

# Statische Berechnung

---

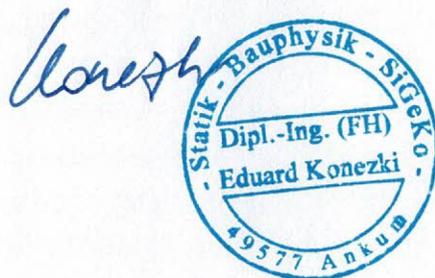
**Bauvorhaben:** Neubau einer Terrasse

**Bauherr:** Terragarto.de  
Altes Stadttor 1-3  
49661 Cloppenburg

**Baustelle:** Musterterrasse  
49661 Cloppenburg

**Aufsteller:** Dipl.-Ing. Eduard Konezki  
Hauptstr. 50  
49577 Ankum  
Tel. 05462 / 6599888  
mail: baustatik@mail.de

Ankum, im September 2020



### **Grundlagen der Berechnung:**

Eurocode in neuester Fassung

### **Weitere Literaturen:**

Schneider Bautabellen, 21. Auflage

### **Baustoffe:**

Stahlbeton	C20/25 XC1, X0
Aluminium	EN AW 6060
Profilstahl	S235 JR

### **Vorbemerkung**

Die Berechnung ist eine Musterstatik für eine Terrasse mit folgenden Randbedingungen:

Schneelastzone 2, norddt. Tiefebene (2,3x Schneelast zusätzlich)  
Windlastzone 2

Sie gilt somit für SLZ 1, 2 und 2 norddt. Tiefebene  
Bei anderen Schnee- und Windlasten ist der Aufsteller zu konsultieren.

Einzelne Bauzustände sind nicht nachgewiesen.

Abweichungen in der statischen Berechnung können nach Rücksprache mit dem Aufsteller der Statik erfolgen. Änderungen bei der Ausführung gehen zu Lasten des Verursachers.

### **Gründung:**

Tragende Bodenplatte mit Streifenfundamenten. Bodengutachten lag nicht vor. Zul. angenommene Bodenpressung  $\sigma = 250 \text{ kN/m}^2$ ,  $k_s = 25 \text{ MN/m}^3$ . Max. Grundwasserstand min 50 cm unterhalb der Sohle.

Diese Angaben sind vor Baubeginn eigenverantwortlich zu prüfen! Werden andere Baugrundverhältnisse örtlich vorgefunden als hier angenommen, ist die Gründung neu nachzuweisen.

## Eigenlasten

### Dacheindeckung

Glaseindeckung mit VSG 8 mm+Folie 0,7 mm Vorspannung

0,20 kN/m<sup>2</sup>

Glasstärke t<sub>gi</sub> = 4,0 mm

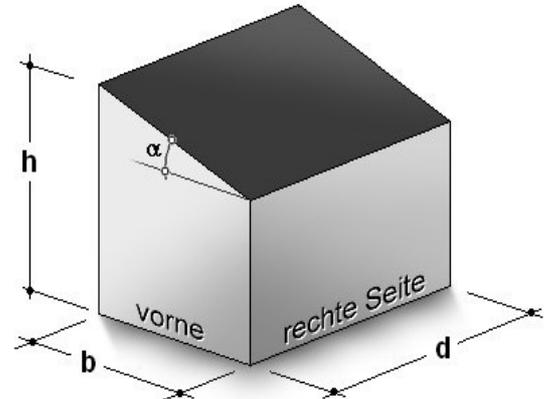
**Schnee- und Windlasten s. EDV**

Ermittlung von Wind- und Schneelasten nach EC1 - NA Deutschland**Standortdaten:**

Ort = Cloppenburg  
 Postleitzahl = 49661  
 Kreis = Cloppenburg  
 Regierungsbezirk = -  
 Bundesland = Niedersachsen  
 Telefon-Vorwahl = 04471  
 Höhe A über NN = 46 m  
 Schneelastzone = 2  
 Windzone = 2  
 Standort gehört zur norddeutschen Tiefebene!

**Bauwerksdaten:**

Dachform = Pultdach  
 Gebäudehöhe h = 3,0 m  
 Gebäudebreite b = 4,0 m  
 Gebäudelänge d = 8,0 m  
 Dachneigung  $\alpha_1 = 8,0^\circ$

**Windlasten EC1-1-4:**

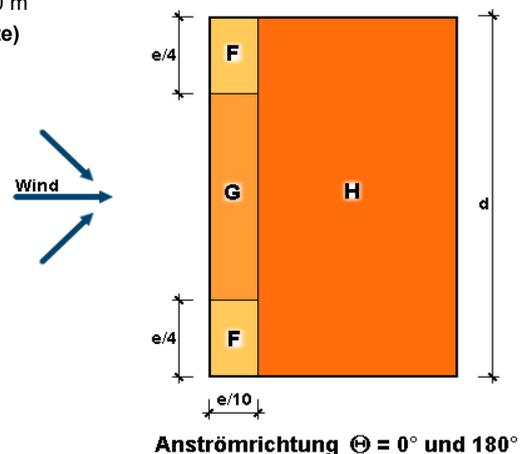
Lage des Gebäudes = Binnenland  
 Geschwindigkeitsdruck  $q_{b,0} = 0,39 \text{ kN/m}^2$   
 Winddruck  $q_p(h) = 0,65 \text{ kN/m}^2$   
 Windlasten werden nach vereinfachtem Verfahren ermittelt ( $h \leq 25\text{m}$ )!

