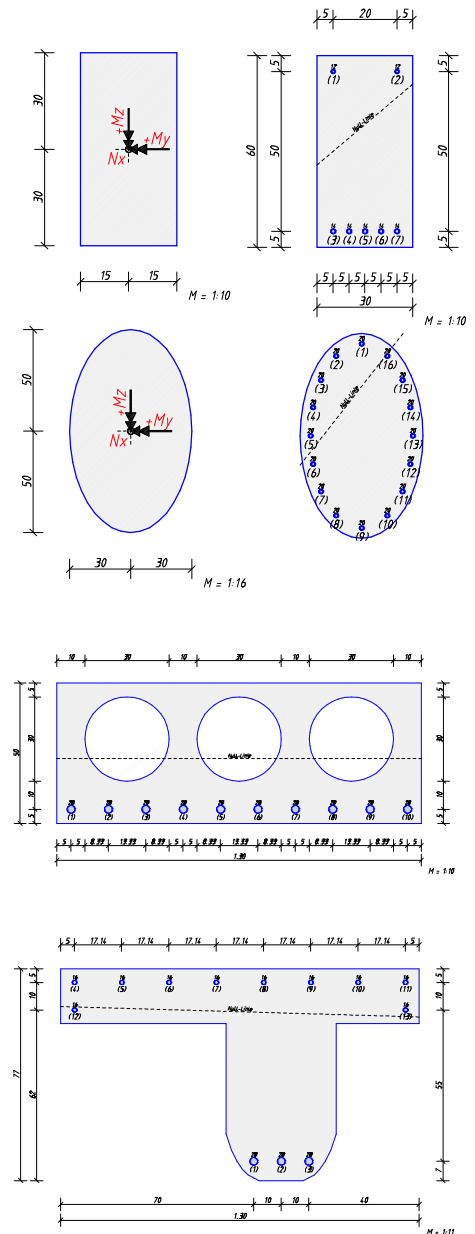
- Normalbeton: C 12/15 bis C 55/67
- Leichtbeton: LC 12/13 bis LC 55/60
- Betonstahl: BSt 500S(A),(B)
- Material-Kennwerte frei editierbar.
- Die Stahl-Kennwerte können mehrfach eingegeben und einzelnen Bewehrungsstäben zugeordnet werden (z.B. für Brandfall, Bewehrungsstäbe in unterschiedlichen Temperaturzonen).

Bemessung

- Beliebige Anordnung der Längsbewehrungsstäbe als Einzelstäbe oder Stabgruppen (Verteilung auf Linie, Kreis oder Ellipse)
- Ermittlung der erforderlichen Bewehrung bei vorgegebener Bewehrungsanordnung.
- Ermittlung der Mindestbewehrung für Balken, Stütze oder Wand.
- Verschiedene Bemessungsdiagramme wählbar:
 - Parabel-Rechteck-Diagramm (Bild 23)
 - Bilineare SD-Line (Bild 24)
 - Spannungsblock (Bild 25)
- Weitere Bemessungs-Optionen:
 - Abzug der Stahlfläche von der der Betonfläche ($A_{c,netto}$)
 - Mitwirken des Betons auf Zug.
 - Stahlverfestigung gemäß DIN 1045-1 Bild 27 Linie 2
 - Kriechen und Schwinden
 - Bemessung als Fertigteil
 - Begrenzung der Stahl- bzw. Betonspannungen gemäß DIN 1045-1 Abs. 11.1.2 und 11.1.3.

Grafiken

- Querschnitt mit Koordinaten
- Schematische Darstellung der Einwirkungen (Schnittgrößen im Querschnitt)
- Anordnung der Bewehrung im Querschnitt



System

Das Programm dient zur Biegebemessung eines beliebigen Stahlbetonquerschnitts mit Doppelbiegung (schiefe Biegung) mit oder ohne Normalkraft. Der Querschnitt kann eine beliebige polygonale Außenkante haben. Zudem ist die Anordnung beliebig vieler polygonaler Aussparungen möglich. Bei der Eingabe des Querschnitts und der Aussparungen stehen [Standardformen](#) (Rechteck, Plattenbalken, Kreis usw.) zur Verfügung.

Die Bewehrung kann an beliebiger Stelle durch die Eingabe von Koordinaten angeordnet werden. Auch hier stehen Standard-Anordnungen zur Verfügung (z.B. Einzelstab, gleichmäßige Verteilung der Stäbe auf einer Line, Kreis- oder Ellipsenbahn).

Material

Baustoffe

Für die Bemessung sind die Expositionsclassen für Bewehrungskorrosion und Betonangriff auszuwählen. Die Eingabe erfolgt per Menü mit Erläuterungen. Die sich aus den Umweltbedingungen ergebende Mindestbetongüte und Mindestbetondeckung werden vom Programm ermittelt und zur Korrektur angeboten. Folgende Baustoffe stehen zur Wahl:

- Normalbeton: C12/15 bis C55/67
- Leichtbeton: LC12/13 bis LC55/60
- Betonstahl: BSt 500S(A), (B)

Materialkennwerte editieren

Wurde im ersten Optionen-Dialog "Materialkennwerte editieren" angehakt, werden zunächst die Materialkennwerte des zuvor gewählten Betons zur Korrektur angeboten. Danach erfolgt die Eingabe der Kennwerte für den Betonstahl. Der Kennwerte-Satz für den Betonstahl kann mehrfach angelegt werden. Alle Materialien werden aufsteigend nummeriert. Dabei erhält der Beton die Nummer 1 und der erste Stahlkennwerte-Satz die Nummer 2. Die weiteren Stahl-Kennwerte-Sätze, sofern vorhanden, werden entsprechend weiter hochgezählt. Bei der Bewehrungswahl kann jeder Bewehrungsgruppe (auch Einzelstab) eine Stahl-Material-Nummer zugeordnet werden. Auf diese Weise können z.B. die Stahleigenschaften für unterschiedliche Temperaturzonen eines Querschnittes im Brandfall modelliert werden.

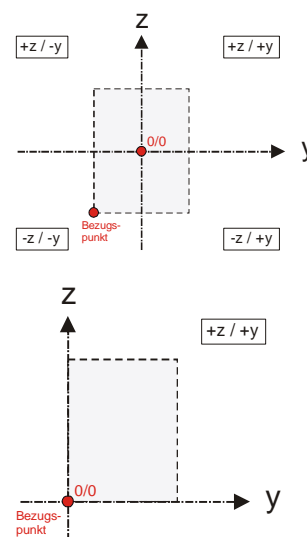
Wird ohne "Materialkennwerte editieren" gearbeitet, so werden die Material-Kennwerte der DIN 1045-1 angewendet. Es gibt in diesem Fall nur 2 Materialnummern (1 = Beton, 2 = Stahl), welche vom Programm automatisch zugeordnet werden.

