



**Statische Berechnungen
für ein SKAN HOLZ Flachdach-Carport**

"Holstein" / "Spreewald" / "Lausitz"

Durchfahrtsbreite 277 cm bis 285 cm, 334 cm bis 342 cm, 515 cm bis 530 cm

Hersteller: SKAN HOLZ Europe GmbH
Im Alten Dorfe 10 – D-21227 Bendestorf

Bauherr: _____ **Bauort:** _____

Vorbemerkung:

Die Ausführung der Carports ist als Flachdach und als Walmdach mit einer Durchfahrtsbreite bis 285 cm, bis 342 cm und bis 530 cm in beliebigen Längen möglich. Der konstruktive Aufbau ist bei allen Ausführungen gleich. Es wird bei der Berechnung ein Sparrenabstand von 38 cm bis 76 cm und bei der Pfettenaufgabe eine maximale Stützweite von 180 cm zu Grunde gelegt.

Zur Erreichung der notwendigen Stabilität ist das Anbringen von Kopfbändern (in allen Richtungen) und das Einbetonieren von Pfostenanker in den Baugrund erforderlich.

Es ist sicherzustellen, daß die vorh. Bodenpressung von 119 kN/m² die zul. Belastung des Baugrunds nicht überschreitet.

Grundlagen der Berechnungen sind die Entwurfszeichnungen sowie die entsprechenden technischen Baubestimmungen. Die Dimensionen der Querschnitte sind ausreichend bemessen und entsprechend nachgewiesen.

Rißbildung durch Trocknung beim Imprägnieren mit Salzen sowie Verformungen, Feuchte und Schwindmaße sind bei Hölzern gem. EC5 NA(D) zulässig und haben keinen Einfluß auf die Statik.

Eingezogene Wandelemente für Räume, sind gem. EC1 NA(D) als eine offene Überdachung anzusehen. Dadurch erfolgt keine zusätzliche Windbelastung auf die Konstruktion.

Baubeschreibung / Konstruktionsaufbau:

- Blende beim Flachdach mit Blendbrettern aus Holz
Blende beim Walmdach mit Belattung zur Eindeckung mit Bitumenschindel oder Faserzementplatten in Schieferopti
- Die Sparren (b/d = 4/13 cm, 4/16 cm bzw. 5/22 cm) werden auf den Pfetten (b/d = 4/13 cm) mit Winkeln verschraubt.
- Die Pfetten werden mit Schloßschrauben an den Pfosten (b/d = 11.5/11.5 cm) verschraubt.
- Pfostenlängen bis 300 cm sind möglich.
- Gegen Unterwind bei freistehenden Stützen ist darauf zu achten, daß die Pfostenanker mit dem Fundament und dem Pfosten ausreichend befestigt sind.
- Das Holz ist unbehandelt und muß bauseits vor Witterungseinflüssen geschützt werden.

Material:

Hölzer: Nadelholz C24

Stahl: S235JR verzinkt

Es wurde bei der statischen Berechnung mit der **Windzone 4** und folgenden Schneelasten gerechnet:

Durchfahrt 2.70 m, Sparren, b/d = 4/13 cm, Sparrenabstand ≤ 76 cm, **Schneelast von sk ≤ 1.25 kN/m²**

Durchfahrt 2.70 m, Sparren, b/d = 4/13 cm, Sparrenabstand ≤ 38 cm, **Schneelast von sk ≤ 2.50 kN/m²**

Durchfahrt 3.55 m, Sparren, b/d = 4/16 cm, Sparrenabstand ≤ 76 cm, **Schneelast von sk ≤ 1.25 kN/m²**

Durchfahrt 3.55 m, Sparren, b/d = 4/16 cm, Sparrenabstand ≤ 38 cm, **Schneelast von sk ≤ 2.50 kN/m²**

Durchfahrt 5.14 m, Sparren, b/d = 5/22 cm, Sparrenabstand ≤ 72 cm, **Schneelast von sk ≤ 1.25 kN/m²**

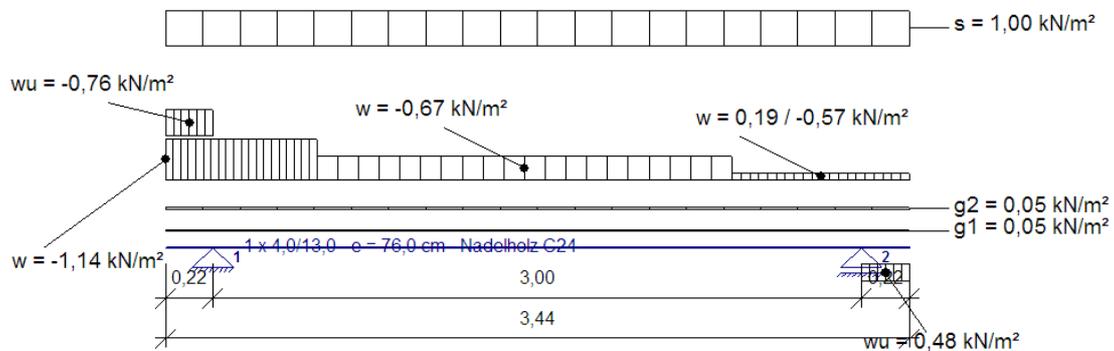
Durchfahrt 5.14 m, Sparren, b/d = 5/22 cm, Sparrenabstand ≤ 38 cm, **Schneelast von sk ≤ 2.00 kN/m²**

(Die außergewöhnliche Schneelast der norddeutschen Tiefebene wurde berücksichtigt.)