**Windlasten für Dach unter Anströmung von rechts (Theta = 0°):**

$e/10 = 0,60 \text{ m}$        $e/4 = 1,50 \text{ m}$        $e/2 = 3,00 \text{ m}$

**cpe-Werte /  $w_{e,k}$  für Dachneigung  $\alpha = 8,0^\circ$  ( $w_{e,k}$  für cpe,10-Werte)**

Bereich	cpe,10 [-]	cpe,1 [-]	$w_{e,k}$ [kN/m <sup>2</sup> ]
F	0,06/-1,46	0,06/-2,35	0,04/-0,95
G	0,06/-1,08	0,06/-1,85	0,04/-0,70
H	0,06/-0,51	0,06/-0,93	0,04/-0,33



**Windlasten für Wände unter Anströmung von vorne:**

e = 4,00 m

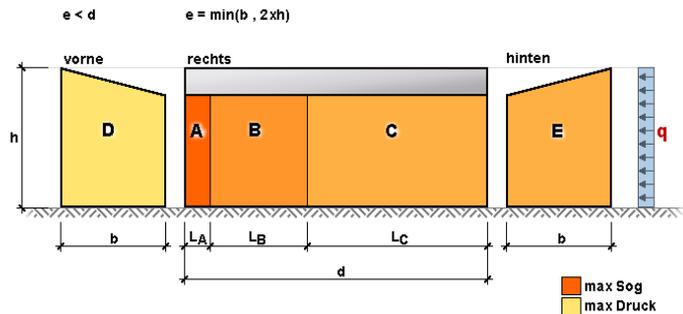
LA = 0,800 m

LB = 3,200 m

LC = 4,000 m

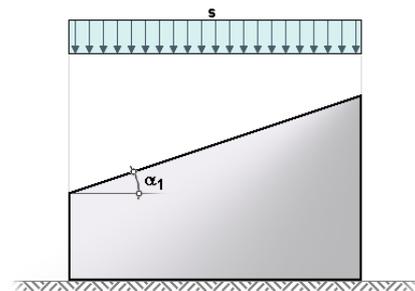
**cpe-Werte und we,k für Wände (für cpe,10 -Werte)**

Bereich	cpe,10 [-]	cpe,1 [-]	we,k [kN/m <sup>2</sup> ]
A	-1,20	-1,40	-0,78
B	-0,80	-1,10	-0,52
C	-0,50	-0,50	-0,33
D	0,72	1,00	0,47
E	-0,33	-0,50	-0,22

**Schneelasten nach EC1-1-3:**Schneelast sk = 0,85 kN/m<sup>2</sup>

Bauwerk liegt in norddeutscher Tiefebene

--&gt; Werte 1,0-fach für Grundkombination (Werte für außergew. LFK jeweils in Klammern!)

**Schneelasten für das Dach (Normalfall):** $\mu_1(\alpha_1) = 0,80 [-]$ s = 0,68 kN/m<sup>2</sup> (1,56 kN/m<sup>2</sup>)**Schneelasten an Höhengsprüngen:**

Werte jeweils für Grundkombination, Werte für außergew. LFK in Klammern!

Höhenunterschied h = 3,000 m

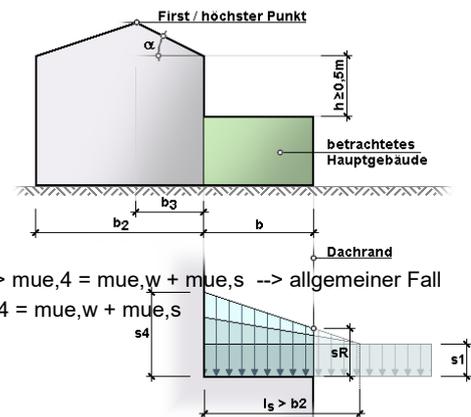
Breite b2 = 8,000 m

Breite b3 (bis First oberes Dach) = 4,000 m

Dachneigung oberes Dach = 25,0 °

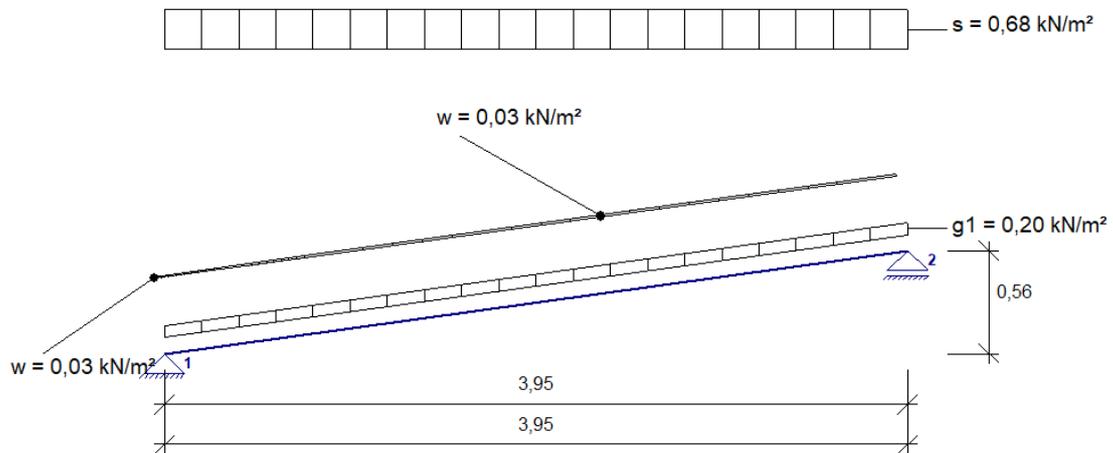
 $\mu_1 = 0,80 [-]$  $\mu_s = 0,53 [-]$  $\mu_w = 2,00 [-]$  $\mu_4 = 2,40 [-]$  (Begrenzung  $0,8 \leq \mu_{e,w} + \mu_{e,s} \leq 2,4$  in Grundkombination) -->  $\mu_{e,4} = \mu_{e,w} + \mu_{e,s}$  --> allgemeiner Fall $\mu_4 = 4,00 [-]$  (Begrenzung  $2,3 * \mu_{e,w} + \mu_{e,s} \leq 4,0$  als außergew. LF) -->  $\mu_{e,4} = \mu_{e,w} + \mu_{e,s}$ Schneelast s1 = 0,680 kN/m<sup>2</sup> (1,564 kN/m<sup>2</sup>)Schneelast s4 = 2,040 kN/m<sup>2</sup> (3,400 kN/m<sup>2</sup>)Schneelast sR = 1,133 kN/m<sup>2</sup> (1,967 kN/m<sup>2</sup>) am Dachrand des Gebäudes