Querschnitt

Grundlage für die Eingabe des Querschnitts, der Aussparungen und der Bewehrung ist ein globales Koordinatensystem. Alle Koordinaten sind im Bezug auf den globalen Nullpunkt einzugeben.

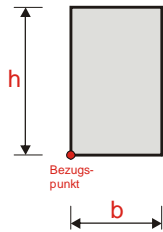
Es kann sinnvoll sein, den globalen Nullpunkt in die geometrische Mitte des Querschnitts zu legen. Dazu kann bei der Eingabe des Bezugspunktes des Querschnitts oder einer Aussparung mit Hilfe der Taste [F2] die Fläche automatisch zentriert werden.

Wenn man vorzieht nur mit positiven Koordinaten zu arbeiten, so sollte der Bezugspunkt so gewählt werden, dass sich der Querschnitt vollständig im ersten Quadranten des Koordinatensystems befindet (z.B. Rechteck: Bezugspunkt $y/z = 0/0$).

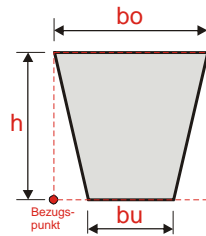


Querschnitts-Typen

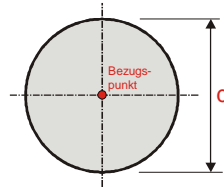
Rechteck



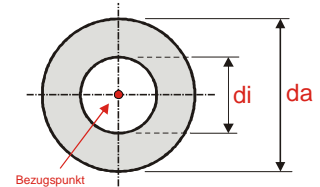
Trapez



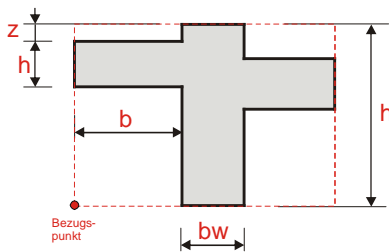
Kreis



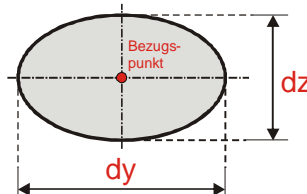
Kreisring



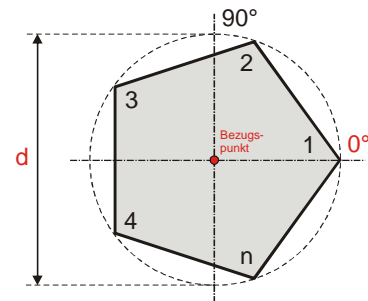
Plattenbalken



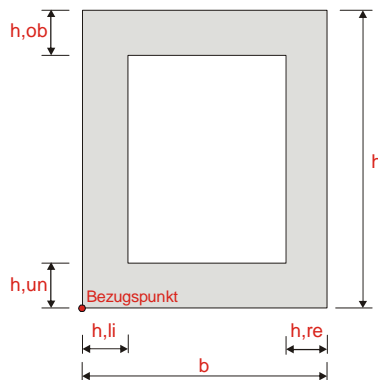
Ellipse



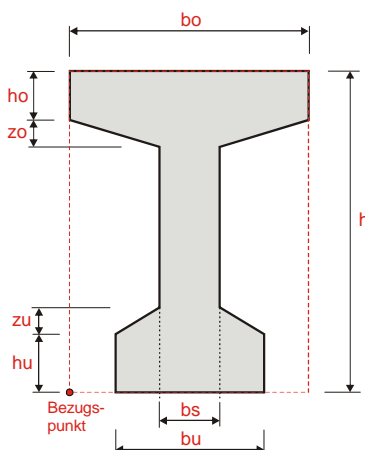
n-Eck



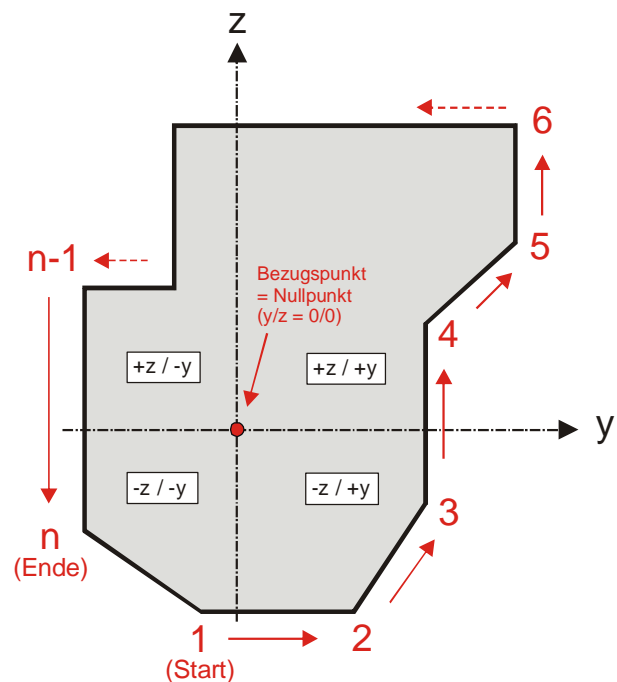
Hohlkasten



I-Profil



Polygon



Die allgemeinste Form der Querschnitteingabe ist das Polygon. Hierbei sind die Polygonpunkte (von 1 bis n) entgegen dem Uhrzeigersinn einzugeben. Das Polygon wird intern immer vom letzten Punkt n bis zum Punkt 1 hin geschlossen, sofern Punkt 1 und Punkt n nicht deckungsgleich sind.

Beanspruchungen

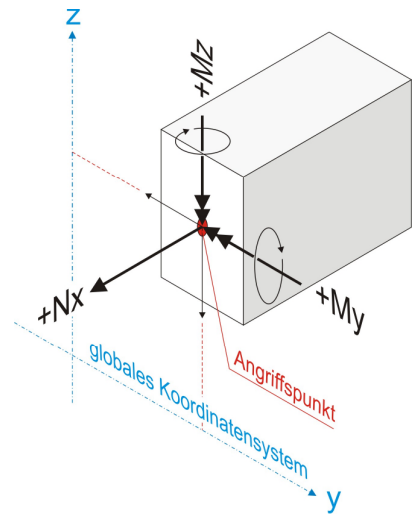
Als Beanspruchung sind die Schnittgrößen im Querschnitt einzugeben:

- N_x = Normalkraft in Stablängsrichtung, als Druck negativ [kN]
- M_y = Moment um die y-Achse [kNm]
- M_z = Moment um die z-Achse [kNm]

Angriffspunkt

Es ist zu wählen, wo sich der Angriffspunkt der Beanspruchungen (Schnittgrößen) befindet. Dieser ist von Bedeutung, da eine exzentrisch wirkende Normalkraft zusätzliche Momente im Querschnitt erzeugt. Im ersten Optionen-Dialog ist einer der folgenden Angriffspunkte zu wählen:

- Schwerpunkt der Betonfläche (Standard)
- Ideeller Schwerpunkt (berücksichtigt die gewählte Bewehrung)
- Koordinaten-Nullpunkt
- Freie Eingabe der Angriffspunkt-Koordinaten



Eingabe-Varianten

Es stehen 2 Varianten zur Eingabe der Beanspruchungen des Querschnitts zur Verfügung. Die gewünschte Variante ist im ersten Optionen-Dialog festzulegen.

