

80M Elastisch gebetteter Balken

(Stand: 21.06.2013)



Das Programm dient zur Bemessung eines elastisch gebetteten Balkens gemäß DIN EN 1992-1-1 (EC 2). Dabei kann zwischen dem Bettungsmodulverfahren und dem iterativen Bettungsmodulverfahren (in Annäherung zum Steifemodulverfahren) gewählt werden.

Leistungsumfang

///> System

- Elastische Modellierung durch Bettungsmodulverfahren oder iteratives Bettungsmodulverfahren
- Bettungsmodulverfahren: elastische Bettung, abschnittsweise als maximale/minimale Bettung eingebbar, Ausschluss von Zugfedern möglich
- Iteratives Bettungsmodulverfahren: maximale/minimale Steifemodule über den kompletten Balken
- Wahlweise mit/ohne Auflager/Auflagerfedern
- Querschnitte: Platte/Balken/Plattenbalken, abschnittsweise

///> Einwirkungen

- Bildung von Einwirkungsgruppen und beliebig vielen Lastfällen
- Beliebige Einzel-, Linienlasten in z-Richtung und Momente um y-Achse

///> Bemessungsvorgaben

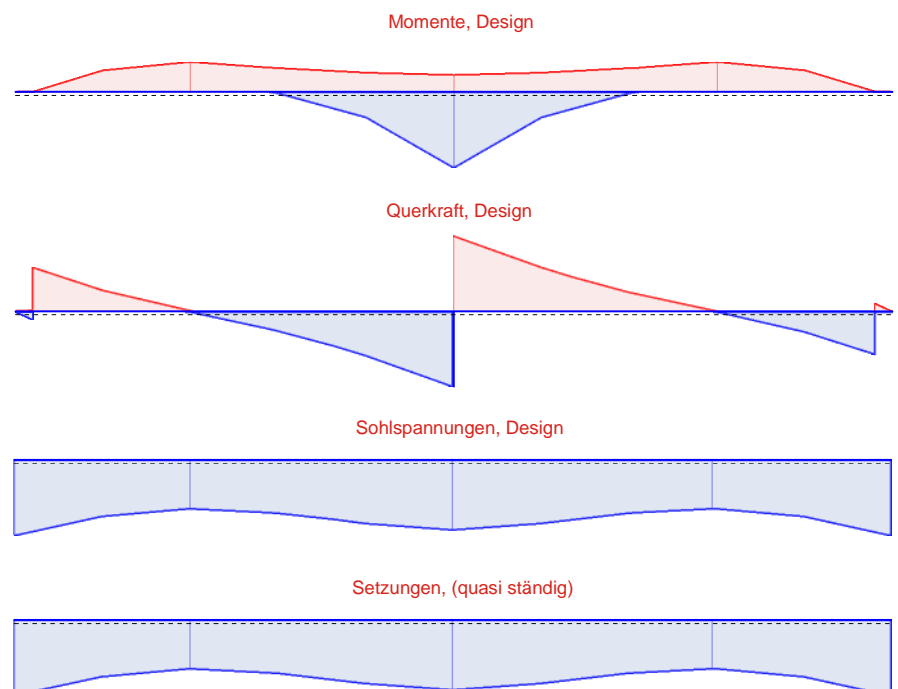
- Unterschiedliche Materialeingabe für Fundament / Plattenanschlüsse möglich

///> Bemessung und Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit

- Bewehrungsvorschlag für oben/unten, optional mit Grundbewehrung
- Querkraftnachweis und Bemessung
- Rissnachweis aus frühem/spätem Zwang nach 7.3.2 und/oder lastabhängig nach 7.3.4
- Ausgabe der Verformungen und Sohlspannungen

///> Grafiken

- Systembild
- Querschnitte in den Abschnitten
- Einwirkungen
- Schnittgrößen in den Grenzzuständen
- Erf. Bewehrung in den Querschnittsbereichen



Allgemeines

Die Programmoberfläche

 Wichtiger Hinweis:

Für die Handhabung der neuen Programmoberfläche und für allgemeine Programmteile wie z.B. **Grunddaten** / **Einwirkungsgruppen** / **Lastübernahme** / **Quicklast** / **Ausgabe** und **Beenden** steht

[<HIER> eine gesonderte Beschreibung zur Verfügung.](#)

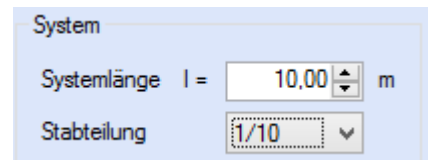
Diese Beschreibung gilt sinngemäß für alle neuen Programme und wird Ihnen die Einarbeitung erleichtern.

System

Systemparameter

Die Systemparameter gliedern sich in die Gruppen System, Verfahren und Bauteiltyp.

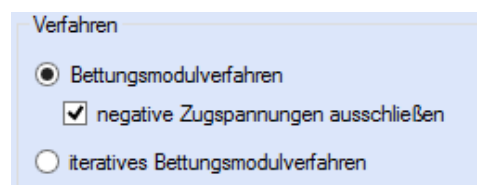
In der Systemeingabe erfolgt die Eingabe der Gesamtsystemlänge des elastisch gebetteten Balkens. Mit Änderung der Gesamtlänge werden einhergehend auch Änderungen bei Querschnittsabschnitten, Bettungen und ggf. auch Lagern durchgeführt.



Mit der Festlegung der Stabteilung bestimmt man, in welcher Teilung die Schnittgrößen bestimmt werden sollen. Stäbe werden bestimmt aus Querschnitts-, Bettungsabschnitten und Auflagerbedingungen.

In der Gruppe Verfahren wird das Berechnungsverfahren für den elastisch gebetteten Balken festgelegt.

Das **Bettungsmodulverfahren** ist die klassische Variante, bei welcher der Boden durch Federn simuliert wird. Da es bei diesem Verfahren auch vorkommen kann, dass das Bauteil an einigen Stellen abhebt, gibt es die Option „negative Zugspannungen ausschließen“. Dabei werden die Federn an dieser Stelle automatisch gelöst, wenn Zugspannungen vorliegen.



Beim **iterativen Bettungsmodulverfahren** wird der isotrope Halbraum des Bodens berücksichtigt. Das Bauteil passt sich dabei einer Setzungsmulde an, die gemäß Kany [5] ermittelt wird. Bei den einzelnen Iterationsschritten werden die Bettungsmodul in den n-tels-Punkten so lange angepasst, bis die Setzung des Bauteils der Setzungsmulde des Bodens entspricht. Die Ergebnisse dieses Verfahrens entsprechen den Ergebnissen des Steifemodulverfahrens. Da diese Iteration für jede Laststellung ermittelt werden muss, dauert die Berechnung zwar etwas länger, liefert dafür aber realistischere Werte gegenüber dem Bettungsmodulverfahren.

Bei der Auswahl des Bauteiltyps kann zwischen einem Balken/Plattenbalken und einer Platte gewählt werden. Dementsprechend werden auch die Dimensionen angepasst. Bei einer Änderung des Bauteiltyps werden schon eingetragene Querschnitte gelöscht.