Länge Verwehungskeil ls = 6,000 m &gt; Breite b





## Durchlaufsparren-Alu nach EC9 (NA Deutschland)



### Systemwerte :

Dachneigung = 8 °  
Kragarm links = 0,00 m  
Kragarm rechts = 0,00 m  
Klauentiefe = 0,0 cm  
Gebäuelänge = 8,0 m  
horiz. feste Lager = 1

Feld	Feldlänge [m] (Grundlänge)
1	3,950

### Belastung:

#### **Eigengewichtslasten:**

Dacheindeckung = 0,20 kN/m² DFL  
Konstruktion = 0,00 kN/m² DFL  
Dachausbau Feld 1 = 0,00 kN/m² DFL

Eigengewicht des Trägers wird mit 27 kN/m³ angesetzt!



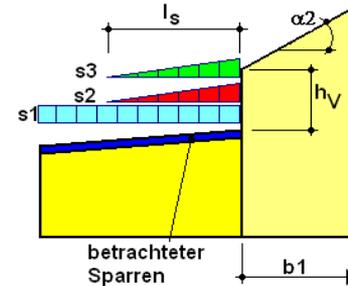
Projekt: Alutec Position: 1 Sparren

### Schneelast: EC1-1-3

Ort = Cloppenburg  
Schneelastzone = 2 -> norddeutsche Tiefebene d.h. alternativ 2,3-facher Schnee  
Höhe A über NN = 46 m  
Schneelast  $s_k$  = 0,85 kN/m<sup>2</sup> GFL  
Schneelast  $s$  = 0,68 kN/m<sup>2</sup> GFL ( $\mu_{e,s} = 0,80$  [-]) --> 1,00-fach  
Schneeüberhang an Traufe wird nicht angesetzt!  
Kein Schneefanggitter vorhanden!

### Schneelasten aus Höhenversprüngen: (Werte 1,00-fach)

Höhe des Versprungs  $h_V = 3,000$  m  
Breite des Anbaus  $b_1 = 4,000$  m  
Breite  $b_3 = 4,000$  m (Einflussbreite für abrutsch. Schnee)  
Dachneigung Anbau  $\alpha_2 = 25,0^\circ$   
Berechnung Schneeanhäufung für Normalfall  
Länge des Verwehungskeils = 6,000 m  
 $\mu_{e,w} + \mu_{e,s} = 1,858$  [-]  
Ordinate Schnee  $s_2 + s_3 = 0,900$  kN/m<sup>2</sup> (Abrutschen+Verwehung)  
Länge des Verwehungskeils länger als Sparrengrundlänge!  
Ordinate Schnee  $s_4 + s_5 = 0,307$  kN/m<sup>2</sup> (am Dachanschnitt)



### Windlast: EC1-1-4

Ort = Cloppenburg  
Windlastzone = 2  
Bezugshöhe über Gelände = 8,000 m  
Geschwindigkeitsdruck  $q_{ref} = 0,39$  kN/m<sup>2</sup>  
Geländekategorie: III = Vorstädte, Industriegebiete, Wälder  
Windstaudruck  $q = 0,58$  kN/m<sup>2</sup>  
Dachart = Pultdach  
Unterwind am Traufüberstand wird berücksichtigt (unterer Kragarm!)  
Giebelüberstand vorhanden --> Unterwind wird angesetzt (Sognachweis Randsparren)

### Außendruckbeiwerte $c_{pe}$ :

Die Bereiche F und G werden von der Gebäudekante aus angesetzt (anstatt von der Traufkante).  
Bei Sattel- / Walm- und Pultdächern werden für die Bereiche F / G und H die positiven  $c_{pe}$ -Werte angesetzt.

Lasteinzugsfläche Sparren = 2,79 m<sup>2</sup>  
 $c_{pe,1}$  (Unterwind) = -1,00 [-]  
 $c_{pe,10}$  (Unterwind) = -0,80 [-]

### Nutzlasten $q$ :

Kategorie für Nutzlasten = A,B - Wohn-/Bürräume

### Sonderlasten:

Einzellast  $Q_k$  (Mannlast) wird in ungünstiger Stellung berücksichtigt (Kragarm / Feld)

### Auflagerkräfte (charakt. Werte, Schnee 1,00-fach!):

**Auflagerkräfte [kN/m] für Grundlastfälle (Wind mit  $c_{pe,10}$ ; bei Flachdächern mit + $c_{pe}$  im Bereich I)**

Lager	V aus LF g	H aus LF g	V aus LF s	H aus LF s	V aus LF w	H aus LF w	V aus LF q	H aus LF q
1	0,79	0,00	2,34	0,00	0,07	0,02	0,00	0,00
2	0,79	0,00	2,73	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00



Projekt: Alutec Position: 1 Sparren

### Bemessung nach EC3-1-1:

Profil: 9027+RR35-55-4 im Abstand  $e = 70,0\text{cm}$

Profilart = frei definiertes Profil  
Material = EN AW 6060  
 $f_y = 155,00\text{ N/mm}^2$   
 $\gamma_{M0} = 1,00$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)  
 $\eta = 1,20$  [-] (EC3-1-5 für Querkraft)  
 $A = 17,61\text{ cm}^2$   
 $I_y = 365,12\text{ cm}^4$   
 $I_z = 81,87\text{ cm}^4$   
 $W_{yo} = 60,93\text{ cm}^3$   
 $W_{yu} = 38,40\text{ cm}^3$   
 $W_{zo} = 26,84\text{ cm}^3$   
 $W_{zu} = 26,84\text{ cm}^3$   
 $A_{-Vz} = 9,07\text{ cm}^2$   
 $A_{-Vy} = 6,04\text{ cm}^2$   
QK = 3 (Querschnittsklasse)

- Walzprofil
- Nachweis elastisch - elastisch (e-e)
- $\text{zul.}f = l/200$
- Werte für zul.Durchbiegungen  $f$  werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- Die LFK mit der 2,3-fachen Schneelast werden zusätzlich zur Grundkombination als außergew. LFK untersucht!