Variante 1: Charakteristische Beanspruchungen

Es werden die charakteristischen Schnittgrößen, getrennt nach Kategorien, eingegeben. Aus den vorhandenen Kategorien werden alle erforderlichen Bemessungs-Kombinationen nach DIN 1055-100 Abs.9.4 gebildet. Optional können, unter Verwendung von Einwirkungsgruppen, separate Lastfälle gebildet werden.

Einwirkungsgruppen

Vor der eigentlichen Eingabe der Beanspruchungen können Einwirkungsgruppen (EWG) definiert werden. Diesen EWG können beliebig viele charakteristische Beanspruchungen (N_x , M_y , M_z) zugeordnet werden. EWG sind immer dann erforderlich, wenn sich Beanspruchungen gegenseitig ausschließen oder immer zusammen auftreten. Die sich ausschließenden Beanspruchungen sind unterschiedlichen und die zusammenwirkenden Einwirkungen der selben Einwirkungsgruppe zuzuordnen.

Lastfälle

Aus den Einwirkungsgruppen können bis zu 99 voneinander unabhängige Lastfälle (LF) gebildet werden. Innerhalb eines jeden Lastfalls werden automatisch alle erforderlichen Kombinationen nach DIN 1055-100 gebildet. Treten in einem Lastfall z.B. außergewöhnliche Beanspruchungen oder Beanspruchungen infolge Erdbeben auf, so werden neben den entsprechenden außergewöhnlichen Kombinationen (DIN 1055-100, 9.4 Gl.(15)+(16)) auch die Kombinationen für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation (Gl.(14)) untersucht. In vielen Fällen dürfte daher 1 Lastfall ausreichen.


Variante 2: Design Beanspruchungen (Bemessungswerte)

In einer Tabelle werden beliebig viele Kombinationen von Bemessungs-Schnittgrößen eingegeben, welche bereits alle erforderlichen Teilsicherheiten und Kombinationsbeiwerte enthalten müssen. Die Kombinationen werden jeweils separat voneinander betrachtet. Diese Art der Eingabe empfiehlt sich, wenn die Schnittgrößen z.B. einem Schnittgrößenprogramm mit Kombinatorik nach DIN 1055-100 entnommen wurden.

Bemessung

Bemessungsoptionen

Für die Bemessung können eine Reihe von Optionen aktiviert bzw. deaktiviert werden.

- **Fertigteil:** Gemäß DIN 1045-1 Abs. 5.3.3(7) wird in dem ständig und vorübergehenden Bemessungssituationen $\gamma_c = 1,35$ anstatt $\gamma_c = 1,50$ verwendet.
- **Netto-Betonfläche:** Bei der Bemessung wird die Querschnittsfläche der Bewehrung von der Betonfläche angezogen.
- **Mitwirken des Betons auf Zug:** Bis zum Aufreißen des Querschnitts wird die Betonzugfestigkeit f_{ctm} angesetzt.
- **Stahlzugverfestigung:** Für den Betonstahl wird die Spannungs-Dehnungs-Linie gemäß DIN 1045-1 Bild 27 Linie 2 angesetzt (sonst vereinfachte Linie 3).
- **Kriechen und Schwinden:** Die Kriechparameter (φ und ε_{cs}) können vom Programm berechnet oder frei eingegeben werden. Alternativ kann der Einfluss des Kriechens auch vereinfachend gemäß DIN 1045-1 Abs. 10.2(5) berücksichtigt werden.
 Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass sich das Kriechen auf die Bemessung günstig auswirken kann!
- **Min./Max. Bewehrung:** Gemäß den Konstruktionsregeln der DIN 1045-1 Abs. 13 wird die Mindestbewehrung zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens und die zulässige Höchstbewehrung für die jeweilige Bauteilart (Balken, Stütze oder Wand) ermittelt.
- **Bemessungsdiagramm:** Es kann zwischen dem Parabel-Rechteck-Diagramm (Bild 23), der bilinearen Spannungs-Dehnungslinie (Bild 14) und dem Spannungsblock (Bild 25) gewählt werden.
- **Gebrauchstauglichkeit:** Auf Wunsch wird die Begrenzung der Stahlspannungen nach DIN 1045-1 Abs. 11.1.3 ($f_{yd} \leq 0,80 \cdot f_{yk}$) und der Betondruckspannungen nach Abs. 11.1.2(1) ($f_{cd} \leq 0,60 \cdot f_{ck}$) und Abs. 11.1.2(2) ($f_{cd} \leq 0,45 \cdot f_{ck}$) in die Bemessung mit einbezogen. Voraussetzung ist, dass „seltene“ oder „quasi-ständige“ Kombinationen vorhanden sind. Die vorhandenen Spannungen werden als Gebrauchstauglichkeitsnachweis in einer separaten Tabelle ausgegeben.

Bewehrungswahl

Für eine genaue Bemessung für schiefe Biegung oder beliebige Querschnitte ist Kenntnis der exakten Lage der einzelnen Bewehrungsstäbe erforderlich. Dazu werden die Bewehrungsstäbe, unter Angabe ihrer Koordinaten, tabellarisch erfasst.

Zur Vereinfachung der Eingabe können Standard-Bewehrungsanordnungen genutzt werden:

- **Einzelstab:** Es wird jeweils 1 Bewehrungsstab mit seinen Koordinaten eingegeben.
- **Stabgruppe:** Es sind 2 Koordinatenpunkte anzugeben, zwischen denen eine bestimmte Anzahl (>1) von Stäben gleichmäßig verteilt wird. Direkt in den beiden Koordinatenpunkten wird jeweils 1 Stab angeordnet. Empfehlung: Bei Rechteckquerschnitten mit oberer und unterer Bewehrung sollte jeweils für oben und unten eine Stabgruppe verwendet werden.
- **Kreis:** Es sind die Mittelpunktkoordinaten und der Radius eines Kreises anzugeben auf dem eine bestimmte Anzahl (≥ 6) von Stäben gleichmäßig verteilt wird. Der erste Stab liegt dabei immer bei 90° (oben). Empfehlung: Bei einer durch 4 teilbaren Anzahl von Stäben ist im Bezug auf die y- und z-Achse eine symmetrische Bewehrungsverteilung gewährleistet.
- **Ellipse:** Es sind die Mittelpunktkoordinaten und die Radien einer Ellipse anzugeben auf der eine bestimmte Anzahl (≥ 6) von Stäben gleichmäßig verteilt wird. Der erste Stab liegt dabei immer bei 90° (oben). Empfehlung: Bei einer durch 4 teilbaren Anzahl von Stäben ist im Bezug auf die y- und z-Achse eine symmetrische Bewehrungsverteilung gewährleistet.

