

41G Mehrfeld-Stahlbetonbalken DIN 1045-1

(Stand: 11.05.2009)

Das Programm dient zur Bemessung von Mehrfeld-Stahlbetonbalken. Die Bemessung kann wahlweise nach DIN 1045-1:2001-07 oder DIN 1045-1:2008-08 durchgeführt werden.

Leistungsumfang

System:

- 1-12 Feld-Stahlbetonbalken, 1-achsige Biegung.
- Elastische End einspannung oder Kragarme.
- Anordnung von Rahmenstielen an beliebigen Auflagern. Elastische Einspannung der abliegenden Rahmenstiellager.
- Anordnung von Vertikal-, Horizontal- oder Momenten-Federn an den Auflagern möglich.

Querschnitt:

- Rechteck
- Plattenbalken, 1- oder 2-seitig, Platte oben oder unten.
- Feldweise unterschiedliche Querschnitte möglich.

Baustoffe:

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

Einwirkungen:

- Linienlasten in [kN/m] als Rechteck-, Trapez- oder Dreieckslast.
- Einzellasten [kN].
- Einzelmomente [kNm].
- Normalkraft in Längsrichtung [kN].
- Wahlweise Bildung von Einwirkungsgruppen und separaten Lastfällen.

Schnittgrößen:

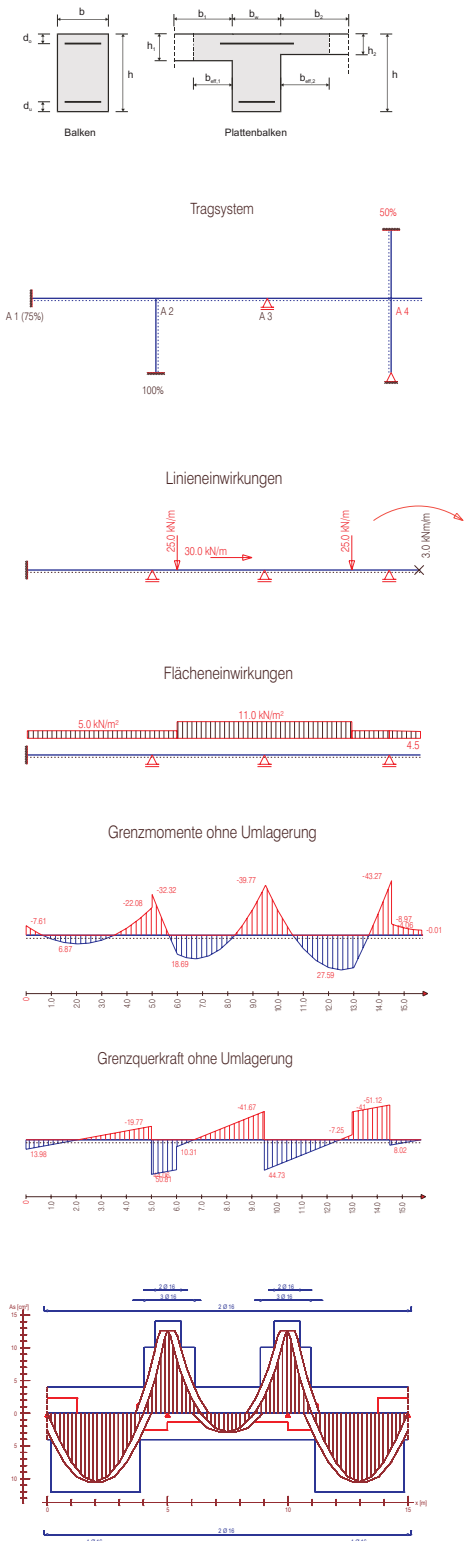
- Automatische Bildung der Einwirkungskombinationen nach DIN 1055-100 für den Nachweis der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit.
- Automatische feldweise Anordnung aller oder ausgewählter veränderlicher Einwirkungen.
- Linear-elastische Berechnung, wahlweise mit Umlagerung. Die zulässigen Umlagerungsfaktoren werden vom Programm berechnet.
- Linear-elastische Berechnung ohne Umlagerung für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit. (Schlankheitsbegrenzung, Rissnachweis)
- Nichtlineare Berechnung der Verformungen (Zustand II)

Nachweis der Tragfähigkeit:

- Biegebemessung für Stützen und Felder
- Wahlweise interaktive Staffelung der Feld- und Stützbewehrung anhand der Zugkraftdeckungslineie.
- Längsbewehrung aus Einzelstäben und/oder Stabbündeln
- Nachweis/Bemessung für Querkraft und Verbundfuge mit Abstufung.

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit:

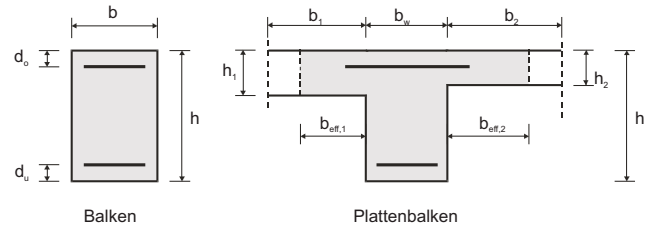
- Vereinfachter Nachweis der Begrenzung der Durchbiegung bzw. der Biegeschlankheit.
- Berechnung der Durchbiegung im Zustand II (gerissene Zugzone).
- Nachweis (Last und/oder Zwang).



➡ **Grafische Ausgabe (optional wählbar):**

- System mit Einwirkungen.
- Schnittkraftverläufe.
- Zugkraftdeckungsline (As-Linie)
- Verlauf der Durchbiegung (Zustand II).

System



Grundsystem

Statisches System ist ein 1-12 Feld-Balken mit/ohne Kragarm, wahlweise mit prozentualer End einspannung. Für jedes Balkenfeld ist die statische Stützweite (l_{eff}) und der Querschnitt einzugeben. Hier kann zwischen Balken und Plattenbalken (1- oder 2-seitig, Platte oben oder unten) gewählt werden. Der Querschnitt ist feldweise konstant. Kombinierte Systeme mit Balken und Plattenbalken sind möglich.

Auflager

Es ist das Auflagermaterial, die Lagerungsart (direkt / indirekt) und die Auflagerbreite einzugeben. Der Wert a_i gibt den Abstand des theoretischen Auflagerpunktes vom Auflager rand an ($a_i = l_a/2$ oder $l_a/3$). Die Wahl der "direkten" oder "indirekten" Lagerung hat einen Einfluss auf den Querkraftnachweis (→ Bemessung für Querkraft).

Lagermaterial:

- Mwk = Mauerwerk, die Bemessung erfolgt für das ausgerundete Moment (DIN 1045-1:7.3.2(2))
- Bet = Betonaufleger, die Bemessung erfolgt für die Anschnittmomente (DIN 1045-1:7.3.2(3)) bzw. für das Mindestmoment nach DIN 1045-1:8.2(5).
- Sch = Scheidenlager, die Bemessung erfolgt für das volle Stützmoment

Lagerbedingungen

Bei der Eingabe der Auflager ist jeweils anzugeben, ob es sich um ein horizontal verschiebliches oder unverschiebliches Lager handelt. Alle Lager werden grundsätzlich als vertikal unverschieblich und frei verdrehbar angenommen, sofern keine weiteren Angaben gemacht werden. Für die Endauflager können prozentuale Einspannung eingegeben werden (100% = Volleinspannung). Wahlweise können auch Weg- oder Momenten-Federn definiert werden.

- CV = Feder für vertikale Lagerung [kN/cm]
- CH = Feder für horizontale Lagerung [kN/cm]
- CM = Feder für Verdrehung (Einspannung) [kNm/cm]

Rahmenstiele

Optional können an beliebigen Lagern obere und/oder untere Rahmenstiele angeordnet werden. Die Abfrage der prozentualen Einspannung des Rahmenstiels bezieht sich auf das abliegende Rahmenstielende, welches generell als horizontal unverschieblich angenommen wird. Die oberen Rahmenstiele nehmen keine Normalkräfte auf. Die Auflagerkräfte des Balkens werden nur in die unteren Rahmenstiele eingeleitet.

Horizontal unverschiebliche Lager

Es können beliebige Lager als horizontal unverschieblich definiert werden. Wenn keine Rahmenstiele vorhanden sind, ist mindestens 1 horizontal unverschiebliches Lager erforderlich.

Effektive Plattenbreiten

Für Plattenbalken werden die effektiven Plattenbreiten in den Feldern und an den Stützungen gemäß DIN 1045-1 Abs. 7.3.1 berechnet und in einer Tabelle ausgegeben. Diese Breiten werden sowohl bei der Schnittgrößenberechnung (Steifigkeiten) als auch bei der Bemessung angesetzt.

Einwirkungen

Eingabevarianten

Variante 1: Es werden keine Einwirkungsgruppen verwendet. Die Definition von Lastfällen entfällt. Aus allen Einwirkungen werden die Kombinationen nach DIN 1055-100 gebildet, wahlweise mit ungünstigster Laststellung der veränderlichen Einwirkungen. Dieses ist für Standard-Balken in vielen Fällen die schnellere Variante.