#### **Psi - Werte:**

Einwirkung	Psi,0	Psi,1	Psi,2
Schnee $s$	0,50	0,20	0,00
Wind $w$	0,60	0,20	0,00
Nutzlasten $q$	0,70	0,50	0,30

#### Nachweise (elastisch - elastisch):

##### a) Feld (Stelle max.Mf):

Nachweis Längsspannung:  $\text{max.}\eta = 0,77 < 1,00$  ( $\text{max.}\sigma = 11,928\text{ kN/cm}^2$ )

Nachweis Schubspannung:  $\text{max.}\eta = 0,00 < 1,00$  ( $\text{max.}\tau = 0,004\text{ kN/cm}^2$ )

Nachweis Vergleichsspannung:  $\text{max.}\eta = 0,77 < 1,00$  ( $\text{max.}\sigma_V = 11,928\text{ kN/cm}^2$ )

##### b) Stütze (Stelle min.Mf):

Nachweis Längsspannung:  $\text{max.}\eta = 0,00 < 1,00$  ( $\text{max.}\sigma = 0,039\text{ kN/cm}^2$ )

Nachweis Schubspannung:  $\text{max.}\eta = 0,06 < 1,00$  ( $\text{max.}\tau = 0,540\text{ kN/cm}^2$ )

Nachweis Vergleichsspannung:  $\text{max.}\eta = 0,06 < 1,00$  ( $\text{max.}\sigma_V = 0,936\text{ kN/cm}^2$ )

##### c) Stelle max.V:

Nachweis Längsspannung:  $\text{max.}\eta = 0,00 < 1,00$  ( $\text{max.}\sigma = 0,039\text{ kN/cm}^2$ )

Nachweis Schubspannung:  $\text{max.}\eta = 0,06 < 1,00$  ( $\text{max.}\tau = 0,540\text{ kN/cm}^2$ )

Durchbiegung :  $\text{max.}\eta = 0,76 < 1,00$

$M,Ed,S / N,Ed,S / V,Ed,s = 0,00 / 0,69 / 4,90$  (Stütze) --> Grundkomb.

$M,Ed,F / N,Ed,F / V,Ed,f = 4,58 / 0,00 / 0,04$  (Feld) --> außergew.LFK

$\text{max.}V,Ed / \text{zug.}M,Ed / \text{zug.}N,Ed = 4,90 / 0,00 / 0,69$  --> außergew.LFK

$\text{ext.}f$  Feld = 1,53 cm



Projekt: Alutec Position: 1 Sparren

Nachweis Schubbeulen:

$hw/tw = 18,316 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta$  --> kein Nachweis für Schubbeulen des Steges gem. EC3-1-5 notwendig!  
 $bw/tf = 8,846 \leq 72 \cdot \epsilon / \eta$  --> kein Nachweis für Schubbeulen der Flansche gem. EC3-1-5 notwendig!

## Pos. 2: Wandprofil

Als Wandprofil wird bei geringer Belastung konstruktiv gewählt:

Profil 9036, b/h/t=116,8/189,3/4,1 mm

Charakteristische Lasten aus Pos 1: g/s/w= 0,79/2,73/0,07 kN/m

Da der Abstand der einwirkenden vertikalen Lasten zu den Dübeln relativ gering ist, entstehen keine nennenswerten Biegemomente. Das Profil kann die auftretenden Beanspruchungen aufnehmen.

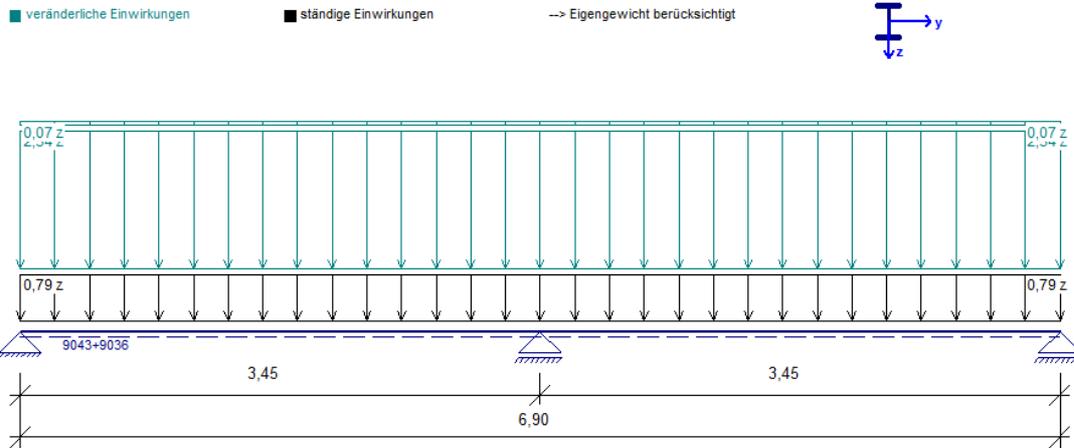
Dübelanschluß im Beton:

Fzul= 5,0 kN  
erf Anzahl der Dübel  $P/F_{zul} = 0,71$



Projekt: Alutec Position: 3 Rinne mit Verstärkung -7 m

## Träger nach EC3 (NA Deutschland)



Aus Pos 1, Auflager 1:

