

4H-HDTF, POSITION 89: COLLING 4.A BSP 6-2

1. Eingabedaten

Nachweise nach DIN EN 1995, Deutschland

1.1. Deckenscheibe

Tafelbreite $b = 6.500$ m mit $\perp h_{\text{eff}} = 10.000$ m, Tafelhöhe $h = 10.000$ m mit $\perp h_{\text{eff}} = 6.500$ m
 $b < 2 h \Rightarrow$ gemäß NCI Zu 9.2.3.2 (NA.5) Lasteinleitung muss über durchgehende Verteilerrippen erfolgen (oder $h_{\text{eff}} = b/2$ ansetzen)
 $h < 2 b \Rightarrow$ gemäß NCI Zu 9.2.3.2 (NA.5) Lasteinleitung muss über durchgehende Verteilerrippen erfolgen (oder $h_{\text{eff}} = b/2$ ansetzen)

1.2. Rippen

Nadelvollholz C24, NKL 1, $\rho_k = 350$ kg/m³, $a_r = 0.625$ m
Rand **100/240**, Innen **100/240 mm**, in x-Richtung ausgerichtet
Randrippen **100/240 mm**, Innenrippen **100/240 mm**

1.3. Öffnung

Rechteckige Öffnung mit den diagonalen Eckpunkten E1(0.00/5.65) und E2(1.50/8.75) [m]

	links	rechts	oben	unten
Verteilerlängen	0.00	5.00	5.65	1.25

1.4. Beplankung oben

HAAS 3S (benutzerdefiniert) mit $\rho_k = 350$ kg/m³, NKL 1, $b/h/t = 1250/2500/25.00$ mm in x-Richtung

1.5. Benutzerdefinierte Parameter Sperrholz HAAS 3S

Steifigkeitskennwerte [N/mm²]

Plattenbeanspruchung	parallel	senkrecht
E-Modul E_{mean}	3500	4500
Schubmodul G_{mean}	650	1200
Scheibbeanspruchung	parallel	senkrecht
E-Modul E_{mean}	2500	2500
Schubmodul G_{mean}	450	450

Festigkeitskennwerte [N/mm²]

Plattenbeanspruchung	parallel	senkrecht
Biegung $f_{m,k}$	5.25	5.25
Druck $f_{c,k}$	13.90	13.90
Schub $f_{v,k}$	3.50	3.50
Scheibbeanspruchung	parallel	senkrecht
Biegung $f_{m,k}$	5.25	5.25
Zug $f_{t,k}$	2.00	2.00
Druck $f_{c,k}$	13.90	13.90
Schub $f_{v,k}$	2.70	2.70

Modifikationsbeiwerte k_{mod}

Nutzungsklasse	1	2	3
ständig	0.40	0.40	0.20
lang	0.50	0.54	0.40
mittel	0.70	0.62	0.60
kurz	0.90	0.69	0.80
sehr kurz	1.10	0.77	1.10

Verformungsbeiwerte k_{def}

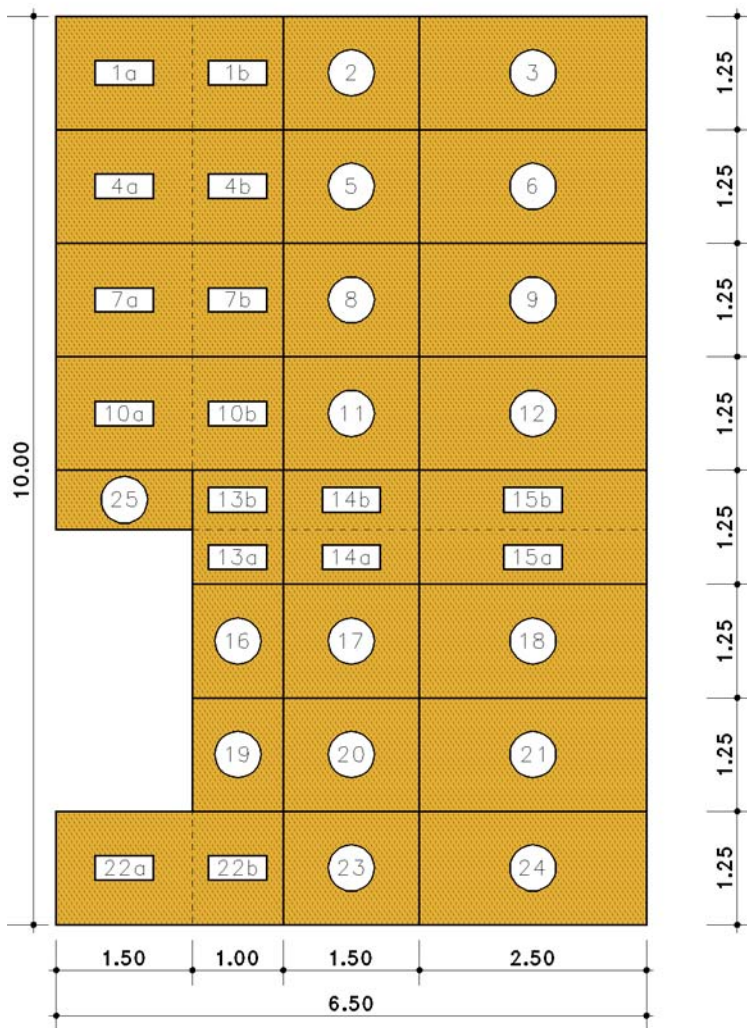
Nutzungsklasse	1	2	3
k_{def}	3.00	3.00	3.00