Bewehrungsvorschlag

In der Bewehrungstabelle kann als Stabdurchmesser (D_s) auch eine Null eingegeben werden. Nach Abschluss der Tabelleneingabe ermittelt das Programm dann den erforderlichen Stabdurchmesser. Alle Stäbe mit $D_s = 0$ erhalten dabei den gleichen Durchmesser. Es kann daher sinnvoll sein, einen Teil der Bewehrung unter Eingabe von $D_s > 0$ fest zu definieren (z.B. konstruktive Bewehrung) und die Hauptzugbewehrung vom Programm bestimmen zu lassen. Genauso ist es möglich z.B. bei Stützen die Eckbewehrung festzulegen ($D_s > 0$) und die Zulagen an den Seiten vom Programm bestimmen zu lassen.

Nachdem alle Stabdurchmesser > 0 eingegeben bzw. bestätigt wurden, wird die erforderliche Bewehrung berechnet. Dabei wird die vorhandene Bewehrung iterativ so lange gleichmäßig verringert oder vergrößert, bis die Bruchschnittgrößen ($N_{x,u}$, $M_{y,u}$, $M_{z,u}$) mit den Bemessungsschnittgrößen möglichst exakt übereinstimmen. Das Ergebnis (erf.As und die Min./Max.-Bewehrung) wird in einem Fenster angezeigt. Es besteht nun die Möglichkeit durch die Auswahl von „Vorschlag“ bestimmte Bewehrungsstäbe (per Auswahlmenü) neu bemessen zu lassen. Danach wird wieder das Ergebnisfenster angezeigt bis dieses, und damit die gewählte Bewehrung, mit „Weiter“ endgültig bestätigt wird.

Ausgaben

Der Umfang der Ausgaben kann im zweiten Optionen-Dialog, in dem auch die Bemessungs-Optionen abgefragt werden, bestimmt werden.

Kombinationen

Wurden die Beanspruchungen charakteristisch eingegeben (Variante 1), so kann eine Liste aller generierten Kombinationen oder nur die maßgebenden Kombinationen ausgegeben werden.

Bemessungsschnittgrößen

Wurden die Beanspruchungen charakteristisch eingegeben (Variante 1), so können die Bemessungsschnittgrößen aller oder nur der maßgebenden Kombinationen ausgegeben werden.

Dehnungen, erforderliche Bewehrung, Ausnutzung

Für alle Bemessungs-Kombinationen (oder wahlweise nur für die maßgebende Kombination) werden folgende Werte ausgegeben:

<i>Eps,B</i>	Maximale Betondehnung bzw. Stauchung	[mm/m]
<i>Eps,S</i>	Maximale Stahldehnung bzw. Stauchung	[mm/m]
<i>Krümmung</i>	Maximale Querschnittverkrümmung für y- u. z-Richtung	[mm/m ²]
<i>Eleff/Elb</i>	Verhältnis der effektiven Querschnittssteifigkeit unter der gegebenen Beanspruchung zur vollen charakteristischen Steifigkeit des unbelasteten Betonquerschnitts (ohne Bewehrung) für die y- und z-Richtung	
<i>erf.As</i>	Erforderliche gesamte Bewehrung bei der gewählten Bewehrungsanordnung.	[cm ²]
<i>Sd/Rd</i>	Maximale Ausnutzung gegenüber den Bruchschnittgrößen	

Querschnittswerte (optional)

Es werden die Querschnittswerte im Zustand I (ungerissen) für den reinen Betonquerschnitt und den ideellen Querschnitt ausgegeben. Die ideellen Querschnittswerte berücksichtigen die gewählte Bewehrung und die unterschiedlichen Elastizitätsmoduln von Beton und Stahl.

Stahlspannungen und Dehnungen (optional)

In einer Tabelle werden für jeden einzelnen Bewehrungsstab die Koordinaten, die maximale und die minimale Spannung und die maximale und die minimale Dehnung ausgegeben. Über die Stabnummer können die Stäbe in der Grafik der gewählten Bewehrung identifiziert werden.

Gebrauchstauglichkeit

Falls die Begrenzung der Stahlspannungen oder Betondruckspannungen in den [Bemessungsoptionen](#) aktiviert wurde, so werden die vorhanden Spannungen aller oder nur der maßgebenden Kombinationen in einer separaten Tabelle ausgegeben.

Grafiken (optional)

Folgende Grafiken können optional ausgegeben werden:

- **Koordinatensystem:** Betonquerschnitt mit Koordinatensystem.
- **Einwirkungen:** Betonquerschnitt mit schematischer Darstellung der Schnittgrößen am Angriffspunkt.
- **Bewehrung:** Querschnitt mit allen durchnummerierten Bewehrungsstäben.

Literatur

- [1] DIN 1045-1:2001-07 inkl. Berichtigung 2
- [2] DIN 1045-1:2008-08
- [3] DIN 1055-100:2001
- [4] Heft 525 Erläuterungen zu DIN 1045-1
- [5] Heft 415 Programmgesteuerte Berechnung beliebiger Massivbauquerschnitte unter zweiachsiger Biegung mit Längskraft, Beuth Verlag 1990

POS. 191 STAHLBETONBEMESSUNG

Material

Baustoffe: Normalbeton C 20/25
BSt 500S(A)
Größtkorn des Zuschlags $d_g = 16.0$ mm

Expositionsklassenauswahl mit Betondeckung [mm]: c.min delta.c
 XC1 Trocken oder ständig nass 10 10
 gewählte Betondeckung $c = 20$ mm

Mat. Materialbezeichnungen

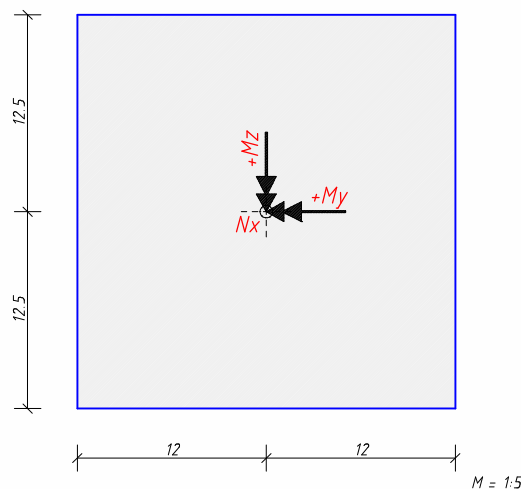
- 1 Beton: C 20/25
- 2 Stahl: BSt 500S(A)