Querschnittsabschnitte

Querschnittslängen können an dieser Stelle eingetragen werden. Die Daten werden von links nach rechts eingegeben, wobei die noch verfügbare Länge immer automatisch in der letzten Spalte eingetragen wird.

| Systemparameter | Querschnittsabschnitte | Querschnitt | Bodensteifigkeit | Auflager |
|-------------------------------|------------------------|------------------------|------------------|----------|
| | | Querschnitt 1 | Querschnitt 2 | |
| | | ▶ Querschnittlänge [m] | 4,000 | 6,000 |
| Querschnittanfang bei x = 4 m | | | | |

Querschnitt

Die Festlegung der einzelnen Querschnitte erfolgt durch einen Doppelklick auf die entsprechende Zeile.

| Systemparameter | Querschnittsabschnitte | Querschnitt | Bodensteifigkeit |
|-----------------|-----------------------------|------------------------|------------------|
| | Ort | Querschnitt | |
| | Querschnitt 1: 0.00-4.00 m | Balken b/h = 80/50 cm | |
| | Querschnitt 2: 4.00-10.00 m | <Querschnitt eingeben> | |

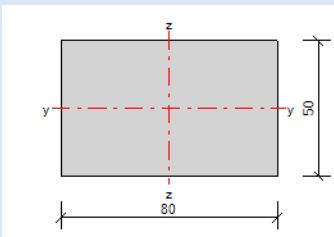
Der rechts abgebildete Dialog geht auf, in dem die Querschnittsabmessungen eingetragen werden können. Abhängig davon, welcher Bauteiltyp gewählt wurde, kann zwischen einem Balken oder einem Plattenbalken gewählt werden. Ist der Bauteiltyp im System als Platte definiert worden, kann der Querschnittstyp nicht mehr geändert werden.

Balken b/h = 80/50 cm

Bauteil: Balken

Breite b = 80,0 cm

Höhe h = 50,0 cm



für das gesamte System übernehmen

Ok abbrechen

Bodensteifigkeit

Diese Eingabe ist nur bei dem iterativen Bettungsmodulverfahren möglich. Um die Setzungmulde zu ermitteln, sind die minimalen und maximalen Steifeziffern inklusive einer Schichtdicke einzugeben.

Bodensteifigkeit

Steifeziffer Es,max = 30 MN/m²

Es,min = 30 MN/m²

Schichtdicke z = 2,00 m




Bettung

Die Eingabe von Bettungen ist nur beim Bettungsmodulverfahren möglich und erfolgt ähnlich der Eingabe der Querschnittsabschnitte. Zunächst werden die Bettungsabschnitte eingetragen, wobei in der letzten Spalte immer die noch fehlende Länge bis zum Systemende eingetragen wird. Zu jedem Abschnitt kann eine maximale und minimale Bettung angesetzt werden. Falls eine unterschiedliche maximale und minimale Bettung gewählt wird, erfolgt beim späteren Rechenlauf die Ermittlung der Schnittgrößen einmal komplett mit den maximalen und einmal mit den minimalen Bettungswerten. Bei einem Plattenbalken werden die Platten ebenfalls als gebettet angesetzt.

| | Bettung 1 | Bettung 2 | Bettung 3 |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|
| Bettungslänge [m] | 0,500 | 9,000 | 0,500 |
| ks,max [MN/m ²] | 50,000 | 30,000 | 50,000 |
| ks,min [MN/m ²] | 40,000 | 20,000 | 40,000 |

Bettunganfang bei x = 9,5 m

Auflager

Normalerweise wird für die Berechnung eines elastisch gebetteten Balkens nur ein horizontales Lager benötigt. Optional können aber beliebig viele Auflager hinzugefügt werden. Um ein Auflager vor einer Zeile einzufügen ist das Icon  zu klicken, um ein Auflager am Systemende hinzuzufügen ist das Icon  zu klicken. Um ein Auflager zu löschen, markiert man die zu löschende Zeile und klickt auf . Als mögliche Auflagerarten stehen „fest“, „H-Lager“, „V-Lager“ und „Feder“ zur Verfügung. Bei Auswahl einer Feder können folgende Federwerte eingegeben werden.

| | Ort [m] | Auflagerart | Auflager z-Richtung | | |
|----|---------|-------------|---------------------|--------------|-----------------|
| | | | Cw,z [kN/cm] | Cw,x [kN/cm] | Cd,y [kNm/cm/m] |
| 1 | 0,00 | H-Lager | - | fest | - |
| ∅2 | 10,00 | Feder | fest | - | - |

Cw,z = Wegfeder in z-Richtung
 Cw,x = Wegfeder in x-Richtung
 Cd,y = Drehfeder um die y-Achse

Einwirkungen

Die Eingabe erfolgt generell mit charakteristischen Lasten. Aus diesen werden automatisch alle Kombinationen gebildet, die sich aus den verwendeten Kategorien ergeben können.

Optionen

Die Eingabeart legt zunächst fest, ob mit Einwirkungsgruppen (EWG) Lastfälle gebildet werden sollen.

Einwirkungsgruppen

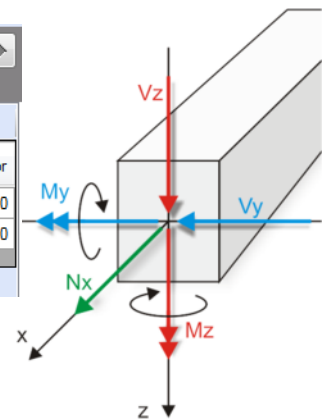
Zu Einwirkungsgruppen und Lastfällen siehe [diese gesonderte Beschreibung](#). Dort wird auch die Lastübernahme aus anderen Positionen und die Quicklast – Funktion erläutert.

Falls manuell Lastfälle gebildet werden sollen, dann muss jede Eingabezeile der Strecken- oder Einzellasten einer Einwirkungsgruppe zugeordnet werden, siehe dazu u.a. den Programmpunkt „Optionen“.

Streckenlasten

| Einwirkungen | | | | | | | | | | | |
|--|-----|------|------------|--------|--------|--------------|---------------|---------|-------|--------|--|
| Optionen Einwirkungsgruppen Streckenlasten Einzellasten Kategorien Lastfälle | | | | | | | | | | | |
| 2 von 2 | | | | | | | | | | | |
| Bezeichnung | Typ | Kat. | Ortsangabe | Anfang | Länge | Wert,k links | Wert,k rechts | Einheit | Alpha | Faktor | |
| Eigengewicht | qz | G | Länge [m] | 0,000 | 10,000 | 2,00 | 2,00 | kN/m | - | 1,00 | |
| Nutzlast Wohnraum ... | qz | Q,A2 | relativ | 0,000 | 1,000 | 1,50 | 1,50 | kN/m | - | 1,00 | |

Ortsangaben: Länge = Eingaben in [m], relativ = Eingabe 0 bis 1 (1 = ges. Stablänge, 0,5 = halbe Stablänge usw.)



