

Inhaltsverzeichnis

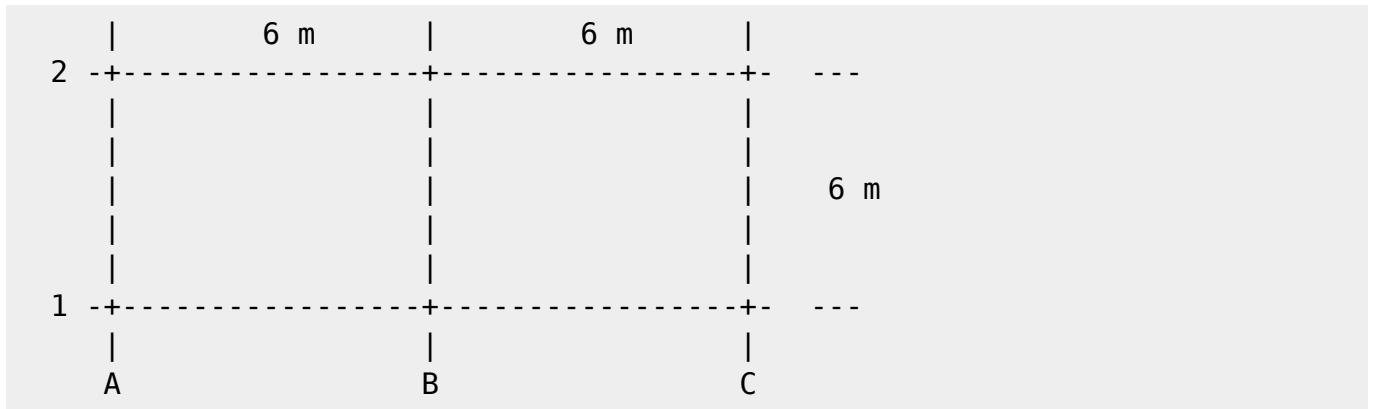
91. Zweifeld-Plattensystem	3
Schritt 1: Gebäudemodell	3
Schritt 2: Berechnung mit SOFiSTiK "Gesamtsystem"	4
Schritt 3: Berechnung mit SOFiSTiK "Subsystem"	6
Schritt 4: Modifikation Berechnungsmodell	7
Schritt 5: Modifikation Berechnungsmodell	8
Schritt 6: Vertikale Einwirkungen	9
Schritt 7: Horizontale Einwirkungen	11
Schritt 8: Geschosse kopieren	12
Schritt 9: Prüfen der Bemessungsergebnisse	13
Schritt 10: Stützenbemessung	15
Schritt 11: Trägerbemessung	15

91. Zweifeld-Plattensystem

Schritt 1: Gebäudemodell

Stand: 2018-10-24

Einfaches System mit sechs StB-Stützen [+] auf EFu und StB-Decke [—] auf StB-Trägern



Projekt mit SOFiSTiK Vorlage anlegen und speichern

Zeichnen immer von...

- ...unten -> oben
- ...links -> rechts

Objektachsen (Rechte-Hand-Regel)...

- **x** -> **rot** -> Daumen
- **y** -> **grün** -> Zeigefinger
- **z** -> **blau** -> Mittelfinger

[Ebene 0]

- Erstellen des Rasters
 - horizontal Zahlenachsen
 - vertikal Buchstabenachsen
- Anzeigen des Projekt-Basispunktes (PB)
- **VV** → Grundstück → Projekt-Basispunkt
- Raster mit A1 zum Projektbasispunkt verschieben
- Raster mit temporären Bemaßungen anpassen (ggf. anpinnen)
- Längenanpassung der Ebenenlinien (Süd und Ost)

[Ebene 1]

- Einzeichnen der StB-Stützen Ing.-Bau [30/30 cm] (Einzel oder im Raster)
- Einzeichnen der StB-Träger Ing.-Bau [30/60 cm] (vom Achsenschnittpunkt ausgehen)
- Einzeichnen der StB-Decke Ing.-Bau [20 cm] (Aussenecken der StB-Stützen / Skizziermodus)
- Kontrolle im 3D Schalplan

[Ebene 0]

- Einzeichnen der Einzelfundamente [150/150/50 cm] (Einzel, im Raster oder an Stützen)