Position: 1 - Sparren

Durchlaufsparren nach EC5 (NA Deutschland)

**Systemwerte :**

Dachneigung = 0 °
Kragarm links = 0,22 m
Kragarm rechts = 0,22 m
Klauentiefe = 0,0 cm
Gebäuelänge = 5,9 m
horiz. feste Lager = 1

Feld	Feldlänge [m] (Grundlänge)
1	3,00

Belastung:**Eigengewichtslasten:**

Das Eigengewicht des Sparrens wird mit einer Wichte von = 5,00 kN/m³ angesetzt!

Dacheindeckung = 0,05 kN/m² DFL
Konstruktion = 0,05 kN/m² DFL
Dachausbau Feld 1 = 0,00 kN/m² DFL
Dachausbau restl. Felder / Kragarm = 0,00 kN/m² DFL

Schneelast: EC1-1-3

Schneelast s_k = 1,25 kN/m² GFL (manuell vorgeben)
Schneelast s = 1,00 kN/m² GFL ($\mu_{e} = 0,80$ [-]) --> 1,00-fach
Schneeüberhang an Traufe wird nicht angesetzt!
Kein Schneefanggitter vorhanden!

**Windlast: EC1-1-4**Windstaudruck $q = 0,95 \text{ kN/m}^2$ (manuell vorgegeben)

Dachart = Flachdach

Unterwind am Traufüberstand wird berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am Traufüberstand wird auch bei Anströmung unter 90° berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am oberen Kragarm wird berücksichtigt!

Giebelüberstand vorhanden --> Unterwind wird angesetzt (Sognachweis Randsparren)

Außendruckbeiwerte c_{pe} und Windlasten $w_{e,k}$:

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 negativen c_{pe} -Werte angesetzt.Lasteinzugsfläche Sparren = $2,61 \text{ m}^2$ Werte für $w_{e,k}$ wurden mit den c_{pe10} -Werte ermittelt! $e/10 = 0,48 \text{ m}$ $e/4 = 1,20 \text{ m}$ $e/2 = 2,40 \text{ m}$

Bereich	$c_{pe,10}$ [-]	$c_{pe,1}$ [-]	c_{pe} [-]	$w_{e,k}$ [kN/m ²]
F	-1,80	-2,50	-2,21	-2,10
G	-1,20	-2,00	-1,67	-1,14
H	-0,70	-1,20	-0,99	-0,67
I(+)	0,20	0,20	0,20	0,19
I(-)	-0,60	-0,60	-0,60	-0,57
Unterwind Luv	-0,80	-1,00	-0,92	-0,76

Nutzlasten q :

KLED für Nutzlasten =

mittel

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	0,23	0,00	1,72	0,00	-1,63	0,00	0,00	0,00
2	0,23	0,00	1,72	0,00	-1,19	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN] 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	0,18	0,00	1,31	0,00	-1,24	0,00	0,00	0,00
2	0,18	0,00	1,31	0,00	-0,90	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN/m] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit - c_{pe} im Bereich I)

Lager	V Luv c_{pe}	H Luv c_{pe}	V Lee $c_{pe,10}$	H Lee $c_{pe,10}$	V Lee c_{pe}	H Lee c_{pe}	V 90° c_{pe}	H 90° c_{pe}	V 180° c_{pe}	H 180° c_{pe}
1	-2,22	0,00	----	----	----	----	-1,81	0,00	-1,46	0,00
2	-1,46	0,00	----	----	----	----	-1,81	0,00	-2,22	0,00

**Auflagerkräfte [kN] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit -cpe im Bereich I)**

Lager	V Luv cpe	H Luv cpe	V Lee cpe,10	H Lee cpe,10	V Lee cpe	H Lee cpe	V 90° cpe	H 90° cpe	V 180° cpe	H 180° cpe
1	-1,69	0,00	----	----	----	----	-1,38	0,00	-1,11	0,00
2	-1,11	0,00	----	----	----	----	-1,38	0,00	-1,69	0,00

Bemessung nach EC5-1-1gew.: $b/h = 1 \times 4,0 / 13,0 \text{ cm}$, $e = 76,0 \text{ cm}$ $A = 52,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 112,7 \text{ cm}^3$ $I_y = 732,3 \text{ cm}^4$
 $A = 52,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 112,7 \text{ cm}^3$ --> Bereich Klauen**Nadelholz C24** $E_{0,\text{mean}} = 11000,000 \text{ N/mm}^2$ $G_{,\text{mean}} = 690,000 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,k} = 14,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_M = 1,300 [-]$ --> 1,00 bei außergew. Situation (2,3-facher Schnee)**Bemessungsparameter:**

- Nutzungsklasse NKL = 1
- $f_{m,d}$ wird für Vollholz mit $h < 150 \text{ mm}$ erhöht 3.2(3)
- kc_R wird in Bereichen $x \geq 1,50 \text{ m}$ vom Hirnholzende nicht um 30% erhöht
- $zul.w_{,\text{inst}} = l/300$
- $zul.w_{,\text{fin}} = l/200$
- $zul.w_{,\text{net,fin}} = l/250$
- Werte für zul.Durchbiegungen w werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- BDK-Nachweis wird nicht geführt! (BDK durch Dachverschalung / Lattung verhindert)
- 2,3-facher Schnee wird zusätzlich zur Grundkombination in 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:**

Md + Nd Feld (Biegespannung): $\eta = 0,81 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 18,08 N/mm²

