

BEMEFix 10.1: Holzbaustatik vom Feinsten...

Bedienungsanleitung mit Tipps und Tricks und Musterbeispiel

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemein	4
1.1	Installation.....	4
1.2	Fenster beim Programmstart	4
1.3	Speichern.....	4
1.4	Eingabefelder.....	5
1.5	Tabellenblätter	5
1.6	Musterbeispiel 1	6
2	Tabellenblatt „Statik“	7
2.1	Punkt 1: Titelzeile.....	8
2.2	Punkt 2: Button „Formeln wieder herstellen“	8
2.3	Punkt 3: Feldlängen und Lage der Punktlasten	8
2.4	Punkt 4: Lasten feldweise	8
2.5	Punkt 5: EI und Bauteilhöhe	8
2.6	Punkt 6: Lastkombination Tragsicherheit.....	9
2.7	Punkt 7: Lastkombination Gebrauchstauglichkeit	9
2.8	Punkt 8: Resultatbox.....	9
2.9	Punkt 9: Ergebnisgrafiken.....	9
3	Tabellenblatt „Lastannahmen“	10
3.1	Punkt 1: Einflussbreite	11
3.2	Punkt 2: Bauteilneigung	11
3.3	Punkt 3: Button „Formeln wieder herstellen“	11
3.4	Punkt 4: Eigen- und Auflasten	11
3.5	Punkt 5: Nutzlasten.....	11
3.6	Punkt 6: Schneelasten	11
3.7	Punkt 7: Windlasten	12
3.8	Punkt 8: Lastkombination Tragsicherheit.....	12
3.9	Punkt 9: Feuchteklasse.....	12
3.10	Punkt 10: Lastkombination Gebrauchstauglichkeit	12
3.11	Punkt 11: Infofelder Gebrauchstauglichkeit	13
4	Tabellenblatt „Bemessung“	13
4.1	Punkt 1: Button „Formeln wieder herstellen“	13
4.2	Punkt 2: Button „alle Blätter ausdrucken“ und „Statik und Bemessung drucken“	13
4.3	Punkt 3: Nachweis	14
4.3.1	Nachweis „alle Baustoffe, Biegung und Zug, ohne Kippen, elastisch“	14
4.3.2	Nachweis „Kippnachweis Holz, Rechteckquerschnitt, M=konstant“	14
4.3.3	Nachweis „Stahlprofil S 235, Biegung und Zug, ohne Kippen, plastisch“	14
4.3.4	Brandwiderstandsnachweis	14
4.3.5	Mitwirkende Breite von Tafелеlementen.....	14
4.4	Punkt 4: Einwirkungsdauer	15
4.5	Punkt 5: Feuchteklasse.....	15
4.6	Punkt 6: Kippbeiwert	15
4.7	Punkt 7: Systembeiwert k_{sys}	15
4.8	Punkt 8: Querschnitteingabe.....	15
4.9	Punkt 9: Rohdichte.....	16
4.10	Punkt 10: Resultatbox Querschnittswerte	16
4.11	Punkt 11: Massgebende Schnittkräfte auf Bemessungsniveau	16
4.12	Punkt 12: Tragsicherheitsnachweis	16
5	Tabellenblatt „Knicken“	17
5.1	Punkt 1: Button „Formeln wieder herstellen“	18
5.2	Punkt 2: Nachweis	18

5.2.1	Nachweis „Druck und Biegung, ohne Kippen“	18
5.2.2	Nachweis „Druck und Biegung, mit Kippen“.....	18
5.2.3	Nachweis „Druck und Biegung bei Brand, ohne Kippen“	18
5.2.4	Nachweis „Druck und Biegung bei Brand, mit Kippen“	18
5.3	Punkt 3: Kippbeiwert	18
5.4	Punkt 4: Einwirkungsdauer	19
5.5	Punkt 5: Feuchtekategorie.....	19
5.6	Punkt 6: Querschnitteingabe.....	19
5.7	Punkt 7: Resultatbox Querschnittswerte	19
5.8	Punkt 8: Eingabefelder Lasten und statisches System	19
5.9	Punkt 9: Diagramm mit den Schnittkräften am Knickstab	20
5.10	Punkt 10: Massgebende Schnittkräfte auf Bemessungsniveau	20
5.11	Punkt 11: Tragsicherheitsnachweis	20
6	Musterbeispiel 2: Deckenelement aus 5-Schichtplatten.....	21
7	Musterbeispiel 3: Unterzug einer Geschossdecke	26
8	Musterbeispiel 4: Brandwiderstandsnachweis	31
9	Musterbeispiel 5: mitwirkende Breite Hohlkasten.....	40
10	Musterbeispiel 6: Fassadenkonstruktion	46

1 Allgemein

Herzlichen Glückwunsch zum Kauf von BEMefix Version 9.1. Mit Hilfe dieser Bedienungsanleitung und den Musterbeispielen werden Sie die Bedienung des Programms ganz schnell in den Griff kriegen. Schon bald werden Sie auf die Vorteile dieses einfachen und trotzdem vielseitigen Statikprogramms nicht mehr verzichten wollen.

1.1 Installation

BEMefix ist ein ganz normales Excel Vorlagen File. Es kann gemäss Vereinbarung auf beliebig vielen Arbeitsstationen in Ihrem Betrieb installiert werden. Wird BEMefix auf ihrem Computer zum ersten Mal geöffnet, so erscheint das folgende Fenster:



Klicken Sie auf „Makros aus dieser Quelle immer vertrauen“ und dann auf „Makros aktivieren“. So wird dieses Fenster beim Programmstart in Zukunft nicht mehr erscheinen.

1.2 Fenster beim Programmstart

Beim Programmstart erscheint ein Fenster, in welchem das Objekt und das Bauteil sowie der Sachbearbeiter eingesetzt werden können. Mit Klick auf den OK Button werden Objektname und der Bauteilname in die Titelzeile aller vier Tabellenblätter eingesetzt. Der Sachbearbeiter erscheint erst am Schluss beim ausdrucken in der Fusszeile. Werden die drei Felder leer gelassen, so wird der Inhalt der Titelzeile nicht überschrieben (z. B. bei bestehenden Berechnungen).

1.3 Speichern

Da es sich um Excel Vorlagen File handelt, fragt das Programm automatisch beim speichern nach dem Speicherort und dem Namen der Berechnung, das Vorlagen File bleibt dabei unverändert („Speichern unter“). Beachten Sie, dass jede Berechnung rund 1 MB Speicherplatz benötigt. In der Praxis ist es daher oft zweckmässiger, die Berechnung auszudrucken und in Papierform abzulegen. Muss die Berechnung angepasst werden, sind die wenigen Angaben der Berechnung schnell wieder eingegeben.

1.4 Eingabefelder

Grundsätzlich werden in BEMefix die folgenden drei Arten von Eingabefeldern unterschieden:

Rot gestrichelte Eingabefelder

Felder, welche mit einer rot gestrichelten Linie unterstrichen sind, sind normale Eingabefelder. Spezielle rote Eingabefelder sind die Felder „Objekt“ und „Bauteil“ in der Titelzeile. Wird in diesen Feldern eine Eingabe gemacht, so wird die entsprechende Eingabe auch bei den anderen drei Tabellenblättern eingesetzt.

Blau gestrichelte Eingabefelder

Die blau unterstrichenen Eingabefelder werden im Normalfall vom Programm selbständig berechnet, **dürfen** vom Nutzer aber überschrieben werden. Im Tabellenblatt „Lastannahmen“ wird beispielsweise im Feld Z10 das Eigengewicht des Bauteils automatisch berechnet. Spielt das Eigengewicht des Bauteils für die Bemessung aber keine Rolle (z. B. Windnachweis), so darf dieses Feld z. B. mit dem Wert 0 überschrieben werden.

Auf jedem Tabellenblatt findet sich oben rechts ein Button „Formeln wieder herstellen“. Durch Klick auf diesen Button werden in allen blau unterstrichenen Feldern dieses Tabellenblatts die Formeln wieder eingesetzt.

Grün unterstrichene Eingabefelder

Durch Klick auf die grün unterstrichenen Eingabefelder öffnet sich eine Auswahlliste, aus welcher der Nutzer den richtigen Wert auswählen kann.

Alle übrigen Felder können nicht überschrieben werden.

1.5 Tabellenblätter

BEMefix besteht aus vier Tabellenblättern (Statik, Lastannahmen, Bemessung und Knicken). Für einen Biegenachweis sind im Allgemeinen die ersten drei Arbeitsblätter in der oben genannten Reihenfolge zu bearbeiten und am Schluss auszudrucken.

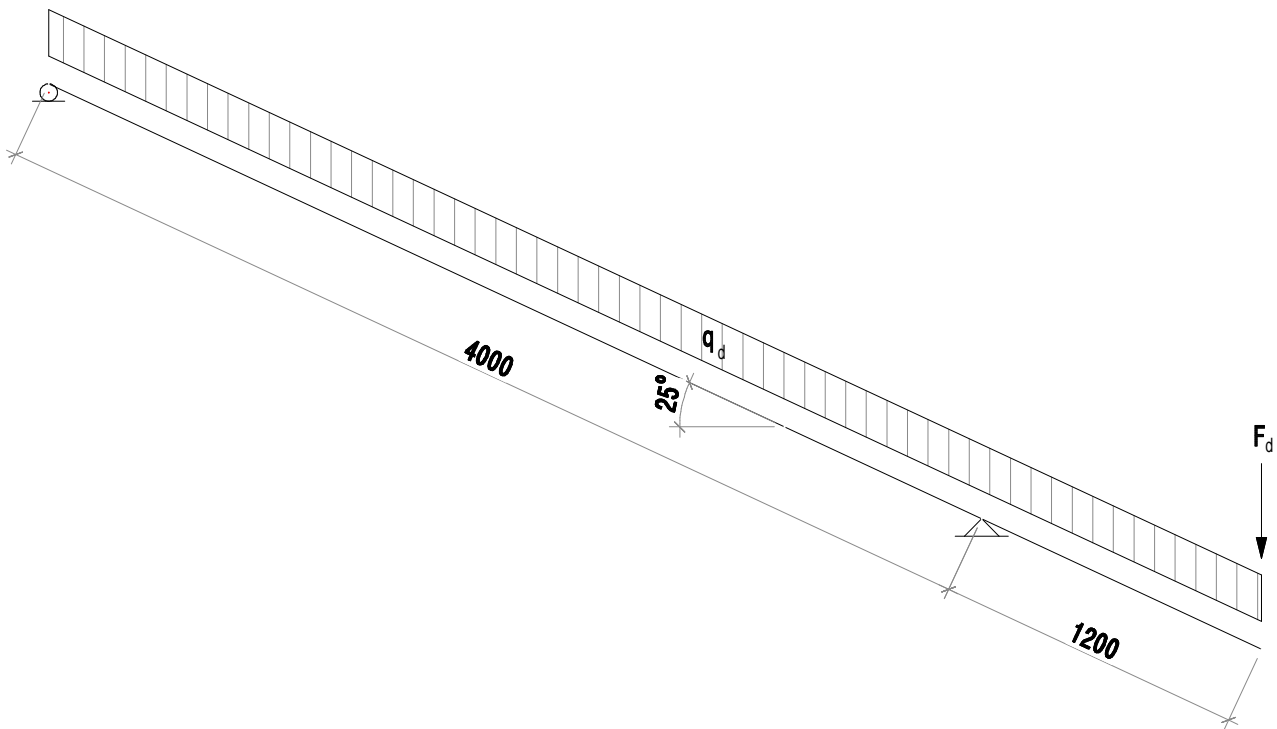
Das Tabellenblatt „Knicken“ dient dem Knicknachweis von Druckstäben und wird für sich allein bearbeitet.

1.6 Musterbeispiel 1

Die Grundfunktionen von BEMefix werden anhand von einem einfachen Musterbeispiel erklärt:

- Steildachsparren als Einfeldträger mit Kragarm gemäss Skizze unten
- Dachaufbau: Betonziegel, Ziegellattung, Konterlattung, Unterdach Weichfaser 35 mm, Dämmung 30 kg/m^3 200 mm, Dampfbremse, Dachschalung 20 mm
- Objekt auf 780 M.ü.M, Höhenzuschlag = 200 m
- Dachsparren = Vollholz Fi/Ta C24, 80 mm breit, Sprung = 700 mm

Gesucht: Höhe der Dachsparren



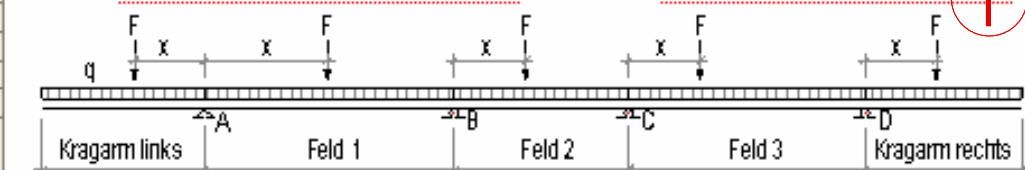
2 Tabellenblatt „Statik“

statisches System, Lasten, Schnittkräfte, Verformungen

Objekt: Musterbeispiel

Bauteil: Dachsparren

1



Kragarm links:	Feld 1:	Feld 2:	Feld 3:	Kragarm rechts:
Feld = 0 mm	Feld = 4000 mm	Feld = 0 mm	Feld = 0 mm	Feld = 1200 mm
x = 0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x = 1200 mm
q _{TS} = kN/m ²	q _{TS} = 3.24 kN/m ²	q _{TS} = kN/m ²	q _{TS} = kN/m ²	q _{TS} = 3.24 kN/m ²
q _{GT} = kN/m ²	q _{GT} = 2.58 kN/m ²	q _{GT} = kN/m ²	q _{GT} = kN/m ²	q _{GT} = 2.58 kN/m ²
F _{TS} = kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = kN	F _{TS} = kN	F _{TS} = 0.52 kN
F _{GT} = kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = kN	F _{GT} = kN	F _{GT} = 0.35 kN
EI = kN*m ²	EI = 586.7 kN*m ²	EI = kN*m ²	EI = kN*m ²	EI = 586.7 kN*m ²
El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>
h _{bauteil} = mm	h _{bauteil} = 200 mm	h _{bauteil} = mm	h _{bauteil} = mm	h _{bauteil} = 200 mm

Lastkombination Tragsicherheit Leiteinwirkung Schnee

Eigen- & Auflasten G _k x 1.35 +	Schneelasten G _{k,S} x 1.50
0.65 kN/m ² x 1.35 +	1.79 kN/m ² x 1.50

Punktlast Schneeeinwirkung 0.58 kN **Linienlast TS: 3.58 kN/m**

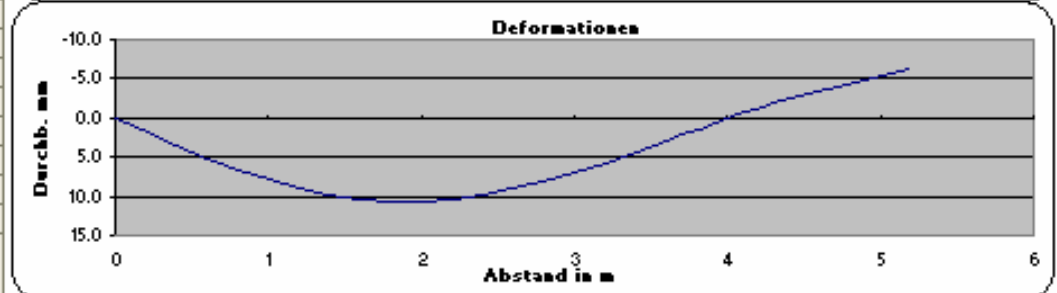
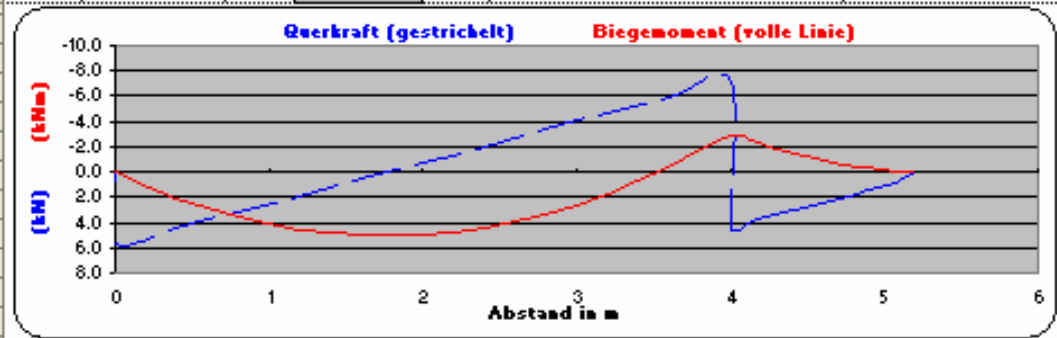
Lastkombination Gebrauchstauglich Leiteinwirkung Schnee, Funktionstüchtigkeit bei Tragwerken mit verformungsempfindlichen Einbauten. Irreversible Folgen einer Auswirkung infolge eines seltenen Lastfalls. Kriechen bei Lastfaktoren berücksichtigt.

Eigen- & Auflasten G _k x 1.60 +	Schneelasten G _{k,S} x 1.10
0.65 kN/m ² x 1.60 +	1.79 kN/m ² x 1.10

Punktlast Schneeeinwirkung 0.38 kN **Linienlast GT: 2.84 kN/m**

Anmerkungen: - Einflussbreite auf Bauteil = 0.70 m
 - bei geneigten Bauteilen werden in der Zusammenstellung der Lastkombinationen bei den Eigen- & Auflasten und bei den Schneelasten die lotrecht wirkenden Kräfte angegeben.

	Kragarm links	A	Feld 1	B	Feld 2	C	Feld 3	D	Kragarm rechts
	senke		blei	senke	blei				
R _{TS} (kN)	6.7	5.7	2.7	12.8	11.6	8.4			
R _{GT} (kN)	8.7	4.6	2.7	11.1	9.2	4.3			
M (kNm)		0.0	5.0	-3.0					-2.5
V (kN)			-7.2						4.4
δ (mm)			10.8						-6.4
Feld			371.7						376.5



Formeln wieder herstellen

2

3

4

5

6

7

8

9

2.1 Punkt 1: Titelzeile

Die Titelzeile mit „Objekt“ und „Bauteil“, wird im Fenster, welches beim Programmstart aufgeht, eingegeben, kann aber jederzeit angepasst werden. Änderungen in diesen beiden Feldern werden immer automatisch auch auf den Tabellenblättern „Lastannahmen“ und „Bemessung“ korrigiert.

2.2 Punkt 2: Button „Formeln wieder herstellen“

Wurden auf diesem Tabellenblatt in blau unterstrichenen Feldern eigene Werte eingesetzt und somit die Formeln in diesen Feldern überschrieben, kann durch Klick auf diesen Button überall die Formel wieder hergestellt werden.

2.3 Punkt 3: Feldlängen und Lage der Punktlasten

Feldlänge in mm. Es können maximal drei Felder mit beidseitigem Kragarm berechnet werden. Es muss darauf geachtet werden, dass die drei Felder immer von links nach rechts ausgefüllt werden. Bei einem Zweifeldträger müssen unbedingt Feld 1 und Feld 2 ausgefüllt werden und nicht etwa Feld 2 und Feld 3. Die Kragarme können immer links oder rechts oder auch beidseitig angesetzt werden.

x bezeichnet den Abstand einer allfälligen Punktlast vom Auflager (siehe Systemskizze). x darf nie grösser als die Feldlänge sein. Eine allfällige Punktlast aus den Lastannahmen (z. B. Schneeüberhang) wird unter F_{TS} und F_{GT} erst ausgewiesen, wenn $x > 0$ ist.

2.4 Punkt 4: Lasten feldweise

Die Lastfelder sind blau unterstrichen. Im Normalfall werden die Lasten nach Eingabe der entsprechenden Lastfälle im Tabellenblatt „Lastannahmen“ automatisch eingesetzt. Es steht dem Nutzer aber frei, die Lasten direkt in die Felder einzutragen.

q bedeutet Linienlast in kN/m^1 , F bedeutet Punktlast in kN .

Lasten mit dem Zusatz TS werden nur für den Tragsicherheitsnachweis verwendet, mit dem Zusatz GT nur für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit (Durchbiegung).

In unserem Beispiel handelt es sich um einen geneigten Dachsparren. Im Tabellenblatt „Lastannahmen“ werden die Lasten eines geneigten Trägers in die zwei Komponenten rechtwinklig und parallel zum Träger aufgeteilt. Für die Bemessung eingesetzt wird nur der Anteil rechtwinklig zum Träger (siehe auch Kapitel 3.2).

2.5 Punkt 5: EI und Bauteilhöhe

EI des zu bemessenden Bauteils, wird aus dem Tabellenblatt „Bemessung“ übernommen. Das Feld ist blau unterstrichen, das EI kann vom Benutzer also auch direkt eingesetzt werden in $\text{kN} \times \text{m}^2$. Es kann für jedes Feld ein eigenes EI eingegeben werden. Die Bauteilhöhe ist nur als zusätzliche Information ausgeführt, eine Änderung der Bauteilhöhe auf dem Tabellenblatt „Statik“ hat keinen Einfluss auf die Berechnung.

Wird im Kästchen hinter „EI einfrieren“ ein Haken gesetzt, so ändert sich das EI in diesem Feld nicht mehr, auch wenn der Querschnitt im Tabellenblatt „Bemessung“ geändert wird.

2.6 Punkt 6: Lastkombination Tragsicherheit

Falls die Lastannahmen für die Tragsicherheit unverändert vom Tabellenblatt „Lastannahmen“ übernommen wurden und für alle Felder gleich sind, wird hier in Wort und Zahl die für die Tragsicherheit berücksichtigte Lastkombination genau beschrieben.

2.7 Punkt 7: Lastkombination Gebrauchstauglichkeit

Falls die Lastannahmen für die Gebrauchstauglichkeit unverändert vom Tabellenblatt „Lastannahmen“ übernommen wurden und für alle Felder gleich sind, wird hier in Wort und Zahl die für die Gebrauchstauglichkeit berücksichtigte Lastkombination genau beschrieben.