Variante 2: Es werden Einwirkungsgruppen (EWG) verwendet. Jede Einwirkung ist einer EWG zuzuordnen. Aus den EWG könne beliebige voneinander unabhängige Lastfälle gebildet werden. Innerhalb eines jeden Lastfalls werden die Kombinationen nach DIN 1055-100 gebildet, wahlweise mit ungünstigster Laststellung der veränderlichen Einwirkungen.

Einwirkungsgruppen

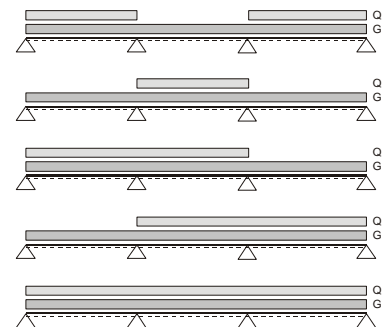
Vor der eigentlichen Eingabe der Einwirkungen können Einwirkungsgruppen (EWG) definiert werden. Diesen EWG können beliebig viele Einzel-, Linieneinwirkungen zugeordnet werden. EWG sind immer dann erforderlich, wenn sich Einwirkungen gegenseitig ausschließen oder immer zusammen auftreten. Die sich ausschließenden Einwirkungen 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 für den Nachweis der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit nach DIN 1055-100 gebildet. Treten in einem Lastfall z.B. außergewöhnliche Einwirkungen oder Einwirkungen 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.

Ungünstigste Laststellung

Bei Mehrfeldsystemen können für jede Kombination nach DIN 1055-100 die veränderlichen Einwirkungen feldweise angesetzt werden, um die ungünstigsten Schnittgrößen zu ermitteln. Wird mit Einwirkungsgruppen gearbeitet, so kann für jede Gruppe bestimmt werden, ob sie feldweise oder nicht feldweise angesetzt werden soll. So kann die ungünstigste Laststellung z.B. für Verkehrslasten aktiviert und für Schneelasten deaktiviert werden. Wird ohne Einwirkungsgruppen gearbeitet, so erfolgt nur eine pauschale Abfrage, welche sich dann auf alle veränderlichen Einwirkungen bezieht. Momente auf Auflagern werden bei allen Laststellungen angesetzt da sie sich keinem Feld zuordnen lassen. **Ständige Einwirkungen (G) werden nicht feldweise angesetzt** (unabhängig von der Auswahl "ungünstig" oder "Volllast"). Es werden jedoch 2 Rechenläufe, einmal mit $\gamma_{G,inf}$ und einmal mit $\gamma_{G,sup}$, gemacht, wobei γ_G gemäß DIN 1045-1:5.3.3(5) jeweils für das gesamte System konstant angesetzt wird.



Kategorien

Die Einwirkungen sind entsprechend der Häufigkeit ihres Auftretens gemäß DIN 1055-3 zu kategorisieren:

- G = Ständige Einwirkungen (z.B. Eigengewicht)
- Q = Veränderliche Einwirkungen (z.B. Nutzlasten)
- A = Außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Transport, Montagelasten)

Für die einzelnen Einwirkungskategorien werden die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte γ und die Kombinationsbeiwerte (ψ_0 , ψ_1 , ψ_2) nach DIN 1055-100 ermittelt. Für die automatische Berücksichtigung des Balkeneigengewichtes ist die spezifische Wichte [kN/m³] anzugeben. Für Plattenbalken kann gewählt werden, ob der Eigengewicht der Platten mit angesetzt werden soll oder nicht. Der automatische Ansatz des Eigengewichtes kann durch Eingabe von "0" unterdrückt werden.

Einwirkungen

Bei der Eingabe der Einwirkungen stehen eine Vielzahl von Eingabehilfen, automatische Lastübernahme, QUICKLAST usw., zur Verfügung.

Die Tabellenspalten im Einzelnen:

aus Freie textliche Beschreibung der Einwirkung. An dieser Stelle können auch die verschiedenen Eingabehilfen aufgerufen werden. Mit „?“ kann ein Hilfefenster mit Erläuterungen zu den Eingabehilfen aufgerufen werden.

Last qz = vertikale Linien-Einwirkung (Gleichlast, Trapezlast, Dreieckslast) [kN/m]
 Fz = vertikale Einzel-Einwirkung [kN]
 My = Moment [kNm], rechtsdrehend positiv
 Fx = Normalkraft-Einwirkung [kN] von links nach rechts positiv (+)

Art/Kat. Kategorie der Einwirkung (G, Q, A1...Q, W, A). Bei der Eingabe werden in einem Menü die Einwirkungskategorien der DIN 1055-3 angeboten.

Wert Charakteristische Größe der Einwirkung.

a Abstand der Einwirkung vom linken Systemende.

c Länge der Einwirkung (nur für "qz").

Alpha Abminderungsfaktor (α_s) nach DIN 1055-3 Abs. 6.1 für die Nutzlasten nach Tabelle 1

Schnittgrößen

Für den Nachweis der Tragfähigkeit werden die Design-Schnittgrößen linear-elastisch ermittelt. Bei unterschiedlichen Querschnitten werden die Steifigkeitsverhältnisse zwischen den Feldern berücksichtigt. Dabei werden für Plattenbalken die effektiven Plattenbreiten gemäß DIN 1045-1 Abs. 7.3.1 angesetzt, was auch bei einem konstanten Eingabequerschnitt zu unterschiedlichen Steifigkeiten über den Stützen und in den Feldern führt.

Umlagerung

Wahlweise kann eine begrenzte Umlagerung der Momente gemäß DIN 1045-1:8.3 durchgeführt werden, wenn es die Stützweiten- und Steifigkeitsverhältnisse benachbarter Felder zulassen. Die Grenzen für die Stützweitenverhältnisse werden gemäß DIN 1045-1:8.3(3) geprüft. Als "annähernd gleiche" Steifigkeit toleriert das Programm eine Differenz von max. 10% zwischen benachbarten Feldern. Die zulässigen Umlagerungsfaktoren δ für die Stützmomente werden vom Programm ermittelt und zur Korrektur angeboten. Bei der Schnittgrößenberechnung der einzelnen Kombinationen und Laststellungen werden nur die Stützmomente umgelagert, welche größer sind als $\max.M_{s \text{ ohne Umlagerung}} \cdot \delta$. Auf diese Weise werden die maximalen Stützmoment auf den δ -fachen Wert reduziert, jedoch die maximalen Feldmomente nicht unnötig erhöht, da sich diese i.d.R. aus anderen Laststellungen ergeben als die maximalen Stützmomente. Die Umgelagerten Schnittgrößen werden für alle Nachweise der Tragfähigkeit verwendet. Die Schnittgrößen für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit werden generell ohne Umlagerung ermittelt (DIN 1045-1:8.3(1), Heft 525 S.31).

Ausgaben (optional)

- Bemessungs-Schnittgrößen
- Umgelagerte Bemessungs-Schnittgrößen
- Grafische Schnittkraftverläufe (Momente, Querkräfte, Normalkräfte) ohne Umlagerung
- Grafische Schnittkraftverläufe (Momente, Querkräfte, Normalkräfte) mit Umlagerung
- Anlagen mit den detaillierten Schnittkraftverläufen aller Kombinationen (Grafik und/oder Text)

Nachweis der Tragfähigkeit

Baustoffe

Für die Bemessung sind die Expositionsklassen für Bewehrungskorrosion und Betonangriff auszuwählen. Die Eingabe erfolgt per Menü mit Erläuterungen. Die sich aus den Umweltbedingungen ergebende Mindestbetongüte und Mindestbetondeckung wird 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), BSt 500S(B), BSt 500M(A)

Biegebemessung

Die Bemessung erfolgt für reine Biegung bzw. Biegung mit mäßiger Normalkraft (kein Knicken, keine Theorie II.Ordnung). Neben der statisch erforderlichen Bewehrung werden folgende Mindestbewehrungen berücksichtigt:

- Nicht erfasste Endeinspannungen nach DIN 1045:13.2.1(1) können wahlweise berücksichtigt werden.
- Mindestbewehrung nach DIN 1045-1:13.1.1(1) zur Sicherstellung eines duktilen Bauteilverhaltens.
- Mindestbewehrung nach DIN 1045-1:13.2.2(6), durchlaufende Feldbewehrung.

Die gewählte Längsbewehrung hat einen Einfluss auf den Querkraftnachweis, Verformungen im Zustand II und den Rissnachweis. Der Bewehrungsvorschlag des Programms ist für eine optimale Biegebemessung ausgelegt. Es kann daher mitunter erforderlich sein, aufgrund der Anforderungen der weiteren Nachweise, eine größere als die vorgeschlagene Bewehrung zu wählen.

Vorgaben

In den Vorgaben zur Bemessung kann jeweils ein Stabstahldurchmesser für die Feld- und Stützbewehrung, vorgewählt werden. Diese Durchmesser werden vom Programm für Bemessungsvorschläge verwendet. Für die automatische Ermittlung der Schwerpunktlage der Bewehrung kann ein Bügeldurchmesser angegeben werden, um den sich die statische Höhe verringert. Die Schwerpunktlage wird jeweils mit der gewählten Bewehrung neu berechnet. Ist die Differenz zum vorherigen Rechengang zu groß (≥ 1 mm), wird eine Wiederholung der Bemessung vorgeschlagen. Bei einem komplett neuen Bemessungsvorschlag (Standard-Bemessung) iteriert das Programm selbstständig bis die endgültige statische Höhe gefunden ist. Alternativ kann die Schwerpunktlage der Bewehrung (d') für jedes Feld manuell vorgegeben werden. Eine automatische Ermittlung der statischen Höhe aus der gewählten Bewehrung erfolgt dann nicht mehr.