Mögliche Lasttypen für Streckenlasten:

qz = vertikal

T = Temperaturveränderung über den ganzen Stabquerschnitt

Td = Temperaturdifferenz Stab oben / Stab unten

(T und Td sind Temperatureinwirkungen unabhängig vom Brandnachweis)

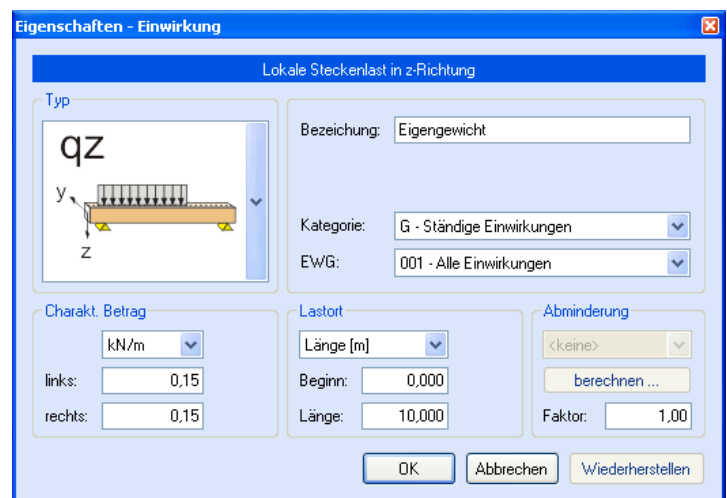
Mit einem Doppelklick kann für die entsprechende Zeile eine Eingabehilfe aufgerufen werden:

Die Lastlänge kann optional „relativ“ eingegeben werden. Dabei sind „0“ = Systemanfang und „1“ = Systemende. Demzufolge ist „0,5“ die Systemmitte.

Dies erspart dem Anwender das Ausrechnen der Koordinaten und sorgt für eine automatische Anpassung, wenn sich die Systemlänge ändern sollte.

Abminderungen:

Lastabminderungen (und Erhöhungen) sind über einen Faktor frei wählbar oder für Verkehrslasten aufgrund der Lasteinzugsfläche bzw. der Geschoßanzahl ermittelbar.



Der Button „berechnen“ ist bei den Kategorien „Q,A1“ bis „Q,E11“ und „Q,Z“ aktiv.

Einzellasten

| Optionen | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|------|------------|-------|--------|---------|-------|--------|--|
| Einwirkungsgruppen | | | | | | | | | |
| Streckenlasten | | | | | | | | | |
| Einzellasten | | | | | | | | | |
| Kategorien | | | | | | | | | |
| Lastfälle | | | | | | | | | |
| 2 von 2 | | | | | | | | | |
| Bezeichnung | Typ | Kat. | Ortsangabe | Ort | Wert,k | Einheit | Alpha | Faktor | |
| Horizontalkraft aus Wind | Fx | Q,W | Länge [m] | 3,000 | 1,00 | kN | - | 1,00 | |
| Pos.3 Aufl. 1 LF 1 | Fz | G | Länge [m] | 4,000 | 3,80 | kN | - | 1,00 | |

Abminderung: A = über die Einzugsfläche, n = über die Geschoßzahl, R = nur für die Weiterleitung

Mögliche Lasttypen für Einzellasten:

Fz = Einzellast vertikal, [positive Richtung nach unten]

My = Moment um die y-Achse [positive Richtung im Uhrzeigersinn]

Mit einem Doppelklick kann für die entsprechende Zeile eine Eingabehilfe aufgerufen werden (vgl. Streckenlasten).

Kategorien

Die bei der Lasteingabe verwendeten Last-Kategorien werden aufgelistet, so dass die Ψ -Werte bei Bedarf geändert werden können.

| Optionen | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|--|--|--|--|--|
| Einwirkungsgruppen | | | | | | | | | |
| Streckenlasten | | | | | | | | | |
| Einzellasten | | | | | | | | | |
| Kategorien | | | | | | | | | |
| Lastfälle | | | | | | | | | |
| Kategorien für die Kombinatorik | | | | | | | | | |
| Kat. | Beschreibung | Ψ_0 | Ψ_1 | Ψ_2 | | | | | |
| G | Ständige Einwirkungen | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | | | | |
| Q,A | Wohnfläche | 0,70 | 0,50 | 0,30 | | | | | |
| Q,W | Windlasten | 0,60 | 0,20 | 0,00 | | | | | |

Lastfälle

Zu Einwirkungsgruppen und Lastfällen siehe [diese gesonderte Beschreibung](#). Dort wird auch die Lastübernahme aus anderen Positionen und die Quicklast – Funktion erläutert.

Bemessungsvorgaben

Expositionen

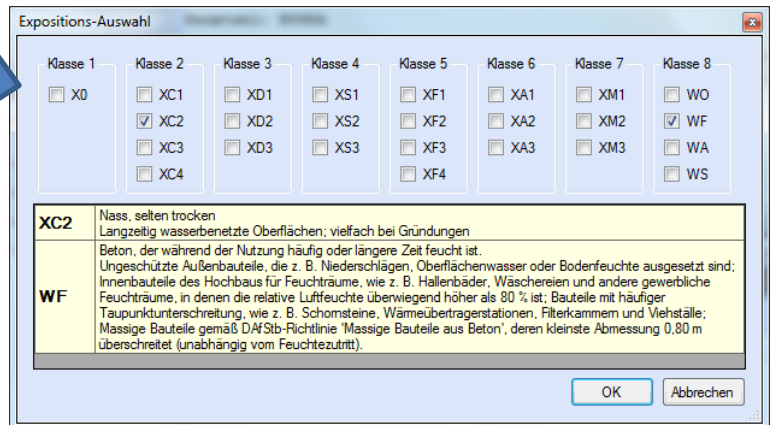
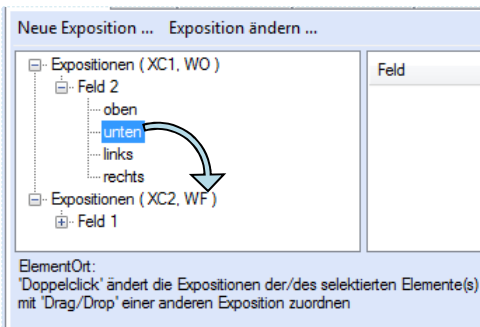
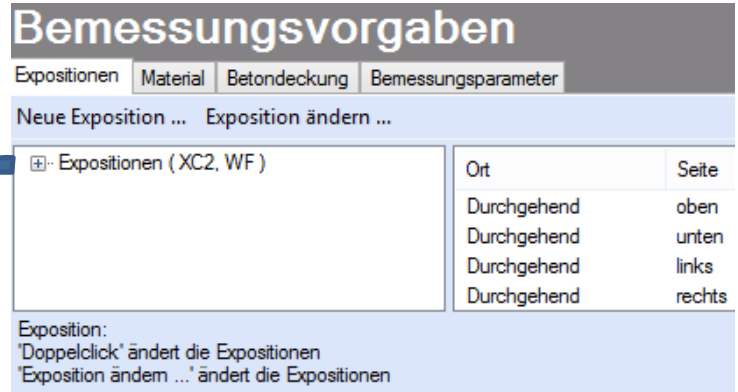
Als Vorgabe für die Expositionen- und Feuchteklassen sind für Fundamente und Sohlplatten XC2 und WF eingestellt. Dies kann für jedes Bauteil entsprechend getrennt für oben / unten geändert werden. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

Mit einem Doppelklick auf ein Element im Eingabe- Bereich (oder einem Klick auf „Neue Exposition“) wird die Expositionen-Auswahl geöffnet.