2.8 Punkt 8: Resultatbox

Resultatbox: R_{TS} zeigt die Auflagerlasten für alle Auflager mit den Tragsicherheitslasten an, R_{GT} zeigt die Auflagerlasten für alle Auflager mit den Gebrauchstauglichkeitslasten an. Dabei handelt es sich bei dem Wert in der Mitte unter den Buchstaben A und B immer um den Wert senkrecht zum Bauteil. Wird auf dem Blatt „Lastannahmen“ eine Bauteilneigung eingegeben und die Lasten q_{TS} und q_{GT} nicht von Hand überschrieben, so gibt BEMefix auch immer die Auflagerlasten im Senkel (z. B. für die Dimensionierung der Pfetten) und im Blei (z. B. für horizontale Verankerungen bei Dreigelenkrahmen) an.

In M (kNm) sind die maximalen Biegemomente in den einzelnen Feldern und bei den Auflagern angegeben. Der absolute Maximalwert ist grau hinterlegt. Dieser Wert wird in Feld N43 auf Tabellenblatt „Bemessung“ übertragen und für den Tragsicherheitsnachweis weiterverwendet.

In V (kN) sind die maximalen Querkräfte in den einzelnen Feldern angegeben. Der absolute Maximalwert ist grau hinterlegt. Dieser Wert wird in Feld W43 auf Tabellenblatt „Bemessung“ übertragen und für den Tragsicherheitsnachweis weiterverwendet.

δ (mm) zeigt die maximale Deformation in den Feldern in mm. In der letzten Zeile wird die Spannweite der Felder noch durch die Durchbiegung geteilt (bei Kragarmen die doppelte Kragarmlänge). Diesen Wert gilt es für die Bemessung unbedingt zu berücksichtigen.

BEMefix rechnet nur die Verformung aus Biegemomenten, Schubverformungen werden nicht gerechnet!

Bei unserem Beispiel erreichen wir im Feld 1 eine Deformation von 10.8 mm, das entspricht der Spannweite / 371.7. Für einen Dachsparren wäre dieser Wert sicher in Ordnung.

2.9 Punkt 9: Ergebnisgrafiken

Die beiden Grafiken zeigen den Biegemomente- Querkraft -und Deformationsverlauf entlang des Biegeträgers.

3 Tabellenblatt „Lastannahmen“

Lastannahmen nach SIA 261

Objekt: Musterbeispiel **Bauteil:** Dachsparren

Einflussbreite: 0.70 m **Bauteilneigung:** 25.0 °

Eigen- und Auflasten $Q_{k,G}$

Auflast Schicht	Material	Eigenlast Bauteil	Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
			im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Auflast Schicht 1	Beton-Pfannenziegel	1 Stk.	0.53	0.48	0.09	0.08
Auflast Schicht 2	Weichfaser Unterdach	35 mm	0.09	0.08	0.06	0.06
Auflast Schicht 3	Dämmung 30 kg / m ³	20 cm	0.07	0.06	0.05	0.04
Auflast Schicht 4	Holz Fi / Ta	40 mm	0.22	0.20	0.15	0.14
Auflast Schicht 5	-	0 -				
Auflast Schicht 6				0.00		
Total			0.91	0.82	0.72	0.65

Lastfaktoren:

Feld 1		Kragarm rechts	
TS	GT	TS	GT
γ_{\sup}	1.60	γ_{\sup}	1.60
1.35		1.35	

Nutzlasten $Q_{k,N}$

Kategorie	Flächenlast kN/m^2	Linienlast kN/m^1	Punktlast kN
- keine Nutzlast	0.00	0.00	0.00

Schneelasten $Q_{k,S}$

Meereshöhe 780 M.Ü.M.		Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
Höhenzuschlag	Dachformbeiwert	im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
200 M		2.83	2.56	1.98	1.79
μ_1	Ce	Punktlast Schneeüberhang 0.38 kN			
0.80	1.00				

Windkräfte $Q_{k,W}$ $Q_{k,W} = c_{red} \cdot c_d \cdot c_f \cdot c_h \cdot q_{p0}$

c_{red}	c_d	c_f	q_{p0} kN/m^2	kN/m^2	kN/m^1
1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bauwerkshöhe: 0.0 m			Geländekat. IIa: grosse Ebene	$c_h = 0.23$	

Lastkombination Tragsicherheit Typ 2

Feld 1	Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
Leiteinwirkung Schnee	3.24	1.51	0.00	0.00
Kragarm re: Leiteinwirkung Schnee	3.24	1.51	0.52	0.24

Lastkombination Gebrauchstauglichkeit **Kriechen:** Feuchtklasse 1 $\phi = 0.60$

Feld 1	Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
Fall 1, Leiteinwirkung Schnee, $w < l/500$	2.58	1.20	0.00	0.00
Kragarm re: Fall 1, Leiteinwirkung Schnee, $w < l/500$	2.58	1.20	0.35	0.16

Fall 1 Fall 2 Fall 3 Fall 4

Formeln wieder herstellen

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

3.1 Punkt 1: Einflussbreite

Einflussbreite: Hier wird angegeben, mit welcher Breite die Lasten auf das zu bemessende Bauteil wirken. Bei unserem Beispiel gehen wir von einer Sparrensprungweite von 70 cm aus, daher 0.7 m Einflussbreite. Es gilt zu beachten, dass die Reaktionskräfte R_{TS} und R_{GT} im Tabellenblatt „Statik“ auch direkt von dieser Einflussbreite abhängig sind.

3.2 Punkt 2: Bauteilneigung

Hier wird die Bauteilneigung in Grad angegeben, im Musterbeispiel die Sparrenneigung von 25°. Ist dieser Wert nicht gleich 0, so wird bei den Eigenlasten und den Schneelasten eine Komponente senkrecht zum Bauteil und eine Komponente parallel zum Bauteil ausgerechnet (siehe weiter unten „Lastkombinationen“). Für die Berechnung wird nur die Komponente senkrecht zum Bauteil berücksichtigt. Es steht dem Benutzer frei, die Komponente parallel zum Bauteil im Tabellenblatt „Bemessung“ als N_d einzusetzen (Vorsicht: nur Zug mit Biegung möglich, Nachweis Druck mit Biegung auf Tabellenblatt „Knicken“ durchführen).

3.3 Punkt 3: Button „Formeln wieder herstellen“

Wenn auf diesem Tabellenblatt in blau unterstrichenen Feldern eigene Werte eingesetzt und somit die Formeln in diesen Feldern überschrieben, kann durch Klick auf diesen Button überall die Formel wieder hergestellt werden.

3.4 Punkt 4: Eigen- und Auflasten

Berechnung der Eigen- und Auflasten: In Feld Z10 wird der Wert für die Eigenlast vom Bauteil automatisch eingesetzt (aus dem Tabellenblatt „Bemessung“). BEMefix kennt die Rohdichte der eingesetzten Materialien und berechnet selbständig das Eigengewicht. Der Wert kann aber auch überschrieben werden (z. B. bei Windnachweisen horizontal, wenn das Eigengewicht nicht massgebend ist).

Für die Auflasten können maximal 6 Schichten eingesetzt werden, wobei die ersten 5 Schichten aus der Auswahlliste ausgewählt werden können. Die 6. Schicht kann vom Benutzer nach Belieben definiert werden.

Bei jeder Lastkategorie folgen nun die Zeilen mit den Lastfaktoren für jedes Feld, wobei auch hier die Faktoren für Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit unterschieden werden. BEMefix kennt die jeweils gültigen Lastfaktoren in Abhängigkeit der weiter unten gewählten Lastkombination für die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit. Die GT-Faktoren berücksichtigen auch die Kriechzahl Φ , welche in Feld Q67 definiert und in Feld Y67 ausgewiesen wird.

Die Werte für die Lastfaktoren können vom Benutzer ebenfalls nach Belieben modifiziert werden.

3.5 Punkt 5: Nutzlasten

In der Auswahlliste von Feld A27 kann die Kategorie der Gebäudenutzung gewählt werden. BEMefix kennt die jeweils gültigen Werte für die Nutzlast der entsprechenden Kategorie.

3.6 Punkt 6: Schneelasten

Nach Eingabe der Meereshöhe mit einem allfälligen Höhenzuschlag gemäss SIA 261 berechnet BEMefix die anzusetzenden Schneelasten.

Der Dachformbeiwert in Abhängigkeit der Dachneigung gilt nur für Flach- Pult- und

Satteldächer. Für komplexe Dachformen ist der Wert gemäss SIA 261 5.4 einzusetzen. Über 800 M. ü. M. ist auf den Dachrand eine Punktlast aus dem Schneeüberhang anzusetzen, welche in Feld X39 ausgewiesen wird. Sobald im Tabellenblatt „Statik“ bei den Kragarmen der Wert für x eingesetzt wird, rechnet BEMefix den Schneeüberhang selbständig mit.

3.7 Punkt 7: Windlasten

Nach Eingabe des Kraftbeiwerts c_f und des Staudrucks q_{p0} sowie der Gebäudehöhe und Standort des Gebäudes rechnet BEMefix die anzusetzende Windlast aus. Da Windlasten generell als senkrecht zum Bauteil wirkend anzunehmen sind, ist der Wert der Windlast von der Bauteilneigung unabhängig.

3.8 Punkt 8: Lastkombination Tragsicherheit

In den Feldern D60 bis D64 kann für jedes Feld die gültige Lastkombination für die Tragsicherheit definiert werden. Dementsprechend werden die Lastfaktoren der verschiedenen Lasttypen eingesetzt. Die Werte in den Feldern Q60 bis Q64 (Linienlasten) resp. W60 bis W64 (Punktlasten) werden in die entsprechenden Felder auf dem Tabellenblatt „Statik“ übertragen. Hinter den Auswahlfeldern D60 bis D64 kann bei jedem Feld ein Haken gesetzt werden. Wird der Haken gesetzt, wo werden die Werte der Linienlast und Punktlast für dieses Feld eingefroren, das heisst, dass alle Änderungen auf dem Tabellenblatt „Lastannahmen“ keine Auswirkung mehr auf diese beiden Werte haben. Diese Funktion ist dann notwendig, wenn bei einem mehrfeldrigen System nicht alle Felder gleich belastet sind. Wird der Haken wieder entfernt, so wird das einfrieren sofort wieder rückgängig gemacht.

Beim Musterbeispiel ist für die Bemessung des Sparrens die Lastkombination mit Leiteinwirkung Schnee massgebend. Gilt für alle Felder die gleiche Lastkombination, wie im Musterbeispiel, muss die LK nur für das Feld 1 definiert werden, alle anderen Felder werden dann angepasst.

3.9 Punkt 9: Feuchteklasse

In Feld Q67 kann die Feuchteklasse gewählt werden, welcher das Bauteil ausgesetzt wird. Die Feuchteklasse beeinflusst einerseits die Kriechzahl in Feld Y67, andererseits aber auch die E-Moduln und Festigkeitswerte der Holzbauteile. Daher ist Feld Q67 mit Feld E10 auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ so verlinkt, dass bei einer Änderung im einen Feld das andere auch angepasst wird.

3.10 Punkt 10: Lastkombination Gebrauchstauglichkeit

In den Feldern D71 bis D75 kann für jedes Feld die gültige Lastannahme für die Gebrauchstauglichkeit definiert werden. Dementsprechend werden die Lastfaktoren der verschiedenen Lasttypen eingesetzt. Die Werte in den Feldern Q71 bis Q75 (Linienlasten) resp. W71 bis W75 (Punktlasten) werden in die entsprechenden Felder auf dem Tabellenblatt „Statik“ übertragen.

Hinter den Auswahlfeldern D71 bis D75 kann wiederum bei jedem Feld ein Haken zum einfrieren gesetzt werden (siehe auch Kapitel 3.8).

Wer mit den vielen Lastkombinationen der Gebrauchstauglichkeit noch nicht vertraut ist, kann über die Infofelder zuunterst beim Tabellenblatt fahren (siehe Kapitel 3.11).

3.11 Punkt 11: Infofelder Gebrauchstauglichkeit

Für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit werden gemäss SIA 260 vier Fälle unterschieden. Die vier Fälle werden erläutert, wenn mit dem Cursor über das entsprechende gelbe Feld gefahren wird. Im Normalfall kann mit Fall 1 gerechnet werden.

4 Tabellenblatt „Bemessung“

1

Bemessung nach SIA 265 & SIA 265/1 kursive Schrift = Holzwerkstoffe SIA 265/1 (2009)

Objekt: Musterbeispiel Bauteil: Dachsparren

Nachweis: alle Baustoffe, Biegung und Zug, ohne Kippen, elastisch 3

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein 4

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1 5 6

Kippbeiwert k_m : 1.00 Systembeiwert k_{sys} : 1.0 7

Querschnittswerte

	Höhe (mm)	Breite (mm)	Material	η_w	η_w	η_t	k_d	$f_{m,d}$	f_{td}	f_{cd}	f_{td}	E	G	Rohdichte kg/m^3
Schicht 1	200	80	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500	500
Schicht 2	0	0												
Schicht 3	0	0												
Schicht 4	0	0												
Schicht 5	0	0												
Schicht 6	0	0												
Schicht 7	0	0												
Schicht 8	0	0												

8

Totalhöhe mm	200	Querschnittsfläche mm^2	16000	EI $kN*m^2 = N*mm^2*10^9$	586.67
z_1 mm	100	W_{obes} mm^3	533'333	W_{untes} mm^3	533'333
I mm^4*10^8	53.33	Eigengewicht kN/m	0.1		

10

Nachweis Zug und Biegung, Schub

$N_{E,d}$ (kN) 0.0 $M_{E,d}$ (kNm) 5.0 11 $V_{E,d}$ (kN) -7.2

	$\sigma_{t,d}$:	$f_{t,d}$	+	$\sigma_{m,d}$:	$f_{m,d}$	<	1	Randzone $\tau_d < f_{v,d}$	Schichtmitte $\tau_d < f_{v,d}$
Schicht 1 oben	0.0	:	0.0	+	-9.4	:	14.0	=	0.67	-	1.5
Schicht 1 unten	0.0	:	8.0	+	9.4	:	14.0	=	0.67	-	1.5

12

Formeln wieder herstellen

"Statik", "Lastannahmen" & "Bemessung" drucken

"Statik" & "Bemessung" drucken

2

4.1 Punkt 1: Button „Formeln wieder herstellen“

Wurden auf diesem Tabellenblatt in blau unterstrichenen Feldern eigene Werte eingesetzt und somit die Formeln in diesen Feldern überschrieben, kann durch Klick auf diesen Button überall die Formel wieder hergestellt werden.

4.2 Punkt 2: Button „alle Blätter ausdrucken“ und „Statik und Bemessung drucken“

Durch Klick auf die beiden Buttons werden entweder alle drei Tabellenblätter oder nur die beiden Blätter „Statik“ und „Bemessung“ ausgedruckt.

4.3 Punkt 3: Nachweis

In diesem Auswahlfeld kann der zu führende Nachweis ausgewählt werden:

4.3.1 Nachweis „alle Baustoffe, Biegung und Zug, ohne Kippen, elastisch“

Im Normalfall ist bei diesem Feld „alle Baustoffe, Biegung und Zug, ohne Kippen, elastisch“ eingestellt. Diese Einstellung erlaubt dem Benutzer, einen maximal 8-schichtigen Querschnitt nach Belieben und mit allen Materialien aus dem Katalog zusammenzustellen. Für die Berechnung von W und EI wird dabei von einer schubfesten Verbindung zwischen den einzelnen Lagen ausgegangen. Es liegt in der Verantwortung des Benutzers, dass er sich beim zusammenstellen des Querschnitts immer auch allfälliger Stabilitätsprobleme oder Schlupfdeformationen bewusst ist und den Querschnitt dementsprechend anpasst, beispielsweise durch Abminderung der E-Moduln der Beplankung.

4.3.2 Nachweis „Kippnachweis Holz, Rechteckquerschnitt, M =konstant“

Bei diesem Nachweis kann nur noch die erste Schicht ausgefüllt werden, dafür kann in Feld C12 die massgebende Kiplänge eingegeben werden. BEMefix rechnet dann den Kippbeiwert in Feld K12 selbständig aus und mindert die Biegefestigkeiten dementsprechend ab.

4.3.3 Nachweis „Stahlprofil S 235, Biegung und Zug, ohne Kippen, plastisch“

Wird dieser Nachweis gewählt, so kann im Feld U6 ein beliebiges Stahlprofil ausgewählt werden, dessen Querschnittswerte dann automatisch in Schicht 1 bis 5 eingesetzt werden. Ganz unten auf dem Blatt erscheint dann der Nachweis für das Stahlprofil mit den plastischen Querschnittswerten, welche für die Tragsicherheit wesentlich höhere Belastungen ermöglichen als mit dem elastischen Nachweis. Sobald die Höhen und Breiten des Stahlprofils verändert werden, funktionieren die Nachweise nicht mehr. Beliebige Stahlprofile können mit dem Nachweis „alle Baustoffe, Biegung und Zug, ohne Kippen, elastisch“ modelliert werden, wobei dann nur der elastische Nachweis möglich ist. Genau die gleichen Möglichkeiten bietet der Nachweis „Stahlprofil S 355, Biegung und Zug, ohne Kippen, plastisch“, wobei hier die besseren Festigkeitswerte von Stahl S 355 berücksichtigt werden.

4.3.4 Brandwiderstandsnachweis

BEMefix kennt von Vollholz und diversen Holzwerkstoffen auch die Festigkeits- und Steifigkeitswerte im Brandfall. Für den Brandwiderstandsnachweis muss im Tabellenblatt „Lastannahmen“ bei der Lastkombination Tragsicherheit „Brand“ ausgewählt werden. Als Querschnitt ist dann der Restquerschnitt nach beispielsweise 30 Minuten Brandeinwirkung einzusetzen.

4.3.5 Mitwirkende Breite von Tafелеlementen

Wird dieser Nachweis ausgewählt, so interpretiert BEMefix den eingegebenen Querschnitt und definiert die obere Beplankung, die Rippe und die untere Beplankung. Die obere und die untere Beplankung können je zwischen 0 (Rippenplatte) und 3 Schichten (z. B. Beplankung mit 3-Schichtplatten) aufweisen. Der Nutzer muss zwingend kontrollieren, ob BEMefix in den Feldern A19 bis A31 die einzelnen Lagen der Querschnitte richtig interpretiert hat.

Nun kann ganz zuunterst in Feld N89 der zu führende Nachweis ausgewählt werden. Über den Mittelauflagern von Durchlaufträgern muss gemäss SIA 265 der Tragsicherheitsnachweis mit der halben Beplankungsbreite geführt werden. In Feld N43 wird dann das Moment vom entsprechenden Auflager eingesetzt. In den Feldern berechnet

BEMefix die mitwirkende Breite nach der Theorie von Möhler und setzt die entsprechenden Breiten direkt in die Felder D19 bis D31 ein. Wird der Nachweis für ein Auflager gemacht, so muss zuerst wieder „nicht berücksichtigen“ in Feld N89 gewählt werden, bevor die mitwirkende Breite für die Felder berechnet wird.

4.4 Punkt 4: Einwirkungsdauer

In Punkt 4 kann die Einwirkungsdauer für Massivholz gewählt werden. Die Festigkeitswerte werden dementsprechend angepasst. Vorsicht: Werden im Querschnitt Holzwerkstoffe gemäss SIA 265/1 (Ausgabe 2009) eingesetzt, so muss für diese HWS die Einwirkungsdauer nach KLED definiert werden.

4.5 Punkt 5: Feuchteklasse

Siehe Punkt 9 vom Tabellenblatt „Lastannahmen“. Im Gegensatz zur Einwirkungsdauer gilt die definierte Feuchteklasse sowohl für Vollholz nach SIA 265 wie auch für Holzwerkstoffe nach SIA 265/1 (Ausgabe 2009). Die Feuchteklasse beeinflusst sowohl die Festigkeitswerte der Holzbaustoffe wie auch die Steifigkeitswerte. Darf ein gewählter Holzwerkstoff in der eingestellten Feuchteklasse gar nicht eingesetzt werden, so werden die Beiwerte k_{mod} (Feld P19 bis P39) und Φ (Feld Q19 bis Q33) auf 0 gestellt, eine Berechnung des Querschnitts ist dann nicht möglich.

4.6 Punkt 6: Kippbeiwert

Wird unter Nachweis „Kippnachweis Holz, Rechteckquerschnitt, M=konstant“ eingestellt, so kann in Feld C10 die massgebende Kipplänge eingesetzt werden und BEMefix berechnet selbständig den Kippbeiwert in Feld K12. Der Nutzer kann aber jederzeit auch einen selber berechneten Kippbeiwert in Feld K12 einsetzen, um den die Biegefestigkeitswerte dann abgemindert werden.

4.7 Punkt 7: Systembeiwert k_{sys}

Gemäss SIA 265 5.7, $f_{m,d}$, $f_{t,d}$, $f_{c,d}$ und $f_{v,d}$ werden um den eingegebenen Faktor korrigiert.

4.8 Punkt 8: Querschnitteingabe

Die Eingabe der einzelnen Schichten hat immer von oben nach unten zu erfolgen. In den Feldern G19 bis G33 kann jeder Schicht ein Material zugeordnet werden. Wird in Spalte G ein Holzwerkstoff gemäss SIA 265/1 (Ausgabe 2009) ausgewählt, so wird die Schrift kursiv. Nun wird der Benutzer aufgefordert, in Feld T8 die Einwirkungsdauer nach KLED zu definieren. In den Spalten O, P Q und R setzt BEMefix selbständig die Beiwerte ein, mit denen der Einfluss der Feuchteklasse und Lasteinwirkungsdauer auf die Eigenschaftswerte berücksichtigt wird. Die Bemessungswerte in den Spalten S bis X werden für den Nachweis der Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit verwendet, die Beiwerte aus den Spalten O bis R werden dabei selbstverständlich berücksichtigt.

In den Feldern O19 bis O33 setzt BEMefix die Holzfeuchtebeiwerte η_w für die E-Moduln und in den Feldern P19 bis P33 die Holzfeuchtebeiwerte η_w für die Festigkeitswerte (in Abhängigkeit vom Material dieser Schicht und der Feuchteklasse in Feld E10). Handelt es sich beim Material einer Schicht um einen Holzwerkstoff gemäss SIA 265/1 (Ausgabe 2009), so wird in Spalte P k_{mod} eingesetzt (erkennbar an der kursiven Schrift). k_{mod} berücksichtigt sowohl den Einfluss der Feuchteklasse wie auch der Einwirkungsdauer nach KLED (Feld T8) in einem Faktor.