Es stehen 2 Bemessungsvarianten zur Auswahl:

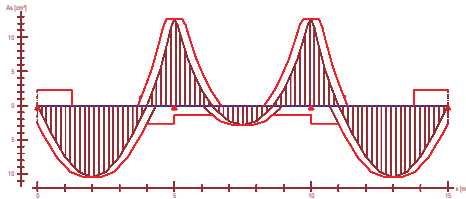
Bemessungsvariante 1: Standard-Bemessung

Die Bewehrung wird getrennt für Stützen und Felder in separaten Tabellen ausgegeben bzw. vom Programm vorgeschlagen. Es kann eine durchlaufende obere und untere Grundbewehrung gewählt werden. Bei der Biegebemessung der Felder und Stützen wird diese Bewehrung an jeder Stelle des Systems als vorhanden vorausgesetzt. Für die Felder und Stützen werden, falls erforderlich, Zulagen ermittelt, welche zusätzlich zur Grundbewehrung eingelegt werden müssen. Bei der Querkraftbemessung, Zustand II-Verformungen und dem Rissnachweis geht das Programm im folgenden davon aus, dass die Feldbewehrung feldweise ungestaffelt bis zu den Auflagern und die Stützbewehrung mindestens bis zu den Stützmomenten-Nullpunkten in die Nachbarfelder geführt und dort ausreichend verankert wird.

Bemessungsvariante 2: Zugkraftdeckungslinie

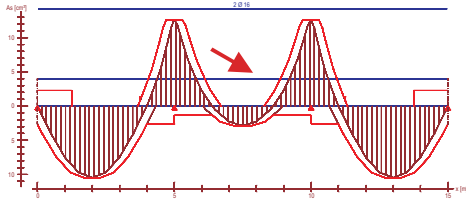
Eine gestaffelte obere und untere Bewehrung wird anhand der Zugkraftdeckungslinie gemäß DIN 1045-1:13.2.2 ermittelt. Dabei werden die Bereiche der Mindestbewehrungen (siehe oben) mit der Zugkraftdeckungslinie überlagert. Für die Ermittlung des Versatzmaßes ist für jedes Feld der Winkel der Betondruckstrebe Θ in den Bemessungsvorgaben festzulegen. Für alle Stäbe werden die erforderlichen Verankerungslängen ($l_{b_{net}}$) berechnet und ausgegeben. Dabei können Haken, Winkelhaken oder Schlaufen an den Stabenden berücksichtigt werden. Für die Endauflager wird ebenfalls $l_{b_{net}}$ ermittelt; der genaue Nachweis der Endverankerung muss jedoch mit einem separaten Programm (z.B.: 055Z) geführt werden.

Abweichend vom Programmvorschlag kann die Zugkraftdeckung auch manuell vorgenommen werden. Dabei ist zu beachten, dass sich die Zugkraftdeckung schrittweise (interaktiv) aufbaut.



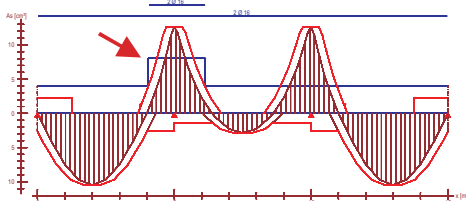
1. Schritt

Nachdem die erste Tabelle für die obere Bewehrung gelöscht wurde wird die As-Linie (inkl. Versatzmaß und Mindestbewehrungen) angezeigt. Der Eingabe-Cursor befindet sich in der ersten Zeile der Bewehrungstabelle.



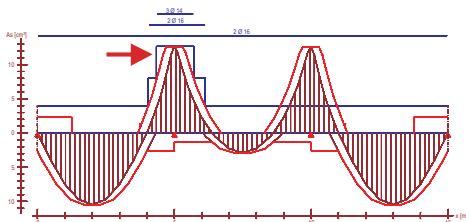
2. Schritt

Es kann nun eine beliebige Bewehrung gewählt werden. Sinnvollerweise sollte man mit der durchgehenden Bewehrung beginnen. Hier wurden 2 Ds 16 mm gewählt. Als a wurde 0,00 m (=linkes Systemende) und als c (= Länge der Stäbe) wurde die gesamte Balkenlänge eingegeben. In der Tabelle wird automatisch "durchgehend" eingetragen.



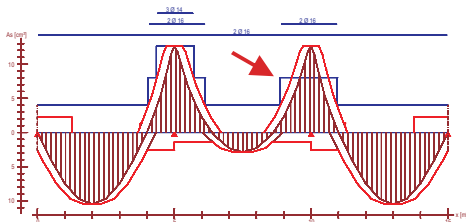
3. Schritt

Mit der durchgehenden Bewehrung sind die Stützmomente noch nicht abgedeckt. Es werden wieder 2 Ds 16 mm eingegeben. Die Vorschlagswerte für a und c werden bestätigt, können aber beliebig geändert werden. In der Grafik wird sofort ersichtlich, dass die gewählte Stützbewehrung noch zu gering ist.



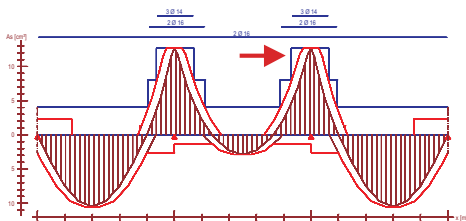
4. Schritt

Es werden 3 Ds 14 mm eingegeben. Die Vorschlagswerte für a und c werden bestätigt. Damit ist das erf.As der ersten Innenstütze vollständig abgedeckt. Die Bemessung geht mit der nächsten Stütze weiter.



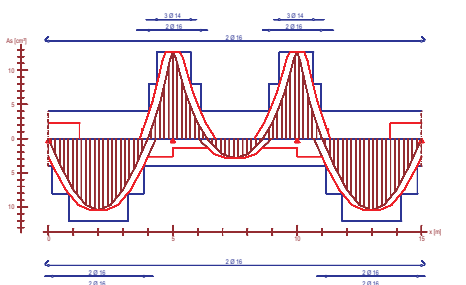
5. Schritt

2 Ds 16 mm werden eingegeben und die Vorschlagswerte für a und c bestätigt. Das erf.As der zweiten Innenstütze ist wieder nur zum Teil abgedeckt. Weitere Bewehrung ist erforderlich. (Es kann alternativ natürlich auch in der gleichen Eingabezeile z.B. die Anzahl der Eisen oder der Durchmesser erhöht werden bis eine Abdeckung erreicht ist.)



6. Schritt

Es werden 3 Ds 14 mm eingegeben. Die Vorschlagswerte für a und c werden bestätigt. Damit ist das gesamte obere erf.As abgedeckt. Durch die Eingabe von "0" in der nächsten Zeile wird die Eingabe der oberen Bewehrung abgeschlossen.



... die Bemessung der unteren Bewehrung erfolgt analog zu oberen Bewehrung.

Wichtig:

Die Abdeckung der erf.As-Linie erfolgt immer von links nach rechts. Erst wenn ein "As-Hügel" abgedeckt ist wird beim nächsten "As-Hügel" fortgefahren. Dabei werden immer nur die Bewehrungen oberhalb der aktuellen Eingabezeile berücksichtigt und in der Grafik dargestellt.

Bemessung für Querkraft

Der Druckstrebenwinkel Θ kann wahlweise automatisch bestimmt oder manuell vorgegeben werden. Wurde die Biegebemessung per Zugkraftdeckungslinie durchgeführt, so wird der Winkel aus den Bemessungsvorgaben verwendet. Bei der automatischen Bestimmung wird der kleinst mögliche Winkel ermittelt, bei dem der Druckstrebennachweis eingehalten ist ($V_{Rd,max} \geq V_{Ed}$). Dieses Vorgehen führt zu der geringst möglichen Querkraftbewehrung.

Der Bemessungswert der einwirkenden Querkraft wird, bei "direkter" Lagerung, gemäß DIN 1045-1:10.3.2 ermittelt. Bei "indirekter" Lagerung wird die Querkraft am Auflagerrand zugrunde gelegt.

Es wird eine Tabelle angelegt, in der die Querkraftbewehrung vorgeschlagen und zur Korrektur angeboten wird. Die Abschnitte gleicher Querkraftbewehrung können dabei automatisch durch das Programm oder manuell vorgegeben werden.