Klicken Sie dort die gewünschten Expositionen an und beenden Sie die Eingabe mit „OK“.

Ziehen Sie dann mit der Maus die gewünschten Seiten auf die richtige Expositionen- Auswahl.

Expositionen- Auswahl.



Material

Als Vorgabe ist eingestellt:

- Betonart: „Normalbeton“
- Betonherstellung: „Transportbeton“
- Betonwahl: „C25/30“
- Größtkorn: „16 mm“
- Betonstahl: „B500A“

Die sich aus den Expositionen ergebende Mindestbetongüte wird angezeigt.

Es gibt die Auswahl zwischen folgenden Parametern:

- Betonart: Normalbeton / Luftporenbeton / Leichtbeton
- Betonherstellung: Transportbeton / Ortbeton / Fertigteil
- Betonwahl: „C12/15“ bis „C100/115“ | „C12/15 LP“ bis „100/115 LP“ | „LC12/13“ bis „LC 80/88“
- Größtkorn: 8 / 16 / 32 / 63 mm
- Betonstahl: „B500A“ / „B500A +G“ / „B500A +P“ / „B500B“ nach DIN 488-1:2009-08
 „B500A +G“= Bewehrungsdraht glatt / „B500A +P“ = Bewehrungsdraht profiliert



Betondeckung

Die Betondeckung kann seitenweise geändert werden. Wichtig ist der voraussichtliche maximale Bewehrungsdurchmesser (max. \emptyset), nach welchem sich die Mindestbetondeckung richtet.

Wenn von den Mindestwerten abgewichen wurde, dann können sie mit dem Schalter „Mindestwerte“ wieder hergestellt werden. Mit „Details“ lassen sich weitere Details ein- und ausblenden, siehe unten.

| Bemessungsvorgaben Fundament | | | | | | | | |
|------------------------------|-------|----------------------------------|------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------------------|---------------------|
| Expositionen | | Material | | Betondeckung | | | | |
| Mindestwerte | | <input type="checkbox"/> Details | | | | | | |
| | Seite | max. \emptyset [mm] | $C_{min,b}$ [mm] | C_{min} [mm] | ΔC_{dev} [mm] | C_{nom} [mm] | gew. ΔC_{dev} [mm] | gew. C_{nom} [mm] |
| ▶ | oben | 20 | 20 | 20 | 15 | 35 | 15 | 35 |
| | unten | 20 | 20 | 20 | 15 | 35 | 15 | 35 |

| Expositionen | | Material | | Betondeckung | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|---|----------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|----------------|-----------------------|----------------|----------------------------|---------------------|
| Mindestwerte | | <input checked="" type="checkbox"/> Details | | | | | | | | | | | | |
| | Seite | $C_{min,dur,Tab}$ [mm] | $\Delta C_{dur,Fest}$ [mm] | $C_{min,dur}$ [mm] | $\Delta C_{dur,\gamma}$ [mm] | $\Delta C_{dur,st}$ [mm] | $\Delta C_{dur,add}$ [mm] | max. \emptyset [mm] | $C_{min,b}$ [mm] | C_{min} [mm] | ΔC_{dev} [mm] | C_{nom} [mm] | gew. ΔC_{dev} [mm] | gew. C_{nom} [mm] |
| ▶ | oben | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 15 | 35 | 15 | 35 |
| | unten | 20 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 | 20 | 20 | 15 | 35 | 15 | 35 |



Wenn man die Maus auf einer Spaltenüberschrift kurz still hält, dann wird die Bedeutung des Wertes angezeigt.

Bemessungsparameter

Die Bemessungsparameter können, wie im Bild ersichtlich, eingestellt werden.

| Bemessungsdiagramm | allgemein | Mindestbewehrung |
|--|---|---|
| <input type="radio"/> Spannungs-Dehnungs-Linie <input checked="" type="radio"/> Parabel-Rechteck-Diagramm <input type="radio"/> Bilineare Spannungs-Dehnungs-Linie <input type="radio"/> Spannungsblock | <input type="checkbox"/> Stahlverfestigung ansetzen <input type="checkbox"/> Betonzugfestigkeit ansetzen <input type="checkbox"/> Abzug der A_s -Fläche (Druckzone) <input type="checkbox"/> Mindestlastausmitte e_0 | <input checked="" type="checkbox"/> Biegeträger <input checked="" type="checkbox"/> Rissmoment |

Bemessung

Optionen

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Es wird grundsätzlich empfohlen, auch einen Rissnachweis zu führen. Allerdings wird darauf verwiesen, dass der Rissnachweis insbesondere für Fundamentkörper zu erheblich mehr Bewehrung führen kann.

Für jedes einzelne Bauteil lässt sich der Rissnachweis gezielt führen. Dazu zählt im Einzelnen der Rissnachweis aus frühem Zwang (Hydratation) und spätem Zwang (Bauteilabsenkungen).

Die zulässigen Rissbreiten werden aus den vorgegebenen Expositionsklassen ermittelt oder können frei gewählt werden.

| Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit |
|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Begrenzung der Rissbreiten <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> Mindestbewehrung gemäß Abs. 7.3.2 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="checkbox"/> früher Zwang (z.B. aus Hydratation) <input checked="" type="checkbox"/> später Zwang (z.B. aus Stützensenkung) <input checked="" type="checkbox"/> Berechnung der Rissbreiten gemäß Abs. 7.3.4 <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> zul. Rissbreite aus Expositionsklassen <input type="radio"/> zul. Rissbreite: $w_{max} =$ <input type="text" value="0,30"/> mm |

Bewehrungsauswahl

Bei der Bewehrungsauswahl werden zunächst die Schnittgrößen gerechnet und das Programm unterbreitet daraufhin einen Bewehrungsvorschlag.

Ausgangsbasis für Balken sind 12'er-Stabstähle.