Schritt 01

Schritt 2: Berechnung mit SOFiSTiK "Gesamtsystem"

Kontrolle des Berechnungsmodells in „3D / Berechnungsmodell“

MFL - SOFiSTiK Analysis -> Vernetzen

- „SOFiSTiK Hochbau DIN EN1992-2004 - deutsch“
- Berechne Lastfälle
- Hauptsystem im SSD anzeigen
 - Optische Kontrolle des FE-Netzes
 - Summe V im [Result Viewer](#) erheben (-463,50 kN)

Ergebnisse - LC Lastfall - Summe Auflagerkräfte in global Z

Berechnung am Revit-Modell (Schalkanten)

Die Volumen / Massenberechnung in Revit erfolgt auf Basis der Schalkanten. Somit ist die Summe der Vertikal-Kräfte nicht mit den Ergebnissen aus der statischen Berechnung vergleichbar. Dies wird besonders deutlich wenn eine Auswertung über Bauteillisten innerhalb von Revit erzeugt wird. Im Material-Browser der Software ist die Dichte für Beton mit 2549,30 kg/m³ hinterlegt. Das Bauteilvolumen kann z.B. durch Auswahl eines Bauteils dem Eigenschaften-Fenster entnommen werden.

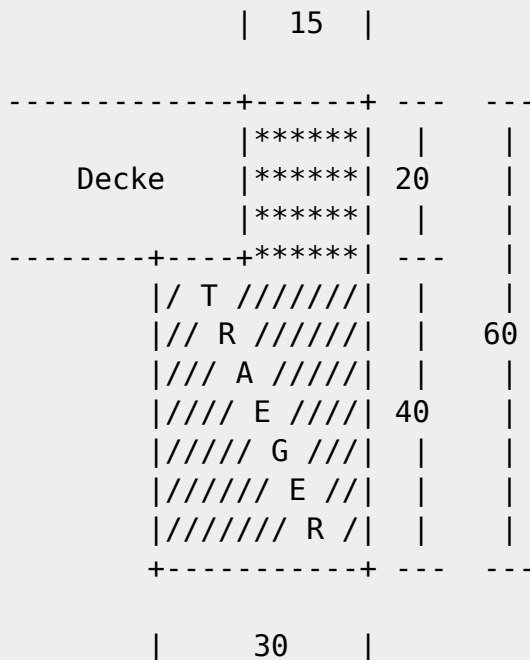
Summe V Gesamtsystem - Revit		
Decke	$15,498 \times 2549,3 / 1000 \times 1 =$	39,509 t
Träger	$0,684 \times 2549,3 / 1000 \times 3 =$	5,231 t
Stützen	$0,252 \times 2549,3 / 1000 \times 6 =$	3,855 t
Summe V		48,595 t

Berechnung am analytischen Modell (Achismaße)

Die SOFiSTiK-Programme arbeiten auf Basis des analytischen Modells. Bei der Massenermittlung bei

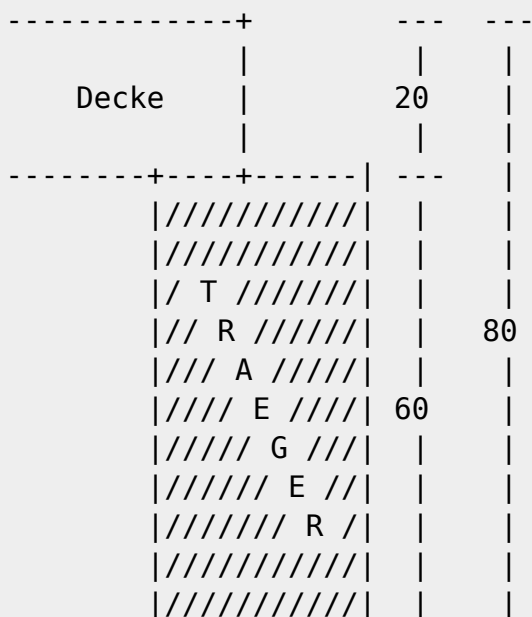
Trägern ist zu unterscheiden ob diese **gelenkig oder starr** an die Geschossdecken angeschlossen sind. Bei starrem Anschluss wird die Überschneidung der Bauteile berücksichtigt. Bei gelenkigem Anschluss liegt der Träger komplett unterhalb der Geschossdecke und geht daher mit seinem Bruttovolumen in die Berechnung ein.