Bemessung des Anschlusses der Gurte an den Steg

Für die Bereiche mit einem Plattenbalkenquerschnitt wird auf Wunsch eine Bemessung der Gurtanschlussbewehrung nach DIN 1045-1:10.3.5 durchgeführt. Es sind zunächst die folgende Einstellungen vorzunehmen bzw. auszuwählen:

Bemessungsabschnitte:

- Über den gesamten Träger konstant (für max.asf)
- Feldweise konstant (für max.asf des jeweiligen Feldes)
- Optimiert (mehrere Abschnitte av im Feld, minimale Bewehrungsmenge)

Anrechenbare Bewehrung:

Hiermit ist eine vorhandene Bewehrung in den Platten des Plattenbalken gemeint, welche von der erforderlichen Anschlussbewehrung abgezogen werden kann. Dieses kann z.B. die Stützbewehrung einer Mehrfeldplatte sein, deren Mittelaugler der zu bemessende Balken ist. Häufig werden auch die Bügelschenkel der Querkraftbewehrung des Balkens als obere Anschlussbewehrung in die Platte geführt. Folgende Optionen stehen zur Verfügung:

- keine: Die Anschlussbewehrung wird voll über Zulagen abgedeckt
- Eingabe der vorhandenen Bewehrung
- Übernahme: Es werden die Bügelschenkel der Querkraftbewehrung als obere Plattenbewehrung übernommen. Bei 2-seitigen Plattenbalken wird nur jeder zweite Bügelschenkel angesetzt, da angenommen wird, dass die Schenkel abwechselnd nach rechts und links verlängert werden.

Verteilung der Zugbewehrung:

Es ist anzugeben, ob die Zugbewehrung des Plattenbalkens (z.B. Stützbewehrung) in der Platte auf der halben mitwirkenden Breite verteilt oder im Balkensteg angeordnet wird. Bei Anordnung im Steg entfällt in diesen Bereichen eine Gurtanschlussbewehrung, da keine Zugkräfte in die Platte übertragen werden müssen. Bei Platten in der Druckzone wird immer ein Nachweis geführt.

Die obere und untere Gurtanschlussbewehrung kann in Form von Baustahlmatten und/oder Stabstahl frei gewählt werden und wird vom Programm jeweils zur Hälfte oben und unten in der Platte angeordnet. Die endgültige Aufteilung (oben / unten) der gewählten Gurtanschlussbewehrung obliegt dem Anwender. Vom Programm wird lediglich geprüft, ob die gesamte Gurtanschlussbewehrung ausreichend ist .

$$\text{vorh.asf}_{\text{oben}} + \text{vorh.asf}_{\text{unten}} \geq \text{erf.asf}_{\text{ges}}$$

Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Begrenzung der Verformungen

Diese Nachweise können für die "quasi-ständige", "häufige" oder "seltene" Kombination geführt werden.

Biegeschlankheit

Für die Ermittlung der Biegeschlankheit wird die Ersatzlänge l_i , der Abstand zwischen den beiden Momenten-nullpunkten, aus der o.g. Kombination ermittelt und der Nachweis wahlweise nach DIN 1045-1 Absatz 11.3.2 oder "Krüger / Mertzsch" geführt.

Durchbiegung Zustand II

Für das System wird wahlweise die Durchbiegung im Zustand II (gerissene Betonzugzone) ermittelt. Dazu wird das System intern in Abschnitte unterteilt (mind. 10 Abschnitte pro Feld), in denen die Steifigkeit des Querschnittes jeweils unter der vorhandenen Beanspruchung anhand der Momenten-Krümmungsbeziehung bestimmt wird. Die Steifigkeit hängt sehr stark von der vorhandenen Längsbewehrung ab. Bei zu großen Verformungen sollte daher die Längsbewehrung erhöht werden.

Weiterhin wird die Verformung sehr stark durch das Kriechen und Schwinden beeinflusst. Die Kriechzahl ϕ und das Schwindmaß ϵ_{cs} können manuell eingegeben oder durch das Programm bestimmt werden.

Die maximalen und minimalen Durchbiegungen werden grafisch ausgegeben. Für jedes Feld und jeden Kragarm wird der Nachweis des Durchhangs für die Stelle der maximalen Durchbiegung geführt. Als zulässiger Durchhang ist $l/250$ voreingestellt. Die Bezugslänge l entspricht bei Kragarmen der 2,5-fachen Kragarmlänge. Der Ansatz einer Überhöhung ($\ddot{u}z$) ist möglich, sollte aber nicht größer als $l/250$ gewählt werden (DIN 1045-1:11.3.1(9)).

Begrenzung der Rissbreite

Diese Nachweise können für die "quasi-ständige", "häufige" oder "seltene" Kombination geführt werden.

Folgende Nachweise können wahlweise geführt werden:

- Lastbeanspruchung: Nachweis der Mindestbewehrung nach DIN 1045-1:11.2.2
 Nachweis der vorhandenen Rissbreite nach DIN 1045-1:11.2.4
- Zwangsbeanspruchung: Nachweis der Mindestbewehrung nach DIN 1045-1:11.2.2

Für den Nachweis auf Zwang (z.B.: Abfließende Hydratationswärme bei massigen Bauteilen) ist an jeder Stelle des Balkens eine untere und obere Längsbewehrung erforderlich. Diese kann schon bei der Biegebemessung eingegeben werden. Die gewählte Biegebewehrung beeinflusst die Mindestbewehrung aus Zwang, weshalb mitunter mehrere Rechengänge erforderlich werden können.

Lastweiterleitung

Für die Übernahme in andere Positionen werden die charakteristischen Auflagerkräfte getrennt nach Lastfällen und Kategorien abgelegt, welche in Folgepositionen erneut mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu versehen sind.

Literatur:

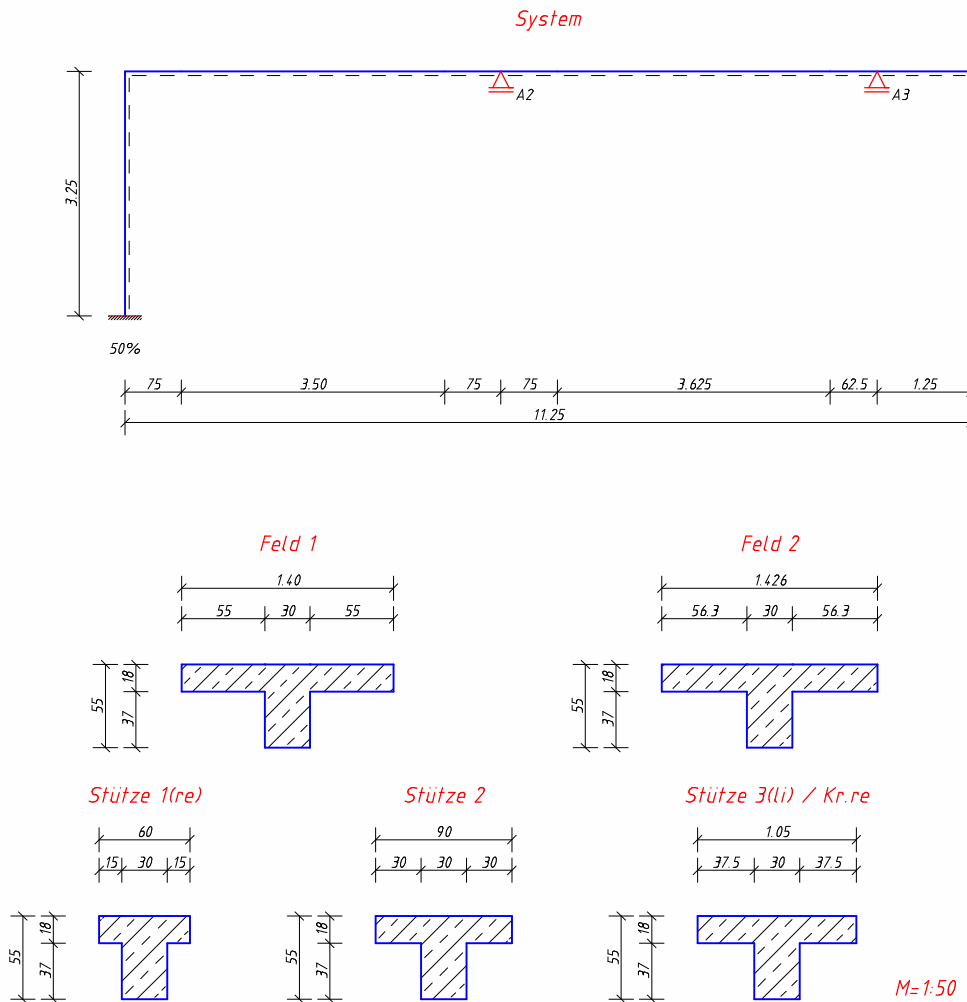
- [1] DIN 1045-1:2001-07 inkl. Berichtigung 2
- [2] DIN 1045-1:2008-08
- [3] DIN 1055-100:2001-03
- [4] DIN 1055-3:2006-03
- [5] Auslegungen zur DIN 1045-1, Normenausschuss Bauwesen, Internet: <http://www2.nabau.din.de/>

POS. 084 MEHRFELD-STAHLBETONBALKEN

Hinweis: Um den Leistungsumfang des Programmes zu dokumentieren, wurde in diesem Beispiel der maximale Ausdruckumfang gewählt. Bei Bedarf ist es möglich, verschiedene Listen und Tabellen auszublenden, und so das Ausgabevolumen stark zu reduzieren.