Eingabedaten für den Nachweis der Beplankung auf Biegebeanspruchung

ständige Flächenlast $g: 1.000$ kN/m²

veränderliche Flächenlast $q: 1.000$ kN/m² (Lastkategorie: Wohn-, Büroräume)

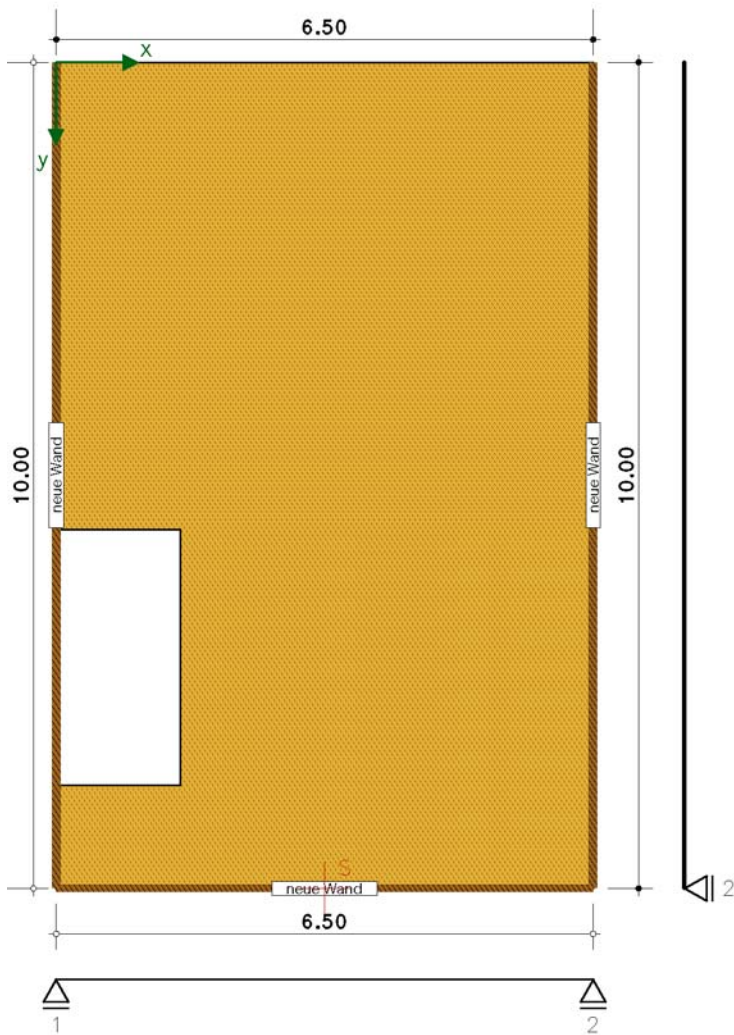
$W = 104.167$ mm³/m, $f_{v,k} = 3.50$ N/mm², $f_{m,k} = 5.25$ N/mm²