Querschnitt

Betonquerschnitt

Form	Abmessungen [cm]	Bezug y/z [cm]	Mat
Rechteck	$b / h = 24.0 / 25.0$	(-12.00/-12.50)	1

Charakteristische Schnittgrößen im Schwerpunkt der Betonfläche



- | EWG | Einwirkungsgruppe |
|-----|------------------------|
| 1 | Ständige Lasten |
| 2 | Winddruck |
| 3 | Windsog |
| 4 | Zugkraft im Ringbalken |
| 5 | Schnee |

Typen:
N = Normalkraft (Druck = negativ) [kN]
V = Querkraft [kN],
M = Moment [kNm]

Einwirkungen	Typ	Kat.	EWG	Wert,k	Alpha
Eigengewicht	My	G	1	8.50	-
Schnee	My	Q,S1	5	4.30	-
Winddruck	My	Q,W	2	5.20	-
	Mz	Q,W	2	10.30	-
Windsog	My	Q,W	3	-2.30	-
	Mz	Q,W	3	-6.00	-
Zugkraft	Nx	A,1	4	60.00	-

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,S1	Schnee-,Eislasten: Höhe <= NN +1000 m	0.50	0.20	-	1.50	-
Q,W	Windlasten	0.60	0.50	-	1.50	-
A,1	Außergewöhnliche Einwirkungen	-	-	-	1.00	1.00

Lastfall Einwirkungsgruppen (EWG), Beschreibung

LF 1	1,2,4,5	Ständige Lasten + Winddruck + Zugkraft im Ringbalken + Schnee
LF 2	1,3-5	Ständige Lasten + Windsog + Zugkraft im Ringbalken + Schnee

Kombinationen nach DIN 1055-100

KNr.	LF	Bem.-Sit.	Kombination
10	1	T,P/T	G,sup+Q,W+Q,i
18	1	G,rare	G+Q,W+Q,i

T,P/T = Tragfähigkeit, ständig u. vorübergehend

G,rare = Gebrauchstauglichkeit, selten

Design - Bemessungswerte [kN, kNm]

KNr.	Bem.-Sit.	Nx	My	Mz
10	T,P/T	-	22.50	15.45
18	G,rare	-	15.85	10.30

Bemessung
Optionen

Ansatz der Netto-Betonfläche (Abzug der Stahlfläche)

Ohne Ansatz der Betonzugfestigkeit

Mindest-/Höchstbewehrung für Balken/Platten nach DIN 1045-1,13.1.1(1)+(4)

SD-Linie Beton: DIN 1045-1 Bild 23 (Parabel-Rechteck-Diagramm)

SD-Linie Betonstahl: DIN 1045-1 Bild 27 (Linie 2 mit Stahlverfestigung)

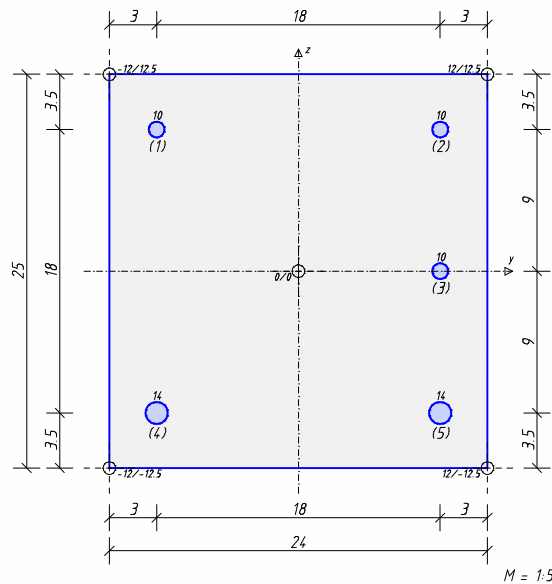
Längsbewehrung $A_{s,ges} = 5.45 \text{ cm}^2$ ($Rho = 0.91 \%$)

Anordnung	n	DS	vorh.AS	----Lage, Verteilung [cm]----						Mat
	[-]	[mm]	[cm²]	y1	/	z1	y2	/	z2	
Einzelstab	1	DS	10.0	0.79	-9.00/	9.00	-	/	-	2
Einzelstab	1	DS	10.0	0.79	9.00/	9.00	-	/	-	2
Einzelstab	1	DS	10.0	0.79	9.00/	0.00	-	/	-	2
Stabgruppe	2	DS	14.0	3.08	-9.00/	-9.00	9.00/	-9.00		2

Hinweise zur Bewehrungs-Anordnung

Einzelstab: Einen Längsstab an der Stelle y1/z1 anordnen.

Stabgruppe: Längsstäbe zwischen y1/z1 und y2/z2 gleichmäßig verteilen.



Querschnittswerte Zustand I: 1) = nur Beton, 2) = Beton + Stahl (ideell)

	Fläche A[cm ²]	Schwerpunkt ys[cm]/zs[cm]	Systemachsen		Hauptachsen		
			Iy[dm ⁴]	Iz[dm ⁴]	Alpha[°]	I1[dm ⁴]	I2[dm ⁴]
1)	600.00	0.00/ 0.00	3.1250	2.8800	0.000	3.1250	2.8800
2)	-	0.17/ -0.33	3.7532	3.6195	-1.648	3.7533	3.6194

Dehnungen, erforderliche Bewehrung, Ausnutzung

Bewehrungsgrenzen: min.As = 2.43 cm², max.As = 48.00 cm² (0.08*Ac)

E_{Ieff}/E_{Ib} = Verhältnis der effektiven Steifigkeit zur vollen Betonsteifigk.
 Sd/Rd = Maximum(N_{xd}/N_{xu}, M_{yd}/M_{yu}, M_{zd}/M_{zu}) mit u = Bruchschnittgröße
 erf.As = erf. Gesamtbewehrung bei der gewählten Bewehrungsverteilung

KNr.	max.Dehnungen		Krümmung in		E _{Ieff} /		erf.As	Sd/Rd
	Eps,B [mm/m]	Eps,S [mm/m]	y-Rich. [mm/m ²]	z-Rich. [mm/m ²]	E _{Ib} ,y [-]	E _{Ib} ,z [-]		
10	-3.0177	3.9346	-13.437	19.2120	0.151	0.161	5.16	0.965 < 1

Stahlspannungen

Stab Nr	Ds [mm]	Mat. [-]	Koordinaten		max.Sig. [N/mm ²]	min.Sig. [N/mm ²]	max.Eps [mm/m]	min.Eps [mm/m]
			y[cm]	z[cm]				
1	10.0	2	-9.00/	9.00	153.94	-388.44	0.7697	-1.9422
2	10.0	2	9.00/	9.00	102.68	-149.55	0.5134	-0.7477
3	10.0	2	9.00/	0.00	434.81	-44.05	2.2055	-0.2203
4	14.0	2	-9.00/	-9.00	343.43	126.31	1.7171	0.6316
5	14.0	2	9.00/	-9.00	436.46	1.56	3.9346	0.0078