Grundlagen: DIN 1045-1:2008-08, DIN 1055-100:2001-03

System:



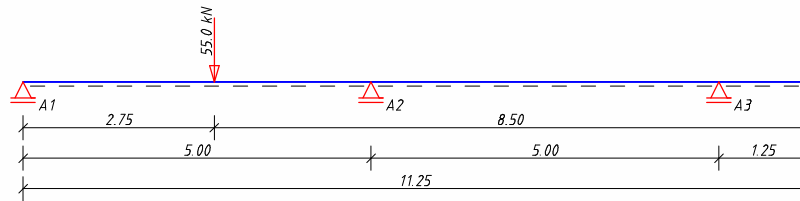
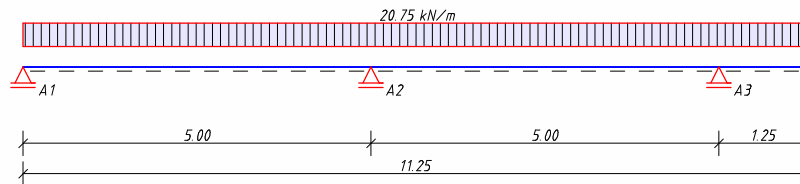
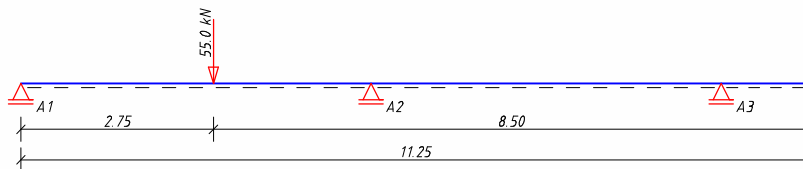
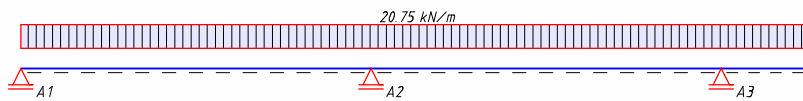
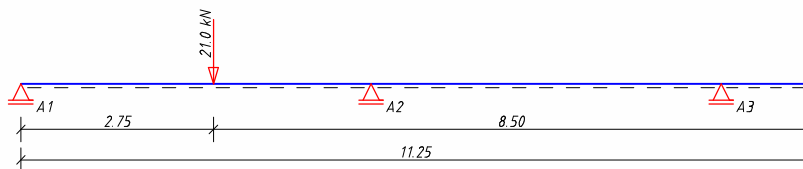
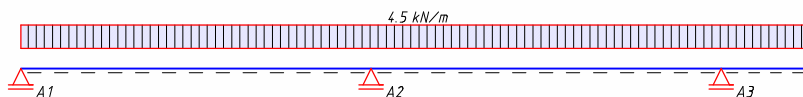
Feld	Stützsw.	Art	b	h	b1	h1	z1	b2	h2	z2
[-]	[m]	[-]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]
1	5.00	P1b	30.0	55.0	100.0	18.0	-	100.0	18.0	-
2	5.00	P1b	30.0	55.0	100.0	18.0	-	100.0	18.0	-
Kr.re	1.25	P1b	30.0	55.0	100.0	18.0	-	100.0	18.0	-

Rahmenstiele:		oben				unten			
Lager	x	l	Einsp.	b	h	l	Einsp.	b	h
Nr.	[m]	[m]	[%]	[cm]	[cm]	[m]	[%]	[cm]	[cm]
1	0.00	-	-	-	-	3.25	50	30.0	45.0

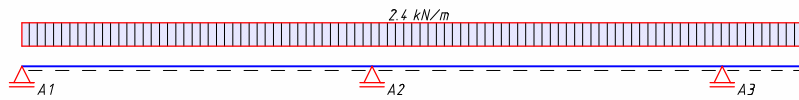
Auflagerdaten						Lagerung / Federn		
Nr.	auf	Art	la	ai	Einspannung	CV	CH	CM
[-]	[-]	[-]	[cm]	[cm]	[%]	[kN/cm]	[kN/cm]	[kNm/cm/m]
1	Beton	direkt	45.0	22.5	-	Stiel	Stiel	Stiel
2	Mwk	direkt	24.0	12.0	-	fest	-	-
3	Beton	direkt	30.0	15.0	-	fest	-	-

Querschnittswerte des Plattenbalkens

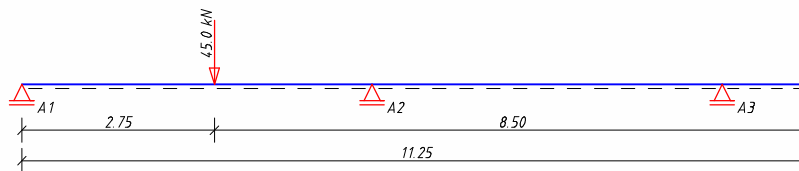
von [m]	bis [m]	beff,1 [cm]	beff,2 [cm]	beff [cm]	von [m]	bis [m]	beff,1 [cm]	beff,2 [cm]	beff [cm]
0.000	0.750	15.0	15.0	60.0	5.750	9.375	56.3	56.3	142.5
0.750	4.250	55.0	55.0	140.0	9.375	11.250	37.5	37.5	105.0
4.250	5.750	30.0	30.0	90.0	-	-	-	-	-

Einwirkungen:
Kategorien: Q, A (Einzelnwirkungen)

Kategorien: Q, A (Streckeneinwirkungen)

Kategorien: Q, A (Einzelnwirkungen)

Kategorien: Q, A (Streckeneinwirkungen)

Kategorien: Q, S (Einzelnwirkungen)

Kategorien: Q, S (Streckeneinwirkungen)


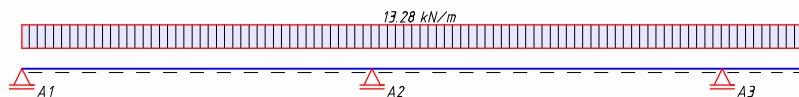
Kategorien: Q,W (Streckeneinwirkungen)



Kategorien: G (Einzelnwirkungen)



Kategorien: G (Streckeneinwirkungen)



EWG	Einwirkungsgruppe	ungünst.Lastst.
1	Ständige Einwirkungen	Nein
2	Schnee	Nein
3	Wind	Nein
4	Verkehr	Ja

Das Bauteileigengewicht wird mit einer wichte von 25.0 kN/m³ berücksichtigt.

Lasten: F = Einzellast [kN], q = Linienlast [kN/m]
M = Moment [kNm]

Richtung: x = Spannrichtung, y/z = horiz./vertikale Querschnittsachse

Einwirkung aus	Art, Last Kat.	EWG	- wert, k li.	- a re. [m]	c [m]	Abmin. Alpha	
Eigengewicht (ohne Platte)	qz G	1	2.78	2.78	0.00	11.25	-
Pos.022 Aufl. 1 (max.)	qz G	1	10.50	10.50	0.00	11.25	-
	qz Q,A2	4	20.75	20.75	0.00	11.25	-
Pos.035 LF 1	Fz G	1	45.00	-	2.75	-	-
	Fz Q,A1	4	55.00	-	2.75	-	-
	Fz Q,S1	2	21.00	-	2.75	-	-
Winddruck	qz Q,W	3	2.40	2.40	0.00	11.25	-
Schnee	qz Q,S1	2	4.50	4.50	0.00	11.25	-

Kategorie	Bezeichnung	Komb.-Beiwerte			Gamma	
		Psi0	Psi1	Psi2	sup.	inf.
G	Ständige Einwirkungen	-	-	-	1.35	1.00
Q,A1	wohnfläche: Spitzböden, Höhe ≤ 1,80 m.	0.70	0.50	0.30	1.50	-
Q,A2	wohnfläche: ausreichende Querverteilung	0.70	0.50	0.30	1.50	-
Q,S1	Schnee-,Eislasten: Höhe ≤ NN +1000 m	0.50	0.20	-	1.50	-
Q,W	windlasten	0.60	0.50	-	1.50	-

Alle Nutz- und Verkehrslasten gelten als eine unabhängige Einwirkung (Q,N). Für Q,N werden die jeweils größten Psi-werte angesetzt (DIN 1055-100 A.2(2))

Lastfall Einwirkungsgruppen (EWG), Beschreibung

LF 1 1-4
 Ständige Einwirkungen + Schnee + wind + verkehr
 (Es werden automatisch alle Kombinationen nach DIN 1055-100 gebildet und bei der Bemessung untersucht).