Um eine Grundbewehrung hinzuzufügen ist die Option „**Grundbewehrung**“ oben rechts anzuhaken. Es werden zwei zusätzliche Zeilen vorne in die Tabelle mit dem Ort „durchgehend“ hinzugefügt.

| Optionen | | Bewehrungsauswahl | Querkräftbewehrung | Querkräftnachweis | Rissnachweis | |
|---------------------|-------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---|---------------|
| Bewehrungsvorschlag | | Bewehrung wählen | vorh. d1 übernehmen | Bügel: max.ds = 8mm | <input type="checkbox"/> Grundbewehrung | |
| Ort | Seite | erf. Asw [cm ²] | Bewehrung | vorh. Asw [cm ²] | gew. d1 [mm] | vorh. d1 [mm] |
| ✓ 0.00 - 1.00 m | oben | 3,78 | 4 Ø 12 | 4,52 | 44,0 | 44,0 |
| ✓ 1.00 - 9.00 m | oben | 5,34 | 5 Ø 12 | 5,65 | 44,0 | 44,0 |
| ✓ 9.00 - 10.00 m | oben | 3,78 | 4 Ø 12 | 4,52 | 44,0 | 44,0 |
| ✓ 0.00 - 3.00 m | unten | 1,89 | 2 Ø 12 | 2,26 | 44,0 | 44,0 |
| ✓ 3.00 - 4.00 m | unten | 6,90 | 7 Ø 12 | 7,92 | 44,0 | 44,0 |
| ✓ 4.00 - 6.00 m | unten | 16,90 | 15 Ø 12 | 16,96 | 44,0 | 44,0 |
| ✓ 6.00 - 7.00 m | unten | 6,90 | 7 Ø 12 | 7,92 | 44,0 | 44,0 |
| ✓ 7.00 - 10.00 m | unten | 1,89 | 2 Ø 12 | 2,26 | 44,0 | 44,0 |

| Optionen | | Bewehrungsauswahl | Querkräftbewehrung | Querkräftnachweis | Rissnachweis | |
|---------------------|-------|-----------------------------|---------------------|------------------------------|--|---------------|
| Bewehrungsvorschlag | | Bewehrung wählen | vorh. d1 übernehmen | Bügel: max.ds = 8mm | <input checked="" type="checkbox"/> Grundbewehrung | |
| Ort | Seite | erf. Asw [cm ²] | Bewehrung | vorh. Asw [cm ²] | gew. d1 [mm] | vorh. d1 [mm] |
| ! durchgehend | oben | - | 2 Ø 16 | 4,02 | - | - |
| ! durchgehend | unten | - | 2 Ø 16 | 4,02 | - | - |

Die Änderung der Grundbewehrung (oder einer anderen Bewehrung) erfolgt durch einen Doppelklick auf der Zeile oder den Button „**Bewehrung wählen**“.

Mit Änderung der Grundbewehrung wird eine Neubemessung der Bewehrung empfohlen. Dies geschieht unter der Schaltfläche „**Bewehrungsvorschlag**“ → „**ges. Bewehrung**“. Der Bewehrungsvorschlag erfolgt automatisch mit der ermittelten statischen Höhe $d = h - \text{gew.}d1$ auf Grundlage des gewählten Durchmessers in der Grundbewehrung.

| Bewehrungswahl | | | | |
|-----------------------------------|--------|----------------|------------------------------|----------------------------------|
| Bewehrung für: durchgehend - oben | | | | |
| Anz. | Ø [mm] | Anz. je Bündel | vorh. Asw [cm ²] | vorh. Asw = 4,02 cm ² |
| 2 | 16,0 | 1 | 4,02 | erf. Asw = 0,00 cm ² |
| | | | | Differenz = 4,02 cm ² |
| | | | | OK Abbrechen |

Die Schaltfläche „**vorh.d1 übernehmen**“ dient dazu, das vorh.d1 (automatisch ermittelt aufgrund der Betondeckung und Bewehrung) zur Berechnung zu verwenden. Der zur Ermittlung des „vorh.d1“ verwendete Bügeldurchmesser „max.ds“ kann vom Anwender eingestellt werden.

Querkräftbewehrung

Das Programm unterbreitet einen Bewehrungsvorschlag. Die hellen Felder der Tabelle können manuell geändert werden.

| Optionen | | Bewehrungsauswahl | Querkräftbewehrung | Querkräftnachweis | Rissnachweis | | | | | |
|---------------------|--------|-------------------|--------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------|-------|-------------------|---------|--------------------------------|
| Bewehrungsvorschlag | | detailliert | Stabbügel | <input type="checkbox"/> Schrägstäbe | | | | | | |
| Feld | X1 [m] | X2 [m] | cot Theta [-] | min. Asw [cm ² /m] | statisch erf. Asw [cm ² /m] | erf. Asw [cm ² /m] | S [-] | Stabbügel ds [mm] | sw [cm] | vorh. Asw [cm ² /m] |
| ✓ 0.00 - 10.00 m | 0,00 | 10,00 | 3,00 | 6,66 | 4,47 | 6,66 | 3 | 8 | 22,5 | 6,70 |

Dabei sind:

- S = Schnittigkeit des Bügels
- ds = Bügeldurchmesser
- sw = Bügelabstand in x-Richtung

Mit der Schaltfläche „Bewehrungsvorschlag“ kann bei Bedarf ein neuer Bewehrungsvorschlag erzeugt werden. Weitere Einstellungen sind: „Stabbügel“ oder „Mattenbügel“ sowie optional Schrägstäbe und deren Winkel.

Rissnachweis

Die Begrenzung der Rissbreiten erfolgt wahlweise durch den Nachweis der Mindestbewehrung nach 7.3.2 und der Berechnung der Rissbreite nach 7.3.4.

Der Nachweis der Mindestbewehrung kann optional für frühen Zwang (z.B. aus Hydratation) und/oder für späten Zwang (z.B. Stützensenkung) berechnet werden.

Beim Nachweis der Rissbreite wird für alle Kombinationen der quasi ständigen Bemessungssituation die vorhandene Rissbreite aus den Kräften errechnet und mit der zulässigen Rissbreite verglichen.

| Optionen Bewehrungsauswahl Querkraftbewehrung Querkraftnachweis Rissnachweis | | | | |
|--|--|-----------|---|------------|
| Details Nur Überschreitungen anzeigen max. Ausnutzung = 0,919 | | | | |
| Ort | Nachweis | Gleichung | Zwischenwerte / Details | Ausnutzung |
| 0.00 - 1.00 m, oben | <input checked="" type="checkbox"/> Riss-Mindestbewehrung (früher Zwang) | 7.1 | Nachweis: $A_{s,min}/A_{s,vorh} = 1.0$ mit 7,91/10,05 $A_{s,min} = k_c \cdot k_{td,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_{s,S}$ | 0,787 |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Riss-Mindestbewehrung (später Zwang) | 7.1 | Nachweis: $A_{s,min}/A_{s,vorh} = 1.0$ mit 9,24/10,05 $A_{s,min} = k_c \cdot k_{td,eff} \cdot A_{ct} / \sigma_{s,S}$ | 0,919 |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Rissbreite | 7.8 | Nachweis: $w_k/w_{k,zul} < 1.0$ mit 0,01/0,3 $w_k = s_{r,max} \cdot (E_{sm} - E_{cm})$ | 0,033 |

Schnittgrößen

Die Schnittgrößenberechnung startet bei der „Bewehrungsauswahl“ oder beim Anwählen eines Blocks aus den Schnittgrößen.