Gebrauchstauglichkeit

Begrenzung von max.Spannungen:	KNr.	Sig[N/mm ²]	zul.Sig.
Stahl (seltene Kombination)	18	340.43	< 0.80*f _{yk}

POS. 194 STAHLBETONBEMESSUNG

Material

Baustoffe: Normalbeton C 35/45
BSt 500S(A)
Größtkorn des Zuschlags $d_g = 16.0$ mm

Expositionsklassenauswahl	mit Betondeckung [mm]: c.min delta.c	
XC4 wechselnd nass und trocken	25	15
XD3 wechselnd nass und trocken	40	15
XF2 Mäßige Wassersättigung mit Taumittel oder Meerwasser	0	0
gewählte Betondeckung $c = 55$ mm		

Mat. Materialbezeichnungen

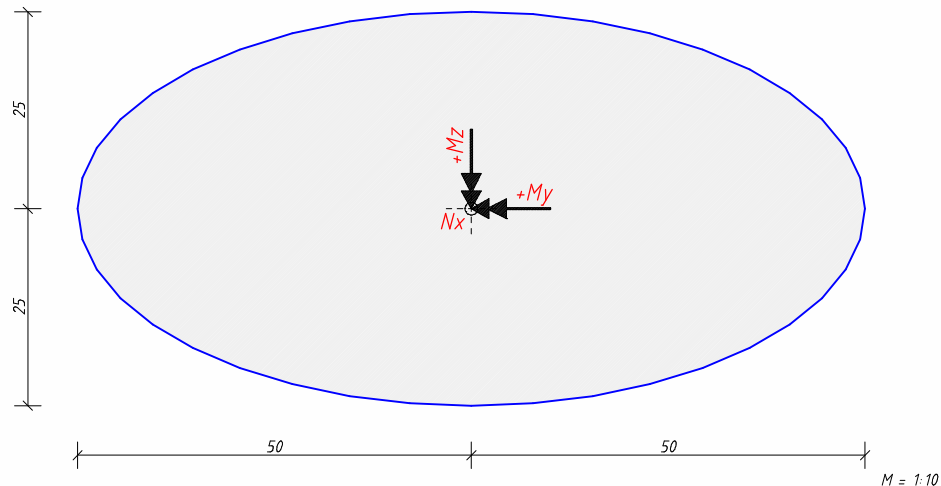
- 1 Beton: C 35/45
- 2 Stahl: BSt 500S(A)

Querschnitt

Betonquerschnitt

Form	Abmessungen [cm]	Bezug y/z [cm]	Mat
Ellipse	$d_y/d_z = 100.0/ 50.0$	(0.00/ 0.00)	1

Charakteristische Schnittgrößen im Schwerpunkt der Betonfläche


Typen:
N = Normalkraft (Druck = negativ) [kN]
V = Querkraft [kN],
M = Moment [kNm]

Einwirkungen		Typ	Kat.	Wert,k	Alpha	
Ständige Last		Nx	G	-1500.0	-	
		My	G	190.00	-	
Verkehr		Nx	Q,F5	-650.00	-	
		My	Q,F5	168.00	-	
		MZ	Q,F5	300.00	-	
Schnee		Nx	Q,S1	-478.00	-	
		My	Q,S1	124.28	-	
		MZ	Q,S1	220.62	-	
Kate- gorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,F5	Verkehrs-,Parkflächen: Zufahrtsrampen, A > 20 m²	0.70	0.70	0.60	1.50	-

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
Q,S1	Schnee-,Eislasten: Höhe <= NN +1000 m	0.50	0.20	-	1.50	-

Kombinationen nach DIN 1055-100

KNr.	Bem.-Sit.	Kombination
10	T,P/T	G,sup+Q,S1+Q,i
15	G,rare	G+Q,S1+Q,i

T,P/T = Tragfähigkeit, ständig u. vorübergehend

G,rare = Gebrauchstauglichkeit, selten

Design - Bemessungswerte [kN, kNm]

KNr.	Bem.-Sit.	Nx	My	Mz
10	T,P/T	-3424.5	619.32	645.93
15	G,rare	-2433.0	431.88	430.62

Bemessung

Optionen

Ansatz der Netto-Betonfläche (Abzug der Stahlfläche)

Ohne Ansatz der Betonzugfestigkeit

Mindest-/Höchstbewehrung für Stützen nach DIN 1045-1,13.5.2

SD-Linie Beton: DIN 1045-1 Bild 23 (Parabel-Rechteck-Diagramm)

SD-Linie Betonstahl: DIN 1045-1 Bild 27 (Linie 2 mit Stahlverfestigung)

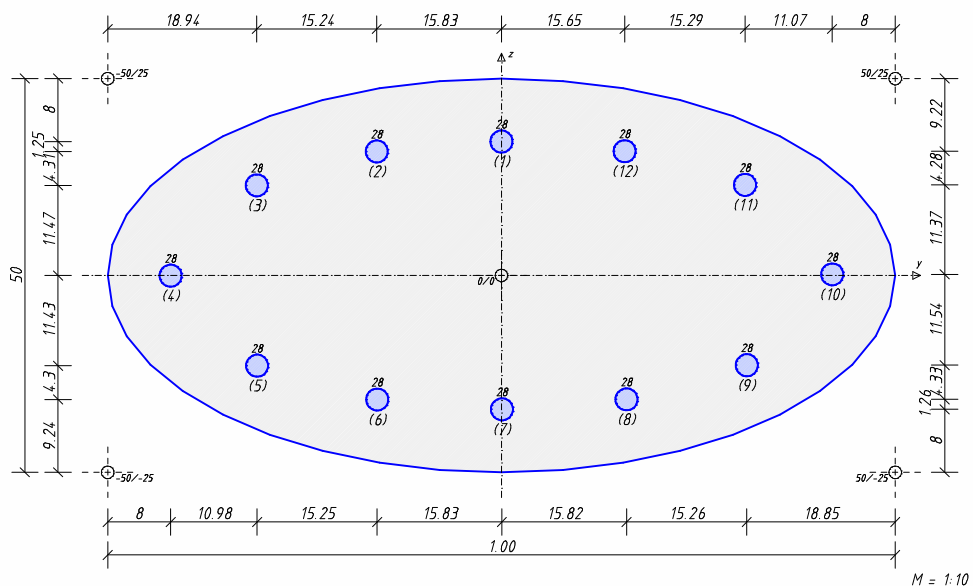
Längsbewehrung

As,ges = 73.89 cm² (Rho = 1.89 %)

Anordnung	n	Ds	vorh.As	---Lage, Verteilung [cm]---				Mat
				y1	z1	y2	z2	
Ellipse	12	Ds	28.0	73.89	0.00/ 0.00	42.00/ 17.00		2

Hinweise zur Bewehrungs-Anordnung

Ellipse: Stäbe auf einer Ellipse mit dem Mittelpunkt = y1/z1 und den Radien y2 (y-Richt.) und z2 (z-Richt.) gleichmäßig verteilen.