[Delta Träger Deckenrand (starr)]



Summe Gesamtsystem - Handrechnung		
Decke	$12,00 \times 6,00 \times 0,20 \times 25,0 \times 1 =$	360,00 kN
Träger	$6,00 \times 0,30 \times (0,60 - 0,20) \times 25,0 \times 3 =$	54,00 kN
Stützen	$3,00 \times 0,3^2 \times 25,00 \times 6 =$	40,50 kN
Deckenrand {starr}	$6,00 \times 0,15 \times 0,20 \times 25,0 \times 2 =$	9,00 kN
Summe V		463,50 kN

[Delta Träger Deckenrand (gelenkig)]



```
+-----+ ---
|      30      |
```

Schritt 02

Schritt 3: Berechnung mit SOFiSTiK "Subsystem"

Wechseln zum Berechnungsmodell in „3D / Berechnungsmodell“

SOFiSTiK Analysis --> Subsystem Ansicht --> Subsystem Ansichten aus Ebenen
-> Ebene 1

- Kontrolle des Berechnungsmodells in „3D / Subsystem Ebene 1“
 - Eigenschaften
 - SOFiSTiK_SubsystemName → z.B. Decke Ebene 1
 - SOFiSTiK_SubsystemPath → z.B. Decken
 - SOFiSTiK_UseForLoadTakeDown → Lastweiterleitung Ja/Nein

SOFiSTiK Analysis - Systemgenerierung --> Vernetzen

- Ebenes 2D Plattensystem
- Berechne Lastfälle

SOFiSTiK Analysis - Berechnung --> Subsystem Ebene 1 --> SSD

- Optische Kontrolle des FE-Netzes
- Summe V im [Result Viewer](#) erheben (-423,00 kN)

Ergebnisse - LC Lastfall - Summe Auflagerkräfte in global Z

Schritt 03

Berechnung am Revit-Modell (Schalkanten)

Summe V Subsystem - Revit]

Decke	15,498 x 25,0 x 1 =	387,45 kN
Träger	0,684 x 25,0 x 3 =	51,30 kN
Summe V		438,75 kN

Berechnung am analytischen Modell (Achismaße)

Summe V Gesamtsystem - Handrechnung

Decke	12,00 x 6,00 x 0,20 x 25,0 x 1 =	360,00 kN
Träger	6,00 x 0,30 x (0,60 - 0,20) x 25,0 x 3 =	54,00 kN

Delta Träger am Deckenrand	$6,00 \times 0,15 \times 0,20 \times 25,0 \times 2 =$	9,00 kN
Summe V		423,00 kN

Schnittgrößen aus g - Handrechnung

Beispielhaft wird ein Schnitt parallel zu den Zahlenachsen mittig geführt

$g = 0,20 \times 25,00 =$	5,00 kN/m ²	
$A = C = 0,375 \times 5,00 \times 6,00 =$	11,25 kN/m	(11,25 x 6,00 = 67,5 kN)
$B = 1,250 \times 5,00 \times 6,00 =$	37,50 kN/m	(37,50 x 6,00 = 225,0 kN)
MA =		0 kNm/m
MC =		0 kNm/m
MF = $0,070 \times 5,00 \times 6,0^2 =$	12,60 kNm/m	
MS = $-0,125 \times 5,00 \times 6,0^2 =$	-22,50 kNm/m	

Schnittgrößen aus g - SOFiSTiK

$A = C =$	$2 \times 46,80 =$	93,6 kN	(93,6 / 6,00 = 15,6 kN/m)
$B =$	$117,8 \times 118,1 =$	235,9 kN	(235,9 / 6,00 = 39,3 kN/m)
Summe V =	$2 \times 93,6 + 235,9 =$	423,1 kN	
MA ~	1,70 kNm/m!		
MC ~	2,03 kNm/m!		
MF =	~12,90 kNm/m		
MS =	-9,64 kNm/m		

Die händisch berechneten Auflagerreaktionen und Schnittgrößen stimmen bei gleicher Laststellung (→ vgl. Summe V) nur mäßig überein. Dies liegt im anderen Lastabtrag nach der Plattenberechnung im Vergleich zur Berechnung am linearen System. Bei der Berechnung nach FEM werden die Lager wirklichkeitsnäher als elastische Lager (Feder) angesetzt. Die Handrechnung nach Tabelle setzt die Auflager starr an. Bei der Berechnung nach der FEM wird die Torsionssteifigkeit der Randträger mit berücksichtigt. Daher ergeben sich die Momente MA und MC nicht zu null.