$g/s/w=0,79/2,34/0,07$  kN/m

### Systemwerte :

linkes Trägerende gelenkig gelagert

rechtes Trägerende gelenkig gelagert

Feld	Feldlänge [m]
1	3,450
2	3,450

### Belastung: (EWA = Einwirkungsart) y = horizontal, z = vertikal

Einwirkungsart 1 = Nutzlasten  
Einwirkungsart 2 = Schneelasten  
Einwirkungsart 3 = Windlasten  
Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen  
Einwirkungsart 5 = Windlasten als Alternativlastfall zu EW 3  
Einwirkungsart 6 = Erdbeben

$g_z$  über Gesamtlänge = 0,790 kN/m aus ständ. Last

$q_z$  über Gesamtlänge = 2,340 kN/m aus EW Schnee

$q_z$  über Gesamtlänge = 0,070 kN/m aus EW Wind

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 27,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt

Typ der EW-Art Nutzlast: A,B - Wohn-/Büroräume

Schnee- u. Windlasten werden nicht feldweise angesetzt, sondern als Volllast!

Schneelasten werden zusätzlich 2,3-fach in außergew. LFK angesetzt (nach EC0 mit Psi-Werten)!



Projekt: Alutec Position: 3 Rinne mit Verstärkung -7 m

### Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:

Feld	max.Myd [kNm]	min.Myd [kNm]	abs.max.Vzd [kN]
1	5,451	-9,690	14,043
2	5,451	-9,690	14,043

### Lagerschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:

Lager	min.Myd [kNm]	max.Myd [kNm]	min.Vzd-li. [kN]	max.Vzd-li. [kN]	min.Vzd-re. [kN]	max.Vzd-re. [kN]
1	0,000	0,000				8,426
2	-9,690	0,000	-14,043			14,043
3	0,000	0,000	-8,426			

### Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte) - gesamt für alle Träger:

Lager	max.Fz [kN]	min.Fz [kN]	Fz aus g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz Volllast [kN]
1	4,56	1,44	1,44	3,12/0,00	4,56
2	15,21	4,82	4,82	10,39/0,00	15,21
3	4,56	1,44	1,44	3,12/0,00	4,56

### Auflagerkräfte für Einzellastfälle (charakt.) - gesamt für alle Träger, jeweils max/min:

Lager	Fz aus LF g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz aus s [kN]	Fz aus w [kN]	Fz aus sonst.q [kN]	Fz aus Erdbeben [kN]
1	1,44	0,00 / 0,00	3,03 / 3,03	0,09 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	4,82	0,00 / 0,00	10,09 / 10,09	0,30 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
3	1,44	0,00 / 0,00	3,03 / 3,03	0,09 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

### Bemessung (Schnee zusätzlich 2,3-fach in außergewöhnlicher LFK):

Profil: 9043+9036

Profilart = frei definiertes Profil  
Material = EN AW 6060  
fy = 155,00 N/mm<sup>2</sup>  
fu = 170,00 N/mm<sup>2</sup>  
γ M0 = 1,00 [-]  
γ M1 = 1,10 [-]  
η = 1,20 [-] (EC3-1-5 für Querkraft)  
A = 41,63 cm<sup>2</sup>  
Iy = 2756,90 cm<sup>4</sup>  
Iz = 1384,45 cm<sup>4</sup>  
Wyo = 185,36 cm<sup>3</sup>  
Wyu = 182,25 cm<sup>3</sup>  
Wzo = 172,19 cm<sup>3</sup>  
Wzu = 115,76 cm<sup>3</sup>  
A-Vz = 25,40 cm<sup>2</sup>  
A-Vy = 12,43 cm<sup>2</sup>  
QK = 3 (Querschnittsklasse)



Projekt: Alutec Position: 3 Rinne mit Verstärkung -7 m

- Walzprofil
- Nachweisverfahren: elastisch - elastisch

Spannungsnachweise: (elastisch - elastisch) a) = außergew. LFK massgebend

Felder: [kN/cm<sup>2</sup>]  $f_{yd} = 15,50 \text{ kN/cm}^2$

Feld Nr.	Stelle	$\sigma_o / \sigma_u$	$\sigma_l / \sigma_r$	$\tau_z / \tau_y$	$\sigma_V$	$\eta\sigma [-]$	$\eta\tau [-]$	$\eta\sigma_V [-]$	$\eta_{max} [-]$
1	links	0,00/0,00	0,00/0,00	0,33/0,00	0,57	0,00	0,04	0,04	0,04 a)
	rechts	-5,32/5,23	0,00/0,00	0,55/0,00	5,40	0,34	0,06	0,35	0,35 a)
	max.M	-2,94/2,99	0,00/0,00	0,33/0,00	2,99	0,19	0,04	0,19	0,19 a)
	max.eta	---	---	---	5,40	---	---	---	0,35 a)
2	links	-5,32/5,23	0,00/0,00	0,55/0,00	5,40	0,34	0,06	0,35	0,35 a)
	rechts	0,00/0,00	0,00/0,00	0,33/0,00	0,57	0,00	0,04	0,04	0,04 a)
	max.M	-5,32/5,23	0,00/0,00	0,55/0,00	5,40	0,34	0,06	0,35	0,35 a)
	max.eta	---	---	---	0,00	---	---	---	0,35 a)

Nachweis Schubbeulen:

$hw/tw = 18,316 \leq 72 \cdot \epsilon \cdot \eta$  --> kein Nachweis für Schubbeulen des Steges gem. EC3-1-5 notwendig!