Querschnittswerte Zustand I: 1) = nur Beton, 2) = Beton + Stahl (ideell)

	Fläche A[cm ²]	Schwerpunkt ys[cm]/zs[cm]	-- Systemachsen --		----- Hauptachsen -----		
			Iy[dm ⁴]	Iz[dm ⁴]	Alpha[°]	I1[dm ⁴]	I2[dm ⁴]
1)	3910.86	0.00/ 0.00	60.8564	243.4257	90.000	243.4257	60.8564
2)	-	0.00/ 0.00	72.9014	290.6185	90.003	290.6185	72.9014

Dehnungen, erforderliche Bewehrung, Ausnutzung

 Bewehrungsgrenzen: min.As = 11.81 cm², max.As = 352.0 cm² (0.09*Ac)

 E_{Ieff}/E_{Ib} = Verhältnis der effektiven Steifigkeit zur vollen Betonsteifigk.

 S_d/R_d = Maximum(N_{xd}/N_{xu}, M_{yd}/M_{yu}, M_{zd}/M_{zu}) mit u = Bruchschnittgröße

erf.As = erf. Gesamtbewehrung bei der gewählten Bewehrungsverteilung

KNr.	max.Dehnungen		Krümmung in		E _{Ieff} /		erf.As	S _d /R _d
	Eps,B [mm/m]	Eps,S [mm/m]	y-Rich. [mm/m ²]	z-Rich. [mm/m ²]	E _{Ib} ,y [-]	E _{Ib} ,z [-]		
10	-3.4684	2.0498	-3.0130	11.4586	0.297	0.295	73.35	0.997 < 1

Stahlspannungen

Stab Nr	Ds [mm]	Mat. [-]	Koordinaten		max.Sig. [N/mm ²]	min.Sig. [N/mm ²]	max.Eps [mm/m]	min.Eps [mm/m]
			y[cm]	z[cm]				
1	28.0	2	0.00/	17.00	-63.27	-434.78	-0.3164	-2.1801
2	28.0	2	-15.83/	15.75	-60.06	-434.78	-0.3003	-2.5133
3	28.0	2	-31.06/	11.44	-49.02	-434.78	-0.2451	-2.4791
4	28.0	2	-42.00/	-0.03	-19.09	-298.90	-0.0954	-1.4945
5	28.0	2	-31.02/	-11.46	40.37	8.68	0.2523	0.0484
6	28.0	2	-15.77/	-15.76	219.66	17.68	1.0983	0.1035
7	28.0	2	0.07/	-17.00	343.57	20.29	1.7178	0.1195
8	28.0	2	15.89/	-15.74	409.96	17.64	2.0498	0.1033
9	28.0	2	31.15/	-11.40	402.60	8.56	2.0130	0.0477
10	28.0	2	42.00/	0.13	213.52	-42.08	1.0676	-0.2104
11	28.0	2	30.93/	11.50	-24.87	-123.59	-0.1243	-0.6179
12	28.0	2	15.65/	15.78	-60.13	-313.70	-0.3007	-1.5685

Gebrauchstauglichkeit

Begrenzung von max.Spannungen:	KNr.	Sig[N/mm ²]	zul.Sig.
Stahl (seltene Kombination)	15	183.95 <	0.80*f _{yk}

POS. 195 STAHLBETONBEMESSUNG

Material

Baustoffe: Normalbeton C 35/45
BSt 500S(A)
Größtkorn des Zuschlags $d_g = 16.0$ mm
Expositionsklassenauswahl mit Betondeckung [mm]: c.min delta.c

XC3 Mäßige Feuchte

20

15

XA2 Chemisch mäßig angreifende Umgebung und Meeresbauwerke

0

0

 gewählte Betondeckung $c = 35$ mm

Mat. Materialbezeichnungen

1 Beton: C 35/45

2 Stahl: BSt 500S(A)

Querschnitt

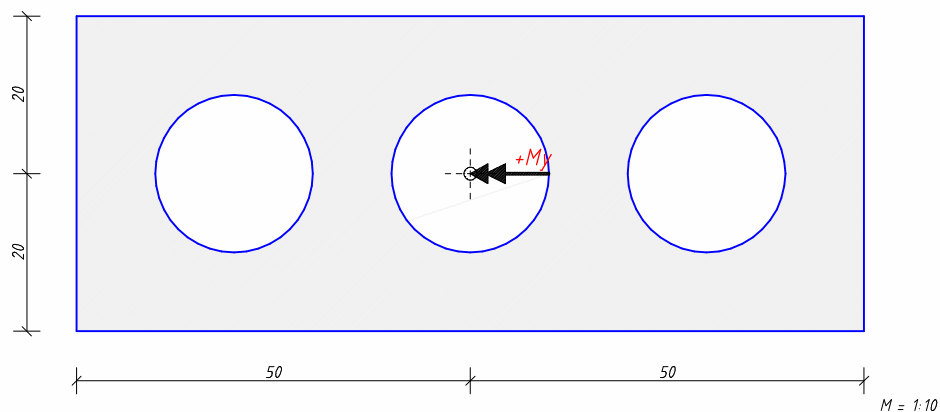
Betonquerschnitt

Form	Abmessungen [cm]	Bezug y/z [cm]	Mat
Rechteck	$b / h = 100.0 / 40.0$	(-50.00/-20.00)	1

Aussparrung

Form	Abmessungen [cm]	Bezug y/z [cm]	Mat
Kreis	$d = 20.0$	(-30.00/ 0.00)	0
Kreis	$d = 20.0$	(0.00/ 0.00)	0
Kreis	$d = 20.0$	(30.00/ 0.00)	0

Charakteristische Schnittgrößen im Schwerpunkt der Betonfläche


Typen:

N = Normalkraft (Druck = negativ) [kN]

V = Querkraft [kN],

M = Moment [kNm]

Einwirkungen	Typ	Kat.	Wert,k	Alpha
Ständige Lasten	My	G	130.00	-
Verkehr	My	Q,F2	210.00	-

Kate- gorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,F2	Verkehrs-,Parkflächen: $F_z \leq 25$ kN, $A \leq 50$ m ²	0.70	0.70	0.60	1.50	-