Schritt 4: Modifikation Berechnungsmodell

Um die Ergebnisse vergleichbar zu machen soll das Gebäudemodell so angepasst werden dass die besonderen Effekte aus der FEM Berechnung ausgeschlossen werden.

Torsionssteifigkeit der Träger

SOFiSTiK Analysis - Zuordnung - Querschnitte

- * Trägerquerschnitt bearbeiten
- * Torsion berücksichtigen NEIN

→ MA = MC ~ 0 kN/m

Elastische Auflager ==> Starr

Wechseln zum Berechnungsmodell in „3D / *“

```
Berechnung - Berechnungsmodell - Auflagerbedingungen
* Auflagerbedingungen - Linie
* Optionsleiste: Zustand = Gelenkig
* Anwenden auf Skelettbau Träger (analytisch)
```

Schritt 04

A = C =	15,1 kN/m	(15,1 x 6,00 = 90,6 kN)
B =	40,4 kN/m	(40,4 x 6,00 = 242,4 kN)
	Verteilt, flächig; Mitteln (konstant)	
MA =	~0 kNm/m!	
MC =	~0 kNm/m!	
MF1 =	12,4 kNm/m	(zu 12,6 kNm/m abw. -1,5 %)
MF2 =	11,9 kNm/m	(zu 12,6 kNm/m abw. -5,6 %)
MS =	-21,1 kNm/m	(zu -22,5 kNm/m abw. -6,2 %)
Summe V =	2 x 90,6 + 242,4 = 423,6 kN	(zu 423 kN abw. ~0 %)

Schritt 5: Modifikation Berechnungsmodell

Ausgehend vom Gebäudemodell aus Schritt 3 sollen nunmehr die Stabrandbedingungen angepasst werden. Im Ausgangszustand sind allen Bauteile im analytischen Modell biegesteif verbunden. Die spiegelt nicht die übliche Modellannahme gelenkiger Verbindungen untereinander wieder. Formal ist das System nunmehr räumlich instabil. Da alle Bauteile ohne imperfektion zusammengesetzt sind lässt es sich dennoch berechnen.

Wechseln zum Berechnungsmodell in „3D / Berechnungsmodell“

```
SOFiSTiK Analysis - Zuordnung - Querschnitte
```

- [Torsionssteifigkeit der Träger]
 - Trägerquerschnitt bearbeiten
 - Torsion berücksichtigen: NEIN
- [Stützen Stabendgelenke]
 - Auswahlatz „Tragwerksstützen (analytisch)“ erstellen
 - Objektwahl mittels kreuzen Fenster

```
MFL - Auswahl - Filter -> Tragwerksstützen (analytisch) = 6 Stück
```

- [SOFiSTiK: Struktureigenschaften]

```
SOFiSTiK Analysis - Verwalten - Benutzeroberfläche
```

- Gelenke Anfang / Ende
 - Gelenk am Anfang (grün) => Gelenkig
 - Gelenk am Ende (rot) => Gelenkig

- Grafische Kontrolle der Verformung im **SSD**
 - Gelenke werden als „rote Kugel“ visualisiert
 - An der Verformungsfigur sind Gelenk-Mechanismen erkennbar
- Kontrolle der Schnittkräfte der Stabelemente im **WinGraf** ⇒ Alle Stäbe sind Momentenfrei

Sofern erforderlich können Plattenränder in gleicher Art gelenkig angeschlossen werden. Die zu bearbeitende Kante wird visualisiert wenn im Dialog in die rechte Spalte geklickt wird.

Schritt 05

Schritt 6: Vertikale Einwirkungen

Wechseln zum Berechnungsmodell in „3D / Berechnungsmodell“

Berechnung - Berechnungsmodell - Lasten

Hier können weitere **Einwirkungen** als

- Einzellast
- Linienlast
- Flächenlast
- abhängige Einzellast
- abhängige Linienlast
- abhängige Flächenlast

platziert werden.