Nachweis Biegedrillknicken: (je Träger)

- Lastangriff an Trägeroberkante
- Druckgurt ist kontinuierlich gehalten
- $\chi_{LT}$  wird gemäß (6.58) mit Faktor f erhöht
- Beiwerte C1, C2 und C3 zur Ermittlung von  $M_{cr}$  werden vom Programm ermittelt

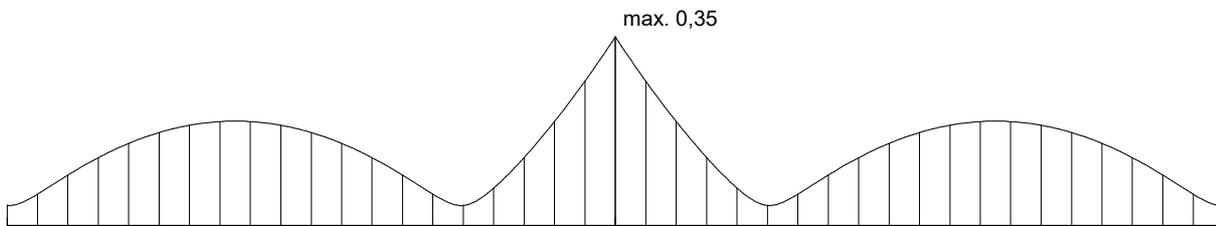
**-> Druckgurt ist kontinuierlich gehalten, d.h. Nachweis für Biegedrillknicken kann entfallen!**

Verformungen - seltene Kombination:

Felder:

Feld Nr.	max.f.,res  [cm]	entspricht
1	0,14	L / 2442,83
2	0,14	L / 2442,83

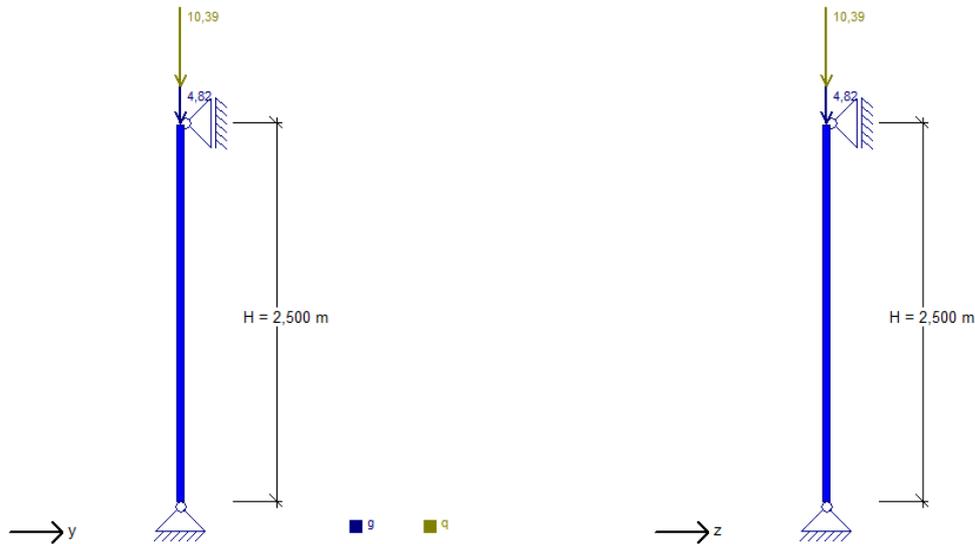
$\eta [-]$  (Ausnutzung elastisch - elastisch)





## Stütze nach EC3 (NA Deutschland)

Aus Pos 3, Auflager 2:  
 $g/q=4,82/10,39$  kN/m

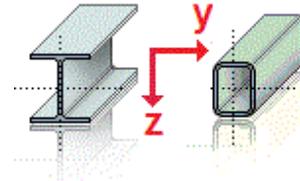


### Systemwerte:

Stützhöhe  $H = 2,500$  m

Pendelstütze mit  $\beta_{y,z} = 1,00$

Stütze in y- und z-Richtung frei



### Belastungen:

Eigengewicht der Stütze wird mit  $27,0$  kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt

Typ der EW-Art Nutzlast: A,B - Wohn-/Büroräume

Knotenlasten: Einwirkungen (EW) --> 1 = ständig g 2 = Schnee s 3 = Wind w 4 = Nutzlast q 5 = Erdbeben E

Lastart	Richtung	EW	F / M [kN / kNm]	ey [cm]	ez [cm]	Bemerkung
Einzellast	vertikal	1	4,820	0,0	0,0	
Einzellast	vertikal	4	10,390	0,0	0,0	

Keine Stablasten vorhanden!

### Auflagerreaktionen (ohne Sicherheitsbeiwerte):

Stützenkopf:

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]
ständige L. G	0,00	0,00	0,00
Schnee S	0,00	0,00	0,00
Wind w	0,00	0,00	0,00
Nutzlast Q	0,00	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00



Projekt: Alutec Position: 4 Stütze Terrasse - 7m

**Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = 0,233 kN)**

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	H <sub>z</sub> [kN]
ständige L. G	5,05	0,00	0,00
Schnee S	0,00	0,00	0,00
Wind w	0,00	0,00	0,00
Nutzlast Q	10,39	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00

**Bemessung:**

Profil: 9034

Profilart =	frei definiertes Profil	Walzprofil	
Material =	EN AW 6060	QK =	3 (Querschnittsklasse)
f <sub>y</sub> =	155,00 N/mm <sup>2</sup>		
γ M <sub>0</sub> =	1,00 [-]	γ M <sub>1</sub> =	1,10 [-]
η =	1,20 [-] (EC3-1-5 für Querkraft)		
A =	11,88 cm <sup>2</sup>		
I <sub>y</sub> =	239,58 cm <sup>4</sup>	I <sub>z</sub> =	239,58 cm <sup>4</sup>
W <sub>yo</sub> =	43,56 cm <sup>3</sup>	W <sub>yu</sub> =	43,56 cm <sup>3</sup>
W <sub>zo</sub> =	43,56 cm <sup>3</sup>	W <sub>zu</sub> =	43,56 cm <sup>3</sup>
A-V <sub>z</sub> =	5,94 cm <sup>2</sup>	A-V <sub>y</sub> =	4,20 cm <sup>2</sup>
KL $\perp$ y-y =	c	KL $\perp$ z-z =	c

