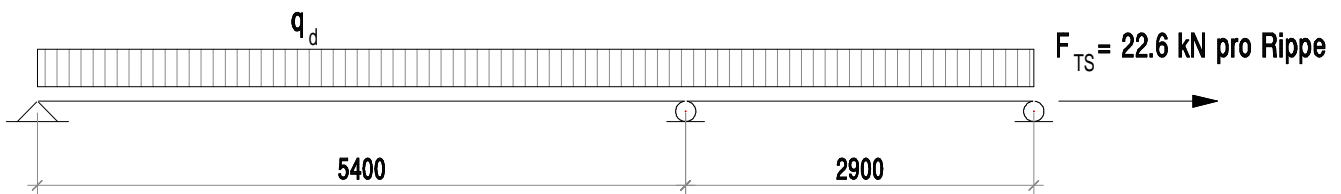


Musterbeispiel 5: mitwirkende Breite Hohlkasten

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 Feuchteklasse 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				Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
				im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
Auflast Schicht 1	Zement UB	Eigenlast Bauteil	7 cm	1.47	1.47	0.20	0.20
Auflast Schicht 2	Dämmung 30 kg / m3	3 cm	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Auflast Schicht 3	Sand	8 cm	1.44	1.44	0.86	0.86	0.86
Auflast Schicht 4	-	0	-	-	-	-	-
Auflast Schicht 5	-	0	-	-	-	-	-
Auflast Schicht 6	-	-	-	-	-	-	-
Total				2.92	2.92	1.95	1.95

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

Nutzlasten $Q_{k,N}$				Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1		Punklast kN			
Kategorie				Büroflächen		3.00		1.80		2.00	
B											
		Feld 1		Feld 2							
		TS	GT	TS	GT						
		γ_{Q1}	1.50	1.18	γ_{Q1}	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
				Punklast Schneeüberhang		0.00 kN	

Windkräfte $Q_{k,W}$				Flächenlast kN/m^2		Linienlast kN/m^1	
$Q_{k,W} = c_{red} \cdot c_{ed} \cdot c_t \cdot c_{pe} \cdot q_{p0}$				im Grund	in Neigung	im Grund	in Neigung
c_{red}	1.00	c_{ed}	1.00	c_t	0.00	q_{p0}	0.00 kN/m^2
Bauwerkshöhe:	0.0 m	Geländekat. IIa:	grosse Ebene	c_{pe}	0.23		
						kN/m^2	kN/m^1
						0.00	0.00

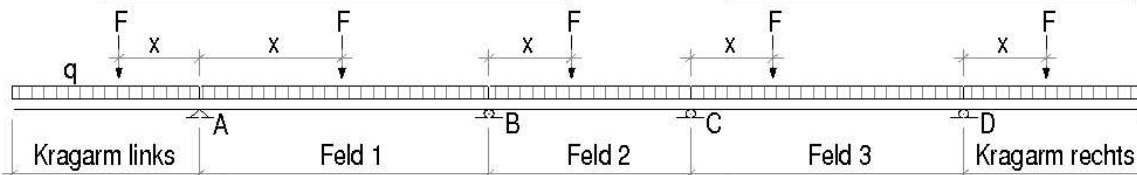
Lastkombination Tragsicherheit Typ 2				Linienlast kN/m^1		Punklast kN	
falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren				⊥ z. Bauteil	II z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	II z. Bauteil
Feld 1:	Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	<input type="checkbox"/>	Haken setzen = Werte eintragen	5.33	0.00	0.00	0.00
Feld 2:	Leiteinwirkung Nutzlast verteilt	<input type="checkbox"/>		5.33	0.00	0.00	0.00

Lastkombination Gebrauchstauglichkeit				Linienlast kN/m^1		Punklast kN	
falls alle Felder gleich, nur Feld 1 definieren				⊥ z. Bauteil	II z. Bauteil	⊥ z. Bauteil	II z. Bauteil
Feld 1:	Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$	<input type="checkbox"/>	Kriechen: Feuchteklasse 1 $\phi = 0.60$	5.24	0.00	0.00	0.00
Feld 2:	Fall 1, Leiteinwirkung Nutzlast verteilt, $w < l/500$	<input type="checkbox"/>		5.24	0.00	0.00	0.00

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

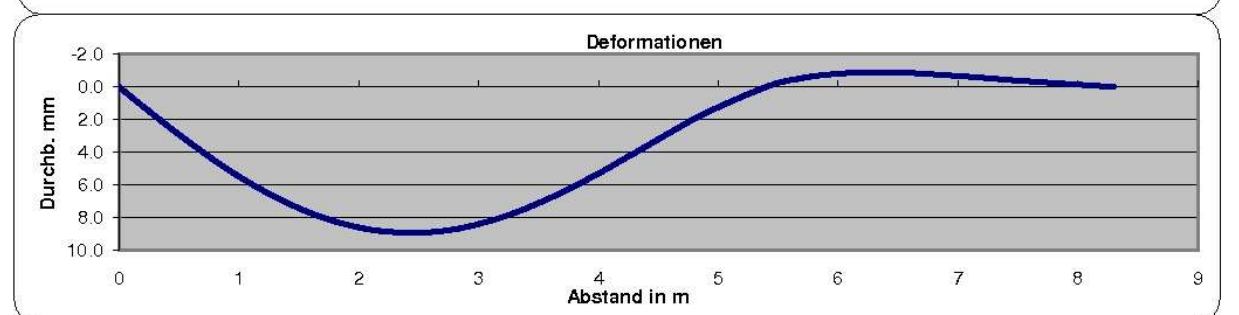
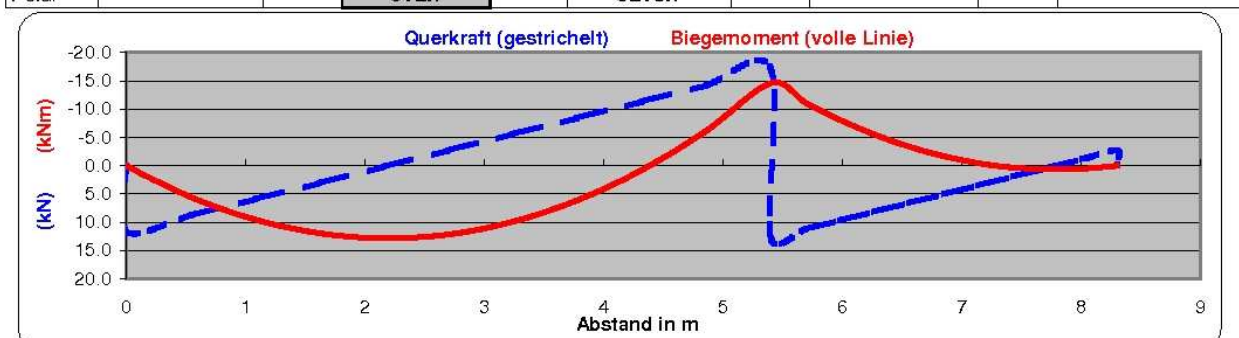
Eigen- & Auflasten Gk x 1.35 +	Nutzlasten Qk,N x 1.50
1.95 kN/m ¹ x 1.35 +	1.80 kN/m ¹ x 1.50
Σ Linienlast TS: 5.33 kN/m¹	

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_t	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