1.6. Verbindungsmittel oben

Klammer, 1.50 x 50 mm, br = 5.5 mm

Genauer Nachweis nach DIN EN 1995, 8.2.2, Abstand $a_v = 80$ mm, 1-reihig



1.7. Berechnungsverfahren

Jede Wand wirkt wie eine Auflagerfeder. Die Federsteifigkeit ist proportional zu ihrer Länge ohne Berücksichtigung geometrischer Exzentrizität.
 Ohne Berücksichtigung geometrischer Exzentrizität.
 Alle Nachweise mit dem erweiterten Schubfeldträger-(SFT)Modell

1.8. Plattenränder

Keine freien Plattenränder

1.9. Wände

Name	x_a m	x_e m	y_a m	y_e m	l m
neue Wand	0.000	0.000	0.000	10.000	10.000
neue Wand	0.000	6.500	10.000	10.000	6.500
neue Wand	6.500	6.500	0.000	10.000	10.000

1.10. Felder in x-Richtung

Achse	l m	Wände
1	6.500	neue Wan
2	0.000	neue Wan

1.11. Felder in y-Richtung

Achse	l m	Wände
1	10.000	
2	0.000	neue Wan

2. Ergebnisse

2.1. Wandkräfte

$x_s = 3.250 \text{ m}$, $y_s = 10.000 \text{ m}$, $I_p = 211.25 \text{ m}^5$, $e_{x,s} = 0.000 \text{ m}$, $e_{y,s} = 0.000 \text{ m}$ (Exzentrizität der Wände)

2.1.1. Lastkombination 1:

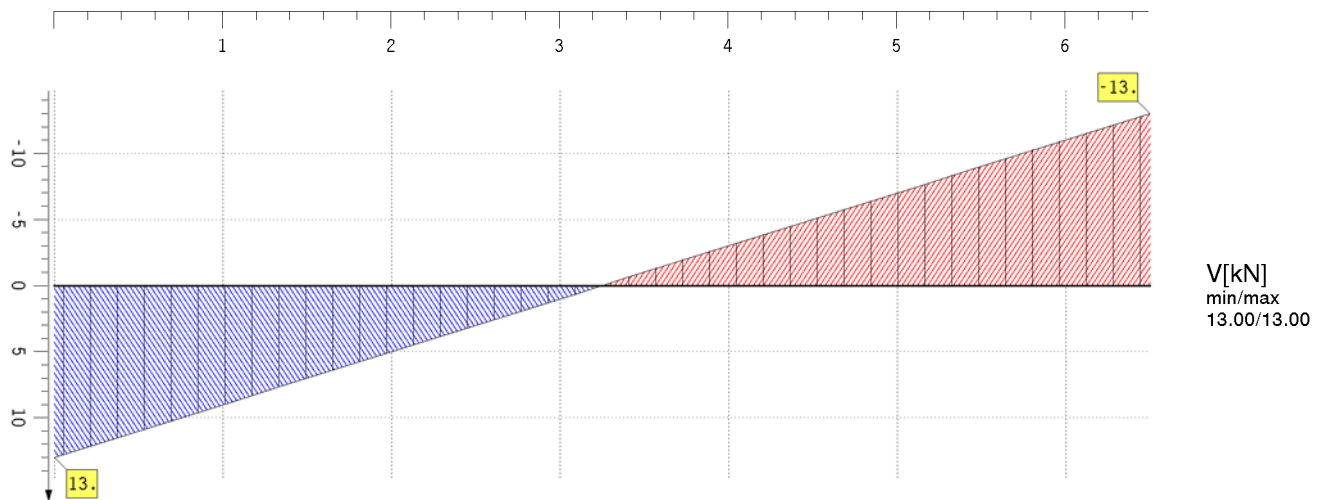
Wind in y-Richtung, Lastangriff beidseitig

$w_y = 2.50 \text{ kN/m}$, $e_{x,w} = 0.000 \text{ m} \Rightarrow w_{l,y} = 2.50 \text{ kN/m}$, $w_{r,y} = 2.50 \text{ kN/m}$, $\Delta M_y = 0.00 \text{ kNm}$