Kombinationen nach DIN 1055-100

KNr.	Bem.-Sit.	Kombination
4	T,P/T	G,sup+Q,F2
6	G,rare	G+Q,F2

T,P/T = Tragfähigkeit, ständig u. vorübergehend

G,rare = Gebrauchstauglichkeit, selten

Design - Bemessungswerte [kN, kNm]

KNr.	Bem.-Sit.	Nx	My	Mz
4	T,P/T	-	490.50	-
6	G,rare	-	340.00	-

Bemessung

Optionen

 Bemessung als Fertigteil ($\gamma_{ac} = 1.35$ bei ständig u. vorüberg. Situation)

Ansatz der Netto-Betonfläche (Abzug der Stahlfläche)

Ohne Ansatz der Betonzugfestigkeit

Mindest-/Höchstbewehrung für Balken/Platten nach DIN 1045-1,13.1.1(1)+(4)

SD-Linie Beton: DIN 1045-1 Bild 23 (Parabel-Rechteck-Diagramm)

SD-Linie Betonstahl: DIN 1045-1 Bild 27 (Linie 2 mit Stahlverfestigung)

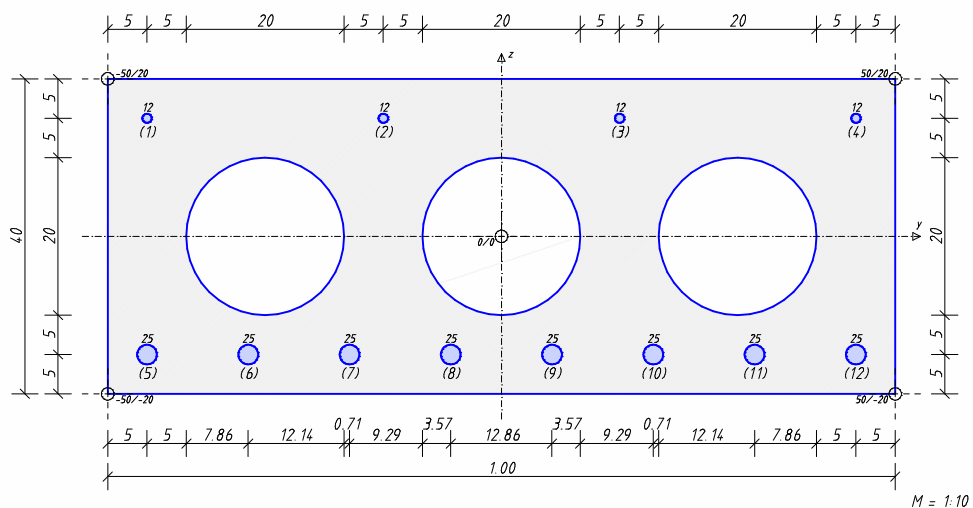
Längsbewehrung

 $A_{s,ges} = 43.79 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1.43 \%$)

Anordnung	n	DS	vorh. A_s	---Lage, Verteilung [cm]---				Mat
	[-]	[mm]	[cm ²]	y1	z1	y2	z2	
Stabgruppe	4	DS 12.0	4.52	-45.00/	15.00	45.00/	15.00	2
Stabgruppe	8	DS 25.0	39.27	-45.00/-	15.00	45.00/-	15.00	2

Hinweise zur Bewehrungs-Anordnung

Stabgruppe: Längsstäbe zwischen y1/z1 und y2/z2 gleichmäßig verteilen.



Querschnittswerte Zustand I: 1) = nur Beton, 2) = Beton + Stahl (ideell)

	Fläche	Schwerpunkt	--- Systemachsen ---		----- Hauptachsen -----		
	A[cm ²]	y _s [cm]/z _s [cm]	I _y [dm ⁴]	I _z [dm ⁴]	Alpha[°]	I ₁ [dm ⁴]	I ₂ [dm ⁴]
1)	3061.39	0.00/ 0.00	50.9964	274.6800	90.000	274.6800	50.9964
2)	-	0.00/ -1.37	59.4409	310.4044	90.000	310.4044	59.4409

Dehnungen, erforderliche Bewehrung, Ausnutzung

Bewehrungsgrenzen: $\min.A_s = 6.54 \text{ cm}^2$, $\max.A_s = 244.9 \text{ cm}^2 (0.08 \cdot A_c)$

$E_{\text{Ieff}}/E_{\text{Ib}}$ = Verhältnis der effektiven Steifigkeit zur vollen Betonsteifigk.

S_d/R_d = Maximum(N_{xd}/N_{xu} , M_{yd}/M_{yu} , M_{zd}/M_{zu}) mit u = Bruchschnittgröße

$\text{erf.}A_s$ = erf. Gesamtbewehrung bei der gewählten Bewehrungsverteilung

KNr.	max.Dehnungen		Krümmung in		$E_{\text{Ieff}}/E_{\text{Ib}}$		$\text{erf.}A_s$	S_d/R_d
	$E_{ps,B}$	$E_{ps,S}$	y-Rich.	z-Rich.	$E_{\text{Ib},y}$	$E_{\text{Ib},z}$		
	[mm/m]	[mm/m]	[mm/m ²]	[mm/m ²]	[-]	[-]	[cm ²]	[-]
4	-1.3480	2.0666	0.0000	9.7560	0.330	1.000	39.13	0.906 < 1

Stahlspannungen

Stab Nr	D_s	Mat.	Koordinaten		max.Sig.	min.Sig.	max.Eps	min.Eps
	[mm]	[-]	y[cm]	z[cm]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[mm/m]	[mm/m]
1	12.0	2	-45.00/	15.00	-28.18	-172.04	-0.1409	-0.8602
2	12.0	2	-15.00/	15.00	-28.18	-172.04	-0.1409	-0.8602
3	12.0	2	15.00/	15.00	-28.18	-172.04	-0.1409	-0.8602
4	12.0	2	45.00/	15.00	-28.18	-172.04	-0.1409	-0.8602
5	25.0	2	-45.00/-	15.00	413.32	105.16	2.0666	0.5309
6	25.0	2	-32.14/-	15.00	413.32	105.16	2.0666	0.5309
7	25.0	2	-19.29/-	15.00	413.32	105.16	2.0666	0.5309
8	25.0	2	-6.43/-	15.00	413.32	105.16	2.0666	0.5309
9	25.0	2	6.43/-	15.00	413.32	105.16	2.0666	0.5309
10	25.0	2	19.29/-	15.00	413.32	105.16	2.0666	0.5309
11	25.0	2	32.14/-	15.00	413.32	105.16	2.0666	0.5309
12	25.0	2	45.00/-	15.00	413.32	105.16	2.0666	0.5309

Gebrauchstauglichkeit

Begrenzung von max.Spannungen:	KNr.	Sig[N/mm ²]	zul.Sig.
Stahl (seltene Kombination)	6	276.85 <	0.80*f _{yk}
Betondruck (seltene Kombination)	6	-18.33 <	0.60*f _{ck}