In den Feldern Q19 bis Q33 wird der Lastdauerbeiwert η_t in Abhängigkeit der Einwirkungsdauer (Feld F8) berechnet. Handelt es sich beim Material einer Schicht um einen Holzwerkstoff gemäss SIA 265/1 (Ausgabe 2009), so wird in Spalte Q ein Korrekturfaktor eingesetzt, welcher das zusätzliche Kriechen von Holzwerkstoffen berücksichtigt (erkennbar an der kursiven Schrift). Dieser Faktor ist abhängig von der Feuchteklasse, der Einwirkungsdauer nach KLED und dem Kriechfaktor, welcher schon generell definiert wurde (in Feld Y67 bei den Lastannahmen). Wichtig: Wird dieser Faktor vom Benutzer nicht selber noch angepasst, so wird er nur für den Nachweis der Gebrauchstauglichkeit berücksichtigt. Um die Spannungen in dieser Schicht für den Nachweis der Tragsicherheit zu ermitteln, wird dieser Faktor nur dann eingerechnet, wenn der Benutzer selber einen Wert in das Feld schreibt.

Schliesslich kann in den Feldern R19 bis R33 noch ein Höhenbeiwert eingegeben werden. Für Brettschichtholz und Kerto kennt BEMefix den richtigen Höhenbeiwert. Vorsicht, dabei wird aber nur die Höhe der entsprechenden Schicht berücksichtigt!

Alle Materialwerte können vom Benutzer jederzeit überschrieben werden, durch Klick auf „Formeln wieder herstellen“ erscheint dann wieder der Wert aus der Materialdatenbank.

4.9 Punkt 9: Rohdichte

In der Spalte Y wird für jede Schicht die Rohdichte angegeben, welche unter anderem für die Berechnung des Eigengewichts des Bauteils berücksichtigt wird. Insbesondere diversen Holzwerkstoffen hilft diese Information dem Nutzer, das richtige Material auszuwählen.

4.10 Punkt 10: Resultatbox Querschnittswerte

Beachten Sie, dass das Trägheitsmoment I , die Totalhöhe und die Querschnittsfläche unabhängig vom E-Modul der einzelnen Schichten angegeben wird, es handelt sich dabei also um rein geometrische Werte. Beim Schwerachsabstand z_u , den Widerstands-momenten W_{oben} und W_{unten} und beim EI werden die einzelnen Schichten mit ihrem E-Modul gewichtet berücksichtigt. Das E-Modul in Feld V36 wird im Tabellenblatt „Statik“ in der Zeile 22 bei allen aktiven Feldern eingesetzt.

4.11 Punkt 11: Massgebende Schnittkräfte auf Bemessungsniveau

BEMefix setzt in N43 und W43 die maximalen Biegemomente und Querkräfte ein, mit denen dann der Tragsicherheitsnachweis geführt wird. Die beiden Werte können jederzeit überschrieben werden.

In Feld C43 kann eine beliebige Zugkraft eingesetzt werden, welche beim Nachweis dem Biegemoment überlagert wird. Vorzeichenregel beachten: Es dürfen nur Zugkräfte = „+“ eingesetzt werden und keine Druckkräfte = „-“. Für den Nachweis Druck mit Biegung auf das Tabellenblatt „Knicken“ wechseln.

4.12 Punkt 12: Tragsicherheitsnachweis

Bei Punkt 12 wird für jede Lage Oberkant und Unterkant separat der Nachweis Zug mit Biegung geführt sowie der Schubnachweis. Wird der Nachweis nicht erfüllt, so erscheint die entsprechende Zahl in roter Farbe.

In unserem Beispiel ist der Dachsparren von der Tragsicherheit her nur zu 67% ausgenützt, auch die Schubspannung in Schichtmitte liegt mit 0.7 N/mm^2 deutlich unter den zulässigen 1.5 N/mm^2 . Wie so oft im Holzbau ist auch für diesen Dachsparren der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit massgebend.

5 Tabellenblatt „Knicken“

Stäbe mit Druck und Biegung nach SIA 265

Formeln wieder herstellen

Objekt: Musterbeispiel

Bauteil:

Nachweis: Druck und Biegung, ohne Kippen

Kippbeiwert k_{m} : 1.00

Einwirkungsdaue: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Querschnittswerte (Knickachse = Höhe)

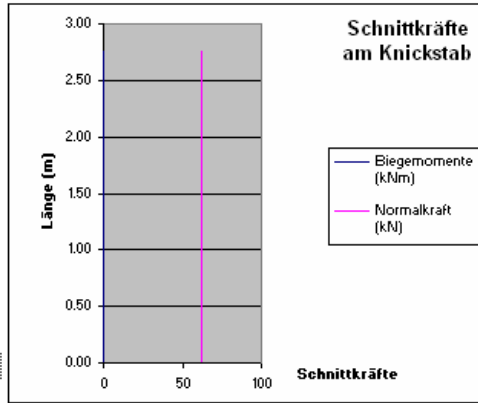
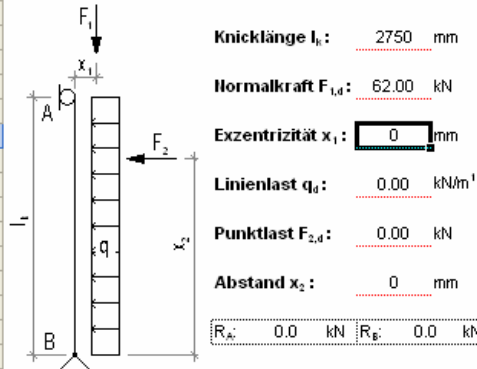
	Höhe mm	Breite e	Material	η_w f	η_w E	η_1	k_{h_1}	$f_{m,d}$	$f_{c,d}$	$f_{c,k}$	E	$E_{0,05}$	λ_{rel}	β_c	k_c
Schicht 1	140	120	Vollholz C24 parallel	1.0	1.0	1.0	1.0	14.0	12.0	21.0	11000	7333	1.2	0.2	0.57
Schicht 2	0	0													
Schicht 3	0	0													
Schicht 4	0	0													
Schicht 5	0	0													
Schicht 6	0	0													
Schicht 7	0	0													
Schicht 8	0	0													

Totalhöhe mm	140
z_u mm	70
I mm ⁴ * 10 ⁶	27.44

Querschnittsfläche mm ²	16800
W_{oben} mm ³	392'000
Eigengewicht kN/m ¹	0.1

EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	301.84
W_{unten} mm ³	392'000

statisches System, Schnittkräfte



+

Nachweis Druck und Biegung

$N_{E,d}$ (kN) - 62.2

$M_{E,d}$ (kNm) 0.0

	$\sigma_{c,d}$:	$(k_c \cdot f_{c,d})$	+	$\sigma_{m,d}$:	$(k_m \cdot f_{m,d})$	<	1	+
Schicht 1 oben	-3.7	:	$0.57 \cdot 12.0$	+	0.0	:	$1.00 \cdot 14.0$	=	0.54	
Schicht 1 unten	-3.7	:	$0.57 \cdot 12.0$	+	0.0	:	$1.00 \cdot 14.0$	=	0.54	

5.1 Punkt 1: Button „Formeln wieder herstellen“

Wurden auf diesem Tabellenblatt in blau unterstrichenen Feldern eigene Werte eingesetzt und somit die Formeln in diesen Feldern überschrieben, kann durch Klick auf diesen Button überall die Formel wieder hergestellt werden.

5.2 Punkt 2: Nachweis

In diesem Auswahlfeld kann der zu führende Nachweis ausgewählt werden:

5.2.1 Nachweis „Druck und Biegung, ohne Kippen“

Im Normalfall ist bei diesem Feld „Druck und Biegung, ohne Kippen“ eingestellt. Diese Einstellung erlaubt dem Benutzer, einen maximal 8-schichtigen Querschnitt nach Belieben und mit allen Materialien aus dem Katalog zusammenzustellen. Für die Berechnung von W und EI wird dabei von einer schubfesten Verbindung zwischen den einzelnen Lagen ausgegangen. Es liegt in der Verantwortung des Benutzers, dass er sich beim zusammenstellen des Querschnitts immer auch allfälliger Stabilitätsprobleme oder Schlupfdeformationen bewusst ist und den Querschnitt dementsprechend anpasst, beispielsweise durch Abminderung der E -Moduln der Beplankung.

5.2.2 Nachweis „Druck und Biegung, mit Kippen“

Bei diesem Nachweis kann nur noch die erste Schicht ausgefüllt werden, dafür kann in Feld R6 die massgebende Kipplänge eingegeben werden. BEMefix rechnet dann den Kippbeiwert in Feld X6 selbstständig aus und mindert die Biegefestigkeiten dementsprechend ab (siehe auch Punkt 3).

5.2.3 Nachweis „Druck und Biegung bei Brand, ohne Kippen“

BEMefix kennt von Vollholz und diversen Holzwerkstoffen auch die Festigkeits- und Steifigkeitswerte im Brandfall. Als Querschnitt ist dann der Restquerschnitt nach beispielsweise 30 Minuten Brandeinwirkung einzusetzen. Bei den Lasten sind ebenfalls die im Brandfall gültigen Lasten einzusetzen.

5.2.4 Nachweis „Druck und Biegung bei Brand, mit Kippen“

Kombination von 5.2.2 und 5.2.3.

5.3 Punkt 3: Kippbeiwert

Wird unter Nachweis „..., mit Kippen“ eingestellt, so kann in Feld R6 die massgebende Kipplänge eingesetzt werden und BEMefix berechnet selbstständig den Kippbeiwert in Feld K10. Bei den Nachweisen ohne Kippen kann der Nutzer auch einen selber berechneten Kippbeiwert in Feld X6 einsetzen, um den die Biegefestigkeitswerte dann abgemindert werden.

5.4 Punkt 4: Einwirkungsdauer

In Punkt 4 kann die Einwirkungsdauer gewählt werden. Die Festigkeitswerte werden dementsprechend angepasst.

5.5 Punkt 5: Feuchteklasse

Wird die Feuchteklasse geändert, so mindert BEMefix die Festigkeits- und Steifigkeitswerte der Materialien um den entsprechenden η_w Wert ab.

5.6 Punkt 6: Querschnitteingabe

Die Eingabe der einzelnen Schichten hat immer von oben nach unten zu erfolgen. Da BEMefix im Nachweis die heikle Druckseite immer „oben“ (Schicht 1) annimmt, ist bei zusammengesetzten Querschnitten in Schicht 1 die schwächere Seite einzusetzen. In den Feldern G13 bis G27 kann jeder Schicht ein Material zugeordnet werden. Die Materialeigenschaften werden dann in S13 bis W27 von BEMefix eingesetzt.

In den Feldern O13 bis O27 errechnet BEMefix die Holzfeuchtebeiwerte η_w für die Festigkeitswerte und in den Feldern P13 bis P27 die Holzfeuchtebeiwerte η_w für die E-Moduln (in Abhängigkeit vom Material und der Feuchteklasse Feld R8).

In den Feldern Q13 bis Q27 wird der Lastdauerbeiwert η_t in Abhängigkeit der Einwirkungsdauer (Feld F8) berechnet.

Schliesslich kann in den Feldern R13 bis R27 noch ein Höhenbeiwert eingegeben werden. Für Brettschichtholz kennt BEMefix den richtigen Höhenbeiwert. Vorsicht, dabei wird aber nur die Höhe der entsprechenden Schicht berücksichtigt!

In den Feldern X13 bis X27 setzt BEMefix die berechneten Werte für λ_{rel} und in Y13 bis Y27 jene für β_c ein (siehe SIA 265 4.2.8).

Die blau unterstrichenen Werte können vom Benutzer jederzeit überschrieben werden, durch Klick auf „Formeln wieder herstellen“ erscheint dann wieder der Wert aus der Materialdatenbank.

5.7 Punkt 7: Resultatbox Querschnittswerte

5.8 Punkt 8: Eingabefelder Lasten und statisches System

In den rot unterstrichenen Feldern können die Lasten und die geometrischen Angaben eingegeben werden. Sämtliche Lasten sind auf Bemessungsniveau (Designniveau) ohne Vorzeichen (negative Lasten nicht möglich!) einzugeben. Handelt es sich um Auflagerlasten von einem mit BEMefix berechneten Biegeträger, können die entsprechenden Lasten der Resultatbox im Tabellenblatt „Statik“ entnommen werden (R_{TS}).

Wird die Druckkraft $F_{1,d}$ mit einer Exzentrizität auf den Knickstab wirkend eingegeben, wird das entsprechende Moment im Nachweis berücksichtigt. Nebst der Normalkraft $F_{1,d}$ kann eine verteilte (q_d) und eine punktuelle ($F_{2,d}$) Horizontallast auf den Knickstab eingegeben werden. BEMefix berechnet selbständig die Eigenlast vom Knickstab und berücksichtigt sie im Nachweis.

Die Auflagerreaktionen aus den Horizontallasten werden in H49 und L49 angegeben.

5.9 Punkt 9: Diagramm mit den Schnittkräften am Knickstab

5.10 Punkt 10: Massgebende Schnittkräfte auf Bemessungsniveau

BEMefix setzt in F55 und S55 die maximalen Normalkräfte und Biegemomente ein, mit denen dann der Tragsicherheitsnachweis geführt wird. Die beiden Werte können jederzeit überschrieben werden.

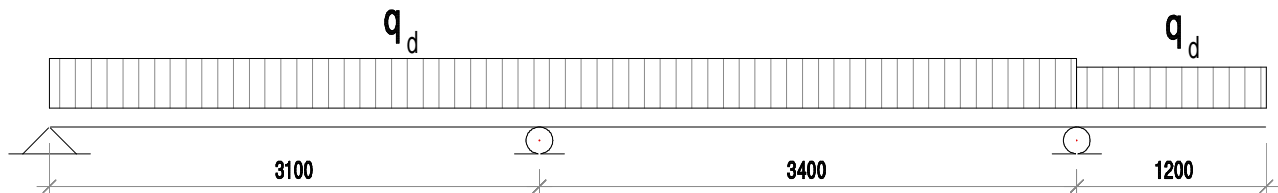
5.11 Punkt 11: Tragsicherheitsnachweis

Bei Punkt 11 wird für jede Lage Oberkant und Unterkant separat der Nachweis Druck mit Biegung geführt. Wird der Nachweis nicht erfüllt, so erscheint die entsprechende Zahl in roter Farbe. In unserem Beispiel ist der Knickstab zu 54% ausgelastet, der Nachweis der Tragsicherheit ist damit erfüllt.

6 Musterbeispiel 2: Deckenelement aus 5-Schichtplatten

Thema: -unterschiedliche Lasten feldweise
-Eingabe einer 5-Schichtplatte als Querschnitt

Aufgabe: -statisches System gemäss Systemskizze unten
-Feld 1 und Feld 2 = Innenraum, Kragarm = Balkon
-Bodenaufbau innen mit Trittschalldämmung Mineralwolle 30 mm, 7 cm Zementunterlagsboden und Bodenbelag Parkett Buche 20 mm
-Nutzung = Wohnen
-Bodenaufbau Balkon mit Wasserabdichtung und Holzrost



- Schritt 1: -auf dem Tabellenblatt „Statik“ die drei Feldlängen eintragen
- Schritt 2: -auf dem Tabellenblatt „Lastannahmen“ unter „Eigen- und Auflasten G_k “ die Schichten des inneren Bodenaufbaus eingeben (die tragende 5-Schichtplatte muss nicht eingegeben werden, die Eigenlast des tragenden Bauteils wird in Feld Z10 automatisch ausgerechnet)
- Schritt 3: -unter „Nutzlasten $Q_{k,N}$ “ Kategorie A1 auswählen für Räume in Wohngebäuden
-unter „Lastkombination Tragsicherheit Typ 2“ „Leiteinwirkung Nutzlast verteilt“ auswählen (als Voreinstellung wird diese Lastkombination vorgeschlagen)
-unter „Lastkombination Gebrauchstauglichkeit“ „Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w=1/500$ “ auswählen
-da alle drei Felder die gleiche Lastkombination haben, muss nur Feld 1 definiert werden
-Die genaue Definition für die 4 Fälle der Lastkombinationen Gebrauchstauglichkeit sind in den Feldern A76 bis H76 als Kommentare hinterlegt. Diese Definitionen beziehen sich auf die Angaben in den Holzbautabellen.
- Schritt 4: -in Feld Q 67 muss Feuchteklasse 1 eingestellt sein (Kriechfaktor $\Phi = 0.6$)
-Nun muss der Querschnitt der 5-Schichtplatte vordimensioniert werden, bevor für den Kragarm die Lasten angepasst werden. So wird die Eigenlast der 5-Schichtplatte überall mitgerechnet.
-Auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ den 5-schichtigen Querschnitt Schicht für Schicht jeweils mit Höhe (Felder C19 bis C27), Breite (Felder D19 bis D27) und Material (Felder G19 bis G27) eingeben. Da die Lasten ja auch auf einen Meter Breite eingegeben werden, kann für die Breite des Querschnitts auch 1000 mm eingegeben werden
-Da bei einer 5-Schichtplatte als Bodenplatte kaum der Tragsicherheitsnachweis massgebend wird, sondern der Gebrauchstauglichkeitsnachweis, den Querschnitt so weit optimieren, bis auf dem Tabellenblatt „Statik“ in der Zeile 36 ein annehmbarer Wert für die Durchbiegung erreicht wird. Im vorliegenden Fall wäre wohl ein $1/600$ angezeigt, um allfälligen Schwingungsproblemen entgegenzutreten. Hier muss sich der Anwender jedoch auch auf seine eigenen Erfahrungen verlassen. Im vorliegenden Beispiel wird mit einer 94 mm 5-Schichtplatte (12/10/50/10/12) eine Deformation von $1/628$ erreicht.
- Schritt 5: -Nun muss bei den Lastannahmen noch berücksichtigt werden, dass der Kragarm nicht die gleichen Lasten hat wie die inneren Felder. Es empfiehlt sich, das Blatt Lastannahmen mal auszudrucken, damit die Informationen der inneren beiden Feldern abgelegt werden können.

- unter „Lastkombination Tragsicherheit Typ 2“ bei Feld 1 und Feld 2 ein Haken setzen und die Werte einfrieren
- unter „Lastkombination Gebrauchstauglichkeit“ bei Feld 1 und Feld 2 ein Haken setzen und die Werte einfrieren
- Nun werden die Auflasten des Balkons eingegeben (Holzrost und Abdichtung). Bei den Nutzlasten muss auf die Kat. A2 gewechselt werden.

Resultate: Damit ist die Berechnung fertig ausgeführt. Auf dem Tabellenblatt „Statik“ ist die ersichtlich, dass unter Volllasten in Feld 1 mit 4.8 mm Durchbiegung = Spannweite / 651.6 zu rechnen ist. Durch den auskragenden Balkon neigt diese Konstruktion zur Schwingungsanfälligkeit, insofern ist die relativ hohe Steifigkeit der Deckenplatte durchaus gerechtfertigt.

Eine Überprüfung der Tragsicherheit zeigt, dass die Platte, wie zu erwarten, nur zu 23% ausgelastet ist. Die maximalen Schubspannungen in der Mitte von Schicht 3 mit 0.2 N/mm² sind ebenfalls weit unter dem zulässigen Wert.

Lastannahmen nach SIA 261

Objekt: Musterbeispiel 2 Bauteil: Bodenplatte
 Einflussbreite: 1.00 m Bauteilneigung: 0.0 °

Eigen- & Auflasten G _k			Flächenlast kN/m ²		Linienlast kN/m ¹	
			im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Auflast Schicht 1	Holz Ei / Bu	20 mm	0.16	0.16	0.47	0.47
Auflast Schicht 2	Zement UB	7 cm	1.47	1.47	1.47	1.47
Auflast Schicht 3	Dämmung 30 kg / m ³	3 cm	0.01	0.01	0.01	0.01
Auflast Schicht 4	-	0	-	-	-	-
Auflast Schicht 5	-	0	-	-	-	-
Auflast Schicht 6	-	-	-	-	-	-
Total			1.64	1.64	2.11	2.11

Lastfaktoren:	Feld 1		Feld 2		Kragarm rechts	
	TS	GT	TS	GT	TS	GT
γ _{G,sup}	1.35	1.60	1.35	1.60	1.35	1.60

Nutzlasten Q _{k,N}			Flächenlast kN/m ²		Linienlast kN/m ¹		Punktlast kN	
Kategorie A1	Räume in Wohngebäuden, Krankenhäuser, Hotelzimmer, Küchen und Toiletten			2.00	2.00	2.00	2.00	
	Feld 1		Feld 2		Kragarm rechts			
	TS	GT	TS	GT	TS	GT		
	γ _{Q1}	1.50	1.18	1.50	1.18	1.50	1.18	

Schneelasten Q _{k,S}			Flächenlast kN/m ²		Linienlast kN/m ¹	
Meereshöhe	0	M.ü.M.	im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Höhenzuschlag	0	M	0.00	0.00	0.00	0.00
			Punktlast Schneeüberhang		0.00 kN	

Windkräfte Q_{k,W} $Q_{k,W} = c_{red} \cdot c_d \cdot c_e \cdot c_h \cdot q_{p0}$

c _{red}	1.00	c _d	1.00	c _e	0.00	q _{p0}	0.00	kN/m ²
Bauwerkshöhe:	0.0	m	Geländekat. IIa: grosse Ebene	c _h =	0.23			
							kN/m ²	kN/m ¹
							0.00	0.00

Lastkombination Tragsicherheit Typ 2		Haken setzen = Werte einfrieren		Linienlast kN/m ¹		Punktlast kN	
<i>falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren</i>				⊥ z. Bauteil	II z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	II z. Bauteil
Feld 1:	Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.85	0.00	0.00	0.00
Feld 2:	Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.85	0.00	0.00	0.00
Kragarm re:	Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.85	0.00	0.00	0.00

Lastannahmen vor dem einfrieren

Lastkombination Gebrauchstauglichkeit		Kriechen: Feuchteklasse 1 φ = 0.60		Linienlast kN/m ¹		Punktlast kN	
<i>falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren</i>				⊥ z. Bauteil	II z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	II z. Bauteil
Feld 1:	Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, w<l/500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.73	0.00	0.00	0.00
Feld 2:	Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, w<l/500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.73	0.00	0.00	0.00
Kragarm re:	Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, w<l/500	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5.73	0.00	0.00	0.00

Lastannahmen nach SIA 261

Objekt: Musterbeispiel 2

Bauteil: Bodenplatte

Einflussbreite: 1.00 m

Bauteilneigung: 0.0 °

Eigen- & Auflasten G_k

	Eigenlast Bauteil	Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
		im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Auflast Schicht 1	Holz Fi / Ta 40 mm	0.20	0.20	0.47	0.47
Auflast Schicht 2	Bitumenpappe 2 Lage	0.04	0.04	0.04	0.04
Auflast Schicht 3	-	0	-	-	-
Auflast Schicht 4	-	0	-	-	-
Auflast Schicht 5	-	0	-	-	-
Auflast Schicht 6	-	0	-	-	-
Total		0.24	0.24	0.71	0.71