Schnittgrößen: ohne Umlagerung

Stützmomente:

Betonlager M_s', M_s'' = Anschnittmomente, Mwk-Lager M_s'' = reduziertes Moment

Stz. Nr.	min. M_s [kNm]	M_s' [kNm]	M_s'' [kNm]	max. M_s [kNm]	M_s' [kNm]	M_s'' [kNm]	$x_{0,li}$ [m]	$x_{0,re}$ [m]
1	-22.93	-	3.91	-	-	15.79	-	0.13
2	-229.04	-	-215.71	-51.29	-	-48.18	1.53	-
3	-42.65	-38.12	-33.03	-10.37	2.97	-8.03	-	-

Feldmomente:

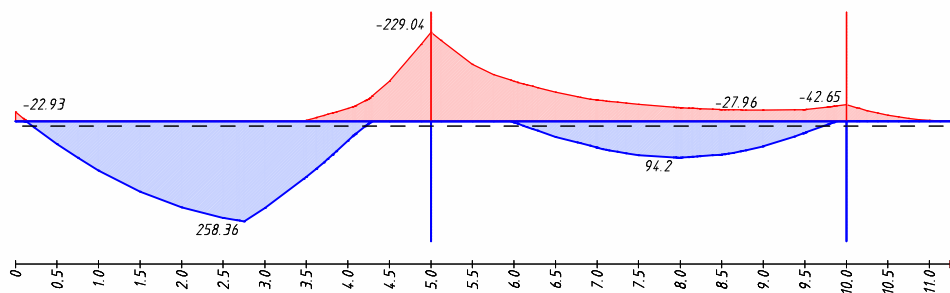
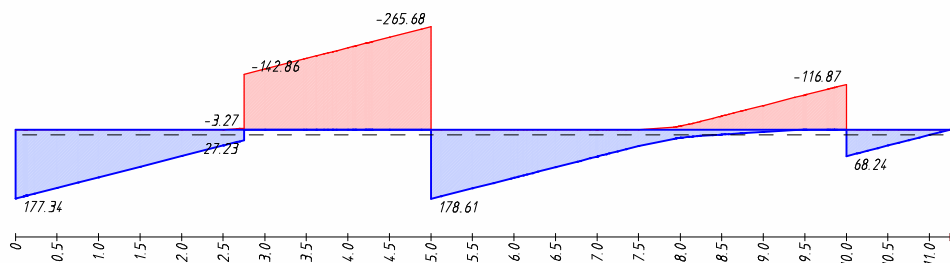
Feld Nr.	max. M_f [kNm]	x [m]	min. M_f [kNm]	x [m]	x_{01} [m]	x_{02} [m]	max. N_x [kN]	min. N_x [kN]
1	258.36	2.75	38.60	2.50	0.09	4.29	-	-
2	94.20	2.97	-27.96	3.99	0.96	4.88	-	-

Auflager-, Querkräfte:

Stz. Nr.	max. A_z [kN]	min. A_z [kN]	max. A_x [kN]	min. A_x [kN]	min. V_l [kN]	max. V_r [kN]	max. V_l [kN]	min. V_r [kN]
1	177.34	33.25	-	-	-	177.34	-	33.25
2	444.29	103.58	-	-	-265.68	178.61	-67.06	36.52
3	185.11	23.94	-	-	-116.87	68.24	-7.34	16.60

Rahmenstiele:

Stz. Nr.	--- Rahmenstiel oben ---		----- Rahmenstiel unten -----		
	max/min. M_u [kNm]	max/min. M_o [kNm]	max/min. M_u [kNm]	max/min. M_o [kNm]	max/min. N [kN]
1	- / -	- / -	-3.0 / -22.9	-3.0 / -22.9	-33.3 / -177

Grenzmomente ohne Umlagerung
 $M_{y,d}: 1\text{ cm} = 195\text{ kNm} / \text{System } 1:91.0$

Grenzquerkraft ohne Umlagerung
 $V_{z,d}: 1\text{ cm} = 195\text{ kN} / \text{System } 1:91.0$


Schnittgrößen: mit Umlagerung:

Momentenumlagerung nach DIN 1045-1, Abs.8.3:

 Stütze: 2
 Ver.l,eff: 1.00
 Ver.EI: 1.00
 zul.Delta: 0.88
 gew.Delta: 0.88

Stützmomente:

 Betonlager M_s', M_s'' = Anschnittmomente, Mwk-Lager M_s'' = reduziertes Moment

Stz. Nr.	min. M_s [kNm]	M_s' [kNm]	M_s'' [kNm]	max. M_s [kNm]	M_s' [kNm]	M_s'' [kNm]	$x_{0,li}$ [m]	$x_{0,re}$ [m]
1	-22.93	-	3.91	-	-	17.03	-	0.13
2	-201.55	-	-189.71	-51.29	-	-48.18	1.53	-
3	-42.65	-38.12	-33.03	-10.37	2.97	-8.03	-	-

Feldmomente:

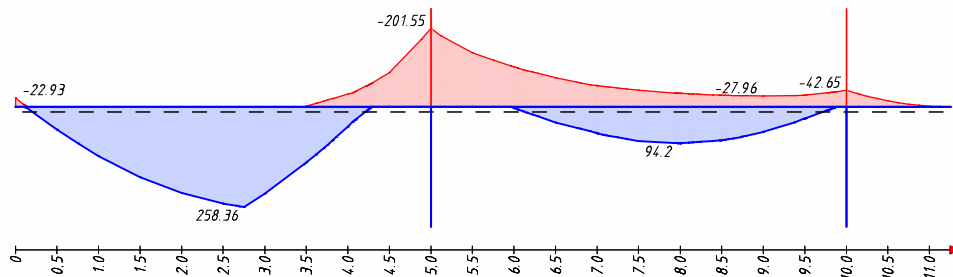
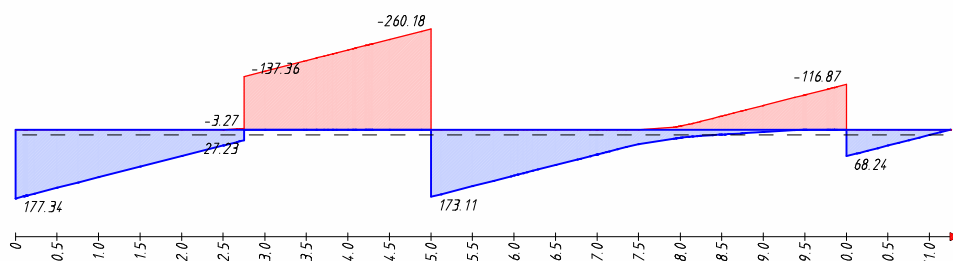
Feld Nr.	max. M_f [kNm]	x [m]	min. M_f [kNm]	x [m]	x_{01} [m]	x_{02} [m]	max. N_x [kN]	min. N_x [kN]
1	258.36	2.75	38.60	2.50	0.09	4.29	-	-
2	94.20	2.97	-27.96	3.99	0.96	4.88	-	-

Auflager-, Querkräfte:

Stz. Nr.	max. A_z [kN]	min. A_z [kN]	max. A_x [kN]	min. A_x [kN]	min. V_l [kN]	max. V_r [kN]	max. V_l [kN]	min. V_r [kN]
1	177.34	33.25	-	-	-	177.34	-	33.25
2	433.30	103.58	-	-	-260.18	173.11	-67.06	36.52
3	185.11	23.94	-	-	-116.87	68.24	-7.34	16.60

Rahmenstiele:

Stz. Nr.	--- Rahmenstiel oben ---			----- Rahmenstiel unten -----		
	max/min. M_u [kNm]	max/min. M_o [kNm]		max/min. M_u [kNm]	max/min. M_o [kNm]	max/min. N [kN]
1	- / -	- / -		-3.0/-22.9	-3.0/-22.9	-33.3/ -177

Grenzmomente mit Umlagerung
My,d: 1 cm = 195 kNm / System 1:91.0

Grenzquerkraft mit Umlagerung
Vz,d: 1 cm = 195 kN / System 1:91.0


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

Expositionsklassenauswahl			mit Betondeckung:			
Ort	x1[m]	x2[m]	Expositionsklassen	c.min [mm]	delta.c [mm]	gew.c [mm]
oben	0.00	11.25	XC1	10	10	20
unten	0.00	11.25	XC1	10	10	20
links	0.00	11.25	XC1	10	10	20
rechts	0.00	11.25	XC1	10	10	20

Feuchteklasse: WO nach Erhärtung weitgehend trocken

Biegebemessung:

Nicht erfasste Einspannwirkungen gemäß 13.2.1(1) werden berücksichtigt.