Kombinationen

Hier werden alle untersuchten Kombinationen mit ihren Lastfällen und Bemessungssituationen aufgelistet. Im Einzelnen sind dies Schnittgrößen im Grenzzustand der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit.

| Schnittgrößen | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Kombinationen | Schnittkräfte-Verlauf (design) | Schnittkräfte-Verlauf (quasiständig) | |
| KNr. | LF | Situation | Kombination |
| STR - Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks | | | |
| 1 | 1 | Ständig und vorübergehend | Gsup |
| 2 | 1 | Ständig und vorübergehend | Ginf |
| 3 | 1 | Ständig und vorübergehend | Gsup + Q,A |
| 4 | 1 | Ständig und vorübergehend | Ginf + Q,A |
| 5 | 1 | Ständig und vorübergehend | Gsup + Q,A + (Q,B) |
| 6 | 1 | Ständig und vorübergehend | Ginf + Q,A + (Q,B) |
| 7 | 1 | Ständig und vorübergehend | Gsup + Q,B |

Schnittkraftverläufe (design / quasiständig / charakteristisch)

Der Verlauf der maximalen/minimalen Schnittkräfte für Momente und Querkräfte wird hier für folgende Untersuchungsstellen angezeigt:

- Auflager
- N-tels-Punkte innerhalb eines Feldes
- Extremalstellen
- Unstetigkeitsstellen (z.B. Lastanfang / -ende bzw. Lasteintrag von Einzellasten)

| x [m] | max. My [kNm] | min. My [kNm] | max. Vz [kN] | min. Vz [kN] |
|-------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| 4,700 | 247,392 | -85,846 | 198,589 | 0,001 |
| 4,800 | 267,503 | -85,645 | 207,349 | 0,000 |
| 4,900 | 288,566 | -85,524 | 216,158 | 0,000 |
| 5,000 | 310,586 | -85,484 | 225,000 | 0,000 |
| 5,000 | 310,586 | -85,484 | 0,000 | -225,000 |
| 5,100 | 288,566 | -85,524 | 0,000 | -216,158 |
| 5,179 | 271,926 | -85,620 | 0,000 | -209,199 |

Die Maximalwerte jeder Spalte werden feldweise farblich hervorgehoben.

In den Bildern dargestellt:

- oben: Designwerte
- Mitte: quasiständige Schnittgrößen
- unten: charakteristische Werte

| x [m] | max. My [kNm] | min. My [kNm] | max. Sig. [kN/m²] | min. Sig. [kN/m²] | max. wz [cm] | min. wz [cm] |
|-------|---------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|
| 4,800 | 38,849 | 4,498 | 83,853 | 62,493 | 0,302 | 0,225 |
| 4,821 | 39,740 | 4,498 | 83,873 | 62,495 | 0,302 | 0,225 |
| 4,900 | 43,091 | 4,498 | 83,952 | 62,500 | 0,302 | 0,225 |
| 5,000 | 47,505 | 4,498 | 84,007 | 62,503 | 0,302 | 0,225 |
| 5,000 | 47,505 | 4,498 | 84,007 | 62,503 | 0,302 | 0,225 |
| 5,100 | 43,091 | 4,498 | 83,952 | 62,500 | 0,302 | 0,225 |
| 5,179 | 39,740 | 4,498 | 83,873 | 62,494 | 0,302 | 0,225 |

| x [m] | max. Sig. [kN/m²] | min. Sig. [kN/m²] | max. wz [cm] | min. wz [cm] |
|-------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|
| 4,900 | 142,309 | 55,800 | 0,502 | 0,206 |
| 5,000 | 142,521 | 55,771 | 0,503 | 0,206 |

Auflagerkräfte (design) / Auflagerkräfte (charakteristisch)

Die Auflagerkräfte werden – falls vorhanden - als Bemessungswerte (design) und Weiterleitungswerte (charakteristisch), getrennt nach Kategorien angezeigt.

Ausgabe

Optionen

Die Ausgabeoptionen unterteilen sich in die drei Gruppen „Grafikausgaben“, „Extremale Schnittgrößen“ und „Rissnachweis“.

| Grafikausgaben | Extremale Schnittgrößen | Rissnachweis |
|--|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Systembilder | <input type="checkbox"/> Tabelle MQ-Verlauf (Design) | <input checked="" type="checkbox"/> Maßgebende |
| <input checked="" type="checkbox"/> Lastbilder | <input checked="" type="checkbox"/> Grafik MQ-Verlauf (Design) | <input type="checkbox"/> Zwischenwerte |
| Bilder nebeneinander <input type="text" value="2"/> | <input type="checkbox"/> Tabelle Setzungsverlauf (quasi ständig) | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Querschnitt-Detailbild | <input checked="" type="checkbox"/> Grafik Setzungsverlauf (quasi ständig) | |
| <input checked="" type="checkbox"/> Bewehrung-Detailbild | <input type="checkbox"/> Tabelle Setzungen/Sohlspannungen (char.) | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Grafik Setzungen/Sohlspannungen (char.) | |

Literatur

- [1] DIN EN 1990:2010-12 mit DIN EN 1990/NA:2010-12 [Grundlagen der Tragwerksplanung]
- [2] DIN EN 1991-1-1:2010-12 mit DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 [Lastannahmen]
- [3] DIN EN 1992-1-1:2011-01 mit DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 [Stahlbetonbau]
- [4] Prof. Pulsfort/ Prof. Walz: Vorlesungsskript Grundbau 2, Bergische Universität Wuppertal, Wintersemester 2003/2004
- [5] Kany, M.: Berechnung von Flächengründungen, 2. Auflage, Ernst & Sohn, Berlin, 1974.

POS. 304 STREIFENFUNDAMENT

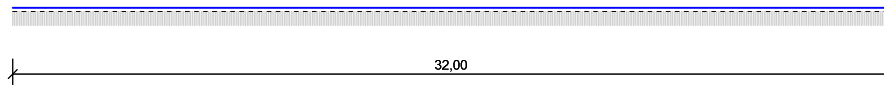
Programm: 080M, Vers: 01.01.000 05/2013

Grundlagen: DIN EN 1990/NA: 2010-12
 DIN EN 1991-1-1/NA: 2010-12
 DIN EN 1992-1-1/NA: 2011-01
 DIN EN 1997-1/NA: 2010-12

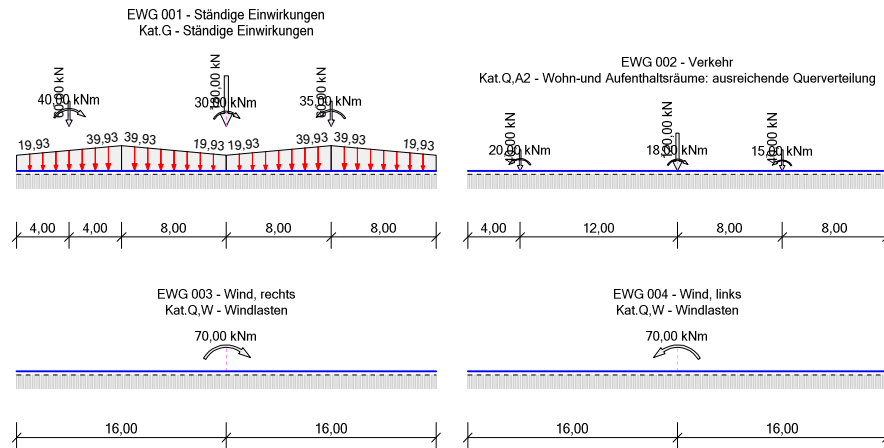
Systemparameter

- Elastisch gebetteter Balken, Systemlänge $l = 32.00$ m
- iteratives Bettungsmodulverfahren (entspricht Steifemodulverfahren)
- Bodensteifigkeit: $E_s = 16 \text{ MN/m}^2$, Schichttiefe $z = 2.00$ m