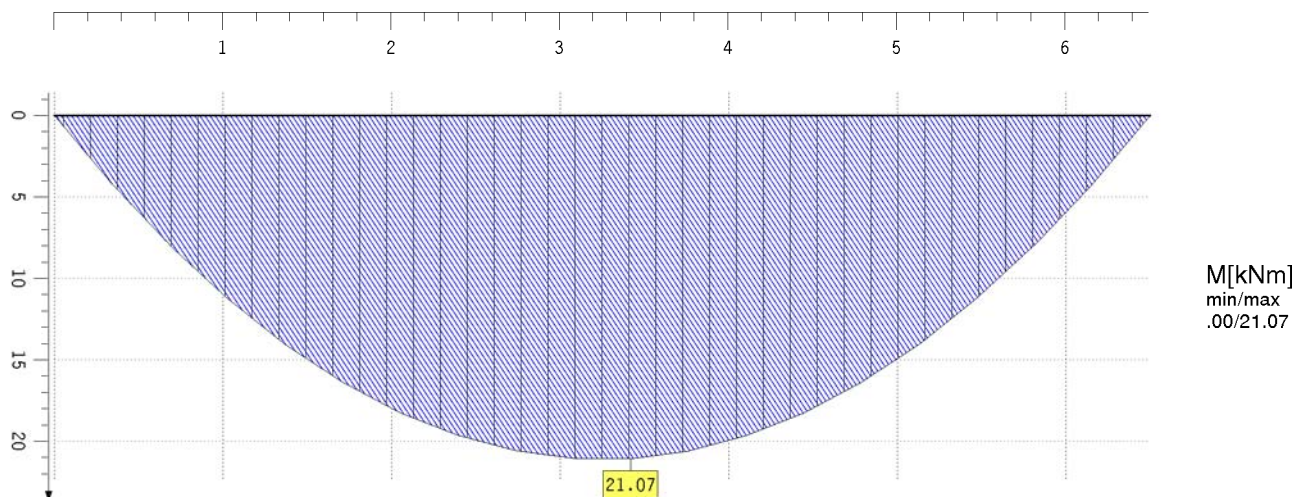
Name	l_y m	x_i m	$x_i - x_s$ m	$F_{y,w}$ kN	$F_{y,\Delta M_y}$ kN	$F_{x,\Delta M_y}$ kN	$F_{v,y,d}$ kN
neue Wand	10.000	0.000	3.250	13.000	0.000	---	13.000
neue Wand	---	---	---	-0.000	---	0.000	-0.000
neue Wand	---	---	---	-0.000	---	0.000	-0.000
neue Wand	10.000	6.500	-3.250	13.000	0.000	---	13.000

Achse	Feld	A_y kN	$M_{y'}$ kNm	$V_{l,y}$ kNm	$V_{r,y}$ kNm	$M_{\max,y'}$ kNm	$x_{\max}$ m
1y	-	13.000	0.000	---	---	---	---
-	1y	---	---	13.000	-13.000	21.066	3.250
2y	-	13.000	0.000	---	---	---	---
Σ		26.000					

Querkraft



Moment



2.2. Nachweis der Gurte

Knicknachweis der Gurte mit Knicklänge = 3.750 m

Knicknachweis der Randrippen mit Knicklänge = 3.750 m

LK	$M_{\max,d}$ kNm	h_{eff} m	$F_{c,d}$ kN	$\sigma_{c,d}$ N/mm ²	k_c -	k_{mod} -	$f_{c0,d}$ N/mm ²	$f_{t0,d}$ N/mm ²	u -
1	21.066	3.250	6.482	0.270	0.747	1.000	16.154	11.154	0.024

2.3. Steifigkeiten

Da die Verformungen für Tafeln mit Öffnungen nicht berechnet werden können, sollten zumindest die Regelungen gemäß EC5 für den Verzicht auf einen Verformungsnachweis eingehalten werden:
Bedingungen gemäß DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08 NCI Zu 9.2.3.2 (NA.12) erfüllt

2.3.1. Lastkombination 1:

2.4. Felder in x-Richtung

Feld	v_E mm	v_G mm	v_{K0} mm	v_{K90} mm	v_Σ mm
1	0.01	0.28	1.26	8.76	10.30

Achtung! Die angegebenen Verformung wurden ohne Berücksichtigung der Öffnung ermittelt!!!
Die Werte dienen lediglich zur Ermittlung der Verteilungsfaktoren!!!