Md + Nd Stütze (Biegespannung): $\eta = 0,17 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 2,96 N/mm²

Querkraft (Schubspannung): $\eta = 0,34 < 1,00$ |max.Tau,d| = 1,23 N/mm²

Durchbiegung : max.eta = 0,97 < 1,00

kcR = 0,50 [-] (Querkraft)

k,mod = 0,90 [-] (Feld), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

k,mod = 0,90 [-] (Stütze), LFK=1,35*g + 1,50*Qk,Krag

k,mod = 0,90 [-] (Querkraft), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

Md,S / Nd,S = -0,33 / 0,00 (Stütze) --> Grundkombination

Md,F / Nd,F = 2,04 / 0,00 (Feld) --> außergew.LFK

Vd = 2,13 kN --> Grundkombination

ext.w,net,fin Feld = 0,21 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Feld = 1,10 cm

ext.w,fin Feld = 1,18 cm

ext.w,net,fin Kragarm = 0,00 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Kragarm = 0,00 cm

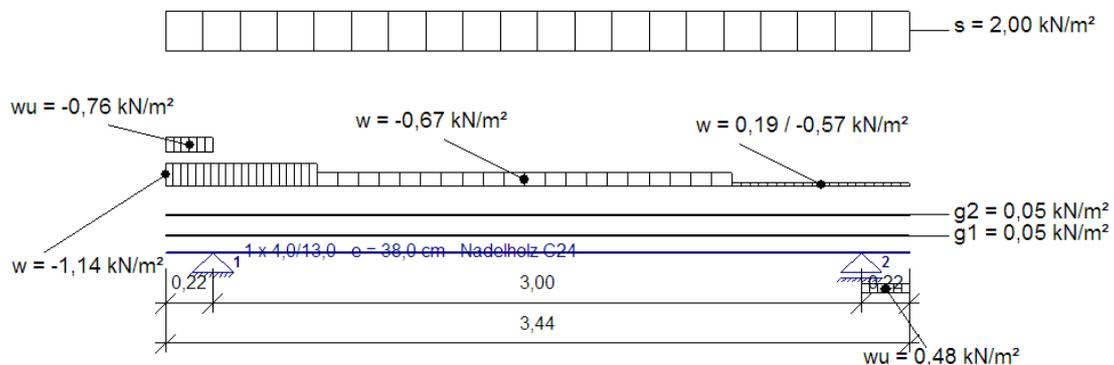
ext.w,fin Kragarm = 0,00 cm

Gew.: Sparren, b/d = 4/13 cm, NH C24, e < 76 cm



Position: 1.1 - Sparren

Durchlaufsparren nach EC5 (NA Deutschland)

**Systemwerte :**

Dachneigung = 0 °
Kragarm links = 0,22 m
Kragarm rechts = 0,22 m
Klauentiefe = 0,0 cm
Gebäuelänge = 5,9 m
horiz. feste Lager = 1

Feld	Feldlänge [m] (Grundlänge)
1	3,00

Belastung:**Eigengewichtslasten:**

Das Eigengewicht des Sparrens wird mit einer Wichte von = 5,00 kN/m³ angesetzt!

Dacheindeckung = 0,05 kN/m² DFL
Konstruktion = 0,05 kN/m² DFL
Dachausbau Feld 1 = 0,00 kN/m² DFL
Dachausbau restl. Felder / Kragarm = 0,00 kN/m² DFL

Schneelast: EC1-1-3

Schneelast sk = 2,50 kN/m² GFL (manuell vorgeben)
Schneelast s = 2,00 kN/m² GFL (mue = 0,80 [-]) --> 1,00-fach
Schneeüberhang an Traufe wird nicht angesetzt!
Kein Schneefanggitter vorhanden!

**Windlast: EC1-1-4**Windstaudruck $q = 0,95 \text{ kN/m}^2$ (manuell vorgegeben)

Dachart = Flachdach

Unterwind am Traufüberstand wird berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am Traufüberstand wird auch bei Anströmung unter 90° berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am oberen Kragarm wird berücksichtigt!

Giebelüberstand vorhanden --> Unterwind wird angesetzt (Sognachweis Randsparren)

Außendruckbeiwerte c_{pe} und Windlasten $w_{e,k}$:

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 negativen c_{pe} -Werte angesetzt.Lasteinzugsfläche Sparren = $1,31 \text{ m}^2$ Werte für $w_{e,k}$ wurden mit den c_{pe10} -Werte ermittelt! $e/10 = 0,48 \text{ m}$ $e/4 = 1,20 \text{ m}$ $e/2 = 2,40 \text{ m}$

Bereich	$c_{pe,10}$ [-]	$c_{pe,1}$ [-]	c_{pe} [-]	$w_{e,k}$ [kN/m ²]
F	-1,80	-2,50	-2,42	-2,30
G	-1,20	-2,00	-1,91	-1,14
H	-0,70	-1,20	-1,14	-0,67
I(+)	0,20	0,20	0,20	0,19
I(-)	-0,60	-0,60	-0,60	-0,57
Unterwind Luv	-0,80	-1,00	-0,98	-0,76

Nutzlasten q :

KLED für Nutzlasten =

mittel

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	0,29	0,00	3,44	0,00	-1,63	0,00	0,00	0,00
2	0,29	0,00	3,44	0,00	-1,19	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN] 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	0,11	0,00	1,31	0,00	-0,62	0,00	0,00	0,00
2	0,11	0,00	1,31	0,00	-0,45	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN/m] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit - c_{pe} im Bereich I)