Lastfaktoren:

	Feld 1		Feld 2		Kragarm rechts	
	TS	GT	TS	GT	TS	GT
$\gamma_{G,sup}$	1.35	1.60	1.35	1.60	1.35	1.60

Nutzlasten $Q_{k,N}$

Kategorie	Flächenlast kN/m^2	Linienlast kN/m^1	Punktlast kN
A2 Balkone von Wohngebäuden	3.00	3.00	2.00

	Feld 1		Feld 2		Kragarm rechts	
	TS	GT	TS	GT	TS	GT
γ_{Q1}	1.50	1.18	1.50	1.18	1.50	1.18

Schneelasten $Q_{k,S}$

	Meereshöhe	Höhenzuschlag	Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
			im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
0 M.ü.M.	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
0 M						

Punktlast Schneeüberhang **0.00 kN**

Windkräfte $Q_{k,W}$

$$Q_{k,W} = c_{red} \cdot c_d \cdot c_f \cdot c_h \cdot q_{p0}$$

c_{red}	1.00	c_d	1.00	c_f	0.00	q_{p0}	0.00 kN/m^2		
Bauwerkshöhe:	0.0 m	Geländekat. IIa:	grosse Ebene	c_{r1}	= 0.23			kN/m^2	kN/m^1
								0.00	0.00

Lastkombination Tragsicherheit Typ 2

falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren

Haken setzen =
Werte eintragen

	Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
Feld 1: Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	5.85	0.00	0.00	0.00
Feld 2: Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	5.85	0.00	0.00	0.00
Kragarm re: Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	5.46	0.00	0.00	0.00

Lastkombination Gebrauchstauglichkeit

Kriechen: Feuchteklasse 1

$\phi = 0.60$

falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren

Haken setzen =
Werte eintragen

	Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
Feld 1: Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$	5.73	0.00	0.00	0.00
Feld 2: Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$	5.73	0.00	0.00	0.00
Kragarm re: Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$	4.68	0.00	0.00	0.00

BEMEFix 10.1

Stefan Heinzer

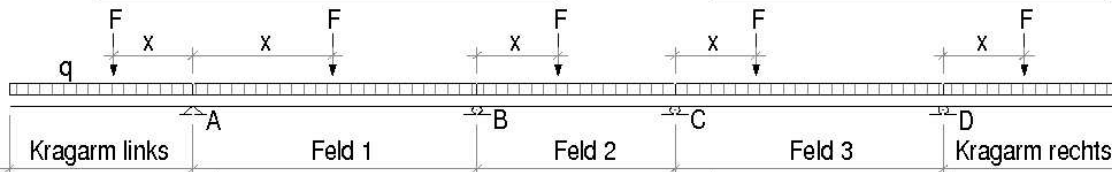
23.02.2010 19:23

*Lastannahmen nach dem
einfrieren*

statisches System, Lasten, Schnittkräfte, Verformungen

Objekt: Musterbeispiel 2

Bauteil: Bodenplatte



Kragarm links:		Feld 1:	Feld 2:	Feld 3:	Kragarm rechts:		
Feld =	0 mm	Feld = 3100 mm	Feld = 3400 mm	Feld = 0 mm	Feld =	1200 mm	
x =	0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x =	0 mm	
q _{TS} =	kN/m ¹	q _{TS} = 5.85 kN/m ¹	q _{TS} = 5.85 kN/m ¹	q _{TS} = kN/m ¹	q _{TS} =	5.46 kN/m ¹	
q _{GT} =	kN/m ¹	q _{GT} = 5.73 kN/m ¹	q _{GT} = 5.73 kN/m ¹	q _{GT} = kN/m ¹	q _{GT} =	4.68 kN/m ¹	
F _{TS} =	kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = kN	F _{TS} =	0.00 kN	
F _{GT} =	kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = kN	F _{GT} =	0.00 kN	
EI =	kN*m ²	EI = 618.0 kN*m ²	EI = 618.0 kN*m ²	EI = kN*m ²	EI =	618.0 kN*m ²	
El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>
h _{Bauteil}	mm	h _{Bauteil} 94 mm	h _{Bauteil} 94 mm	h _{Bauteil}	mm	h _{Bauteil} 94 mm	

Lastkombination Tragsicherheit: Leiteinwirkung Nutzlast verteilt

Eigen- & Auflasten G _k x	1.35 +	Nutzlasten Q _{k,N} x	1.50
0.71 kN/m ¹ x	1.35 +	3.00 kN/m ¹ x	1.50
Σ Linienlast TS: 5.46 kN/m¹			

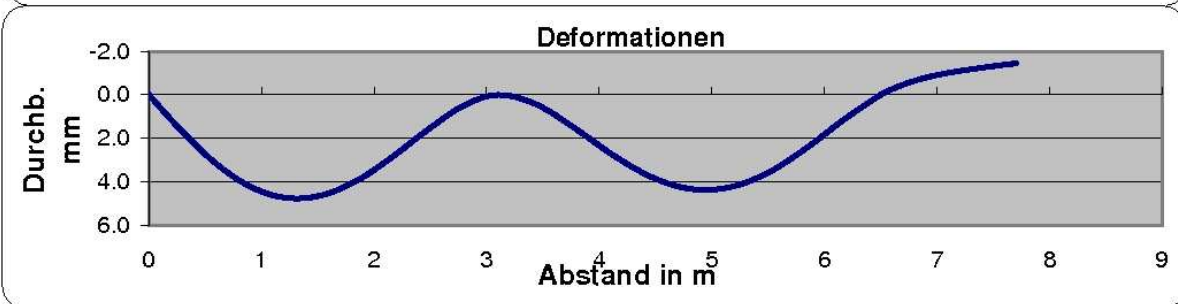
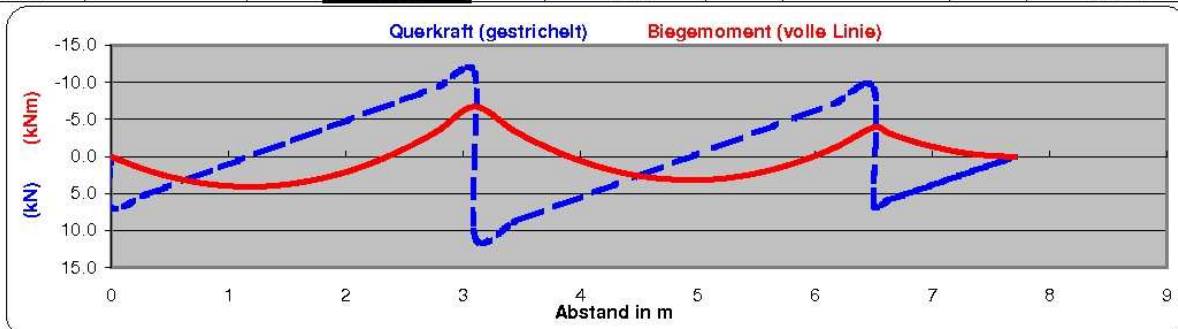
Lastkombination Gebrauchstauglichkeit:

Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, Funktionstüchtigkeit bei Tragwerken mit verformungsempfindlichen Einbauten. Irreversible Folgen einer Auswirkung infolge eines seltenen Lastfalls. Kriechen bei Lastfaktoren berücksichtigt.

Eigen- & Auflasten G _k x	1.60 +	Nutzlasten Q _{k,N} x	1.18
0.71 kN/m ¹ x	1.60 +	3.00 kN/m ¹ x	1.18
Σ Linienlast GT: 4.68 kN/m¹			

Anmerkungen: - Einflussbreite auf Bauteil = 1.00 m

	Kragarm links	A	Feld 1	B	Feld 2	C	Feld 3	D	Kragarm rechts
R _{TS} (kN)		6.9		22.0		15.7			
R _{GT} (kN)		6.7		21.8		14.4			
M (kNm)		0.0	4.0	-6.7	-3.4	-3.9			-3.2
V (kN)			-11.2		10.8				6.6
δ (mm)			4.8		4.3				-1.4
Feld/			651.6		785.1				1655.6



BEMefix 10.1

Stefan Heinzer

23.02.2010 19:23

Bemessung nach SIA 265 & SIA 265/1

kursive Schrift = Holzwerkstoffe SIA 265/1 (2009)

Objekt: Musterbeispiel 2

Bauteil: Bodenplatte

Nachweis: alle Baustoffe, Biegung und Zug, ohne Kippen, elastisch

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Kippswert k_m : 1.00 Systembeiwert k_{sys} : 1.0

Querschnittswerte

	Höhe (mm)	Breite (mm)	Material	η_w E	η_w f	η_t	k_h	$f_{m,d}$	$f_{t,d}$	$f_{e,d}$	$f_{v,d}$	E	G
Schicht 1	12	1000	Schuler Blockholz parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	16.0	8.0	12.0	1.8	12000	500
Schicht 2	10	1000	Schuler Blockholz senkrecht	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.2	1.9	1.8	300	500
Schicht 3	50	1000	Schuler Blockholz parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	16.0	8.0	12.0	1.8	12000	500
Schicht 4	10	1000	Schuler Blockholz senkrecht	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.2	1.9	1.8	300	500
Schicht 5	12	1000	Schuler Blockholz parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	16.0	8.0	12.0	1.8	12000	500
Schicht 6	0	0											
Schicht 7	0	0											
Schicht 8	0	0											

Totalhöhe mm	94	Querschnittsfläche mm ²	94000	EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	618.03
Z _u mm	47	W _{oben} mm ³	43'832'193	W _{unten} mm ³	43'832'193
I mm ⁴ *10 ⁶	69.22	Eigengewicht kN/m ¹	0.5		

Nachweis Biegung, Schub

$N_{E,d}$ (kN) 0.0

$M_{E,d}$ (kNm) -6.7

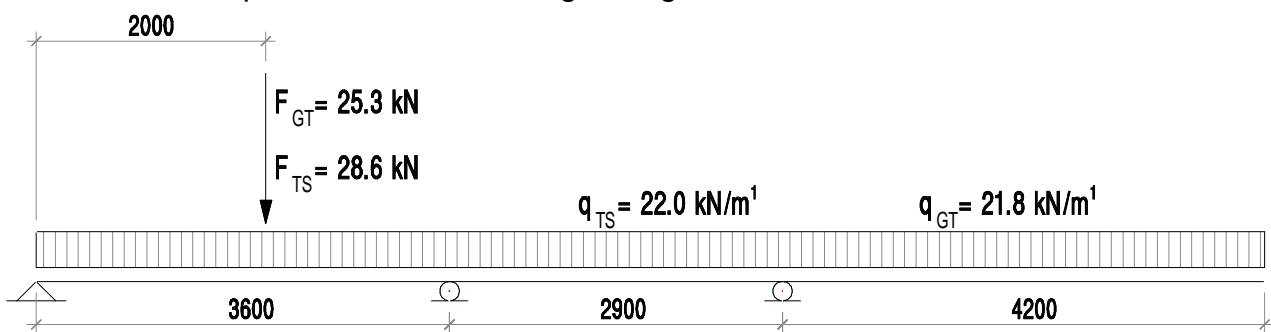
$V_{E,d}$ (kN) -11.2

	$\sigma_{t,d}$:	$f_{t,d}$	+	$\sigma_{m,d}$:	$f_{m,d}$	<	1	Randzone $\tau_d < f_{v,d}$	Schichtmitte $\tau_d < f_{v,d}$
Schicht 1 oben	0.0	:	8.0	+	6.2	:	16.0	=	0.38	-	1.8
Schicht 1 unten	0.0	:	8.0	+	4.6	:	16.0	=	0.29	0.1	1.8
Schicht 2 oben	0.0	:	0.2	+	0.1	:	0.2	=	0.76	0.1	1.8
Schicht 2 unten	0.0	:	0.2	+	0.1	:	0.2	=	0.55	0.1	1.8
Schicht 3 oben	0.0	:	8.0	+	3.3	:	16.0	=	0.20	0.1	1.8
Schicht 3 unten	0.0	:	0.0	+	-3.3	:	16.0	=	0.20	0.1	1.8
Schicht 4 oben	0.0	:	0.0	+	-0.1	:	1.9	=	0.04	0.1	1.8
Schicht 4 unten	0.0	:	0.0	+	-0.1	:	1.9	=	0.06	0.1	1.8
Schicht 5 oben	0.0	:	0.0	+	-4.6	:	16.0	=	0.29	0.1	1.8
Schicht 5 unten	0.0	:	0.0	+	-6.2	:	16.0	=	0.38	-	1.8

7 Musterbeispiel 3: Unterzug einer Geschossdecke

Thema: -Dimensionierung eines BSH Unterzugs
-Auflagerlasten weiterverarbeiten
-Eingabe einer Punktlast
-Dimensionierung Stahlträger

Aufgabe: -statisches System gemäss Systemskizze unten
-Lasten gemäss Skizze unten, es werden dabei die Lasten von Auflager B aus dem Musterbeispiel 2 eingesetzt (Tabellenblatt Statik, Zeile 47 für TS, Zeile 48 für GT)
-Unterzug aus BSH GL 24 h, Breite = 180 mm, Höhe = ?
-als Alternative zum Brettschichtholz soll auch ein Stahlträgerunterzug dimensioniert werden
-die Punktlast in Feld 1 kommt von einem Pfosten, welcher Lasten von der Firstpfette auf den Unterzug abträgt



Nachweis Brettschichtholz:

Schritt 1: -auf dem Tabellenblatt „Statik“ die drei Feldlängen eintragen
-Feld 1 $x=2000 \text{ mm}$ für Punktlast eintragen
- F_{TS} und F_{GT} in Zellen I18 und I20 eintragen
-auf Zeile 14 in allen 4 Feldern $q_{TS} = 22.0 \text{ kN/m}^1$ eintragen
-auf Zeile 16 in allen 4 Feldern $q_{GT} = 21.8 \text{ kN/m}^1$ eintragen

Schritt 2: -auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ den Querschnitt des Unterzugs in Schicht 1 mit Höhe (Feld C19), Breite (Feld D19) und Material BSH GL 24 h parallel (Feld G19) eingeben.
-Nun wird der Querschnitt so weit optimiert, bis der Tragsicherheitsnachweis auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ für Biegung und Schub erfüllt ist und auf dem Tabellenblatt „Statik“ in Zeile 36 eine annehmbare Durchbiegung erreicht wird.
-Mit einem Querschnitt von 180/360 mm ist der Tragsicherheitsnachweis erfüllt ($0.64 = 64\%$) und die maximale Deformation in Feld 3 beträgt $7.0 \text{ mm} = \text{Spannweite} / 599$, ein guter Wert auch hinsichtlich allfälliger Schwingungsprobleme. Es gilt noch anzumerken, dass die Eigenlasten des Unterzugs hier nicht in der Berechnung berücksichtigt werden, da die Lasten q_{TS} und q_{GT} von Hand eingesetzt wurden und nicht aus den Lastannahmen übernommen werden. Die 0.3 kN/m^1 können hier aber wohl vernachlässigt werden.

Stahlträgerunterzug:

Schritt 1: -Lasten überprüfen: Die Tragsicherheitslasten für die Dimensionierung des Stahlträgers unterscheiden sich nicht von jenen des BSH-Trägers. Bei der Gebrauchstauglichkeit stellt sich aber das Problem, dass die ständigen Lasten in Musterbeispiel 2 mit Faktor 1.6 wegen dem Kriechen multipliziert wurden. Da Stahl nicht kriecht, müssen die Auflagerlasten in Musterbeispiel 2 noch ohne Kriechen ermittelt werden (Blatt „Lastannahmen“, Zelle Q67 umstellen auf „kein Einfluss, z. B. Stahlbau“). Die q_{GT} Lasten reduzieren sich so auf 15.3 kN/m^1 .

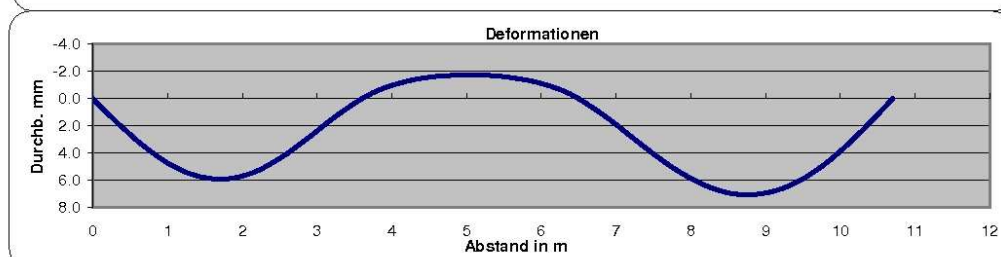
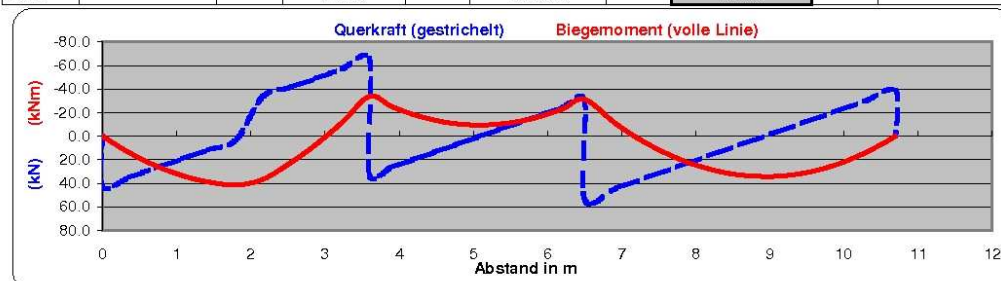
statisches System, Schnittkräfte, Verformungen

Objekt: Musterbeispiel 3 Bauteil: Unterzug

Kragarm links:		Feld 1:		Feld 2:		Feld 3:		Kragarm rechts:	
Feld =	0 mm	Feld =	3600 mm	Feld =	2900 mm	Feld =	4200 mm	Feld =	0 mm
x =	0 mm	x =	2000 mm	x =	0 mm	x =	0 mm	x =	0 mm
q_{TS} =	kN/m ¹	q_{TS} =	22.00 kN/m ¹	q_{TS} =	22.00 kN/m ¹	q_{TS} =	22.00 kN/m ¹	q_{TS} =	kN/m ¹
q_{GT} =	kN/m ¹	q_{GT} =	21.80 kN/m ¹	q_{GT} =	21.80 kN/m ¹	q_{GT} =	21.80 kN/m ¹	q_{GT} =	kN/m ¹
F_{TS} =	kN	F_{TS} =	28.60 kN	F_{TS} =	0.00 kN	F_{TS} =	0.00 kN	F_{TS} =	kN
F_{GT} =	kN	F_{GT} =	25.30 kN	F_{GT} =	0.00 kN	F_{GT} =	0.00 kN	F_{GT} =	kN
El =	kN*m ²	El =	7698.2 kN*m ²	El =	7698.2 kN*m ²	El =	7698.2 kN*m ²	El =	kN*m ²
El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>
hBauteil	mm	hBauteil	360 mm	hBauteil	360 mm	hBauteil	360 mm	hBauteil	mm

Schritt 2: -auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ in Zelle C6 umstellen auf „Stahlprofil S235, Biegung und Zug, ohne Kippen, plastisch“ -Nun kann in Feld U6 ein beliebiges Stahlprofil ausgewählt werden. Mit einem Stahlprofil HEA 200 erreicht man eine Deformation von Spannweite / 764. Der Tragsicherheitsnachweis ganz unten auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ zeigt grosse Reserven an. Da zudem keine Kippgefahr droht, kann der HEA 200 Unterzug eingebaut werden.