2.5. Nachweis der Scheibenbeanspruchung nach dem erweiterten Schubfeldträgermodell (SFT-Modell)

Beplankung

$\gamma = 1.00$, $f_{vk} = 2.7 \text{ N/mm}^2$, $f_{ck} = 13.9 \text{ N/mm}^2$, $k_{v1} = 1.00$, $k_{v2} = 0.33$, $k_{p1,s0} = 1.0$, $k_{p1,sres} = 1.3$

2.5.1. Lastkombination 1:

Wirksame Tafelhöhe für Belastung nach Tafeltyp 1 begrenzt auf $H_{eff} = 10 \text{ m}$

Faktoren für Spannungserhöhung im Bereich der Öffnung: $\alpha = 0.449$, $\beta = 0.300$

Einzelergebnisse der Platten der oberen Beplankung

Platte	V_A kN	V_m kN	V_E kN	$s_{0,A}$ N/mm	$s_{0,m}$ N/mm	$s_{90,q}$ N/mm	$s_{90,r}$ N/mm	s_{res} N/mm	u_0 -	u_{Schub} -	u_{Beul} -	u_{res} -
1a	13.00	10.00	7.00	1.884	1.449	2.500	0.055	2.937	0.405	0.058	0.058	0.486
1b	7.00	5.00	3.00	0.565	0.365	2.500	0.110	2.636	0.122	0.058	0.058	0.436
2	3.00	0.00	-3.00	-0.435	-0.135	2.500	-0.391	2.894	0.093	0.013	0.013	0.479
3	-3.00	-8.00	-13.00	-1.435	-0.935	2.500	-0.290	2.942	0.309	0.058	0.058	0.487
4a	13.00	10.00	7.00	1.884	1.449	1.775	0.055	2.335	0.405	0.058	0.058	0.386
4b	7.00	5.00	3.00	0.565	0.365	2.000	0.110	2.142	0.122	0.058	0.058	0.354
5	3.00	0.00	-3.00	-0.435	-0.135	2.000	-0.391	2.395	0.093	0.013	0.013	0.396
6	-3.00	-8.00	-13.00	-1.435	-0.935	2.000	-0.290	2.473	0.309	0.058	0.058	0.409
7a	13.00	10.00	7.00	1.884	1.449	1.051	0.055	1.823	0.405	0.058	0.058	0.302
7b	7.00	5.00	3.00	0.565	0.365	1.500	0.110	1.651	0.122	0.058	0.058	0.273
8	3.00	0.00	-3.00	-0.435	-0.135	1.500	-0.391	1.896	0.093	0.013	0.013	0.314
9	-3.00	-8.00	-13.00	-1.435	-0.935	1.500	-0.290	2.019	0.309	0.058	0.058	0.334
10a	13.00	10.00	7.00	1.884	1.449	0.399	0.055	1.519	0.405	0.058	0.058	0.251
10b	7.00	5.00	3.00	0.565	0.365	1.000	0.110	1.169	0.122	0.058	0.058	0.193
11	3.00	0.00	-3.00	-0.435	-0.135	1.000	-0.391	1.398	0.093	0.013	0.013	0.231
12	-3.00	-8.00	-13.00	-1.435	-0.935	1.000	-0.290	1.593	0.309	0.058	0.058	0.263
13a	7.00	5.00	3.00	1.000	0.800	0.500	1.420	2.080	0.215	0.031	0.031	0.344
13b	7.00	5.00	3.00	0.565	0.365	0.500	1.080	1.621	0.122	0.031	0.031	0.268
14a	3.00	0.00	-3.00	0.600	0.300	0.500	-0.391	0.940	0.129	0.013	0.013	0.156
14b	3.00	0.00	-3.00	-0.435	-0.135	0.500	-0.391	0.901	0.093	0.013	0.013	0.149
15a	-3.00	-8.00	-13.00	-1.000	-0.500	0.500	-0.290	0.935	0.215	0.058	0.058	0.155
15b	-3.00	-8.00	-13.00	-1.435	-0.935	0.500	-0.290	1.224	0.309	0.058	0.058	0.202
16	7.00	5.00	3.00	1.000	0.800	0.500	1.000	1.700	0.215	0.031	0.031	0.281
17	3.00	0.00	-3.00	0.600	0.300	0.500	0.667	1.205	0.129	0.013	0.013	0.199
18	-3.00	-8.00	-13.00	-1.000	-0.500	0.500	-0.000	0.707	0.215	0.058	0.058	0.117
19	7.00	5.00	3.00	1.000	0.800	1.000	1.000	2.154	0.215	0.031	0.031	0.356
20	3.00	0.00	-3.00	0.600	0.300	1.000	0.667	1.693	0.129	0.013	0.013	0.280
21	-3.00	-8.00	-13.00	-1.000	-0.500	1.000	-0.000	1.118	0.215	0.058	0.058	0.185
22a	13.00	10.00	7.00	1.884	1.449	3.297	0.055	3.652	0.405	0.058	0.058	0.604
22b	7.00	5.00	3.00	0.565	0.365	1.500	0.110	1.651	0.122	0.058	0.058	0.273
23	3.00	0.00	-3.00	-0.435	-0.135	1.500	-0.391	1.896	0.093	0.013	0.013	0.314
24	-3.00	-8.00	-13.00	-1.435	-0.935	1.500	-0.290	2.019	0.309	0.058	0.058	0.334
25	13.00	10.00	7.00	1.884	1.449	0.775	0.388	1.859	0.405	0.058	0.058	0.307