Lager	V Luv c_{pe}	H Luv c_{pe}	V Lee $c_{pe,10}$	H Lee $c_{pe,10}$	V Lee c_{pe}	H Lee c_{pe}	V 90° c_{pe}	H 90° c_{pe}	V 180° c_{pe}	H 180° c_{pe}
1	-2,53	0,00	----	----	----	----	-2,07	0,00	-1,59	0,00
2	-1,59	0,00	----	----	----	----	-2,07	0,00	-2,53	0,00

**Auflagerkräfte [kN] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit -cpe im Bereich I)**

Lager	V Luv cpe	H Luv cpe	V Lee cpe,10	H Lee cpe,10	V Lee cpe	H Lee cpe	V 90° cpe	H 90° cpe	V 180° cpe	H 180° cpe
1	-0,96	0,00	----	----	----	----	-0,79	0,00	-0,61	0,00
2	-0,61	0,00	----	----	----	----	-0,79	0,00	-0,96	0,00

Bemessung nach EC5-1-1gew.: $b/h = 1 \times 4,0 / 13,0 \text{ cm}$, $e = 38,0 \text{ cm}$ $A = 52,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 112,7 \text{ cm}^3$ $I_y = 732,3 \text{ cm}^4$
 $A = 52,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 112,7 \text{ cm}^3$ --> Bereich Klauen**Nadelholz C24** $E_{0,\text{mean}} = 11000,000 \text{ N/mm}^2$ $G_{,\text{mean}} = 690,000 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,k} = 14,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_M = 1,300 [-]$ --> 1,00 bei außergew. Situation (2,3-facher Schnee)**Bemessungsparameter:**

- Nutzungsklasse NKL = 1
- $f_{m,d}$ wird für Vollholz mit $h < 150 \text{ mm}$ erhöht 3.2(3)
- kc_R wird in Bereichen $x \geq 1,50 \text{ m}$ vom Hirnholzende nicht um 30% erhöht
- $zul.w_{,\text{inst}} = l/300$
- $zul.w_{,\text{fin}} = l/200$
- $zul.w_{,\text{net,fin}} = l/250$
- Werte für zul.Durchbiegungen w werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- BDK-Nachweis wird nicht geführt! (BDK durch Dachverschalung / Lattung verhindert)
- 2,3-facher Schnee wird zusätzlich zur Grundkombination in 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:**

Md + Nd Feld (Biegespannung): $\eta = 0,79 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 17,70 N/mm²

Md + Nd Stütze (Biegespannung): $\eta = 0,17 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 2,95 N/mm²

Querkraft (Schubspannung): $\eta = 0,33 < 1,00$ |max.Tau,d| = 1,21 N/mm²

Durchbiegung : max.eta = 0,99 < 1,00

kcR = 0,50 [-] (Querkraft)

k,mod = 0,90 [-] (Feld), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

k,mod = 0,90 [-] (Stütze), LFK=1,35*g + 1,50*Qk,Krag

k,mod = 0,90 [-] (Querkraft), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

Md,S / Nd,S = -0,33 / 0,00 (Stütze) --> Grundkombination

Md,F / Nd,F = 1,99 / 0,00 (Feld) --> außergew.LFK

Vd = 2,09 kN --> Grundkombination

ext.w,net,fin Feld = 0,13 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Feld = 1,05 cm

ext.w,fin Feld = 1,10 cm

ext.w,net,fin Kragarm = 0,00 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Kragarm = 0,00 cm

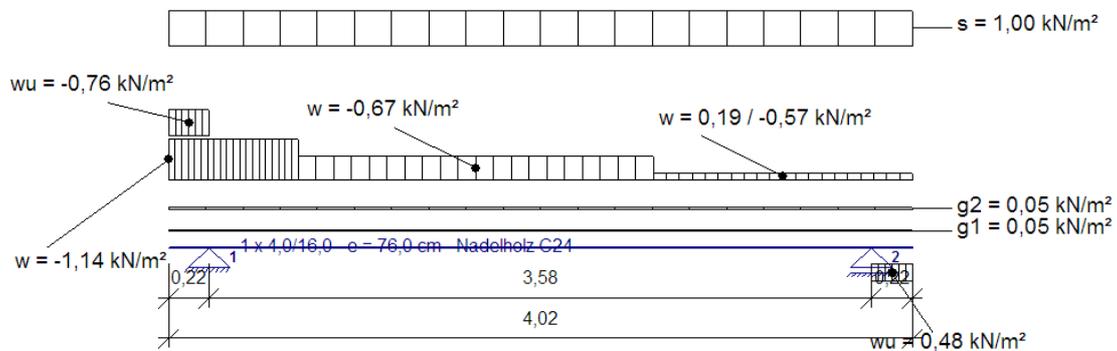
ext.w,fin Kragarm = 0,00 cm

Gew.: Sparren, b/d = 4/13 cm, NH C24, e < 38 cm



Position: 1.2 - Sparren

Durchlaufsparren nach EC5 (NA Deutschland)

**Systemwerte :**

Dachneigung = 0°
Kragarm links = 0,22 m
Kragarm rechts = 0,22 m
Klauentiefe = 0,0 cm
Gebäuelänge = 5,9 m
horiz. feste Lager = 1

Feld	Feldlänge [m] (Grundlänge)
1	3,580

Belastung:**Eigengewichtslasten:**Das Eigengewicht des Sparrens wird mit einer Wichte von $= 5,00 \text{ kN/m}^3$ angesetzt!