Ständige Last $\Delta g = 1 \text{ kN/m}^2$

abhängige Flächenlast

Im Eigenschaften-Dialog ist festzulegen...

- Lastfall ⇒ G (1)
- Lokales Koordinatensystem ⇒ Projekt
 - Kräfte
 - F_{x1} wirkt positiv in Richtung der positiven X-Achse
 - F_{y1} wirkt positiv in Richtung der positiven Y-Achse
 - F_{z1} wirkt positiv in Richtung der positiven Z-Achse
 - i.d.R. negativ nach unten ⇒ -1 kN/m^2

Auswahl des Bauteils

- Grafische Kontrolle in Revit (grün)

Veränderliche Last $q = 2 \text{ kN/m}^2$

abhängige Flächenlast

Im Eigenschaftendialog ist festzulegen...

- Lastfall \Rightarrow Q (2)
 - Lokales Koordinatensystem \Rightarrow Projekt
 - Kräfte
 - F_{x1} wirkt positiv in Richtung der positiven X-Achse
 - F_{y1} wirkt positiv in Richtung der positiven Y-Achse
 - F_{z1} wirkt positiv in Richtung der positiven Z-Achse
 - i.d.R. negativ nach unten $\Rightarrow -2 \text{ kN/m}^2$

Auswahl des Bauteils

- Grafische Kontrolle in Revit (orange)

Veränderliche Last Q = 5 kN

Einzellast

Ingenieurbau - Arbeitsebene - Anzeigen
Ingenieurbau - Arbeitsebene - Festlegen \Rightarrow Ebene 1

Neuen Lastfall erzeugen

Berechnung - Berechnungsmodell - Lastfälle -> Hinzufügen

- Name \Rightarrow „Neuer Fall 1“
- Art \Rightarrow Veränderliche Last
- Kategorie \Rightarrow Veränderliche Last

Berechnung - Berechnungsmodell - Lasten

Im Eigenschaftendialog ist festzulegen...

- Lastfall \Rightarrow Neuer Fall 1 (9)
- Lokales Koordinatensystem \Rightarrow Projekt
- Kräfte
 - F_{x1} wirkt positiv in Richtung der positiven X-Achse
 - F_{y1} wirkt positiv in Richtung der positiven Y-Achse
 - F_{z1} wirkt positiv in Richtung der positiven Z-Achse
 - i.d.R. negativ nach unten $\Rightarrow -5 \text{ kN}$

Auswahl des Bauteils \Rightarrow Decke Feld 1

- Einzellast mittels temporärer Bemessung mittig ausrichten
- Grafische Kontrolle in Revit (orange)

System berechnen

Anpassen der Elementgröße

SOFiSTiK Analysis - Vernetzen - Vernetzung -> Manuell festlegen => 0,20 m

Kontrolle der Einwirkungen

- Grafisch → [WinGraf](#)
- Analytisch → [Result Viewer](#)

Schritt 06

Summe $V_g =$	(Schritt 2)	463,5 kN
Summe $V_{\Delta g} =$	$12,0 \times 6,0 \times 1 =$	72,0 kN
Summe $V_g =$		535,5 kN
Summe $V_{\Delta q} =$	$12,0 \times 6,0 \times 2 =$	144,0 kN
Summe $V_Q =$	$1 \times 5,0 =$	5,0 kN

Schritt 7: Horizontale Einwirkungen**Neuen Lastfall erzeugen**

Berechnung - Berechnungsmodell - Lastfälle -> Hinzufügen

- Name ⇒ „Wind X“
- Art ⇒ Wind
- Kategorie ⇒ Windlasten
- Name ⇒ „Wind Y“
- Art ⇒ Wind
- Kategorie ⇒ Windlasten

Veränderliche Last z.B. $W = 2 \text{ kN/m}^2$

MFL - Berechnung - Berechnungsmodell -> Lasten -> abhängige Flächenlast

Im Eigenschaften-Dialog ist festzulegen...