Beplankung oben, maßgebende Platte Nr. 22a

$k_{mod} = 1.00$, $F_{v,Rd} = 372 \text{ N}$, $f_{v,d} = 2.70 \text{ N/mm}^2$, $f_{s,d} = 4.65 \text{ N/mm}$

Maximale Ausnutzung in Platte 22: (0.00/8.75) - (2.50/10.00) [m] mit $V_A = 13.00 \text{ kN}$, $V_m = 10.00 \text{ kN}$

$s_{0,A} = 1.884 \text{ N/mm}$, $s_{0,m} = 1.449 \text{ N/mm}$, $s_{90,q} = -3.297 \text{ N/mm}$, $s_{90,r} = 0.055 \text{ N/mm}$, $s_{res,d} = 3.652 \text{ N/mm}$

Schubfluß in der Auflagerrippe: $s_{0,d} \leq k_{p1} \cdot f_{s,d}$

$1.884 \leq 1.0 \cdot 4.651 \Rightarrow$ Ausnutzung: $u_{0A} = 0.41$ Nachweis erfüllt

Resultierender Schubfluß: $s_{res,d} \leq k_{p1} \cdot f_{s,d}$

$3.652 \leq 1.3 \cdot 4.651 \Rightarrow$ Ausnutzung: $u_{res} = 0.60$ Nachweis erfüllt

Schubtragfähigkeit der Scheibe: $s_{0A,d} / t \leq k_{v2} \cdot f_{v,d}$

$1.884 / 25.0 \leq 0.33 \cdot 2.700 \Rightarrow$ Ausnutzung: $u_{Schub} = 0.06$ Nachweis erfüllt

Beulnachweis der Scheibe: $s_{0,d} / t \leq k_{v2} \cdot f_{v,d} \cdot k_B$

$1.884 / 25.0 \leq 0.33 \cdot 2.700 \cdot 1.000 \Rightarrow$ Ausnutzung: $u_{Beul} = 0.06$ Nachweis erfüllt

2.6. Nachweis der Biege- und Schubbeanspruchung der Beplankung

Lasteinwirkungsdauer mittel $\Rightarrow k_{\text{mod}} = 0.700$, $f_{v,d} = 2.45 \text{ N/mm}^2$, $f_{m,d} = 3.67 \text{ N/mm}^2$

$V_d = 0.891 \text{ kN/m}$, $\tau_d = 0.05 \text{ N/mm}^2$, $u_\sigma = 0.022 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

$M_d = 0.139 \text{ kNm/m}$, $\sigma_d = 1.34 \text{ N/mm}^2$, $u_\sigma = 0.364 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

Achtung! Wird die Beplankung senkrecht zur höheren Beanspruchbarkeit verlegt, so erhöht sich die Ausnutzung:

$f_{m,k,\text{senkrecht}} = 5.25 \text{ N/mm}^2$, $f_{m,d,\text{senkrecht}} = 3.67 \text{ N/mm}^2$, $u_\sigma = 0.364 \Rightarrow$ **Nachweis erfüllt**

Achtung! Der Nachweis einer Einzellast ist gesondert zu führen

3. Zusammenfassung

Maximale Ausnutzung aller Nachweise $U_{\text{max}} = 0.60 \leq 1 \Rightarrow$ **Alle Nachweise erfüllt**