Dacheindeckung = $0,05 \text{ kN/m}^2$ DFL
Konstruktion = $0,05 \text{ kN/m}^2$ DFL
Dachausbau Feld 1 = $0,00 \text{ kN/m}^2$ DFL
Dachausbau restl. Felder / Kragarm = $0,00 \text{ kN/m}^2$ DFL

Schneelast: EC1-1-3

Schneelast $s_k = 1,25 \text{ kN/m}^2$ GFL (manuell vorgeben)
Schneelast $s = 1,00 \text{ kN/m}^2$ GFL ($\mu_{\text{ue}} = 0,80$ [-]) --> 1,00-fach
Schneeüberhang an Traufe wird nicht angesetzt!
Kein Schneefanggitter vorhanden!

**Windlast: EC1-1-4**Windstaudruck $q = 0,95 \text{ kN/m}^2$ (manuell vorgegeben)

Dachart = Flachdach

Unterwind am Traufüberstand wird berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am Traufüberstand wird auch bei Anströmung unter 90° berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am oberen Kragarm wird berücksichtigt!

Giebelüberstand vorhanden --> Unterwind wird angesetzt (Sognachweis Randsparren)

Außendruckbeiwerte c_{pe} und Windlasten $w_{e,k}$:

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 negativen c_{pe} -Werte angesetzt.Lasteinzugsfläche Sparren = $3,06 \text{ m}^2$ Werte für $w_{e,k}$ wurden mit den c_{pe10} -Werte ermittelt! $e/10 = 0,48 \text{ m}$ $e/4 = 1,20 \text{ m}$ $e/2 = 2,40 \text{ m}$

Bereich	$c_{pe,10}$ [-]	$c_{pe,1}$ [-]	c_{pe} [-]	$w_{e,k}$ [kN/m ²]
F	-1,80	-2,50	-2,16	-2,05
G	-1,20	-2,00	-1,61	-1,14
H	-0,70	-1,20	-0,96	-0,67
I(+)	0,20	0,20	0,20	0,19
I(-)	-0,60	-0,60	-0,60	-0,57
Unterwind Luv	-0,80	-1,00	-0,90	-0,76

Nutzlasten q :

KLED für Nutzlasten =

mittel

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	0,29	0,00	2,01	0,00	-1,81	0,00	0,00	0,00
2	0,29	0,00	2,01	0,00	-1,34	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN] 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	0,22	0,00	1,53	0,00	-1,37	0,00	0,00	0,00
2	0,22	0,00	1,53	0,00	-1,02	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN/m] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit - c_{pe} im Bereich I)

Lager	V Luv c_{pe}	H Luv c_{pe}	V Lee $c_{pe,10}$	H Lee $c_{pe,10}$	V Lee c_{pe}	H Lee c_{pe}	V 90° c_{pe}	H 90° c_{pe}	V 180° c_{pe}	H 180° c_{pe}
1	-2,38	0,00	----	----	----	----	-2,02	0,00	-1,53	0,00
2	-1,53	0,00	----	----	----	----	-2,02	0,00	-2,38	0,00

**Auflagerkräfte [kN] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit -cpe im Bereich I)**

Lager	V Luv cpe	H Luv cpe	V Lee cpe,10	H Lee cpe,10	V Lee cpe	H Lee cpe	V 90° cpe	H 90° cpe	V 180° cpe	H 180° cpe
1	-1,81	0,00	----	----	----	----	-1,53	0,00	-1,17	0,00
2	-1,17	0,00	----	----	----	----	-1,53	0,00	-1,81	0,00

Bemessung nach EC5-1-1gew.: $b/h = 1 \times 4,0 / 16,0 \text{ cm}$, $e = 76,0 \text{ cm}$ $A = 64,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 170,7 \text{ cm}^3$ $I_y = 1365,3 \text{ cm}^4$
 $A = 64,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 170,7 \text{ cm}^3$ --> Bereich Klauen**Nadelholz C24** $E_{0,\text{mean}} = 11000,000 \text{ N/mm}^2$ $G_{,\text{mean}} = 690,000 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,k} = 14,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_M = 1,300 [-]$ --> 1,00 bei außergew. Situation (2,3-facher Schnee)**Bemessungsparameter:**

- Nutzungsklasse NKL = 1
- $f_{m,d}$ wird für Vollholz mit $h < 150 \text{ mm}$ erhöht 3.2(3)
- k_{cR} wird in Bereichen $x \geq 1,50 \text{ m}$ vom Hirnholzende nicht um 30% erhöht
- $\text{zul.}w_{,\text{inst}} = l/300$
- $\text{zul.}w_{,\text{fin}} = l/200$
- $\text{zul.}w_{,\text{net,fin}} = l/250$
- Werte für zul.Durchbiegungen w werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- BDK-Nachweis wird nicht geführt! (BDK durch Dachverschalung / Lattung verhindert)
- 2,3-facher Schnee wird zusätzlich zur Grundkombination in 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:**

Md + Nd Feld (Biegespannung): $\eta = 0,79 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 17,16 N/mm²

Md + Nd Stütze (Biegespannung): $\eta = 0,11 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 1,95 N/mm²

Querkraft (Schubspannung): $\eta = 0,33 < 1,00$ |max.Tau,d| = 1,20 N/mm²

Durchbiegung : max.eta = 0,98 < 1,00

kcR = 0,50 [-] (Querkraft)

k,mod = 0,90 [-] (Feld), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

k,mod = 0,90 [-] (Stütze), LFK=1,35*g + 1,50*Qk,Krag

k,mod = 0,90 [-] (Querkraft), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