	Kragarm links	A	Feld 1	B	Feld 2	C	Feld 3	D	Kragarm rechts
R_{TS} (kN)		42.9		97.8		84.5		38.8	
R_{GT} (kN)		41.5		94.4		84.3		38.4	
M (kNm)		0.0	41.7	-34.1	-25.4	-31.2	34.1	0.0	
V (kN)			-64.9		32.9		53.6		
δ (mm)			5.9		-1.7		7.0		
Feld/			609.3		1666.9		599.0		



Bemessung nach SIA 265 & SIA 265/1

kursive Schrift = Holzwerkstoffe SIA 265/1 (2009)

Objekt: Musterbeispiel 3

Bauteil: Unterzug

Nachweis: alle Baustoffe, Biegung und Zug, ohne Kippen, elastisch

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Kippbeiwert k_m : 1.00

Systembeiwert k_{sys} : 1.0

Querschnittswerte

	Höhe (mm)	Breite (mm)	Material	η_w E	η_w f	η_t	k_h	$f_{m,d}$	$f_{t,d}$	$f_{c,d}$	$f_{v,d}$	E	G
Schicht 1	360	180	BSH GL 24 h parallel	1.00	1.00	1.00	1.05	16.8	12.6	15.3	1.9	11000	500
Schicht 2	0	0											
Schicht 3	0	0											
Schicht 4	0	0											
Schicht 5	0	0											
Schicht 6	0	0											
Schicht 7	0	0											
Schicht 8	0	0											

Totalhöhe mm	360
z_u mm	180
I mm ⁴ ·10 ⁶	699.84

Querschnittsfläche mm ²	64800
W_{oben} mm ³	3'888'000
Eigengewicht kN/m ¹	0.3

EI kN·m ² = N·mm ² ·10 ⁹	7'698.24
W_{unten} mm ³	3'888'000

Nachweis Biegung, Schub

$N_{E,d}$ (kN) 0.0

$M_{E,d}$ (kNm) 41.7

$V_{E,d}$ (kN) -64.9

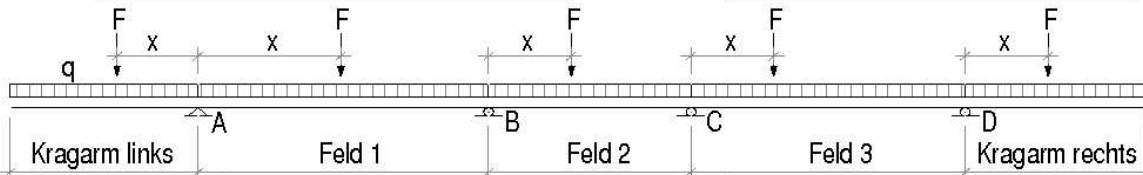
	$\sigma_{t,d}$:	$f_{t,d}$	+	$\sigma_{m,d}$:	$f_{m,d}$	<	1
Schicht 1 oben	0.0	:	0.0	+	-10.7	:	16.8	=	0.64
Schicht 1 unten	0.0	:	12.6	+	10.7	:	16.8	=	0.64

Randzone		Schichtmitte	
$\tau_d <$	$f_{v,d}$	$\tau_d <$	$f_{v,d}$
-	1.9	1.5	1.9
-	1.9		

statisches System, Schnittkräfte, Verformungen

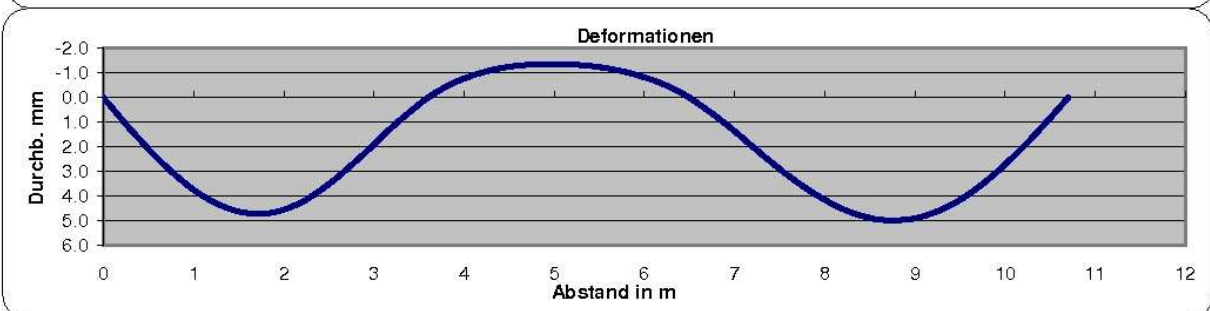
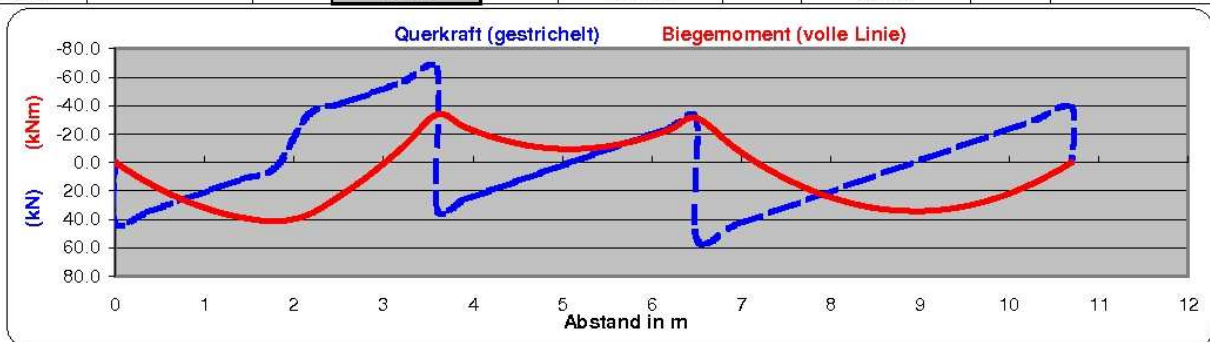
Objekt: Musterbeispiel 3

Bauteil: Unterzug Stahl



Kragarm links:	Feld 1:	Feld 2:	Feld 3:	Kragarm rechts:
Feld = 0 mm	Feld = 3600 mm	Feld = 2900 mm	Feld = 4200 mm	Feld = 0 mm
x = 0 mm	x = 2000 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm
q _{TS} = kN/m ¹	q _{TS} = 22.00 kN/m ¹	q _{TS} = 22.00 kN/m ¹	q _{TS} = 22.00 kN/m ¹	q _{TS} = kN/m ¹
q _{GT} = kN/m ¹	q _{GT} = 15.30 kN/m ¹	q _{GT} = 15.30 kN/m ¹	q _{GT} = 15.30 kN/m ¹	q _{GT} = kN/m ¹
F _{TS} = kN	F _{TS} = 28.60 kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = kN
F _{GT} = kN	F _{GT} = 25.30 kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = kN
EI = kN*m ²	EI = 7786.6 kN*m ²	EI = 7786.6 kN*m ²	EI = 7786.6 kN*m ²	EI = kN*m ²
El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>
h _{Bauteil} mm	h _{Bauteil} 190 mm	h _{Bauteil} 190 mm	h _{Bauteil} 190 mm	h _{Bauteil} mm

	Kragarm links	A	Feld 1	B	Feld 2	C	Feld 3	D	Kragarm rechts
R _{TS} (kN)		42.9		97.8		84.5		38.8	
R _{GT} (kN)		31.6		72.5		57.8		27.1	
M (kNm)		0.0	41.7	-34.1	-25.4	-31.2	34.1	0.0	
V (kN)			-64.9		32.9		53.6		
δ (mm)			4.7		-1.4		5.0		
Feld/			764.3		2117.2		848.0		



Bemessung nach SIA 265 & SIA 265/1

kursive Schrift = Holzwerkstoffe SIA 265/1 (2009)

Objekt: Musterbeispiel 3

Bauteil: Unterzug Stahl

Nachweis: Stahlprofil S 235, Biegung und Zug, ohne Kippen, plastisch

Stahlprofil: HEA 200

m:

Querschnittswerte

	Höhe (mm)	Breite (mm)	Material	η_w E	η_w f	η_t	k_h	$f_{m,d}$	$f_{t,d}$	$f_{c,d}$	$f_{v,d}$	E	G
Schicht 1	10	200	Stahl S 235	1.00	1.00	1.00	1.00	223.8	223.8	223.8	128.6	210000	81000
Schicht 2	18	16	Stahl S 235	1.00	1.00	1.00	1.00	223.8	223.8	223.8	128.6	210000	81000
Schicht 3	134	7	Stahl S 235	1.00	1.00	1.00	1.00	223.8	223.8	223.8	128.6	210000	81000
Schicht 4	18	16	Stahl S 235	1.00	1.00	1.00	1.00	223.8	223.8	223.8	128.6	210000	81000
Schicht 5	10	200	Stahl S 235	1.00	1.00	1.00	1.00	223.8	223.8	223.8	128.6	210000	81000

Totalhöhe mm	190
Z _u mm	95
I mm ⁴ *10 ⁶	37.08

Querschnittsfläche mm ²	5447
W _{oben} mm ³	390'307
Eigengewicht kN/m ¹	0.4

EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	7'786.63
W _{unten} mm ³	390'307

Nachweis Biegung, Schub

N_{E,d} (kN) 0.0

M_{E,d} (kNm) 41.7

V_{E,d} (kN) -64.9

	$\sigma_{t,d}$:	$f_{t,d}$	+	$\sigma_{m,d}$:	$f_{m,d}$	<	1	Randzone	Schichtmitte
										$\tau_d < f_{v,d}$	$\tau_d < f_{v,d}$
Schicht 1 oben	0.0	:	0.0	+	-106.9	:	223.8	=	0.48	-	128.6
Schicht 1 unten	0.0	:	0.0	+	-95.6	:	223.8	=	0.43	1.6	128.6
Schicht 2 oben	0.0	:	0.0	+	-95.6	:	223.8	=	0.43	19.7	128.6
Schicht 2 unten	0.0	:	0.0	+	-75.4	:	223.8	=	0.34	22.1	128.6
Schicht 3 oben	0.0	:	0.0	+	-75.4	:	223.8	=	0.34	54.4	128.6
Schicht 3 unten	0.0	:	223.8	+	75.4	:	223.8	=	0.34	54.4	128.6
Schicht 4 oben	0.0	:	223.8	+	75.4	:	223.8	=	0.34	22.1	128.6
Schicht 4 unten	0.0	:	223.8	+	95.6	:	223.8	=	0.43	19.7	128.6
Schicht 5 oben	0.0	:	223.8	+	95.6	:	223.8	=	0.43	1.6	128.6
Schicht 5 unten	0.0	:	223.8	+	106.9	:	223.8	=	0.48	-	128.6

Nachweis Zug und Biegung Stahlprofil:

HEA 200 : $M_{N,Rd} = 96.9 \text{ kN} > M_{E,d} = 41.7 \text{ kN} \checkmark$

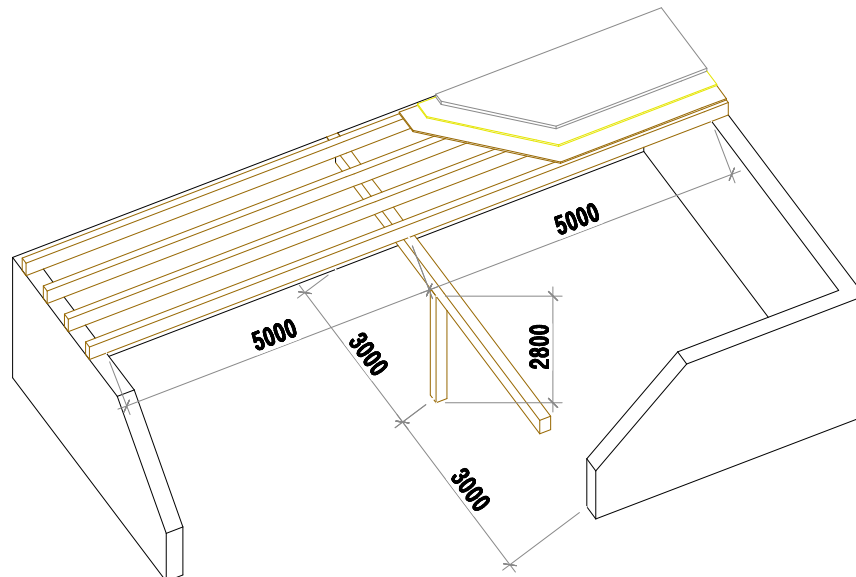
Schubnachweis Stahlprofil:

HEA 200 : $V_{Rd} = 227.2 \text{ kN} > V_{E,d} = -64.9 \text{ kN} \checkmark$

8 Musterbeispiel 4: Brandwiderstandsnachweis

Thema: -Bemessung Unterzug
-Knickbemessung Holzstütze
-Auflagerlasten auf Unterzug mittels Einflussbreite ermitteln
-Brandwiderstandsnachweis Unterzug
-Brandwiderstandsnachweis Stütze

Aufgabe: -statisches System gemäss Systemskizze unten (Balkenlage als Zweifeldträger, Mittelaufleger = Unterzug aus BSH)
-Bodenaufbau: Zement UB 6 cm, Trittschalldämmung 3 cm, 3-Schichtplatte 27 mm und Balken C24, 120/260 (alle 60 cm)
-Nutzlast = 2 kN/m^2 (Kat. A1 Wohnraum)
-Unterzug aus BSH GL 28 h, Breite = 180 mm, Höhe = ?
-Stütze aus BSH GL 24 h 180/180 mm ausreichend?
-der Unterzug und die Stütze müssen für 30 Minuten Brandwiderstand dimensioniert werden (R30)



Kaltnachweis Unterzug:

Schritt 1: -auf dem Tabellenblatt „Statik“ die zwei Feldlängen vom Unterzug eintragen
Schritt 2: -auf dem Tabellenblatt „Lastannahmen“ wird unter Einflussbreite (Zelle E5) $5 \text{ m} \times 1.25 = 6.25 \text{ m}$ eingegeben (der Unterzug ist das Mittelaufleger eines gleichmässigen Zweifeldträgers, da $1.25 \times$ die Spannweite)
-auf dem Tabellenblatt „Lastannahmen“ unter „Eigen- und Auflasten G_k “ die Schichten des Bodenaufbaus eingeben (die Balkenlage wird als Flächenlast mit 5 cm Holz Fi/Ta eingegeben)
Schritt 3: -unter „Nutzlasten $Q_{k,N}$ “ Kategorie A1 auswählen für Räume in Wohngebäuden
-unter „Lastkombination Tragsicherheit Typ 2“ „Leiteinwirkung Nutzlast verteilt“ auswählen (als Voreinstellung wird diese Lastkombination vorgeschlagen)
-unter „Lastkombination Gebrauchstauglichkeit“ „Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w=l/500$ “ auswählen
-da beide Felder die gleiche Lastkombination haben, muss nur Feld 1 definiert werden
-Die genaue Definition für die 4 Fälle der Lastkombinationen Gebrauchstauglichkeit sind in den Feldern A76 bis H76 als Kommentare hinterlegt.

Diese Definitionen beziehen sich auf die Angaben in den Holzbautabellen.

- Schritt 4:
- in Feld Q 67 muss Feuchteklasse 1 eingestellt sein (Kriechfaktor $\Phi = 0.6$)
 - auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ den Querschnitt des Unterzugs in Schicht 1 mit Höhe (Feld C19), Breite (Feld D19) und Material BSH GL 28 h parallel (Feld G19) eingeben.
 - Nun wird der Querschnitt so weit optimiert, bis der Tragsicherheitsnachweis auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ für Biegung und Schub erfüllt ist und auf dem Tabellenblatt „Statik“ in Zeile 36 eine annehmbare Durchbiegung erreicht wird.
 - Mit einem Querschnitt von 180/260 mm ist der Tragsicherheitsnachweis Biegung erfüllt ($0.91 = 91\%$), beim Schub haben wir gerade auf den Grenzwert von 2.0 N/mm^2 und die maximale Deformation im Feld beträgt $4.4 \text{ mm} = \text{Spannweite} / 685$, ein guter Wert auch hinsichtlich allfälliger Schwingungsprobleme.

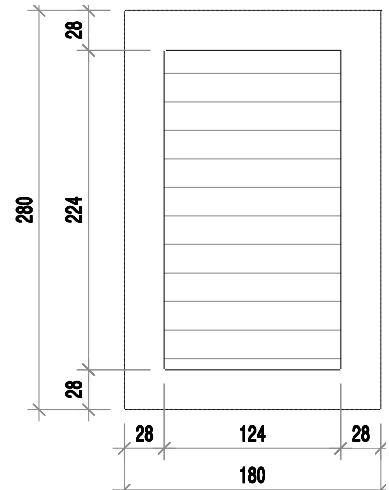
Kaltnachweis Stütze:

- Schritt 1: -auf dem Tabellenblatt „Knicken“ den bevorzugten Querschnitt der Stütze in Schicht 1 mit Höhe 180 mm (Feld C13), Breite 180 mm (Feld D13) und Material BSH GL 24 h parallel (Feld G13) eingeben.
- Schritt 2: -Auf die Stütze wirkt ja die Auflagerkraft B, in Zelle K 39 auf dem Tabellenblatt „Knicken“ kann also der Wert von Zeile 31 aus dem Tabellenblatt „Statik“ eingetragen werden: 123.8 kN
- Nun muss noch in Zelle K37 die Knicklänge von 2.80 m eingetragen werden.

Die 180/180 mm Stütze erfüllt den Nachweis der Tragsicherheit, sie ist nur zu 31% ausgenützt. Es bleibt anzumerken, dass nun der Querdruck auf den Unterzug noch untersucht werden muss.

Brandwiderstandsnachweis Unterzug:

- Schritt 1: -unter „Lastkombination Tragsicherheit Typ 2“ „Brand“ auswählen, der Lastfaktor für Eigen- und Auflasten wird auf 1.0 gesetzt, für Nutzlasten auf 0.3
- Schritt 2: -Nun muss der Restquerschnitt nach 30 Minuten Abbrand vom Unterzug ermittelt werden: Bei BSH muss mit 0.7 mm Abbrand pro Minute gerechnet werden, dazu kommen 7 mm d_{red} für die verkohlte Schicht, total also 28 mm. Es bleibt also der folgende Restquerschnitt:



- Schritt 3: -auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ in Zelle C6 umstellen auf „Brandwiderstandsnachweis“
- auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ den Restquerschnitt des Unterzugs in Schicht 1 mit Höhe 224 mm (Feld C19), Breite 124 mm (Feld D19) und Material BSH GL 28 h parallel (Feld G19) eingeben.

Es zeigt sich, dass der Querschnitt den Brandwiderstandsnachweis sowohl auf Biegung wie auch auf Schub mit grossen Reserven erfüllt.

Brandwiderstandsnachweis Stütze:

Schritt 1: -Nun muss der Restquerschnitt der Stütze nach 30 Minuten Abbrand ermittelt werden: Bei BSH muss mit 0.7 mm Abbrand pro Minute gerechnet werden, dazu kommen 7 mm d_{red} für die verkohlte Schicht, total also 28 mm. Es bleibt also als Restquerschnitt 152/152 mm.

Schritt 2: -auf dem Tabellenblatt „Knicken“ in Zelle C6 umstellen auf „Druck und Biegung bei Brand, ohne Kippen“
-auf dem Tabellenblatt „Knicken“ den Restquerschnitt der Stütze in Schicht 1 mit Höhe 152 mm (Feld C13), Breite 152 mm (Feld D13) und Material BSH GL 24 h parallel (Feld G13) eingeben.

Lastannahmen nach SIA 261

Objekt: Musterbeispiel 4 Bauteil: Unterzug
Einflussbreite: 6.25 m Bauteilneigung: 0.0 °

Eigen- & Auflasten G_k			Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
			im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Auflast Schicht 1	Zement UB	6 cm	1.26	1.26	0.23	0.23
Auflast Schicht 2	Dämmung 30 kg / m ³	3 cm	0.01	0.01	7.88	7.88
Auflast Schicht 3	Holz Fi / Ta	77 mm	0.39	0.39	0.06	0.06
Auflast Schicht 4	-	0	-	-	2.41	2.41
Auflast Schicht 5	-	0	-	-	-	-
Auflast Schicht 6	-	0	-	-	-	-
Total			1.65	1.65	10.57	10.57

Lastfaktoren:		Feld 1		Feld 2	
		TS	GT	TS	GT
$\gamma_{G,sup}$		1.35	1.60	1.35	1.60

Nutzlasten $Q_{k,N}$			Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
Kategorie	Räume in Wohngebäuden, Krankenhäuser, Hotelzimmer, Küchen und Toiletten		2.00		12.50		2.00	
A1								

		Feld 1		Feld 2	
		TS	GT	TS	GT
γ_{Q1}		1.50	1.18	1.50	1.18

Schneelasten $Q_{k,S}$			Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
Meereshöhe	0	M.ü.M.	im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Höhenzuschlag	0	M	0.00	0.00	0.00	0.00
Punktlast Schneeüberhang			0.00 kN			

Windkräfte $Q_{k,W}$ $Q_{k,W} = c_{red} \cdot c_d \cdot c_f \cdot c_h \cdot q_{p0}$					
c_{red}	1.00	c_d	1.00	c_f	0.00
q_{p0}	0.00 kN/m^2				
Bauwerkshöhe:	0.0 m	Geländekat. IIa:	grosse Ebene		$c_{f1} = 0.23$
			kN/m^2	kN/m^1	
			0.00	0.00	

Lastkombination Tragsicherheit Typ 2		Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren		⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
Feld 1:	Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	33.02	0.00	0.00	0.00
Feld 2:	Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	33.02	0.00	0.00	0.00

Lastkombination Gebrauchstauglichkeit		Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren		⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
Feld 1:	Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$	31.66	0.00	0.00	0.00
Feld 2:	Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$	31.66	0.00	0.00	0.00

BEMefix 10.1 Stefan Heinzer 24.02.2010 20:35

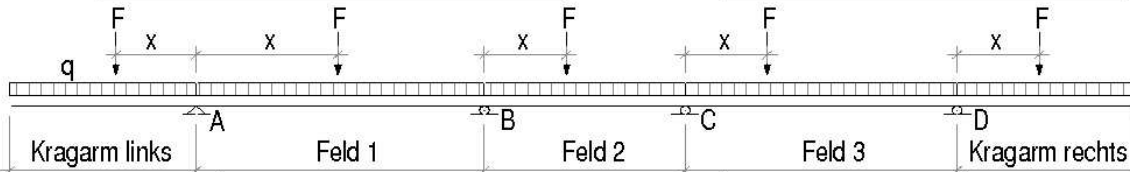
Schritt 3: -Auf die Stütze wirkt ja die Auflagerkraft B, in Zelle K 39 auf dem Tabellenblatt „Knicken“ kann also der Wert von Zeile 31 aus dem Tabellenblatt „Statik“ eingetragen werden: 53.3 kN
-Nun muss noch in Zelle K37 die Knicklänge von 2.80 m eingetragen werden.

Der Restquerschnitt der Stütze erreicht den Brandwiderstand R30 mit grosser Reserve, er ist nur zu 12% ausgenutzt.

statisches System, Lasten, Schnittkräfte, Verformungen

Objekt: Musterbeispiel 4

Bauteil: Unterzug



Kragarm links:	Feld 1:	Feld 2:	Feld 3:	Kragarm rechts:
Feld = 0 mm	Feld = 3000 mm	Feld = 3000 mm	Feld = 0 mm	Feld = 0 mm
x = 0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm
q _{TS} = kN/m ¹	q _{TS} = 33.02 kN/m ¹	q _{TS} = 33.02 kN/m ¹	q _{TS} = kN/m ¹	q _{TS} = kN/m ¹
q _{GT} = kN/m ¹	q _{GT} = 31.66 kN/m ¹	q _{GT} = 31.66 kN/m ¹	q _{GT} = kN/m ¹	q _{GT} = kN/m ¹
F _{TS} = kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = kN	F _{TS} = kN
F _{GT} = kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = kN	F _{GT} = kN
EI = kN*m ²	EI = 3163.7 kN*m ²	EI = 3163.7 kN*m ²	EI = kN*m ²	EI = kN*m ²
El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>	El einfrieren <input type="checkbox"/>
h _{Bauteil} mm	h _{Bauteil} 260 mm	h _{Bauteil} 260 mm	h _{Bauteil} mm	h _{Bauteil} mm

Lastkombination Tragsicherheit: Leiteinwirkung Nutzlast verteilt

Eigen- & Auflasten Gk x 1.35 +	Nutzlasten Qk,N x 1.50
10.57 kN/m ¹ x 1.35 +	12.50 kN/m ¹ x 1.50
Σ Linienlast TS: 33.02 kN/m¹	

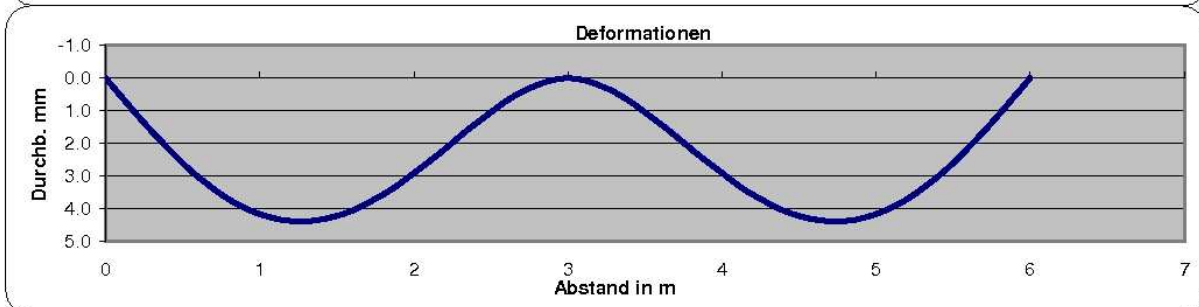
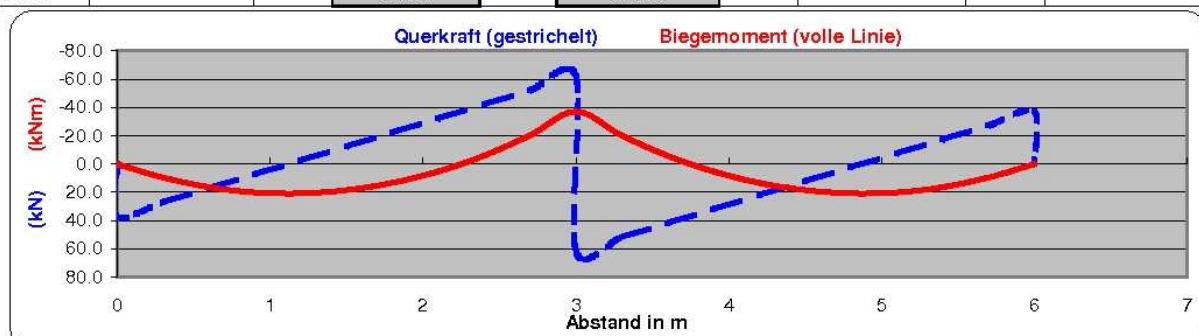
Lastkombination Gebrauchstauglichkeit:

Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, Funktionstüchtigkeit bei Tragwerken mit verformungsempfindlichen Einbauten. Irreversible Folgen einer Auswirkung infolge eines seltenen Lastfalls: Kriechen bei Lastfaktoren berücksichtigt.