- Lastfall ⇒ Wind X (10)
- Lokales Koordinatensystem ⇒ Projekt
 - Kräfte
 - F_{x1} wirkt positiv in Richtung der positiven X-Achse [i.d.R. positiv nach Ost ⇒ 2 kN/m]
 - F_{y1} wirkt positiv in Richtung der positiven Y-Achse
 - F_{z1} wirkt positiv in Richtung der positiven Z-Achse

Auswahl des Bauteils Grafische Kontrolle in Revit (blau)

Veränderliche Last z.B. $W = 2 \text{ kN/m}^2$

MFL - Berechnung - Berechnungsmodell -> Lasten -> abhängige Flächenlast

Im Eigenschaften-Dialog ist festzulegen...

- Lastfall \Rightarrow Wind Y (11)
- Lokales Koordinatensystem \Rightarrow Projekt
 - Kräfte
 - F_{x1} wirkt positiv in Richtung der positiven X-Achse
 - F_{y1} wirkt positiv in Richtung der positiven Y-Achse [i.d.R. positiv nach Nord $\Rightarrow 2 \text{ kN/m}$]
 - F_{z1} wirkt positiv in Richtung der positiven Z-Achse

Auswahl des Bauteils Grafische Kontrolle in Revit (blau)

System berechnen

\rightarrow System ist für $W(2)$ instabil!

\rightarrow Abhilfe: Aussteifung durch Wände oder eingespannte Stützen

Stützen Stabendgelenke

- Auswahlatz „Tragwerksstützen (analytisch)“ in Achse A/1-2 erstellen
 - Objektwahl mittels kreuzen Fenster
 - Filter \rightarrow Tragwerksstützen (analytisch) = 2 Stück

SOFiSTiK: Struktureigenschaften

SOFiSTiK Analysis - Verwalten - Benutzeroberfläche

- Gelenke Anfang / Ende
 - Gelenk am Anfang (grün) \Rightarrow Fest
 - Gelenk am Ende (rot) \Rightarrow Gelenkig

Grafische Kontrolle der Verformung im [SSD](#)

- Gelenke werden als „rote Kugel“ visualisiert
- An der Verformungsfigur sind Gelenk-Mechanismen erkennbar

Schritt 07

Schritt 8: Geschosse kopieren

\Rightarrow System aus Schritt 7

Geschosse können sehr einfach über die Zwischenablage kopiert und danach ggf. modifiziert werden.

Sollen die Einwirkungen auch kopiert werden kann der Kopiervorgang im Berechnungsmodell durchgeführt werden. Hierzu werden in einer geeigneten Ansicht die benötigten Elemente ausgewählt (Hinweis: Filter!).

Kopieren

```
MFL - Ändern|Mehrfachauswahl - Zwischenablage - In die Zwischenablage kopieren (Strg + C)
```

Einfügen

```
MFL - Ändern|Mehrfachauswahl - Zwischenablage - Einfügen -> An ausgewählten Ebenen ausrichten  
>> Ebene 2 - 4
```

Ebene 2 - 4

Wird der Kopiervorgang aus einem Schalplan heraus initiiert kann es passieren das Fundamente mit kopiert werden! Im Nachgang sind die Stabrandbedingungen zu prüfen bzw. anzupassen.

Schritt 08

Schritt 9: Prüfen der Bemessungsergebnisse

⇒ System aus Schritt 7

Wechseln zu → 3D / Subsystem Ebene 1

Zu Lehrzwecken entfallen folgende Lastfälle durch löschen oder ausblenden
Neuer Fall 1 (9)
Wind X (10)
Wind Y (11)

Hierzu Element anklicken

```
Kontextmenü - In Ansicht ausblenden - [Element / Kategorie]
```

Für die [Verkehrslaststellung](#) muss die Veränderliche Einwirkung geeignet geteilt werden. Hierzu sind Modelllinien vom Typ *SOF_LoadDivisor* ein zu zeichnen. Für das Lehrbeispiel genügt eine Linie auf Achse B/1-2.

- Wechseln zu → Ebene 0

```
MFL Ingenieurbau - Modell - Modelllinie -> Zeichnen -> Linien auswählen
```

- Wechseln zu → 3D / Berechnungsmodell

MFL SOFiSTiK Analysis - Werkzeuge - Flächenlast teilen

- Als Lastfallnummer kann im Beispiel der Vorschlag akzeptiert werden.
 - Veränderliche Flächenlast wählen
 - Lastteilungslinie wählen
 - Fertig stellen

Die Original Veränderliche Flächenlast muss nunmehr aus- und die geteilte Veränderliche Flächenlast eingeblendet werden.