Md,S / Nd,S = -0,33 / 0,00 (Stütze) --> Grundkombination

Md,F / Nd,F = 2,93 / 0,00 (Feld) --> außergew.LFK

Vd = 2,55 kN --> Grundkombination

ext.w,net,fin Feld = 0,24 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Feld = 1,21 cm

ext.w,fin Feld = 1,30 cm

ext.w,net,fin Kragarm = 0,00 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Kragarm = 0,00 cm

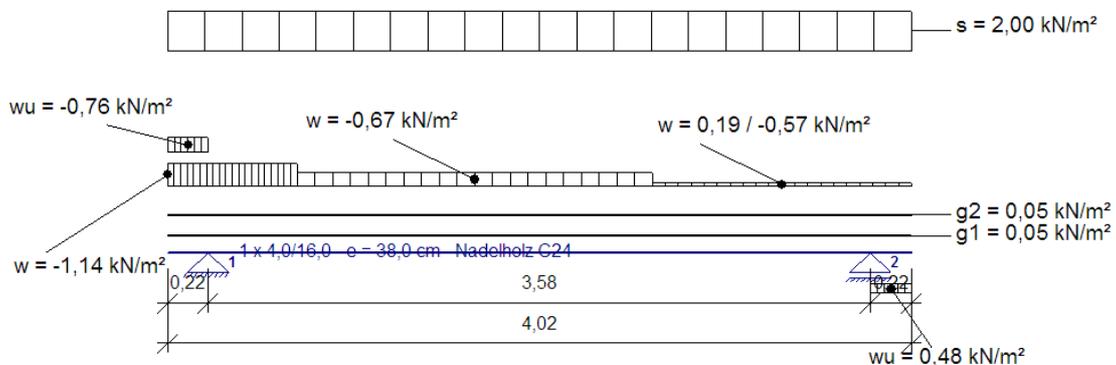
ext.w,fin Kragarm = 0,00 cm

Gew.: Sparren, b/d = 4/16 cm, NH C24, e < 76 cm



Position: 1.3 - Sparren

Durchlaufsparren nach EC5 (NA Deutschland)

**Systemwerte :**

Dachneigung = 0 °
Kragarm links = 0,22 m
Kragarm rechts = 0,22 m
Klauentiefe = 0,0 cm
Gebäuelänge = 5,9 m
horiz. feste Lager = 1

Feld	Feldlänge [m] (Grundlänge)
1	3,580

Belastung:**Eigengewichtslasten:**

Das Eigengewicht des Sparrens wird mit einer Wichte von = 5,00 kN/m³ angesetzt!

Dacheindeckung = 0,05 kN/m² DFL
Konstruktion = 0,05 kN/m² DFL
Dachausbau Feld 1 = 0,00 kN/m² DFL
Dachausbau restl. Felder / Kragarm = 0,00 kN/m² DFL

Schneelast: EC1-1-3

Schneelast sk = 2,50 kN/m² GFL (manuell vorgeben)
Schneelast s = 2,00 kN/m² GFL (mue = 0,80 [-]) --> 1,00-fach
Schneeüberhang an Traufe wird nicht angesetzt!
Kein Schneefanggitter vorhanden!

**Windlast: EC1-1-4**Windstaudruck $q = 0,95 \text{ kN/m}^2$ (manuell vorgegeben)

Dachart = Flachdach

Unterwind am Traufüberstand wird berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am Traufüberstand wird auch bei Anströmung unter 90° berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am oberen Kragarm wird berücksichtigt!

Giebelüberstand vorhanden --> Unterwind wird angesetzt (Sognachweis Randsparren)

Außendruckbeiwerte c_{pe} und Windlasten $w_{e,k}$:

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 negativen c_{pe} -Werte angesetzt.Lasteinzugsfläche Sparren = $1,53 \text{ m}^2$ Werte für $w_{e,k}$ wurden mit den c_{pe10} -Werte ermittelt! $e/10 = 0,48 \text{ m}$ $e/4 = 1,20 \text{ m}$ $e/2 = 2,40 \text{ m}$

Bereich	$c_{pe,10}$ [-]	$c_{pe,1}$ [-]	c_{pe} [-]	$w_{e,k}$ [kN/m ²]
F	-1,80	-2,50	-2,37	-2,25
G	-1,20	-2,00	-1,85	-1,14
H	-0,70	-1,20	-1,11	-0,67
I(+)	0,20	0,20	0,20	0,19
I(-)	-0,60	-0,60	-0,60	-0,57
Unterwind Luv	-0,80	-1,00	-0,96	-0,76

Nutzlasten q :

KLED für Nutzlasten =

mittel

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	0,37	0,00	4,02	0,00	-1,81	0,00	0,00	0,00
2	0,37	0,00	4,02	0,00	-1,34	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN] 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	0,14	0,00	1,53	0,00	-0,69	0,00	0,00	0,00
2	0,14	0,00	1,53	0,00	-0,51	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN/m] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit - c_{pe} im Bereich I)

Lager	V Luv c_{pe}	H Luv c_{pe}	V Lee $c_{pe,10}$	H Lee $c_{pe,10}$	V Lee c_{pe}	H Lee c_{pe}	V 90° c_{pe}	H 90° c_{pe}	V 180° c_{pe}	H 180° c_{pe}
1	-2,71	0,00	----	----	----	----	-2,32	0,00	-1,65	0,00
2	-1,65	0,00	----	----	----	----	-2,32	0,00	-2,71	0,00