Eigen- & Auflasten Gk x 1.60 +	Nutzlasten Qk,N x 1.18
10.57 kN/m ¹ x 1.60 +	12.50 kN/m ¹ x 1.18
Σ Linienlast GT: 31.66 kN/m¹	

Anmerkungen: - Einflussbreite auf Bauteil = 6.25 m

	Kragarm links	A	Feld 1	B	Feld 2	C	Feld 3	D	Kragarm rechts
R _{TS} (kN)		37.1		123.8		37.1			
R _{GT} (kN)		35.6		118.7		35.6			
M (kNm)		0.0	20.8	-37.1	20.8	0.0			
V (kN)			-61.9		61.9				
δ (mm)			4.4		4.4				
Feld/			685.3		685.3				



BEMefix 10.1

Stefan Heitzer

24.02.2010 20:21

Bemessung nach SIA 265 & SIA 265/1

kursive Schrift = Holzwerkstoffe SIA 265/1 (2009)

Objekt: Musterbeispiel 4

Bauteil: Unterzug

Nachweis: alle Baustoffe, Biegung und Zug, ohne Kippen, elastisch

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Kippbeiwert k_m : 1.00 Systembeiwert k_{sys} : 1.0

Querschnittswerte

	Höhe (mm)	Breite (mm)	Material	η_w E	η_w f	η_t	k_h	$f_{m,d}$	$f_{t,d}$	$f_{e,d}$	$f_{v,d}$	E	G
Schicht 1	260	180	BSH GL 28 h parallel	1.00	1.00	1.00	1.09	20.1	15.2	18.5	2.0	12000	500
Schicht 2	0	0											
Schicht 3	0	0											
Schicht 4	0	0											
Schicht 5	0	0											
Schicht 6	0	0											
Schicht 7	0	0											
Schicht 8	0	0											

Totalhöhe mm	260	Querschnittsfläche mm ²	46800	EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	3'163.68
z _u mm	130	W _{oben} mm ³	2'028'000	W _{unten} mm ³	2'028'000
I mm ⁴ *10 ⁶	263.64	Eigengewicht kN/m ¹	0.2		

Nachweis Biegung, Schub

$N_{E,d}$ (kN) 0.0

$M_{E,d}$ (kNm) -37.1

$V_{E,d}$ (kN) 61.9

	$\sigma_{t,d}$:	$f_{t,d}$	+	$\sigma_{m,d}$:	$f_{m,d}$	<	1
Schicht 1 oben	0.0	:	15.2	+	18.3	:	20.1	=	0.91
Schicht 1 unten	0.0	:	0.0	+	-18.3	:	20.1	=	0.91

Randzone		Schichtmitte	
$\tau_d < f_{v,d}$		$\tau_d < f_{v,d}$	
-	2.0	2.0	2.0
-	2.0		

Lastannahmen nach SIA 261

Objekt: Musterbeispiel 4

Bauteil: Brandwiderstandsnachweis Unterzug

Einflussbreite: 6.25 m

Bauteilneigung: 0.0 °

Eigen- & Auflasten G_k

	Eigenlast Bauteil	Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
		im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Auflast Schicht 1	Zement UB 6 cm	1.26	1.26	0.14	0.14
Auflast Schicht 2	Dämmung 30 kg / m ³ 3 cm	0.01	0.01	0.06	0.06
Auflast Schicht 3	Holz Fi / Ta 77 mm	0.39	0.39	2.41	2.41
Auflast Schicht 4	- 0 -				
Auflast Schicht 5	- 0 -				
Auflast Schicht 6	-		0.00		
Total		1.65	1.65	10.48	10.48

Lastfaktoren:

	Feld 1		Feld 2	
	TS	GT	TS	GT
	1.00	1.60	1.00	1.60

Nutzlasten $Q_{k,N}$

Kategorie	Räume in Wohngebäuden, Krankenhäuser, Hotelzimmer, Küchen und Toiletten	Flächenlast kN/m^2	Linienlast kN/m^1	Punktlast kN
A1		2.00	12.50	2.00

	Feld 1		Feld 2	
	TS	GT	TS	GT
ψ_2	0.30	1.18	0.30	1.18

Schneelasten $Q_{k,S}$

	Meereshöhe	M.ü.M.	Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
			im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Höhenzuschlag	0	M	0.00	0.00	0.00	0.00

Punktlast Schneeüberhang **0.00** kN

Windkräfte $Q_{k,W}$

$$Q_{k,W} = c_{red} \cdot c_d \cdot c_f \cdot c_h \cdot q_{p0}$$

c_{red}	1.00	c_d	1.00	c_f	0.00	q_{p0}	0.00	kN/m^2
Bauwerkshöhe:	0.0	m	Geländekat. Ila: grosse Ebene	$c_h =$	0.23	kN/m^2	0.00	kN/m^1
							0.00	0.00

Lastkombination Tragsicherheit Typ 2

falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren

Haken setzen = Werte eintragen

Feld 1: Brand
Feld 2: Brand

-
-
-
-

	Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
	14.23	0.00	0.00	0.00
	14.23	0.00	0.00	0.00

Lastkombination Gebrauchstauglichkeit

falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren

Kriechen: Feuchtklasse 1

$\phi = 0.60$

Haken setzen = Werte eintragen

Feld 1: Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$
Feld 2: Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$

-
-
-
-

	Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
	31.51	0.00	0.00	0.00
	31.51	0.00	0.00	0.00

Bemessung nach SIA 265 & SIA 265/1

kursive Schrift = Holzwerkstoffe SIA 265/1 (2009)

Objekt: Musterbeispiel 4

Bauteil: Brandwiderstandsnachweis Unterzug

Nachweis: Brandwiderstandsnachweis

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Kippbeiwert k_m : 1.00 Systembeiwert k_{sys} : 1.0

Querschnittswerte

	Höhe (mm)	Breite (mm)	Material	η_w		η_t	k_h	$f_{m,d}$	$f_{t,d}$	$f_{c,d}$	$f_{v,d}$	E	G
				E	f								
Schicht 1	224	124	BSH GL 28 h parallel	1.00	1.00	1.00	1.10	35.4	26.6	32.3	3.4	11730	489
Schicht 2	0	0											
Schicht 3	0	0											
Schicht 4	0	0											
Schicht 5	0	0											
Schicht 6	0	0											
Schicht 7	0	0											
Schicht 8	0	0											

Totalhöhe mm	224	Querschnittsfläche mm ²	27776	EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	1'362.33
z _u mm	112	W _{oben} mm ³	1'036'971	W _{unten} mm ³	1'036'971
I mm ⁴ *10 ⁶	116.14	Eigengewicht kN/m ¹	0.1		

Nachweis Biegung, Schub

$N_{E,d}$ (kN) 0.0

$M_{E,d}$ (kNm) -16.0

$V_{E,d}$ (kN) 26.7

	$\sigma_{t,d}$:	$f_{t,d}$	+	$\sigma_{m,d}$:	$f_{m,d}$	<	1
Schicht 1 oben	0.0	:	26.6	+	15.4	:	35.4	=	0.44
Schicht 1 unten	0.0	:	0.0	+	-15.4	:	35.4	=	0.44

Randzone	Schichtmitte
$\tau_d < f_{v,d}$	$\tau_d < f_{v,d}$
- 3.4	1.4 3.4
- 3.4	

Stäbe mit Druck und Biegung nach SIA 265

Objekt: Musterbeispiel 4

Bauteil: Stütze

Nachweis: Druck und Biegung, ohne Kippen

Kippbeiwert k_m : 1.00

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Querschnittswerte (Knickachse = Höhe)

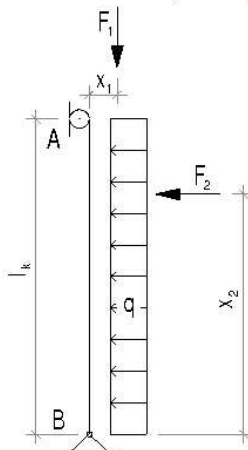
	Höhe mm	Breite mm	Material	η_w f	η_w E	η_t	k_h	$f_{m,d}$	$f_{c,d}$	$f_{c,k}$	E	$E_{0,05}$	λ_{rel}	β_c	k_c
Schicht 1	180	180	BSH GL 24 h parallel	1.0	1.0	1.0	1.1	17.6	14.5	24.0	11000	9350	0.9	0.1	0.86
Schicht 2	0	0													
Schicht 3	0	0													
Schicht 4	0	0													
Schicht 5	0	0													
Schicht 6	0	0													
Schicht 7	0	0													
Schicht 8	0	0													

Totalhöhe mm	180
z_u mm	90
I mm ⁴ ·10 ⁶	87.48

Querschnittsfläche mm ²	32400
W_{oben} mm ³	972'000
Eigengewicht kN/m	0.2

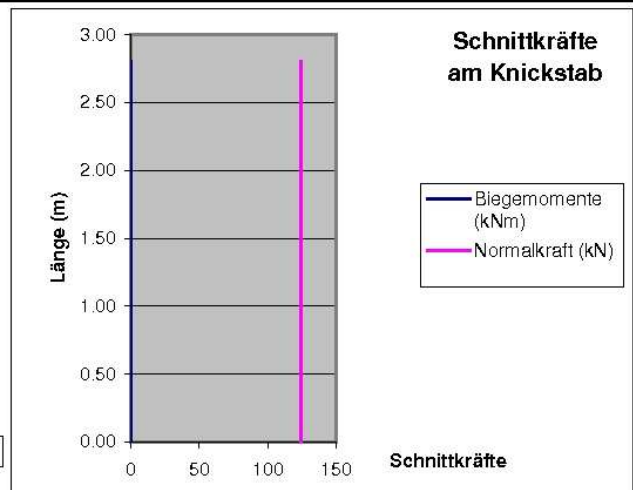
EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	962.28
W_{unten} mm ³	972'000

statisches System, Schnittkräfte



Knicklänge l_k : 2800 mm
 Normalkraft $F_{1,d}$: 123.80 kN
 Exzentrizität x_1 : 0 mm
 Linienlast q_d : 0.00 kN/m'
 Punktlast $F_{2,d}$: 0.00 kN
 Abstand x_2 : 0 mm

R_A : 0.0 kN R_B : 0.0 kN



Knicknachweis

$N_{E,d}$ (kN) - 124.3

$M_{E,d}$ (kNm) 0.0

	$\sigma_{c,d}$:	$(k_c \cdot f_{c,d})$	+	$\sigma_{m,d}$:	$(k_m \cdot f_{m,d})$	<	1
Schicht 1 oben	-3.8	:	0.86 · 14.5	+	0.0	:	1.00 · 17.6	=	0.31
Schicht 1 unten	-3.8	:	0.86 · 14.5	+	0.0	:	1.00 · 17.6	=	0.31

Stäbe mit Druck und Biegung nach SIA 265

Objekt: Musterbeispiel 4

Bauteil: Brandwiderstandsnachweis Stütze

Nachweis: Druck und Biegung bei Brand, ohne Kippen

Kippbeiwert k_m : 1.00

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Querschnittswerte (Knickachse = Höhe)

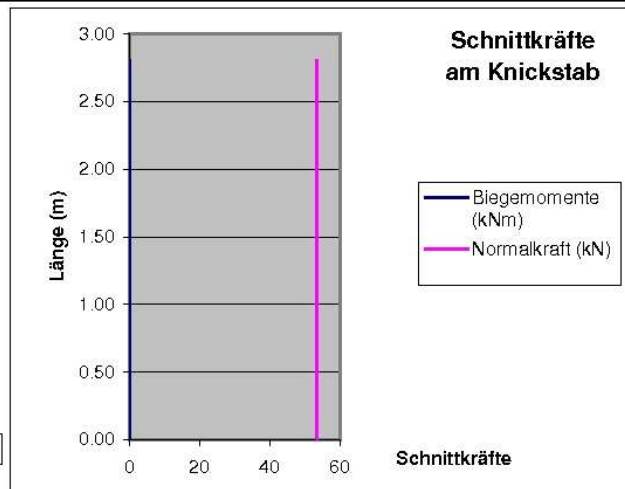
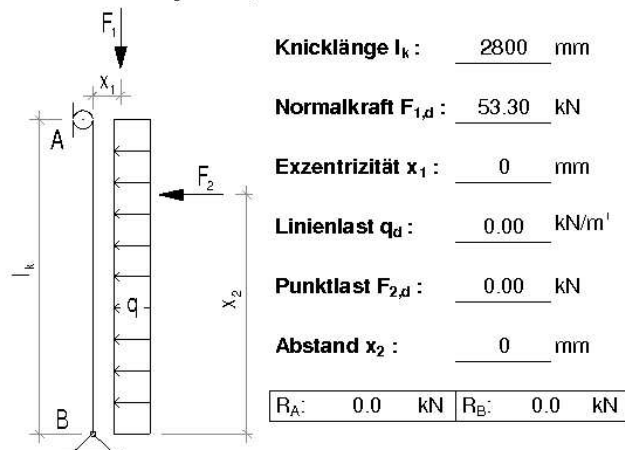
	Höhe mm	Breite mm	Material	$\eta_{w,f}$	$\eta_{w,E}$	η_t	k_h	$f_{m,d}$	$f_{c,d}$	$f_{c,k}$	E	$E_{0.05}$	λ_{rel}	β_c	k_c
Schicht 1	152	152	BSH GL 24 h parallel	1.0	1.0	1.0	1.1	30.4	25.0	24.0	10753	9350	1.0	0.1	0.74
Schicht 2	0	0													
Schicht 3	0	0													
Schicht 4	0	0													
Schicht 5	0	0													
Schicht 6	0	0													
Schicht 7	0	0													
Schicht 8	0	0													

Totalhöhe mm	152
z_u mm	76
I mm ⁴ ·10 ⁶	44.48

Querschnittsfläche mm ²	23104
W_{oben} mm ³	585'301
Eigengewicht kN/m ¹	0.1

EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	478.30
W_{unten} mm ³	585'301

statisches System, Schnittkräfte



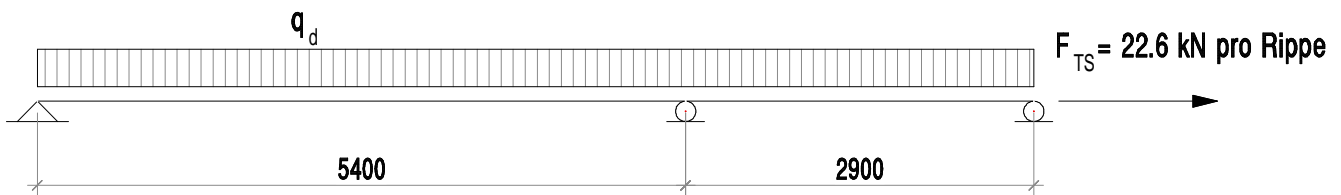
Knicknachweis

$N_{E,d}$ (kN)	-	53.6	$M_{E,d}$ (kNm)	0.0
$\sigma_{c,d} : (k_c \cdot f_{c,d}) + \sigma_{m,d} : (k_m \cdot f_{m,d}) < 1$				
Schicht 1 oben	-2.3	: 0.74 · 25.0	+	0.0 : 1.00 · 30.4 = 0.12
Schicht 1 unten	-2.3	: 0.74 · 25.0	+	0.0 : 1.00 · 30.4 = 0.12

9 Musterbeispiel 5: mitwirkende Breite Hohlkasten

Thema: -mitwirkende Breite von Hohlkastenträgern
-Nachweis Zug und Biegung

Aufgabe: -statisches System gemäss Systemskizze unten
-Geschossdecke von Bürobau
-Bodenaufbau mit Zement-UB 7 cm, 3 cm Trittschalldämmung, 8 cm Sandschüttung, Hohlkastenelement mit 27 mm 3-Schichtplatten C 24 (9/9/9) als obere und untere Beplankung (mittels Schraubpressleimung schubfest mit Rippen verleimt)
-pro Rippe wirkt auf den Hohlkasten noch eine Zugkraft von 22.6 kN (z. B. aufgrund der Abspannung eines Vordachs)
-Rippen aus BSH GL 24 h, Rippensprung = 60 cm, Höhe = ?



- Schritt 1: -auf dem Tabellenblatt „Statik“ die beiden Feldlängen eintragen
- Schritt 2: -auf dem Tabellenblatt „Lastannahmen“ muss in Zelle E5 als Einflussbreite der Rippensprung von 0.6 m angegeben werden, damit BEMefix die mitwirkende Breite richtig rechnen kann
-auf dem Tabellenblatt „Lastannahmen“ unter „Eigen- und Auflasten G_k “ die Schichten des Bodenaufbaus eingeben (der Hohlkasten muss nicht eingegeben werden, die Eigenlast des tragenden Bauteils wird in Feld Z10 automatisch ausgerechnet)
-unter „Nutzlasten $Q_{k,N}$ “ Kategorie B auswählen für Büroräume
- Schritt 3: -unter „Lastkombination Tragsicherheit Typ 2“ „Leiteinwirkung Nutzlast verteilt“ auswählen (als Voreinstellung wird diese Lastkombination vorgeschlagen)
-unter „Lastkombination Gebrauchstauglichkeit“ „Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w=l/500$ “ auswählen
-da beide Felder die gleiche Lastkombination haben, muss nur Feld 1 definiert werden
-Die genaue Definition für die 4 Fälle der Lastkombinationen Gebrauchstauglichkeit sind in den Feldern A76 bis H76 als Kommentare hinterlegt. Diese Definitionen beziehen sich auf die Angaben in den Holzbautabellen.
-in Feld Q 67 muss Feuchtklasse 1 eingestellt sein (Kriechfaktor $\Phi = 0.6$)

- Schritt 4: -auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ in Zelle C6 umstellen auf „mitwirkende Breite von Tafелеlementen“
 -Auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ den 7-schichtigen Querschnitt des Hohlkastens Schicht für Schicht jeweils mit Höhe (Felder C19 bis C27), Breite (Felder D19 bis D27) und Material (Felder G19 bis G27) eingeben. Da die Lasten ja auch auf 0.6 m Meter Breite eingegeben werden, kann für die Breite der 27 mm Platten auch 600 mm eingegeben werden. BEMefix interpretiert nun selbständig in den Feldern A19 bis A32 die einzelnen Schichten als Beplankung und Rippe.
 -Nun kann mit der Rippenhöhe gespielt werden, bis auf dem Tabellenblatt „Statik“ in der Zeile 36 ein annehmbarer Wert für die Durchbiegung erreicht wird. Bei einer Rippe 60/220 mm beträgt die Deformation im Feld 1 $5.4 \text{ mm} = \text{Spannweite} / 718$, da wären also noch Reserven vorhanden.
- Schritt 5: -Jetzt geben wir noch auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ in Zelle C43 die Horizontallast von 22.6 kN ein.
- Schritt 6: -Nun kann auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ in Zelle N 89 auf „mitwirkende Breite Feld 1 und 2“ umgestellt werden. BEMefix berechnet nun die mitwirkende Breite des Hohlkastens und setzt die Werte selbständig in den Zellen D19 bis D23 und D27 bis D31 ein.
 -Jetzt kann die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Hohlkastens überprüft werden. Für die Durchbiegung wird nun ein Wert von $8.8 \text{ mm} = \text{Spannweite} / 612$ angegeben, die Tragsicherheit ist überall erfüllt ausser in Schicht 6. Dieser Nachweis ist jedoch fragwürdig, wird doch hier die Querlage der 3-Schichtplatte auf Zug beansprucht. In der Praxis hat diese Lage jedoch nur Schubkräfte zu übertragen, die Tragsicherheit des Hohlkastens ist also erfüllt.
- Schritt 7: -Nun erfolgt noch der Tragsicherheitsnachweis über dem mittleren Auflager. Über dem Mittelaullager darf gemäss SIA 265 bei Tafелеlementen nur die halbe Breite der Beplankung für den Tragsicherheitsnachweis eingesetzt werden.
 -Dazu muss in Zelle N89 zuerst auf „nicht berücksichtigen“ umgestellt werden. Nun kann in Zelle N89 auf „mitwirkende Breite Auflager B“ umgestellt werden. BEMefix berechnet nun die mitwirkende Breite des Hohlkastens und setzt die Werte selbständig in den Zellen D19 bis D23 und D27 bis D31 ein.
 -Jetzt kann die Tragsicherheit des Hohlkastens überprüft werden. Nun haben wir das gleich Problem wegen dem Zug in der Querlage in Schicht 2, ansonsten erfüllt der Hohlkasten auch diesen Nachweis und der Hohlkasten kann so weitergeplant werden.