System in z-Richtung



Einwirkungen



EWG Einwirkungsgruppe

- 1 Ständige Einwirkungen
- 2 Verkehr
- 3 wind, rechts
- 4 wind, links

Erläuterungen zu den Einwirkungen

Fz = Lokale Einzellast in z-Richtung
 My = Lokales Moment um die y-Achse
 qz = Lokale streckenlast in z-Richtung
 a = horizontaler Abstand [m] vom Systemanfang
 c = horizontale Lastlänge [m]

Streckeneinwirkungen [kN/m]

| Einwirkung aus | Typ | Kat. | EWG | a [m] | c [m] | Betrag, k | Abmin. Alpha |
|-----------------------------|-----|------|-----|-------|-------|-------------|--------------|
| | | | | | | li. re. | |
| Eigengewicht | qz | G | 1 | 0.00 | 32.00 | 12.00 12.00 | - |
| Auftrieb | qz | G | 1 | 0.00 | 32.00 | -10.0 -10.0 | - |
| Mwk(0.365*15+0.5)*3.00*100% | qz | G | 1 | 0.00 | 32.00 | 17.93 17.93 | - |
| wand 1 | qz | G | 1 | 0.00 | 8.00 | - 20.00 | - |
| wand 2 | qz | G | 1 | 8.00 | 8.00 | 20.00 - | - |
| wand 3 | qz | G | 1 | 16.00 | 8.00 | - 20.00 | - |
| wand 4 | qz | G | 1 | 24.00 | 8.00 | 20.00 - | - |

Einzeleinwirkungen [kN, kNm]

| Einwirkung aus | Typ | Kat. | EWG | a[m] | Betrag,k | Abmin. |
|----------------|-----|------|-----|-------|----------|--------|
| Stütze | Fz | G | 1 | 4.00 | 60.00 | - |
| | Fz | Q,A2 | 2 | 4.00 | 40.00 | - |
| | My | G | 1 | 4.00 | 40.00 | - |
| | My | Q,A2 | 2 | 4.00 | -20.00 | - |
| aus Pos. 42 A3 | Fz | G | 1 | 16.00 | 180.00 | - |
| | Fz | Q,A2 | 2 | 16.00 | 120.00 | - |
| | My | Q,A2 | 2 | 16.00 | 18.00 | - |
| | My | G | 1 | 16.00 | 30.00 | - |
| | My | Q,W | 3 | 16.00 | 70.00 | - |
| aus Pos. 52 A2 | My | Q,W | 4 | 16.00 | -70.00 | - |
| | Fz | G | 1 | 24.00 | 60.00 | - |
| | Fz | Q,A2 | 2 | 24.00 | 40.00 | - |
| | My | G | 1 | 24.00 | -35.00 | - |
| | My | Q,A2 | 2 | 24.00 | -15.00 | - |

Kategorien und Kombinationsbeiwerte

| Kategorie | Bezeichnung | Komb.-Beiwerte | | |
|-----------|-----------------------|----------------|------|------|
| | | Psi0 | Psi1 | Psi2 |
| G | Ständige Einwirkungen | - | - | - |
| Q,A | wohnfläche | 0.70 | 0.50 | 0.30 |
| Q,W | windlasten | 0.60 | 0.20 | - |

| Nachweis | Situation | -- Teilsicherheitsbeiwerte -- | | | | |
|----------|---------------------------|-------------------------------|-------|------|------|---|
| | | G,inf | G,sup | Q1 | Qi | A |
| STR | Ständig und vorübergehend | 1.00 | 1.35 | 1.50 | 1.50 | - |
| GZG | Quasi ständig | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - |
| | Charakteristisch | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - |

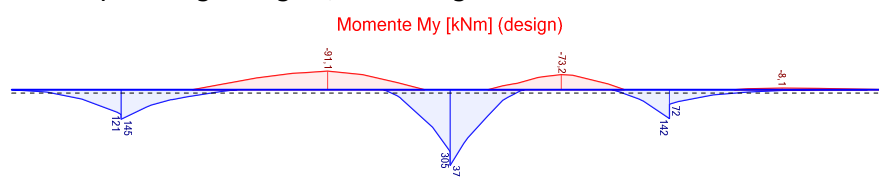
STR = Versagen oder übermäßige Verformungen des Tragwerks

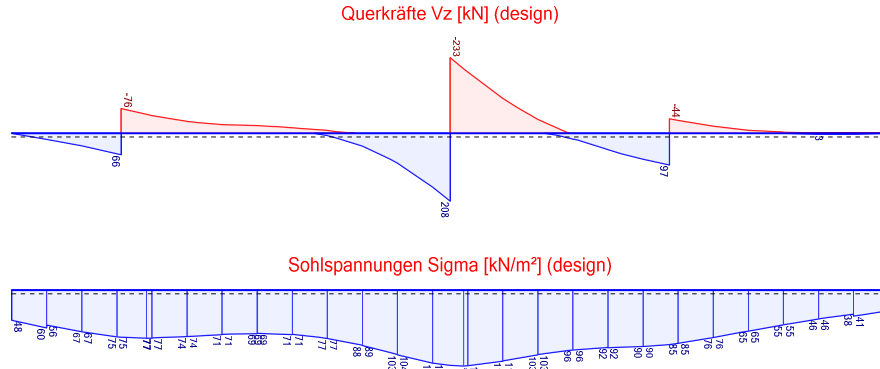
GZG = Gebrauchstauglichkeit

Lastfälle:

| Nr. | Bezeichnung | EWG |
|-----|--|-------|
| 1 | Ständige Einwirkungen + verkehr + wind, rechts + ..links | 1,3 |
| 2 | Ständige Einwirkungen + wind, links | 1,4 |
| 3 | Ständige Einwirkungen + verkehr | 1,2 |
| 4 | Ständige Einwirkungen + verkehr + wind, rechts | 1-3 |
| 5 | Ständige Einwirkungen + verkehr + wind, links | 1,2,4 |

Schnittgrößen, Grenzzustand der Tragfähigkeit

 Mittlere Sohlspannung: σ_{m} (Design) = 79.85 kN/m²




Bemessung

Nachweisparameter:

- Bemessungsdiagramm: Parabel-Rechteck-Diagramm
- Mindestbewehrung (min.As):
 - aus Konstruktionsregeln für Biegeträger (Balken)
 - aus Rissmoment
- Lastangriffspunkt: Querschnittschwerpunkt
- Bewehrungsanordnung: manuell anordnen
- Bügeldurchmesser 8 mm
- Nachweis der Rissbreitenbegrenzung
 - Berechnung der Rissbreiten gemäß Abs. 7.3.4