**Auflagerkräfte [kN] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit -cpe im Bereich I)**

Lager	V Luv cpe	H Luv cpe	V Lee cpe,10	H Lee cpe,10	V Lee cpe	H Lee cpe	V 90° cpe	H 90° cpe	V 180° cpe	H 180° cpe
1	-1,03	0,00	----	----	----	----	-0,88	0,00	-0,63	0,00
2	-0,63	0,00	----	----	----	----	-0,88	0,00	-1,03	0,00

Bemessung nach EC5-1-1gew.: $b/h = 1 \times 4,0 / 16,0 \text{ cm}$, $e = 38,0 \text{ cm}$ $A = 64,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 170,7 \text{ cm}^3$ $I_y = 1365,3 \text{ cm}^4$
 $A = 64,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 170,7 \text{ cm}^3$ --> Bereich Klauen**Nadelholz C24** $E_{0,\text{mean}} = 11000,000 \text{ N/mm}^2$ $G_{,\text{mean}} = 690,000 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,k} = 14,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_M = 1,300 [-]$ --> 1,00 bei außergew. Situation (2,3-facher Schnee)**Bemessungsparameter:**

- Nutzungsklasse NKL = 1
- $f_{m,d}$ wird für Vollholz mit $h < 150 \text{ mm}$ erhöht 3.2(3)
- k_{cR} wird in Bereichen $x \geq 1,50 \text{ m}$ vom Hirnholzende nicht um 30% erhöht
- $zul.w_{,\text{inst}} = l/300$
- $zul.w_{,\text{fin}} = l/200$
- $zul.w_{,\text{net,fin}} = l/250$
- Werte für zul.Durchbiegungen w werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- BDK-Nachweis wird nicht geführt! (BDK durch Dachverschalung / Lattung verhindert)
- 2,3-facher Schnee wird zusätzlich zur Grundkombination in 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:**

Md + Nd Feld (Biegespannung): $\eta = 0,77 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 16,81 N/mm²

Md + Nd Stütze (Biegespannung): $\eta = 0,11 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 1,95 N/mm²

Querkraft (Schubspannung): $\eta = 0,32 < 1,00$ |max.Tau,d| = 1,17 N/mm²

Durchbiegung : max.eta = 0,97 < 1,00

kcR = 0,50 [-] (Querkraft)

k,mod = 0,90 [-] (Feld), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

k,mod = 0,90 [-] (Stütze), LFK=1,35*g + 1,50*Qk,Krag

k,mod = 0,90 [-] (Querkraft), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

Md,S / Nd,S = -0,33 / 0,00 (Stütze) --> Grundkombination

Md,F / Nd,F = 2,87 / 0,00 (Feld) --> außergew.LFK

Vd = 2,50 kN --> Grundkombination

ext.w,net,fin Feld = 0,16 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Feld = 1,16 cm

ext.w,fin Feld = 1,22 cm

ext.w,net,fin Kragarm = 0,00 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Kragarm = 0,00 cm

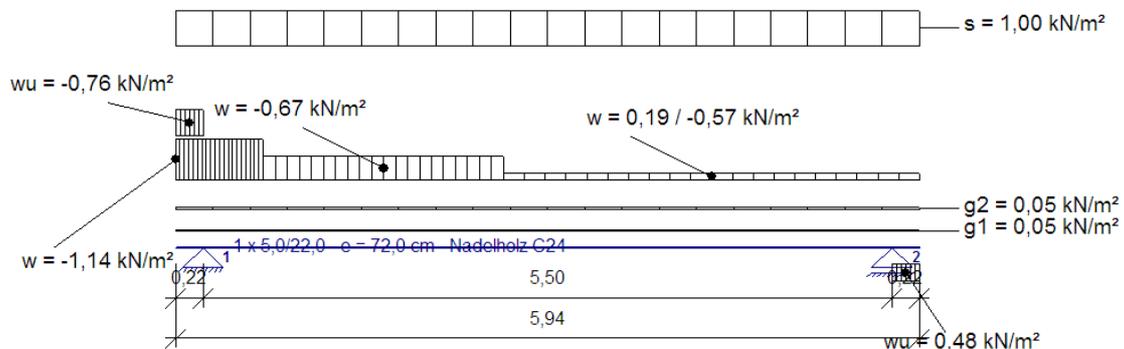
ext.w,fin Kragarm = 0,00 cm

Gew.: Sparren, b/d = 4/16 cm, NH C24, e < 38 cm



Position: 1.4 - Sparren

Durchlaufsparren nach EC5 (NA Deutschland)

**Systemwerte :**

Dachneigung = 0 °
Kragarm links = 0,22 m
Kragarm rechts = 0,22 m
Klauentiefe = 0,0 cm
Gebäuelänge = 5,9 m
horiz. feste Lager = 1

Feld	Feldlänge [m] (Grundlänge)
1	5,500

Belastung:**Eigengewichtslasten:**

Das Eigengewicht des Sparrens wird mit einer Wichte von = 5,00 kN/m³ angesetzt!

Dacheindeckung = 0,05 kN/m² DFL
Konstruktion = 0,05 kN/m² DFL
Dachausbau Feld 1 = 0,00 kN/m² DFL
Dachausbau restl. Felder / Kragarm = 0,00 kN/m² DFL

Schneelast: EC1-1-3

Schneelast s_k = 1,25 kN/m² GFL (manuell vorgeben)
Schneelast s = 1,00 kN/m² GFL ($\mu_{e} = 0,80$ [-]) --> 1,00-fach
Schneeüberhang an Traufe wird nicht angesetzt!
Kein Schneefanggitter vorhanden!