**Spannungsnachweis elastisch - elastisch (e-e)**

massg. LFK = 1,35\*G + 1,50\*Q (f<sub>y,d</sub> = 15,50 kN/cm<sup>2</sup>)

max.N,Ed  kN	max.My,Ed  kNm	max.Mz,Ed  kNm	max.Vy,Ed  kN	max.Vz,Ed  kN	ησ <sub>v</sub> [-]
22,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12

**Nachweis Stabilität: (Knicken/Drillknicken/Biegedrillknicken):**

massg. LFK = 1,35\*G + 1,50\*Q

- die Stütze wird als verdrehweiches System angesetzt
- Lastangriff für BDk an OK Profil
- χ<sub>LT</sub> wird gemäß (6.58) mit Faktor f erhöht
- Beiwerte C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> und C<sub>3</sub> zur Ermittlung von M<sub>cr</sub> werden vom Programm ermittelt
- der Nachweis für Biegedrillknicken kann für das gewählte Profil nicht geführt werden!

Knicken in	y - Richtung	z - Richtung
Knicklänge L <sub>cr</sub>	2,500 m	2,500 m
Trägheitsradius i <sub>z</sub> / i <sub>y</sub>	4,49 cm	4,49 cm
Schlankheit λ	55,67	55,67
Bezugsschlankheit λ <sub>1</sub>	66,52	66,52
bez. Schlankheitsgrad λ <sub>v</sub>	0,84	0,84
Beiwert α	0,49	0,49
Beiwert φ	1,01	1,01
Beiwert χ	0,64	0,64
N <sub>b,Rd</sub>	106,98 kN	106,98 kN
Normalkraft  N,Ed	22,41 kN	22,41 kN
Bemessungsmoment M,Ed	0,00 kNm	0,00 kNm
Ausnutzung η, Stabilität	0,21	0,21

**Nachweis Drillknicken:**

$$\lambda_T = 0,84 \text{ [-]}$$

$$\chi_T = 0,64 \text{ [-]}$$

$$N_{b,Rd} = 106,98 \text{ kN}$$

$$|N_{Ed}| = 22,41 \text{ kN}$$

$$\text{Ausnutzung } \eta_{\text{Drillknicken}}: 0,21 \leq 1,00$$

**Nachweis Schubbeulen:**

$$h_w/t_w = 18,316 \leq 72 \cdot \epsilon/\eta \rightarrow \text{kein Nachweis für Schubbeulen des Steges gem. EC3-1-5 notwendig!}$$

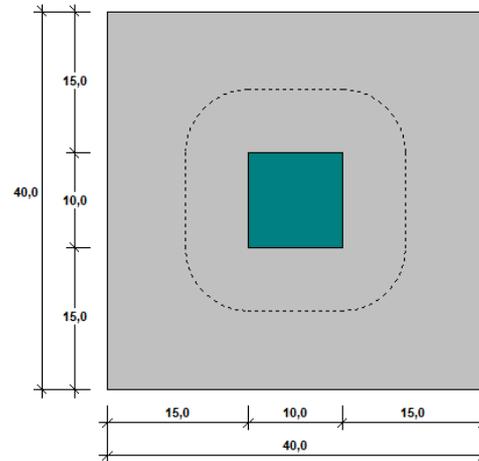
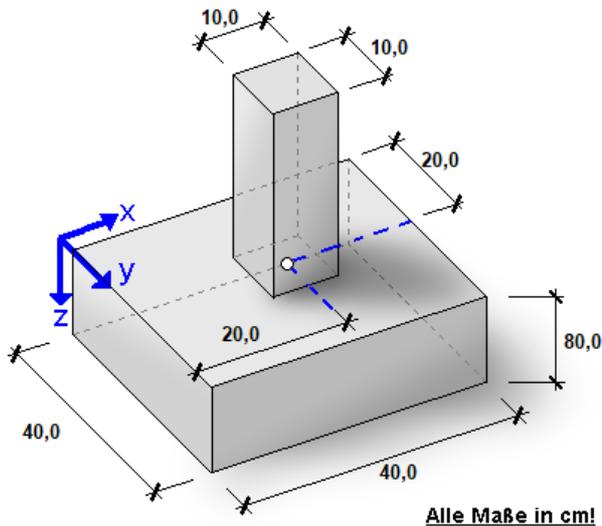
$$b_w/t_f = 8,846 \leq 72 \cdot \epsilon/\eta \rightarrow \text{kein Nachweis für Schubbeulen der Flansche gem. EC3-1-5 notwendig!}$$

**Verformungen**

$$|\max.f_y| = 0,00 \text{ cm} \quad / \quad |\max.f_z| = 0,00 \text{ cm}$$



**Einzel Fundament (V.26.1) nach EC2 / EC7 + NA Deutschland**

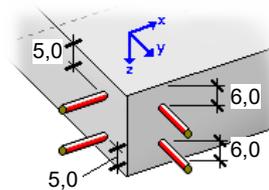


**Alle Maße in cm!**

**Systemwerte :**

- $b_x = 40,0$  cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- $b_y = 40,0$  cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- $a_x = 20,0$  cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- $a_y = 20,0$  cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- $b_{sx} = 10,0$  cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- $b_{sy} = 10,0$  cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- $t_f = 80,0$  cm (Fundamentdicke)
- $\sigma_{Rd} = 250,00$  kN/m<sup>2</sup> (zul. Bodenpressung, Designwert)
- $\Phi = 30,0^\circ$  (Sohlleibungswinkel)