Lastannahmen nach SIA 261

Objekt: Musterbeispiel 5

Bauteil: Deckenhohlkasten

Einflussbreite: 0.60 m

Bauteilneigung: 0.0 °

Eigen- & Auflasten G_k

		Eigenlast Bauteil	Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
			im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Auflast Schicht 1	Zement UB	7 cm	1.47	1.47	0.20	0.20
Auflast Schicht 2	Dämmung 30 kg / m ³	3 cm	0.01	0.01	0.01	0.01
Auflast Schicht 3	Sand	8 cm	1.44	1.44	0.86	0.86
Auflast Schicht 4	-	0 -				
Auflast Schicht 5	-	0 -				
Auflast Schicht 6				0.00		
Total			2.92	2.92	1.95	1.95

Lastfaktoren:

Feld 1		Feld 2	
TS	GT	TS	GT
$\gamma_{G,sup}$		$\gamma_{G,sup}$	
1.35	1.60	1.35	1.60

Nutzlasten $Q_{k,N}$

Kategorie	Flächenlast kN/m^2	Linienlast kN/m^1	Punktlast kN
B Büroflächen	3.00	1.80	2.00

Feld 1		Feld 2	
TS	GT	TS	GT
γ_{Q1}		γ_{Q1}	
1.50	1.18	1.50	1.18

Schneelasten $Q_{k,S}$

Meereshöhe	0	M.ü.M.
Höhenzuschlag	0	M

Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
0.00	0.00	0.00	0.00

Punktlast Schneeüberhang 0.00 kN

Windkräfte $Q_{k,W}$

$$Q_{k,W} = c_{red} \cdot c_d \cdot c_f \cdot c_h \cdot q_{p0}$$

c_{red} 1.00 c_d 1.00 c_f 0.00 q_{p0} 0.00 kN/m^2

Bauwerkshöhe: 0.0 m Gelände kat. IIa: grosse Ebene $c_h = 0.23$

kN/m^2	kN/m^1
0.00	0.00

Lastkombination Tragsicherheit Typ 2

falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren

Haken setzen =
Werte einfüren

Feld 1: Leiteinwirkung Nutzlast verteilt

Feld 2: Leiteinwirkung Nutzlast verteilt

Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
5.33	0.00	0.00	0.00
5.33	0.00	0.00	0.00

Lastkombination Gebrauchstauglichkeit

falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren

Kriechen: Feuchtklasse 1

$\phi = 0.60$

Haken setzen =
Werte einfüren

Feld 1: Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$

Feld 2: Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$

Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
5.24	0.00	0.00	0.00
5.24	0.00	0.00	0.00

BEMEFix 10.1

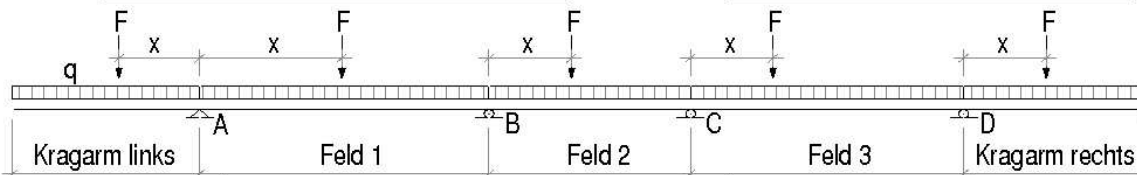
Stefan Heinzer

24.02.2010 21:05

statisches System, Lasten, Schnittkräfte, Verformungen

Objekt: Musterbeispiel 5

Bauteil: Deckenhohlkasten



Kragarm links:		Feld 1:	Feld 2:	Feld 3:	Kragarm rechts:		
Feld =	0 mm	Feld = 5400 mm	Feld = 2900 mm	Feld = 0 mm	Feld =	0 mm	
x =	0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x =	0 mm	
q _{TS} =	kN/m ¹	q _{TS} = 5.33 kN/m ¹	q _{TS} = 5.33 kN/m ¹	q _{TS} = kN/m ¹	q _{TS} =	kN/m ¹	
q _{GT} =	kN/m ¹	q _{GT} = 5.24 kN/m ¹	q _{GT} = 5.24 kN/m ¹	q _{GT} = kN/m ¹	q _{GT} =	kN/m ¹	
F _{TS} =	kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = kN	F _{TS} =	kN	
F _{GT} =	kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = kN	F _{GT} =	kN	
EI =	kN*m ²	EI = 3618.5 kN*m ²	EI = 3618.5 kN*m ²	EI = kN*m ²	EI =	kN*m ²	
El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>
h _{Bauteil}	mm	h _{Bauteil} 274 mm	h _{Bauteil} 274 mm	h _{Bauteil}	mm	h _{Bauteil}	mm

Lastkombination Tragsicherheit: Leiteinwirkung Nutzlast verteilt

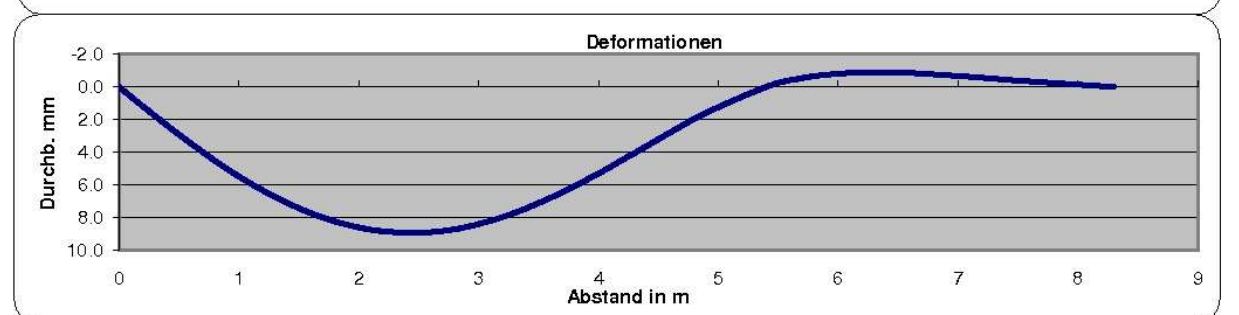
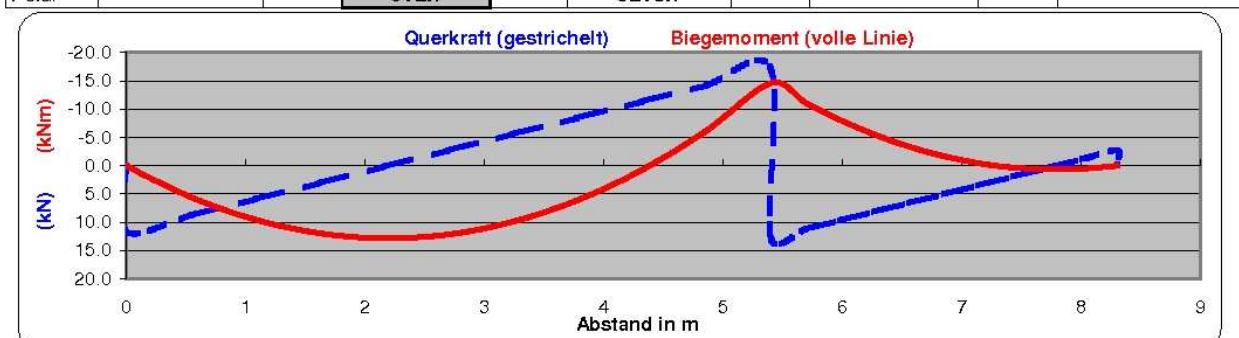
Eigen- & Auflasten Gk x 1.35 +	Nutzlasten Qk,N x 1.50
1.95 kN/m ¹ x 1.35 +	1.80 kN/m ¹ x 1.50
Σ Linienlast TS: 5.33 kN/m¹	

Lastkombination Gebrauchstauglichkeit: Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, Funktionstüchtigkeit bei Tragwerken mit verformungsempfindlichen Einbauten. Irreversible Folgen einer Auswirkung infolge eines seltenen Lastfalls. Kriechen bei Lastfaktoren berücksichtigt.

Eigen- & Auflasten Gk x 1.60 +	Nutzlasten Qk,N x 1.18
1.95 kN/m ¹ x 1.60 +	1.80 kN/m ¹ x 1.18
Σ Linienlast GT: 5.24 kN/m¹	

Anmerkungen: - Einflussbreite auf Bauteil = 0.60 m

	Kragarm links	A	Feld 1	B	Feld 2	C	Feld 3	D	Kragarm rechts
R _{TS} (kN)		11.7		29.9		2.7			
R _{GT} (kN)		11.5		29.4		2.7			
M (kNm)		0.0	12.8	-14.6	-11.1	0.0			
V (kN)			-17.1		12.8				
δ (mm)			8.8		-0.9				
Feld/			612.7		3218.7				



Bemessung nach SIA 265 & SIA 265/1

kursive Schrift = Holzwerkstoffe SIA 265/1 (2009)

Objekt: Musterbeispiel 5

Bauteil: Deckenhohlkasten

Nachweis: mitwirkende Breite von Tafelelementen

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Kippbeiwert k_m : 1.00 Systembeiwert k_{sys} : 1.0

Querschnittswerte

	Höhe (mm)	Breite (mm)	Material	η_w E	η_w f	η_{lt}	k_h	$f_{m,d}$	$f_{t,d}$	$f_{c,d}$	$f_{v,d}$	E	G
Schicht 1 o.	9	493	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500
Schicht 2 o.	9	493	Vollholz C24 senkrecht	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.1	1.8	1.5	300	500
Schicht 3 o.	9	493	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500
Rippe	220	60	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500
Schicht 1 u.	9	493	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500
Schicht 2 u.	9	493	Vollholz C24 senkrecht	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.1	1.8	1.5	300	500
Schicht 3 u.	9	493	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500

Totalhöhe mm	274
z_u mm	137
I mm ⁴ *10 ⁶	460.56

Querschnittsfläche mm ²	39799.42237
W_{oben} mm ³	88'041'016
Eigengewicht kN/m ¹	0.2

EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	3'618.49
W_{unten} mm ³	88'041'016

Nachweis Zug und Biegung, Schub

$N_{E,d}$ (kN) 22.6

$M_{E,d}$ (kNm) -14.6

$V_{E,d}$ (kN) -17.1

	$\sigma_{t,d} : f_{t,d} + \sigma_{m,d} : f_{m,d} < 1$							Randzone $\tau_d < f_{v,d}$		Schichtmitte $\tau_d < f_{v,d}$	
	$\sigma_{t,d}$	$f_{t,d}$	+	$\sigma_{m,d}$	$f_{m,d}$	<	1	τ_d	$f_{v,d}$	τ_d	$f_{v,d}$
Schicht 1 oben	0.7	8.0	+	6.1	14.0	=	0.53	-	1.5	0.0	1.5
Schicht 1 unten	0.7	8.0	+	5.7	14.0	=	0.50	0.1	1.5	0.1	1.5
Schicht 2 oben	0.0	0.1	+	0.2	0.1	=	1.75	0.1	1.5	0.1	1.5
Schicht 2 unten	0.0	0.1	+	0.1	0.1	=	1.64	0.1	1.5	0.1	1.5
Schicht 3 oben	0.7	8.0	+	5.3	14.0	=	0.47	0.1	1.5	0.1	1.5
Schicht 3 unten	0.7	8.0	+	4.9	14.0	=	0.44	0.1	1.5	0.1	1.5
Schicht 4 oben	0.7	8.0	+	4.9	14.0	=	0.44	1.0	1.5	1.3	1.5
Schicht 4 unten	0.0	0.0	+	-4.2	14.0	=	0.30	1.0	1.5	0.1	1.5
Schicht 5 oben	0.0	0.0	+	-4.2	14.0	=	0.30	0.1	1.5	0.1	1.5
Schicht 5 unten	0.0	0.0	+	-4.6	14.0	=	0.33	0.1	1.5	0.1	1.5
Schicht 6 oben	0.0	0.0	+	-0.1	1.8	=	0.07	0.1	1.5	0.1	1.5
Schicht 6 unten	0.0	0.0	+	-0.1	1.8	=	0.08	0.1	1.5	0.1	1.5
Schicht 7 oben	0.0	0.0	+	-5.0	14.0	=	0.35	0.1	1.5	0.0	1.5
Schicht 7 unten	0.0	0.0	+	-5.4	14.0	=	0.38	-	1.5	-	1.5

Berechnung der mitwirkenden Breite von Tafelträgern: mitwirkende Breite Feld 1 und 2

Bemessung nach SIA 265 & SIA 265/1

kursive Schrift = Holzwerkstoffe SIA 265/1 (2009)

Objekt: Musterbeispiel 5

Bauteil: Deckenhohlkasten

Nachweis: mitwirkende Breite von Tafelelementen

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Kippbeiwert k_m : 1.00 Systembeiwert k_{sys} : 1.0

Querschnittswerte

	Höhe (mm)	Breite (mm)	Material	η_w E	η_w f	η_{lt}	k_h	$f_{m,d}$	$f_{t,d}$	$f_{c,d}$	$f_{v,d}$	E	G
Schicht 1 o.	9	300	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500
Schicht 2 o.	9	300	Vollholz C24 senkrecht	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.1	1.8	1.5	300	500
Rippe	9	600	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500
Schicht 1 u.	220	30	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500
Schicht 2 u.	9	300	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500
Schicht 3 u.	9	300	Vollholz C24 senkrecht	1.00	1.00	1.00	1.00	0.0	0.1	1.8	1.5	300	500
n. mögl.	9	300	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500

Totalhöhe mm	274
z_u mm	152.3
I mm ⁴ *10 ⁶	306.36

Querschnittsfläche mm ²	25500
W_{oben} mm ³	67'842'956
Eigengewicht kN/m ¹	0.1

EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	2'477.58
W_{unten} mm ³	54'237'072

Nachweis Zug und Biegung, Schub

$N_{E,d}$ (kN) 22.6

$M_{E,d}$ (kNm) -14.3

$V_{E,d}$ (kN) -16.8

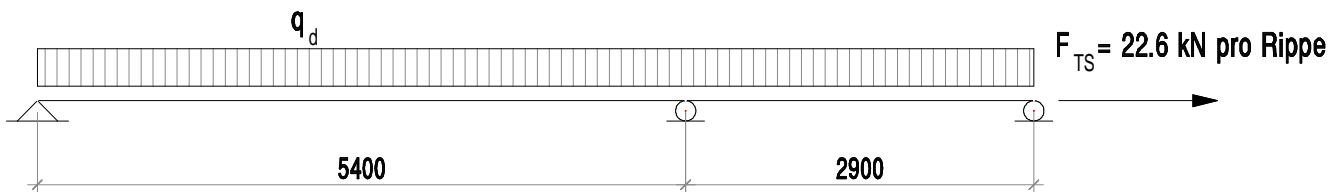
	$\sigma_{t,d}$:	$f_{t,d}$	+	$\sigma_{m,d}$:	$f_{m,d}$	<	1	Randzone $\tau_d < f_{v,d}$	Schichtmitte $\tau_d < f_{v,d}$
Schicht 1 oben	1.1	:	8.0	+	7.8	:	14.0	=	0.69	-	1.5
Schicht 1 unten	1.1	:	8.0	+	7.2	:	14.0	=	0.65	0.1	1.5
Schicht 2 oben	0.0	:	0.1	+	0.2	:	0.1	=	2.26	0.1	1.5
Schicht 2 unten	0.0	:	0.1	+	0.2	:	0.1	=	2.11	0.1	1.5
Schicht 3 oben	1.1	:	8.0	+	6.6	:	14.0	=	0.61	0.0	1.5
Schicht 3 unten	1.1	:	8.0	+	6.0	:	14.0	=	0.57	0.1	1.5
Schicht 4 oben	1.1	:	8.0	+	6.0	:	14.0	=	0.57	2.1	1.5
Schicht 4 unten	0.0	:	0.0	+	-6.9	:	14.0	=	0.49	1.9	1.5
Schicht 5 oben	0.0	:	0.0	+	-6.9	:	14.0	=	0.49	0.2	1.5
Schicht 5 unten	0.0	:	0.0	+	-7.4	:	14.0	=	0.53	0.1	1.5
Schicht 6 oben	0.0	:	0.0	+	-0.2	:	1.8	=	0.11	0.1	1.5
Schicht 6 unten	0.0	:	0.0	+	-0.2	:	1.8	=	0.12	0.1	1.5
Schicht 7 oben	0.0	:	0.0	+	-8.0	:	14.0	=	0.57	0.1	1.5
Schicht 7 unten	0.0	:	0.0	+	-8.6	:	14.0	=	0.61	-	1.5

Berechnung der mitwirkenden Breite von Tafelträgern: mitwirkende Breite Auflager B

10 Musterbeispiel 6: Fassadenkonstruktion

Thema: -Ermittlung Windlasten
-Bemessung Holzwerkstoffplatten nach SIA 265/1 (Ausgabe 2009) mit den fünf Klassen der Einwirkungsdauer
-Bemessung einer Stütze auf Druck und Biegung

Aufgabe: -Fassadenkonstruktion mit Holzstütze alle 7.1 m, welche oben und unten gelenkig an eine Boden und Dach angeschlossen wird, und horizontal gespannten Fassadenelementen
-Fassadenelemente als Kastenträger mit OSB/4 15 mm auf Innenseite, Ständerkonstruktion aus 60 mm breiten Ständern C24 (alle 60 cm) und mittelharte Faserplatte HB.HLA2 15 mm auf Aussenseite. Sowohl der OSB wie auch die Faserplatte werden schubfest mit der Rippe verleimt
-Auflagerkraft von Dach auf Fassadenstütze = 29 kN
-Das ganze Gebäude hat im Grundriss eine Abmessung von 20 x 20 m und ist 6 m hoch. Es steht in einer kleinen Ortschaft in einem Föhntal (Referenzwert des Staudrucks = 1.3 kN/m²)
-da Gipsständerwände an die Fassade anschliessen, muss der Gebrauchstauglichkeitsnachweis für spröde Einbauten gemacht werden
-Gesucht ist die benötigte Rippenhöhe in der Fassade sowie die Höhe und Breite der Fassadenstütze. Wir konzentrieren uns nur auf den Nachweis in horizontaler Richtung, die Lastabtragung in vertikaler Richtung ist nicht Teil dieses Beispiels.



Nachweis Fassadenelemente:

Schritt 1: -auf dem Tabellenblatt „Statik“ die Feldlänge 7100 mm in Feld 1 eintragen
Schritt 2: -auf dem Tabellenblatt „Lastannahmen“ muss Zelle Z10 die Formel mit 0 überschrieben werden, damit das Eigengewicht der Elemente nicht auch in horizontaler Richtung berücksichtigt wird.
-auf dem Tabellenblatt „Lastannahmen“ unter „Windkräfte $Q_{k,W}$ “ die Beiwerte c_{red} (0.92, gemäss SIA 261 6.3, Figur 6), c_d (1.0 gemäss SIA 261 6.35) und c_f (0.70, gemäss SIA 261 Anhang C, Tabelle 33, Teilfläche A) eingeben
-Bauwerkshöhe 6 m eingeben und Geländekategorie III auswählen. BEMefix rechnet den Höhenbeiwert c_h selbständig aus.
Schritt 3: -unter „Lastkombination Tragsicherheit Typ 2“ „Leiteinwirkung Wind“ auswählen
-unter „Lastkombination Gebrauchstauglichkeit“ „Fall 1, Leiteinwirkung Wind, $w=l/500$ “ auswählen
-Die genaue Definition für die 4 Fälle der Lastkombinationen Gebrauchstauglichkeit sind in den Feldern A76 bis H76 als Kommentare hinterlegt. Diese Definitionen beziehen sich auf die Angaben in den Holzbautabellen.
-in Feld Q 67 muss Feuchteklasse 1 eingestellt sein (Kriechfaktor $\Phi = 0.6$)

- Schritt 4: -Auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ den 3-schichtigen Querschnitt des Hohlkastens Schicht für Schicht jeweils mit Höhe (Felder C19 bis C27), Breite (Felder D19 bis D27) und Material (Felder G19 bis G27) eingeben. Die Lasten wurden auf 1 m Breite eingegeben, bei den beiden Beplankungen nehmen wir noch eine approximative Reduzierung der mitwirkenden Breite von 10% vor (900 mm). Bei den Rippen haben wir einen Rippenanteil von 10% (60 mm Rippen alle 60 cm), das ergibt 100 mm Rippen auf einen Meter. Sobald OSB oder die Faserplatte als Material ausgewählt wird, wird man von BEMefix aufgefordert, die Lasteinwirkungsdauer für HWS einzugeben (gemäss SIA 265/1, Ausgabe 2009). Die 5 Klassen der Einwirkungsdauer werden auf der rechten Seite in fünf Kommentarboxen erklärt. Für Leiteinwirkung „Wind“ kann die Einwirkungsdauer „kurz“ gewählt werden.
- Nun kann mit der Rippenhöhe gespielt werden, bis auf dem Tabellenblatt „Statik“ in der Zeile 36 ein annehmbarer Wert für die Durchbiegung erreicht wird. Bei einer 180 mm hohen Rippe beträgt die Deformation Spannweite / 510, die Anforderung wegen den spröden Einbauten ist damit erfüllt. Ein Blick auf den Tragsicherheitsnachweis auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ zeigt, dass sowohl beim Biegenachweis (Rippe = 0.28 = 28%) wie auch beim Schubnachweis ($\tau_d=0.6 < 1.5$)
- Schritt 5: -Jetzt geben wir noch auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ in Zelle C43 die Horizontallast von 22.6 kN ein.
- Schritt 6: -Nun kann auf dem Tabellenblatt „Bemessung“ in Zelle N 89 auf „mitwirkende Breite Feld 1 und 2“ umgestellt werden. BEMefix berechnet nun die mitwirkende Breite des Hohlkastens und setzt die Werte selbständig in den Zellen D19 bis D23 und D27 bis D31 ein.
- Jetzt kann die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Hohlkastens überprüft werden. Für die Durchbiegung wird nun ein Wert von 8.8 mm = Spannweite / 612 angegeben, die Tragsicherheit ist überall erfüllt ausser in Schicht 6. Dieser Nachweis ist jedoch fragwürdig, wird doch hier die Querlage der 3-Schichtplatte auf Zug beansprucht. In der Praxis hat diese Lage jedoch nur Schubkräfte zu übertragen, die Tragsicherheit des Hohlkastens ist also erfüllt.
- Schritt 7: -Nun erfolgt noch der Tragsicherheitsnachweis über dem mittleren Auflager. Über dem Mittelauger darf gemäss SIA 265 bei Tafелеlementen nur die halbe Breite der Beplankung für den Tragsicherheitsnachweis eingesetzt werden.
- Dazu muss in Zelle N89 zuerst auf „nicht berücksichtigen“ umgestellt werden. Nun kann in Zelle N 89 auf „mitwirkende Breite Auflager B“ umgestellt werden. BEMefix berechnet nun die mitwirkende Breite des Hohlkastens und setzt die Werte selbständig in den Zellen D19 bis D23 und D27 bis D31 ein.
- Jetzt kann die Tragsicherheit des Hohlkastens überprüft werden. Nun haben wir das gleich Problem wegen dem Zug in der Querlage in Schicht 2, ansonsten erfüllt der Hohlkasten auch diesen Nachweis und der Hohlkasten kann so weitergeplant werden.