Zunächst wird das Gebäudemodell berechnet. Danach ist der Taskbaum im SSD anzupassen. Für Lehrzwecke können die Tasks „Bemessung GZG *“ entfernt werden.

MFL Ansicht - Grafik - Sichtbarkeit/Grafiken -> Filter [Flächenlast Original abwählen / Flächenlast Geteilt anwählen]

Im Lehrbeispiel sind keine LF Wind und Schnee hinterlegt. Um Fehlermeldungen bei der Berechnung zu vermeiden sind diese aus der SOFiSTiK Datenbank (CDB) zu entfernen.

- Im SSD → SOFiSTiK - Datenbank aufräumen... → Einwirkungen [Schnee und Wind] → OK
- Im Taskbaum Kombinationsvorschriften bearbeiten → RMT → Alle löschen und neu initialisieren
- Im Taskbaum Kombinationsvorschriften bearbeiten → RMT → Alle löschen und neu initialisieren {→ Sofort ausführen Haken entfernen}
- Gesamten Taskbaum neu berechnen → RMT → Alles berechnen

Ergebnis Auswertung mit WinGraf

- Bemessung - Flächenelemente - Bewehrung - ...
 - Darstellung anpassen → Text im Raster
 - Bemessung - Stabelemente - Bemessung - ...

Bemessung Handrechnung

gk	$0,20 \times 25 = 5,00 \text{ kN/m}^2$
dgk	$1,00 \text{ kN/m}^2$
qk	$2,00 \text{ kN/m}^2$
gd	$(5,0 + 1,0) \times 1,35 = 8,1 \text{ kN/m}^2$
qd	$2,0 \times 1,50 = 3,0 \text{ kN/m}^2$

Laststellung 1 -> gd



A = C =	$0,375 \times 8,1 \times 6,0 =$	$18,23 \text{ kN/m}$
B =	$1,250 \times 8,1 \times 6,0 =$	$60,75 \text{ kN/m}$
Mf1 = Mf2 =	$0,070 \times 8,1 \times 6,0^2 =$	$20,41 \text{ kNm/m}$

$$\mathbf{M_b} = -0,125 \times 8,1 \times 6,0^2 = -29,16 \text{ kNm/m}$$

Laststellung 2 -> qd

 ^ ^ ^

A =	$0,438 \times 2,0 \times 6,0 =$	5,26 kN/m
C =	$-0,063 \times 2,0 \times 6,0 =$	-0,76 kN/m
B =	$2,0 \times 6,0 - A - C =$	7,50 kN/m
Mf1 =	$0,070 \times 2,0 \times 6,0^2 =$	6,91 kNm/m
Mb =	$-0,063 \times 2,0 \times 6,0^2 =$	-4,54 kNm/m

Bemessung

h/d =	200 / 160 mm	
fcd =	11,3 N/mm ²	
Mf =	20,41 + 6,91 = 27,32 kNm/m	
müEDS =	$27,32 \times 10^6 / (1000 \times 160^2 \times 11,3) =$	0,094
w =	$(0,0946 + 0,1057) / 2 =$	0,1002
As =	$1/456 \times 0,1002 \times 1000 \times 160 \times 11,3 / 100 =$	3,97 cm²/m
Mb =	$-29,16 - 4,51 =$	-33,70 kNm/m
müEDS =	$33,70 \times 10^6 / (1000 \times 160^2 \times 11,3) =$	0,1165
w =	$(0,1170 + 0,1285) / 2 =$	0,1228
As =	$1/451 \times 0,1228 \times 1000 \times 160 \times 11,3 / 100 =$	4,92 cm²/m

Schritt 10: Stützenbemessung

⇒ System aus Schritt 9

[15. Stützenbemessung](#)

Schritt 10

Schritt 11: Trägerbemessung

⇒ System aus Schritt 10

[16. Trägerbemessung](#)

Schritt 11

From:

<https://dokuwiki.fbbu.h-da.de/> - **Fachbereich Bauingenieurwesen**

Permanent link:

https://dokuwiki.fbbu.h-da.de/doku.php?id=bim2k:wise2018_01

Last update: **2018/12/17 08:59**