 $d'o, d'u$ = Randabstand des Bewehrungsschwerpunktes oben bzw. unten

 A_{so}, A_{su} = Erforderliche Bewehrung oben bzw. unten; min. A_s aus Rissmoment

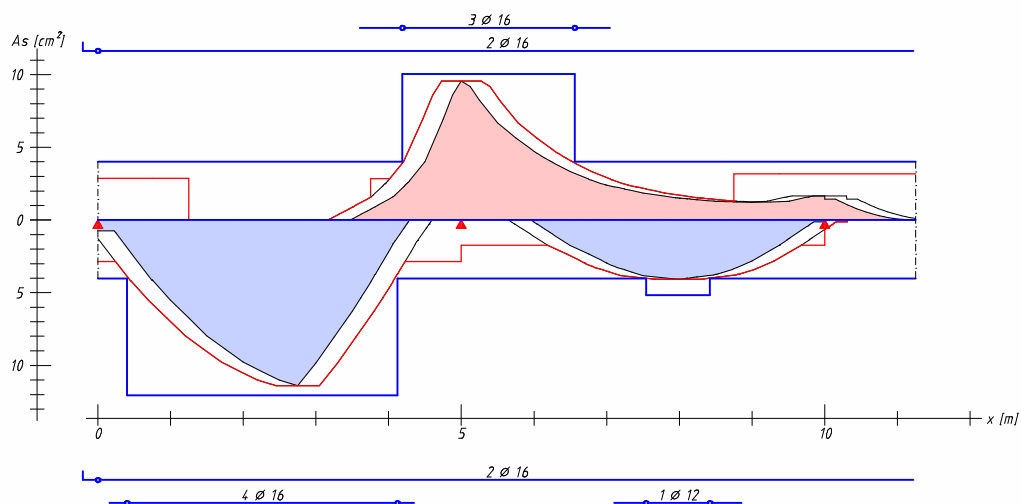
Stütze			Md	Nd	d'o	d'u	min. A_s	A_{so}	A_{su}
Nr	LF	Kombination	[kNm]	[kN]	[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
1	1	G,inf	-	-	3.6	3.6	2.11	0.01	-
2	1	G,inf+Q,N+Q,i	-189.6	-	3.6	3.6	2.84	9.56	-
3	1	G,sup+Q,N+Q,i	-38.12	-	3.6	3.6	3.17	1.67	-

Feld			x	Md	Nd	d'o	d'u	min. A_s	A_{so}	A_{su}
Nr	LF	Kombination	[m]	[kNm]	[kN]	[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
1	1	G,sup+Q,N+Q,i	2.75	258.36	-	3.6	3.6	1.71	-	11.40
2	1	G,sup+Q,N+Q,i	2.97	94.20	-	3.6	3.6	1.72	-	4.08

Bewehrung: Maßgebend ist die gewählte Bewehrung!

 Vorgabe $\cot(\Theta)$ für das Versatzmaß der zugkraftdeckungslineie:

Feld	Kr.l	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Kr.r
cot(T)	-	1.20	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.20



zugkraftdeckung oben:

Lage	n	d_s	A_s	a	c	Verankerung: $l_{b,net}$	
						links [cm]	rechts [cm]
1 durchgehend	2x1	16.0	4.02	0.00	11.25	w 20.5	-
1 zulage	3x1	16.0	6.03	4.19	2.37	g 41.4	g 41.9

Zugkraftdeckung unten:

Lage	n	ds	As	a	c	Verankerung: lb,net	
	[-]	[mm]	[cm ²]	[m]	[m]	links[cm]	rechts[cm]
1 durchgehend	2x1	16.0	4.02	0.00	11.25	w 20.5	-
1 Zulage	4x1	16.0	8.04	0.40	3.72	g 23.8	g 23.2
1 Zulage	1x1	12.0	1.13	7.54	0.88	g 43.7	g 43.6

Verankerung: g = gerades Stabende, h = Haken, w = Winkelhaken, s = Schlaufen

Verankerung am Endauflager wird gesondert nachgewiesen.

Querkraftbemessung:

Die Querkraftlinie wird gemäß DIN 1045-1, 13.2.3 (9) eingeschnitten.

Bereich	Bem.-Sit.	x	cot	VEd	VRd,max	VEd,red	VRd,ct	erf.asw,90
[-]	[-]	[m]	Theta	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]
Feld 1	T,P/T	0.00	1.20	177.3	594.4	137.5	49.9	5.56
		0.73	1.20	137.5	594.4	137.5	62.6	5.56
		1.24	1.20	109.7	594.4	109.7	62.6	4.43
		1.75	1.20	81.8	594.4	81.8	62.6	3.31
		2.26	1.20	54.0	594.4	54.0	62.6	2.13 M
		2.75	1.20	27.2	594.4	27.2	62.6	2.13 M
		2.84	1.20	142.3	594.4	142.3	62.6	5.75
		3.35	1.20	170.1	594.4	170.1	62.6	6.88
		3.86	1.20	197.9	594.4	197.9	62.6	8.00
		4.37	1.20	225.8	594.4	225.8	58.9	9.13
Feld 2	T,P/T	5.00	1.20	260.2	594.4	225.8	58.9	9.13
		0.00	1.20	173.1	594.4	138.7	58.9	5.61
		0.63	1.20	138.7	594.4	138.7	58.9	5.61
		1.14	1.20	110.8	594.4	110.8	49.9	4.48
		1.65	1.20	83.0	594.4	83.0	49.9	3.36
		2.16	1.20	55.0	594.4	55.0	49.9	2.22
		2.67	1.20	31.8	594.4	31.8	49.9	2.13 M
		3.32	1.20	30.0	594.4	30.0	49.9	2.13 M
		3.83	1.20	52.9	594.4	52.9	49.9	2.14
		4.34	1.20	80.6	594.4	80.6	49.9	3.26
Kr.re	T,P/T	5.00	1.20	116.9	594.4	80.6	49.9	3.26
		0.00	1.20	68.2	594.4	32.4	49.9	2.13 M
		1.25	1.20	0.0	594.4	0.0	49.9	2.13 M

M = Mindestbewehrung maßgebend

Nachweis Schub in Fuge

Abstand Oberkante/Bauteil-Fuge: 18.0 cm, Fugenbeschaffenheit: rau

Bereich	Bem.-Sit.	x	vEd	VRdj,c	VRdj,sy	VRdj	VRdj,max	erf.asw
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm ² /m]
Feld 1	T,P/T	0.00	290.1	< 103.3	+ 186.7	= 290.1	< 850.0	5.11
		0.73	290.1	< 103.3	+ 186.7	= 290.1	< 850.0	5.11
		1.24	231.3	< 103.3	+ 128.0	= 231.3	< 850.0	3.50
		1.75	172.6	< 103.3	+ 69.3	= 172.6	< 850.0	1.90
		2.26	113.9	< 103.3	+ 10.5	= 113.9	< 850.0	0.29
		2.84	300.2	< 103.3	+ 196.8	= 300.2	< 850.0	5.39
		3.35	358.9	< 103.3	+ 255.6	= 358.9	< 850.0	7.00
		3.86	417.6	< 103.3	+ 314.2	= 417.6	< 850.0	8.60
		4.37	476.4	< 103.3	+ 373.0	= 476.4	< 850.0	10.21
		5.00	476.4	< 103.3	+ 373.0	= 476.4	< 850.0	10.21
Feld 2	T,P/T	0.00	292.7	< 103.3	+ 189.3	= 292.7	< 850.0	5.18
		0.63	292.7	< 103.3	+ 189.3	= 292.7	< 850.0	5.18
		1.14	233.7	< 103.3	+ 130.4	= 233.7	< 850.0	3.57

Bereich	Bem.-Sit.	x	vEd	vRdj,c	vRdj,sy	vRdj	vRdj,max	erf.asw
[-]	[-]	[m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[kN/m]	[cm ² /m]
		1.65	175.2	< 103.3	+ 71.9	= 175.2	< 850.0	1.97
		2.16	116.0	< 103.3	+ 12.7	= 116.0	< 850.0	0.35
		3.83	111.6	< 103.3	+ 8.3	= 111.6	< 850.0	0.23
		4.34	170.0	< 103.3	+ 66.7	= 170.0	< 850.0	1.83
		5.00	170.0	< 103.3	+ 66.7	= 170.0	< 850.0	1.83

Querkraftbewehrung

Bereich	x1 - x2	cot Theta	erf. asw,90°	— Bügel — S	ds	sw	Schrägstäbe n	ds	sw	vhd. asw,90°
[-]	[m]	[-]	[cm ² /m]	[-]	[mm]	[cm]	[-]	[mm]	[cm]	[cm ² /m]
Feld 1	0.00- 2.01	1.20	5.56	2	8	18.0	-	-	-	5.59
	2.01- 2.75	1.20	2.13	2	8	30.0 *	-	-	-	3.35
	2.75- 5.00	1.20	10.21	2	8	9.5	-	-	-	10.58
Feld 2	0.00- 2.42	1.20	5.61	2	8	17.5	-	-	-	5.74
	2.42- 5.00	1.20	3.26	2	8	30.0 *	-	-	-	3.35
Kr.re	0.00- 1.25	1.20	2.13	2	8	30.0 *	-	-	-	3.35

* = Max. Bügelabstand aus Vrdmax mit Theta = 40° n. 1045-1, Tab.31, Ber. 1

Anschluss der Gurte an den Steg (DIN 1045-1,10.3.5)

Verteilung der Zugbewehrung Bewehrung nur im Steg des Plattenbalkens

Bemessungsdaten

----- linke Platte -----						----- rechte Platte -----			
x	av	cotT	VED	VRd,max	erf.asf	cotT	VED	VRd,max	erf.asf
[m]	[m]	[-]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]	[-]	[kN]	[kN]	[cm ² /m]
3.50	0.75	1.2	-150.81	< 752.46	2.89	1.2	-150.81	< 752.46	2.89
9.38	0.45	1.2	-62.63	< 752.46	1.20	1.2	-62.63	< 752.46	1.20

Vorhandene Bewehrung aus den Bügelschenkeln der Querkraftbewehrung

----- Platte,oben -----					----- Platte,unten -----				
x1	x2	vorh.Bewehrung		vorh.as	vorh.Bewehrung		vorh.as		
[m]	[m]			[cm ² /m]			[cm ² /m]		
0.00	2.01	Bügel 8/36.0 *1)		1.40					
2.01	2.75	Bügel 8/60.0 *1)		0.84					
2.75	5.00	Bügel 8/19.0 *1)		2.65					
5.00	7.42	Bügel 8/35.0 *1)		1.44					
7.42	11.25	Bügel 8/60.0 *1)		0.84					