Baustoffe

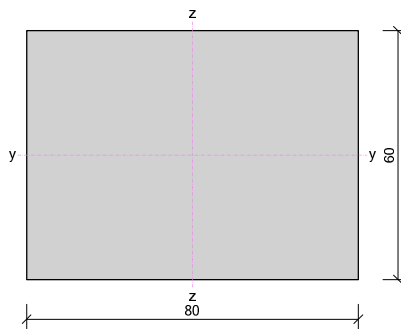
| Betonbez | Größtkorn | Herstellart | E _{cm} |
|----------|-----------|----------------|-------------------------|
| C20/25 | 16 mm | Transportbeton | 30000 N/mm ² |

Betonstahl: B500A

| Überdeckungen Ort | Seite | Expositions-/ Feuchteklassen | c.min [mm] | delta.c [mm] | cv [mm] |
|----------------------|--------|---------------------------------|---------------|-----------------|------------|
| überall | oben | XC1, WO | 20 | 10 | 30 |
| | unten | XC2, WF | 20 | 15 | 35 |
| | links | XC2, WF | 20 | 15 | 35 |
| | rechts | XC2, WF | 20 | 15 | 35 |

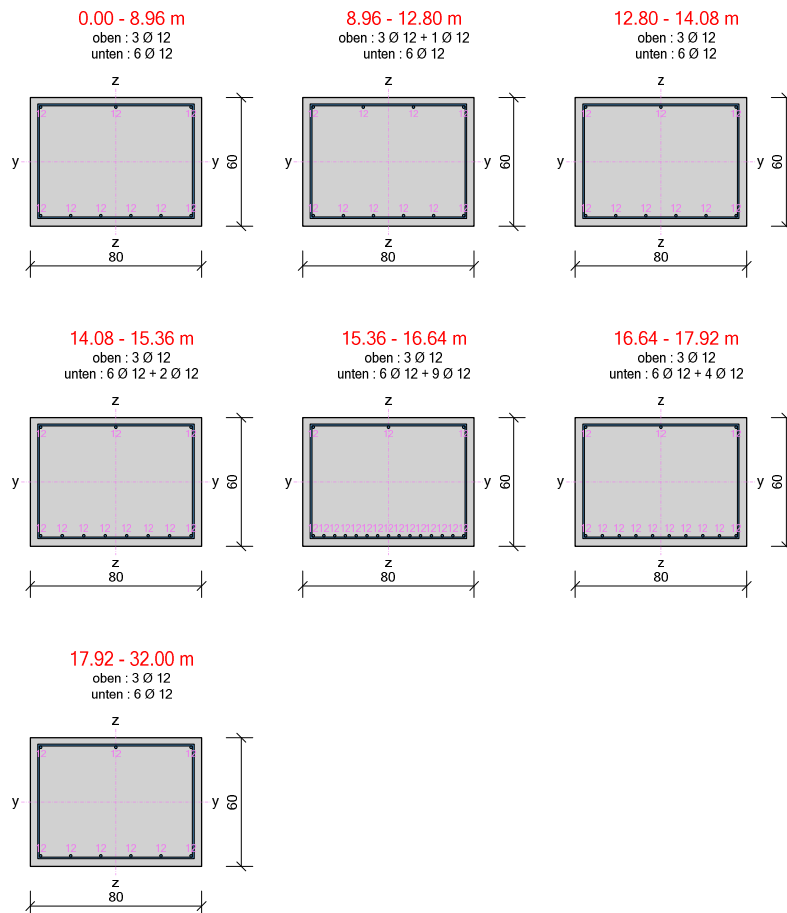
Querschnitt: Balken b/h = 80/60 cm

Querschnitt 1: 0.00-32.00 m



Längsbewehrung:

| Ort | Seite | Bewehrung | As | | d1 | |
|--------------------|-------|-----------------|--------------------------|-------------------------|------------|-----------|
| | | | vorh. [cm ²] | erf. [cm ²] | vorh. [mm] | gew. [mm] |
| durchgehend | oben | 3 Ø 12 | 3.39 | - | - | - |
| | unten | 6 Ø 12 | 6.79 | - | - | - |
| 0.00 - 8.96 m | oben | 3 Ø 12 | 3.39 > | 2.40 | 44.0 = | 44.0 |
| 8.96 - 12.80 m | oben | 3 Ø 12 + 1 Ø 12 | 4.52 > | 3.85 | 44.0 = | 44.0 |
| 12.80 - 32.00 m | oben | 3 Ø 12 | 3.39 > | 3.12 | 44.0 = | 44.0 |
| 0.00 - 14.08 m | unten | 6 Ø 12 | 6.79 > | 6.25 | 49.0 = | 49.0 |
| 14.08 - 15.36 m | unten | 6 Ø 12 + 2 Ø 12 | 9.05 > | 8.04 | 49.0 = | 49.0 |
| 15.36 - 16.64 m | unten | 6 Ø 12 + 9 Ø 12 | 16.96 > | 16.81 | 49.0 = | 49.0 |
| 16.64 - 17.92 m | unten | 6 Ø 12 + 4 Ø 12 | 11.31 > | 10.40 | 49.0 = | 49.0 |
| 17.92 - 32.00 m | unten | 6 Ø 12 | 6.79 > | 6.10 | 49.0 = | 49.0 |


Querkraftbewehrung:

| Bereich | x1 - x2 [m] | cot Theta [-] | erf. asw [cm ² /m] | Bügel | | | Schrägstäbe | | | vhd. asw [cm ² /m] |
|-------------|-------------|---------------|-------------------------------|-------|---------|---------|-------------|---------|---------|-------------------------------|
| | | | | S [-] | ds [mm] | sw [cm] | n [-] | ds [mm] | sw [cm] | |
| 0.00 - 32.0 | 0.00-32.00 | 3.00 | 3.70 | 3 | 8 | 26.5 | - | - | - | 5.69 |

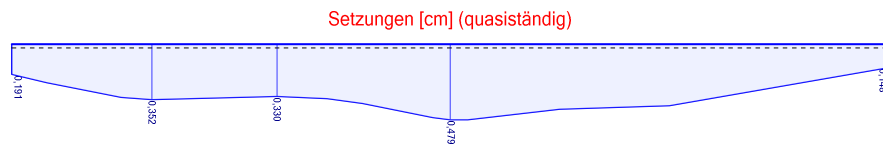
Querkraftnachweis:

| Bereich | x [m] | cotTheta [-] | VEd [kN] | VRd,max [kN] | VEd,red [kN] | VRd,c [kN] | erf.asw,90 [cm ² /m] |
|----------------|-------|--------------|----------|--------------|--------------|------------|---------------------------------|
| 0.00 - 32.00 m | 1.28 | 3.00 | 232.8 | 985.3 | 232.8 | 140.0 | 5.63 M |

M = Mindestbewehrung maßgebend

Schnittgrößen, quasi ständig

Setzungen in [cm]



Nachweis der Rissbreitenbegrenzung

Gleichung Zwischenwerte und Details

Ausnutzung

7.8 Rissbreite
 $w_k/w_{k,zul} = 1.0$ mit $0,3/0,3$
 $s_{r,max} = 386.375$; $E_{sm}-E_{cm} = 0.001$

1.000