**Bewehrungsabstände:**

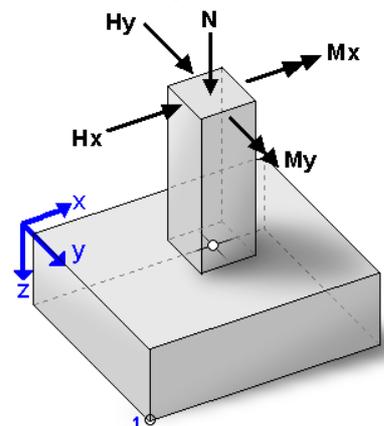


**Belastungen : Lasten übernommen aus Position 4**

N, H<sub>x</sub>, H<sub>y</sub>, M<sub>x</sub> und M<sub>y</sub> sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!  
Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m<sup>3</sup> berücksichtigt!  
Positive Momente M<sub>x</sub> und M<sub>y</sub> erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!  
Momente aus Theorie II.Ordnung werden nicht angesetzt!  
Lasten aus Anprall für Nachweis Lagesicherheit nach EC0 (nicht für Ausmitten nach DIN 1054)!

Lastfall	N [kN]	H <sub>x</sub> [kN]	H <sub>y</sub> [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]
ständig g	5,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
veränderlich q	10,39	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

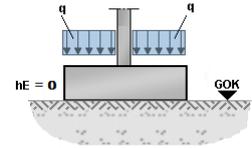
Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!





Projekt: Alutec Position: 5 Einzelfundament

veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
5,00 (charakt. Wert)	0	19,00

**Lastfallkollektive (automatisch ermittelt für vorh. Lastfälle):**

LFK 1 = 1,00\*G

LFK 7 = 1,00\*G + 1,50\*Q

LFK 2 = 1,35\*G

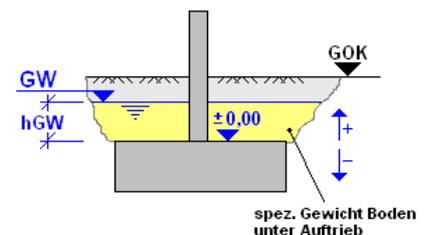
LFK 8 = 1,35\*G + 1,50\*Q

**Nachweis Ausmitten (Kippnachweis) für charakt. Lasten SLS:**Nachweis klaffende Fuge Gesamlast:  $(ex/bx)^2 + (ey/by)^2 \leq 0,111$ Nachweis klaffende Fuge ständige Lasten:  $|ex|/bx + |ey|/by \leq 0,166$ 

LFK Nr.	ex [cm]	ey [cm]	$(ex/bx)^2 + (ey/by)^2$	$ ex /bx +  ey /by$	Bemerkung
1	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
2	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
7	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
8	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge

**Gleitnachweis GEO-2:** $\eta = (R_{t,d} + E_{pt,d}) / T_d \geq 1,00$  ( $\eta=0 \rightarrow$  unzul. klaff. Fuge,  $\eta=100000 \rightarrow H_x/H_y=0$ ,  $\eta=-1 \rightarrow R_{t,d} = 0$ ) $\gamma_{R,h} = 1,100$  [-] (Sicherheitsbeiwert Gleitwiderstand) [= 1,00 bei außergew.LFK]

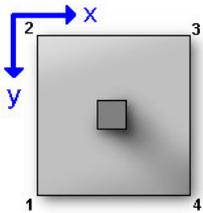
LFK Nr.	eta [-]
1	100000,000
2	100000,000
7	100000,000
8	100000,000

**Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:****Sicherheit gegen Abheben:** $\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{Auftrieb} \cdot 1,10) \geq 1,00$  $\gamma_{G,sub} = 1,10$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK) $\gamma_{G,inf} = 0,90$  [-] (bzw. 0,95 bei außergew. LFK) $\gamma_Q = 1,50$  [-] (bzw. 1,00 bei außergew. LFK)Es sind keine resultierenden, abhebenden Lasten vorhanden  $\rightarrow$  Nachweis kann entfallen!**Ausmitten (Kippen):**max.ex = 0,00 m  $\leq$  zul.ex = 0,20 mmax.ey = 0,00 m  $\leq$  zul.ey = 0,20 m**Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:**Kote Wasser h<sub>GW</sub> = -1000,000 mWasserkote liegt unter UK Fundament  $\rightarrow$  kein Auftrieb!

**Nachweis Bodenpressungen:**

Werte für Bodenpressung in  $[\text{kN/m}^2]$ ;  $\text{Sigma}_{m,d} = N_d / (a \times b')$  zum Vergleich mit  $\text{Sigma}_{Rd}$   
Bodenpressungen sind gamma - fach (mit Sicherheitsfaktoren)

LFK Nr.	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	max.Sigma,d	Sigma,m,d	Bemerkung
1	65,613	65,613	65,613	65,613	65,613	65,613	Nachweis erfüllt
2	76,667	76,667	76,667	76,667	76,667	76,667	Nachweis erfüllt
7	163,020	163,020	163,020	163,020	163,020	163,020	Nachweis erfüllt
8	174,073	174,073	174,073	174,073	174,073	174,073	Nachweis erfüllt



Zuordnung Punkte für Bodenpressung

**Bemessung:**

Beton : C20/25

 $\text{Sigma}_{gd} = 140,042 \text{ kN/m}^2$  $f_{ctd} = 0,850 \text{ N/mm}^2$ 

zul.hf/a = 0,70

x-Richtung:  $0,85 \cdot hf/a = 4,53 \geq 0,70 \rightarrow$  Nachweis erfüllt! $hf/a = 5,33 \geq 1,00 \rightarrow$  Nachweis erfüllt!y-Richtung:  $0,85 \cdot hf/a = 4,53 \geq 0,70 \rightarrow$  Nachweis erfüllt! $hf/a = 5,33 \geq 1,00 \rightarrow$  Nachweis erfüllt!**Fundament kann unbewehrt ausgeführt werden!**