*1) vorh.As aus Bügeln (Bügelchenkel wechselseitig links/rechts verlegt)

Zulagen gewählt:

----- Platte,oben -----					----- Platte,unten -----				
x1	x2	erf.as	-Matten-	Ds/sf	erf.as	-Matten-	Ds/sf	vorh.as	
[m]	[m]	[cm ² /m]	n Bez.	[mm/cm]	[cm ² /m]	n Bez.	[mm/cm]	[cm ² /m]	
0.00	5.00	0.61	- -	6/15.0	1.45	- -	6/15.0	3.76	
5.00	10.00	-	- -	- / -	0.60	- -	6/30.0	0.94	

erf.as unter Berücksichtigung der vorhandenen Bewehrung

Gebrauchstauglichkeit

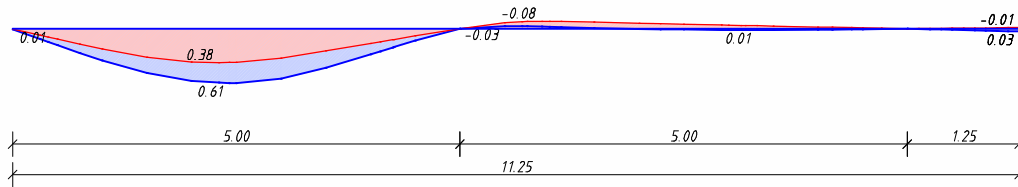
Begrenzung der Verformungen für die quasi-ständige Kombination

Begrenzung der Schlankheit nach DIN 1045-1 Abs.11.3.2:

Ort	MsI	Mf	Msr	x	li	li/d	zul.li/d
	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[m]	[m]	[-]	[-]
Feld 1	-8.14	89.84	-83.01	2.50	4.07	7.93	< 28.82 (1/250)*
Feld 2	-83.01	25.74	-15.24	3.08	3.23	6.29	< 29.00 (1/250)*
Kr.re.	-15.24	-	-	-	3.00	5.84	< 29.00 (1/250)*

* = nach Krüger/Mertzsch, 'Beton- u. Stahlbetonbau' Heft 11/2002, $k_c = 1.000$

Biegelinie im Zustand II
 Maßstäbe: 1 cm = 0.845 cm / System 1:84.5



Kriechen, Schwinden: Lastbeginn nach 28 Tagen, RH = 50%, Zementtyp N,R

Ort	Phi [-]	E, cds [o/oo]	Ort	Phi [-]	E, cds [o/oo]
Feld 1	3.260	-0.665	Kr.re	3.256	-0.665
Feld 2	3.261	-0.665	-	-	-

Durchhang Zustand II: fz = Durchbiegung, fz' = Durchhang, üz = Überhöhung

Die Rahmenstiele werden mit 50% der Steifigkeit im Zustand I angesetzt.

Ort	l [m]	x [m]	fz [cm]	üz [cm]	vorh.fz' [cm]	zul.fz' [cm]
Feld 1	5.00	2.419	0.608	-	1/ 823 = 0.608	2.000 = 1/250
Feld 2	5.00	3.318	0.015	-	1/ - = 0.015	2.000 = 1/250
Kr.re	3.13	1.250	0.031	-	1/ - = 0.031	1.250 = 1/250

Rissnachweis für die quasi-ständige Kombination

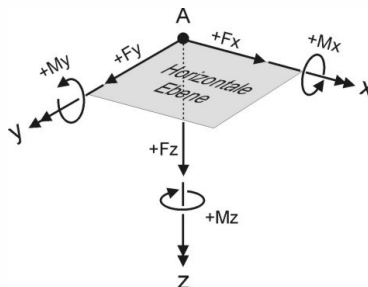
Rissnachweis für Lastbeanspruchung (nach 28 Tagen)

Nachweis der vorh. Rissbreite vorh.wk 11.2.4

Bezeichnung	Ort [m]	Md [kNm]	Nd [kN]	Dsm [mm]	min.As [cm ²]	vorh.As [cm ²]	vorh.wk [mm]	zul.wk [mm]
Feld 1 unten	2.50	89.84	0.0	16.0	-	12.06	0.07 < 0.40	
Feld 2 unten	8.50	23.99	0.0	16.0	-	4.02	0.10 < 0.40	
Stütze 1 oben	0.00	-8.14	0.0	16.0	-	4.02	0.01 < 0.40	
Stütze 2 oben	5.00	-83.01	0.0	16.0	-	10.05	0.09 < 0.40	
Stütze 3 oben	10.00	-15.24	0.0	16.0	-	4.02	0.04 < 0.40	

Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

Die Kraftartrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten F in [kN] und M in [kNm].

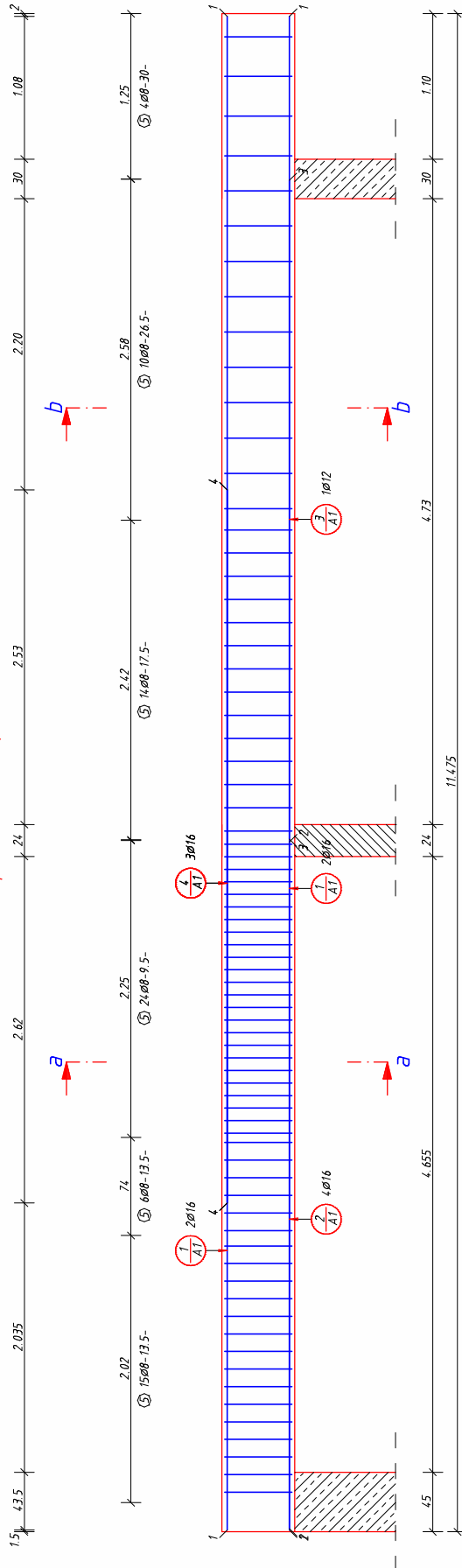


Lager	Kraftart	Kategorie	volllast	Maximal	Minimal
1	Fz	G	43.11	43.11	43.11
		Q,A1	20.59	20.59	0.00
		Q,A2	41.04	47.61	-6.57
		Q,S1	16.76	16.76	0.00

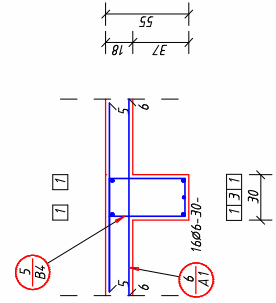
Lager	Kraftart	Kategorie	Volllast	Maximal	Minimal
		Q,W	4.75	4.75	0.00
		Summe,k	126.25	132.82	36.54
	My	G	-5.43	-5.43	-5.43
		Q,A1	-3.76	-3.76	0.00
		Q,A2	-3.67	-5.27	1.60
		Q,S1	-2.23	-2.23	-2.23
		Q,W	-0.42	-0.42	-0.42
		Summe,k	-15.51	-17.11	-6.48
2	Fz	G	110.84	110.84	110.84
		Q,A1	39.32	39.32	0.00
		Q,A2	122.91	127.75	-4.84
		Q,S1	41.67	41.67	0.00
		Q,W	14.22	14.22	0.00
		Summe,k	328.96	333.80	106.00
3	Fz	G	40.45	40.45	40.45
		Q,A1	-4.91	0.00	-4.91
		Q,A2	69.49	75.58	-6.10
		Q,S1	13.19	13.19	0.00
		Q,W	8.04	8.04	0.00
		Summe,k	126.26	137.26	29.44

Die Bewehrungszeichnung (QUICKPLOT) ist als optionales Modul erhältlich und nicht Bestandteil des Statikprogramms.

Pos. 084 MEHRFELD-STAHLBETONBALKEN
M 1: 50, 1 x ausführen, C 20/25, BSt 500A, c = 2.0 cm
 Exposition oben: XC1, unten: XC1



Schnitt b-b
(M. 1: 50)



Schnitt a-a
(M. 1: 50)