Nachweis Fassadenstütze:

- Schritt 1: -auf dem Tabellenblatt „Knicken“ in Zelle K 37 Knicklänge (6000 mm) und in Zelle K39 die Normalkraft vom Dach (29 kN) eingeben. Da der Dachrand auf der Stütze aufliegt, wird noch mit einer Excentrizität der Lasteinleitung von 30 mm gerechnet (Zelle K41).
- Die auf die Stütze einwirkende Windlast kann nun auf dem Tabellenblatt „Statik“ in Zeile 31 unter A oder B herausgelesen werden: $4.1 \text{ kN} \times 2 = 8.2 \text{ kN/m}^1$. Dieser Wert kann als q_d in Zelle K43 Tabellenblatt „Knicken“ eingesetzt werden.

Schritt 2: -auf dem Tabellenblatt „Knicken“ den Querschnitt der Stütze in Schicht 1 mit Höhe (Feld C13), Breite (Feld D13) und Material BSH GL 24 h parallel (Feld G13) eingeben.

-Mit einem Querschnitt 180/300 wird der Nachweis Druck und Biegung gerade erfüllt (0.98 = 98%). Das Knicken in der anderen Achse wird durch die Fassadenelemente verhindert.

Schritt 3: -Nun muss die Fassadenstütze noch auf ihre Durchbiegung überprüft werden. Dazu wird auf dem Tabellenblatt „Statik“ in Feld 1 die Stablänge 6 m eingetragen. Nun kann in Zelle I16 auf dem Tabellenblatt „Statik“ direkt das q_{GT} von 5.4 kN/m^1 eingetragen werden (Auflagerkraft $R_{GT} = 2.7 \times 2 = 5.4 \text{ kN/m}^1$)

Lastannahmen nach SIA 261

Objekt: Musterbeispiel 6 Bauteil: Fassadenelement
Einflussbreite: 1.00 m Bauteilneigung: 0.0 °

Eigen- & Auflasten $G_{k,N}$			Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
			im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Auflast Schicht 1	-	0	-		0.28	0.28
Auflast Schicht 2	-	0	-			
Auflast Schicht 3	-	0	-			
Auflast Schicht 4	-	0	-			
Auflast Schicht 5	-	0	-			
Auflast Schicht 6	-	0	-			
Total			0.00	0.00	0.28	0.00

Nutzlasten $Q_{k,N}$			
Kategorie		Flächenlast kN/m^2	Linienlast kN/m^1
-	keine Nutzlast	0.00	0.00

Schneelasten $Q_{k,S}$			Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
Meereshöhe		M ü. M.	im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
0			0.00	0.00	0.00	0.00
Punktlast Schneeüberhang			0.00 kN			

Windkräfte $Q_{k,W}$ $Q_{k,W} = c_{red} \cdot c_d \cdot c_e \cdot c_h \cdot q_{p0}$							
c_{red}	0.92	c_d	1.00	c_e	0.70	q_{p0}	1.30 kN/m^2
Bauwerkshöhe:	6.0 m	Geländekat. III: Ortschaften, freies Feld	$c_h =$	0.89	kN/m^2	0.74	kN/m^1
Feld 1		TS	GT				
		γ_{Q1}	1.00				
			1.50				

Lastkombination Tragsicherheit Typ 2		Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren		⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
Feld 1:	Leiteinwirkung Wind	1.12	0.00	0.00	0.00

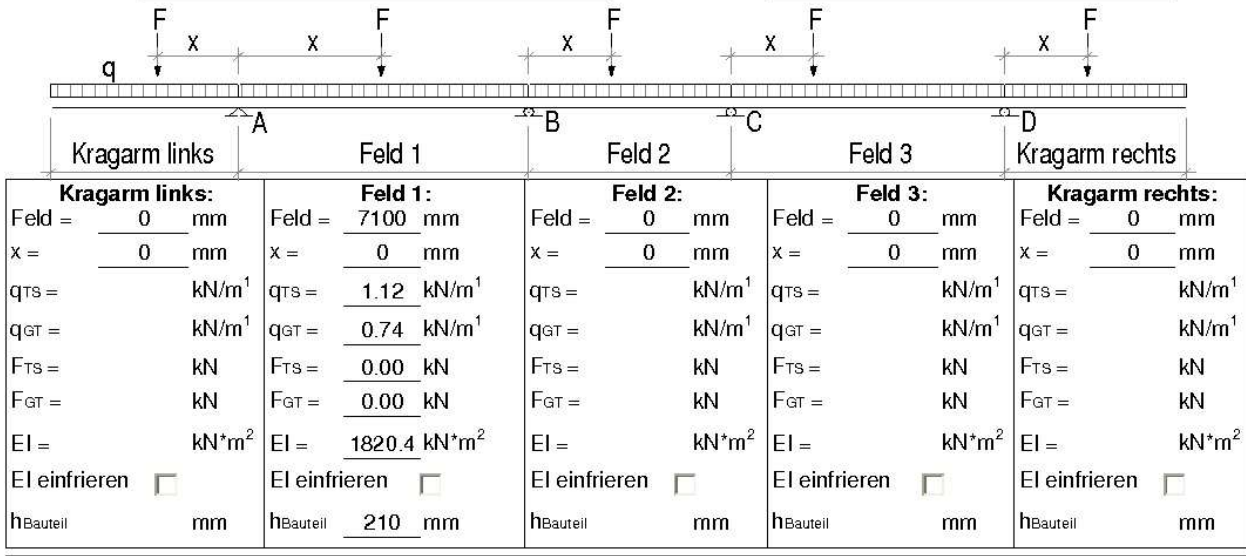
Lastkombination Gebrauchstauglichkeit		Linienlast kN/m^1		Punktlast kN	
falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren		⊥ z. Bauteil	z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	z. Bauteil
Feld 1:	Fall 1, Leiteinwirkung Wind, $w < l/500$	0.74	0.00	0.00	0.00

-In Zelle I22 auf dem Tabellenblatt „Statik“ kann nun direkt das EI der Stütze eingetragen werden (siehe Tabellenblatt „Knicken“, Zeile 30: $7698 \text{ kN} \times \text{m}^2$)
-Die Deformation von 23 mm = Spannweite/260 ist zu gross, die Stützhöhe muss erhöht werden.
-Mit einer Stütze 360/180 aus BSH GL 24 h ($EI = 7698 \text{ kN} \times \text{m}^2$) erreichen wir Spannweite / 507, der Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ist damit auch erfüllt.

statisches System, Lasten, Schnittkräfte, Verformungen

Objekt: Musterbeispiel 6

Bauteil: Fassadenelement



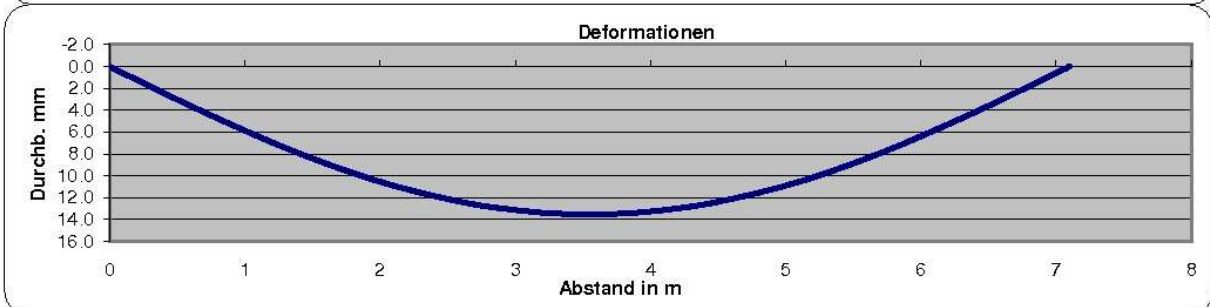
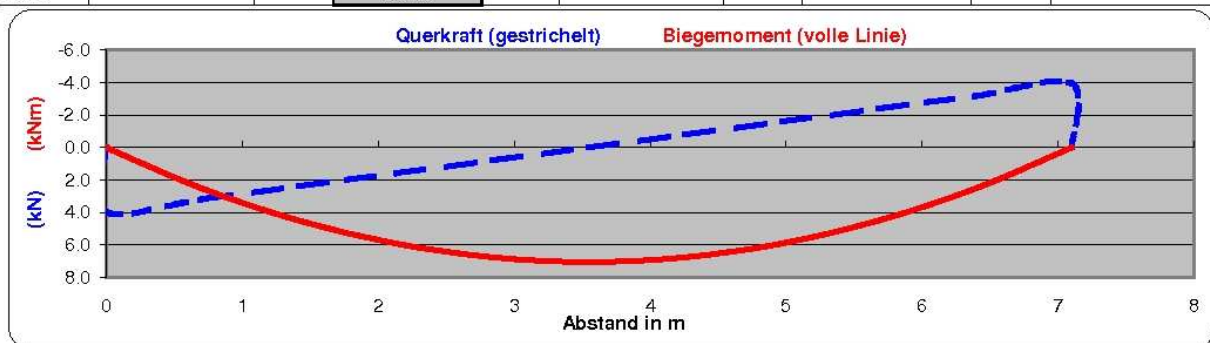
Lastkombination Gebrauchstauglichkeit:

Leiteinwirkung Wind, Funktionstüchtigkeit bei Tragwerken mit verformungsempfindlichen Einbauten. Irreversible Folgen einer Auswirkung infolge eines seltenen Lastfalls. Kriechen bei Lastfaktoren berücksichtigt.

Windkräfte $Q_{k,W}$ x 1.00
0.74 kN/m ¹ x 1.00
Σ Linienlast GT: 0.74 kN/m¹

Anmerkungen: - Einflussbreite auf Bauteil = 1.00 m

	Kragarm links	A	Feld 1	B	Feld 2	C	Feld 3	D	Kragarm rechts
R _{TS} (kN)		4.0		4.0					
R _{GT} (kN)		2.6		2.6					
M (kNm)		0.0	7.0	0.0					
V (kN)			4.0						
δ (mm)			13.5						
Feld/			524.8						



BEMefix 10.1

Stefan Heinzer

24.02.2010 21:49

Bemessung nach SIA 265 & SIA 265/1

kursive Schrift = Holzwerkstoffe SIA 265/1 (2009)

Objekt: Musterbeispiel 6 Bauteil: Fassadenelement

Nachweis: alle Baustoffe, Biegung und Zug, ohne Kippen, elastisch

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein Einwirkungsdauer HWS (nach KLED): kurz

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Kippbeiwert k_m : 1.00 Systembeiwert k_{sys} : 1.0

Querschnittswerte

	Höhe (mm)	Breite (mm)	Material	η_{mod}		φ	η_w	k_h	$f_{m,d}$	$f_{t,d}$	$f_{c,d}$	$f_{v,d}$	E	G
				η_w	η_t									
Schicht 1	15	900	OSB/4 als Platte parallel	1.00	0.90	0.91	1.00	17.3	8.6	13.2	0.8	6170	60	
Schicht 2	180	100	Vollholz C24 parallel	1.00	1.00	1.00	1.00	14.0	8.0	12.0	1.5	11000	500	
Schicht 3	15	900	harte Faserplatte HB.HLA2 als Platte	1.00	0.85	0.87	1.00	20.9	15.0	15.7	1.6	4016	200	
Schicht 4														
Schicht 5														
Schicht 6														
Schicht 7														
Schicht 8														

Totalhöhe mm	210	Querschnittsfläche mm ²	45000	EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	1'820.44
z _u mm	113.2	W _{oben} mm ³	4'432'496	W _{unten} mm ³	3'793'213
I mm ⁴ *10 ⁶	305.78	Eigengewicht kN/m ¹	0.3		

Nachweis Biegung, Schub

$N_{E,d}$ (kN) 0.0 $M_{E,d}$ (kNm) 7.0 $V_{E,d}$ (kN) 4.0

	$\sigma_{t,d} : f_{t,d} + \sigma_{m,d} : f_{m,d} < 1$							Randzone $\tau_d < f_{v,d}$		Schichtmitte $\tau_d < f_{v,d}$	
	$\sigma_{t,d}$	$f_{t,d}$	+	$\sigma_{m,d}$	$f_{m,d}$			τ_d	$f_{v,d}$	τ_d	$f_{v,d}$
Schicht 1 oben	0.0	0.0	+	-2.3	17.3	=	0.14	-	0.8	0.0	0.8
Schicht 1 unten	0.0	0.0	+	-2.0	17.3	=	0.11	0.0	0.8		
Schicht 2 oben	0.0	0.0	+	-3.2	14.0	=	0.23	0.4	1.5	0.6	1.5
Schicht 2 unten	0.0	8.0	+	3.8	14.0	=	0.27	0.3	1.5		
Schicht 3 oben	0.0	15.0	+	1.6	20.9	=	0.08	0.0	1.6	0.0	1.6
Schicht 3 unten	0.0	15.0	+	1.9	20.9	=	0.09	-	1.6		

Stäbe mit Druck und Biegung nach SIA 265

Objekt: Musterbeispiel 6

Bauteil: Fassadenstütze

Nachweis: Druck und Biegung, ohne Kippen

Kippbeiwert k_m : 1.00

Einwirkungsdauer: Einwirkung allgemein

Feuchteklasse: Feuchteklasse 1

Querschnittswerte (Knickachse = Höhe)

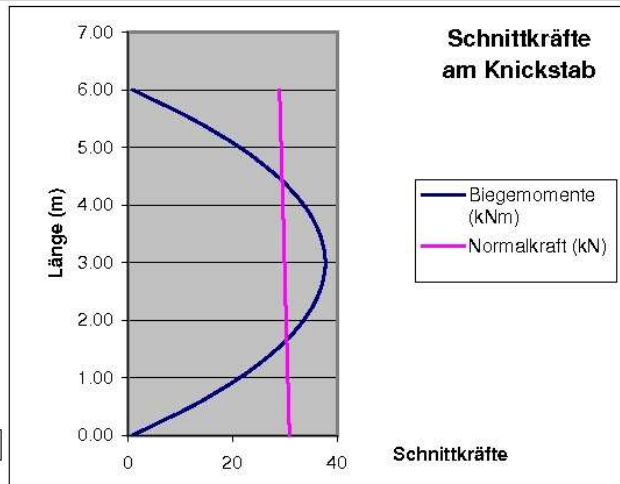
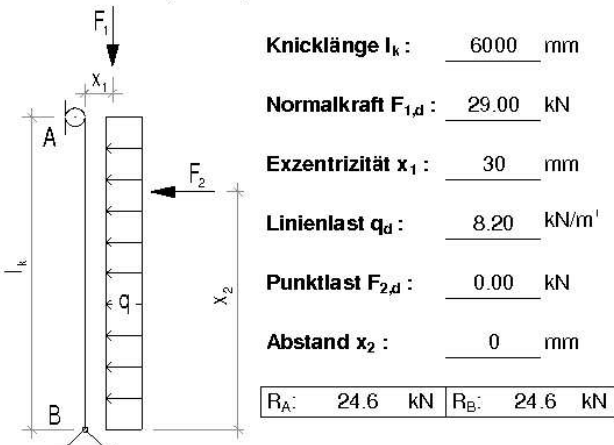
	Höhe mm	Breite mm	Material	η_w f	η_w E	η_t	k_h	$f_{m,d}$	$f_{c,d}$	$f_{c,k}$	E	$E_{0,05}$	λ_{rel}	β_c	k_c
Schicht 1	360	180	BSH GL 24 h parallel	1.0	1.0	1.0	1.1	16.8	14.5	24.0	11000	9350	0.9	0.1	0.82
Schicht 2	0	0													
Schicht 3	0	0													
Schicht 4	0	0													
Schicht 5	0	0													
Schicht 6	0	0													
Schicht 7	0	0													
Schicht 8	0	0													

Totalhöhe mm	360
z_u mm	180
I mm ⁴ *10 ⁶	699.84

Querschnittsfläche mm ²	64800
W_{oben} mm ³	3'888'000
Eigengewicht kN/m ¹	0.3

EI kN*m ² = N*mm ² *10 ⁹	7'698.24
W_{unten} mm ³	3'888'000

statisches System, Schnittkräfte



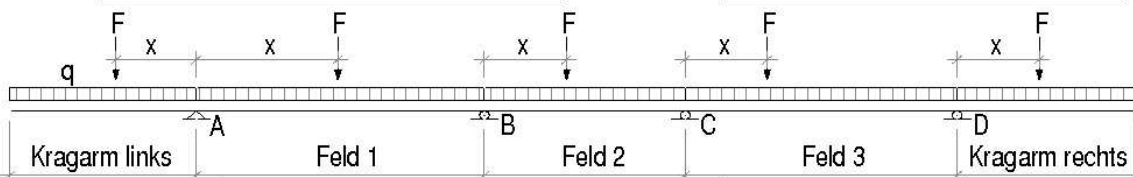
Nachweis Druck und Biegung

$N_{E,d}$ (kN)	-	30.9	$M_{E,d}$ (kNm)	37.8			
Schicht 1 oben	$\sigma_{c,d}$	$:(k_c \cdot f_{c,d})$	+	$\sigma_{m,d}$	$:(k_m \cdot f_{m,d})$	<	1
Schicht 1 unten	-0.5	: 0.82 · 14.5	+	-9.7	: 1.00 · 16.8	=	0.62
			+	9.2	: 1.00 · 16.8	=	0.55

statisches System, Schnittkräfte, Verformungen

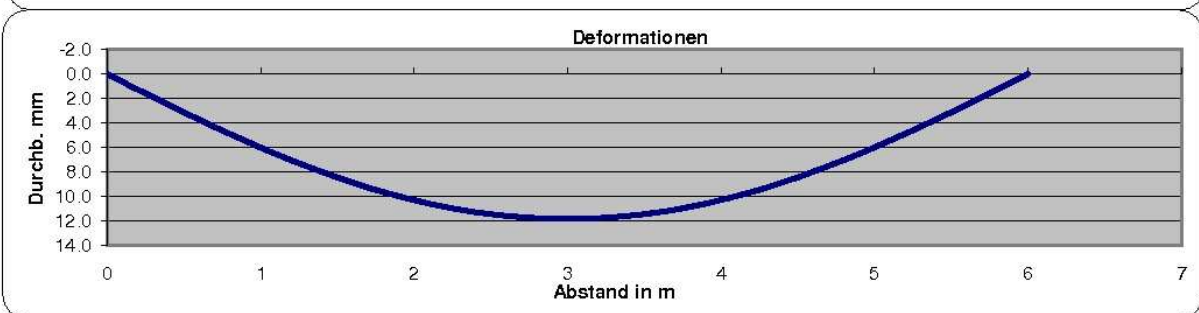
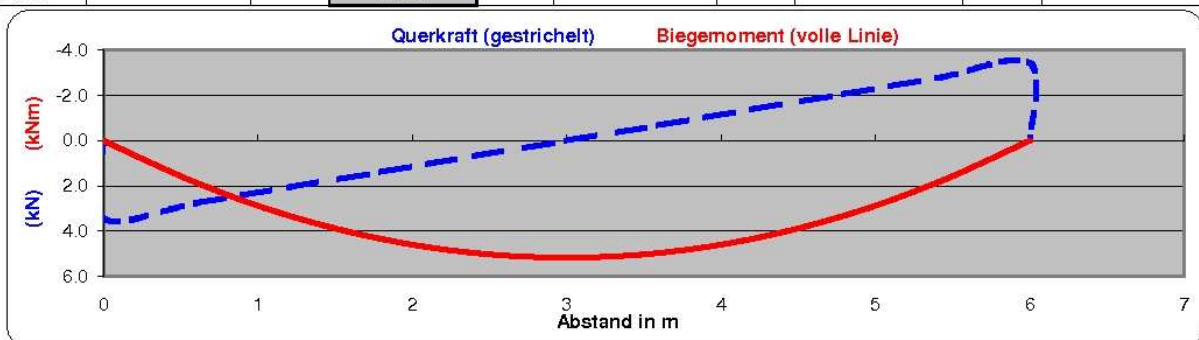
Objekt: Musterbeispiel 6

Bauteil: Fassadenstütze



Kragarm links:		Feld 1:	Feld 2:	Feld 3:	Kragarm rechts:		
Feld =	0 mm	Feld = 6000 mm	Feld = 0 mm	Feld = 0 mm	Feld =	0 mm	
x =	0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x = 0 mm	x =	0 mm	
q _{TS} =	kN/m ¹	q _{TS} = 1.15 kN/m ¹	q _{TS} = kN/m ¹	q _{TS} = kN/m ¹	q _{TS} =	kN/m ¹	
q _{GT} =	kN/m ¹	q _{GT} = 5.40 kN/m ¹	q _{GT} = kN/m ¹	q _{GT} = kN/m ¹	q _{GT} =	kN/m ¹	
F _{TS} =	kN	F _{TS} = 0.00 kN	F _{TS} = kN	F _{TS} = kN	F _{TS} =	kN	
F _{GT} =	kN	F _{GT} = 0.00 kN	F _{GT} = kN	F _{GT} = kN	F _{GT} =	kN	
EI =	kN*m ²	EI = 7698.0 kN*m ²	EI = kN*m ²	EI = kN*m ²	EI =	kN*m ²	
El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>	El einfrieren	<input type="checkbox"/>
h _{Bauteil}	mm	h _{Bauteil} 210 mm	h _{Bauteil} mm	h _{Bauteil} mm	h _{Bauteil}	mm	

	Kragarm links	A	Feld 1	B	Feld 2	C	Feld 3	D	Kragarm rechts
R _{TS} (kN)		3.5		3.5					
R _{GT} (kN)		16.2		16.2					
M (kNm)		0.0	5.2	0.0					
V (kN)			3.5						
δ (mm)			11.8						
Feld/			506.9						



BEMefix 10.1

Stefan Heinzer

24.02.2010 21:57