**Windlast: EC1-1-4**Windstaudruck $q = 0,95 \text{ kN/m}^2$ (manuell vorgegeben)

Dachart = Flachdach

Unterwind am Traufüberstand wird berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am Traufüberstand wird auch bei Anströmung unter 90° berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am oberen Kragarm wird berücksichtigt!

Giebelüberstand vorhanden --> Unterwind wird angesetzt (Sognachweis Randsparren)

Außendruckbeiwerte c_{pe} und Windlasten $w_{e,k}$:

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 negativen c_{pe} -Werte angesetzt.Lasteinzugsfläche Sparren = $4,28 \text{ m}^2$ Werte für $w_{e,k}$ wurden mit den c_{pe10} -Werte ermittelt! $e/10 = 0,48 \text{ m}$ $e/4 = 1,20 \text{ m}$ $e/2 = 2,40 \text{ m}$

Bereich	$c_{pe,10}$ [-]	$c_{pe,1}$ [-]	c_{pe} [-]	$w_{e,k}$ [kN/m ²]
F	-1,80	-2,50	-2,06	-1,96
G	-1,20	-2,00	-1,50	-1,14
H	-0,70	-1,20	-0,88	-0,67
I(+)	0,20	0,20	0,20	0,19
I(-)	-0,60	-0,60	-0,60	-0,57
Unterwind Luv	-0,80	-1,00	-0,87	-0,76

Nutzlasten q :

KLED für Nutzlasten =

mittel

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	0,52	0,00	2,97	0,00	-2,39	0,00	0,00	0,00
2	0,52	0,00	2,97	0,00	-1,85	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN] 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	0,38	0,00	2,14	0,00	-1,72	0,00	0,00	0,00
2	0,38	0,00	2,14	0,00	-1,33	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN/m] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit - c_{pe} im Bereich I)

Lager	V Luv c_{pe}	H Luv c_{pe}	V Lee $c_{pe,10}$	H Lee $c_{pe,10}$	V Lee c_{pe}	H Lee c_{pe}	V 90° c_{pe}	H 90° c_{pe}	V 180° c_{pe}	H 180° c_{pe}
1	-2,84	0,00	----	----	----	----	-2,68	0,00	-1,95	0,00
2	-1,95	0,00	----	----	----	----	-2,68	0,00	-2,84	0,00



Auflagerkräfte [kN] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit -cpe im Bereich I)

Lager	V Luv cpe	H Luv cpe	V Lee cpe,10	H Lee cpe,10	V Lee cpe	H Lee cpe	V 90° cpe	H 90° cpe	V 180° cpe	H 180° cpe
1	-2,05	0,00	----	----	----	----	-1,93	0,00	-1,40	0,00
2	-1,40	0,00	----	----	----	----	-1,93	0,00	-2,05	0,00

Bemessung nach EC5-1-1

gew.: b / h = 1 x 5,0 / 22,0 cm, e = 72,0 cm	A = 110,0 cm ²	Wy = 403,3 cm ³	Iy = 4436,7 cm ⁴
	A = 110,0 cm ²	Wy = 403,3 cm ³	--> Bereich Klauen

Nadelholz C24

E0,mean = 11000,000 N/mm²

G,mean = 690,000 N/mm²

fm,k = 24,00 N/mm²

fv,k = 4,00 N/mm²

ft,0,k = 14,00 N/mm²

fc,0,k = 21,00 N/mm²

γM = 1,300 [-] --> 1,00 bei außergew. Situation (2,3-facher Schnee)

Bemessungsparameter:

- Nutzungsklasse NKL = 1
- fm,d wird für Vollholz mit h<150 mm erhöht 3.2(3)
- kcR wird in Bereichen x >= 1,50 m vom Hirnholzende nicht um 30% erhöht
- zul.w,inst = l/300
- zul.w,fin = l/200
- zul.w,net,fin = l/250
- Werte für zul.Durchbiegungen w werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- BDk-Nachweis wird nicht geführt! (BDk durch Dachverschalung / Lattung verhindert)
- 2,3-facher Schnee wird zusätzlich zur Grundkombination in 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:**

Md + Nd Feld (Biegespannung): $\eta = 0,76 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 16,61 N/mm²

Md + Nd Stütze (Biegespannung): $\eta = 0,04 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 0,83 N/mm²

Querkraft (Schubspannung): $\eta = 0,28 < 1,00$ |max.Tau,d| = 1,03 N/mm²

Durchbiegung : max.eta = 0,98 < 1,00

kcR = 0,50 [-] (Querkraft)

k,mod = 0,90 [-] (Feld), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

k,mod = 0,90 [-] (Stütze), LFK=1,35*g + 1,50*Qk,Krag

k,mod = 0,90 [-] (Querkraft), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

Md,S / Nd,S = -0,33 / 0,00 (Stütze) --> Grundkombination

Md,F / Nd,F = 6,70 / 0,00 (Feld) --> außergew.LFK

Vd = 3,77 kN --> Grundkombination

ext.w,net,fin Feld = 0,49 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Feld = 2,05 cm

ext.w,fin Feld = 2,24 cm

ext.w,net,fin Kragarm = 0,00 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Kragarm = 0,00 cm

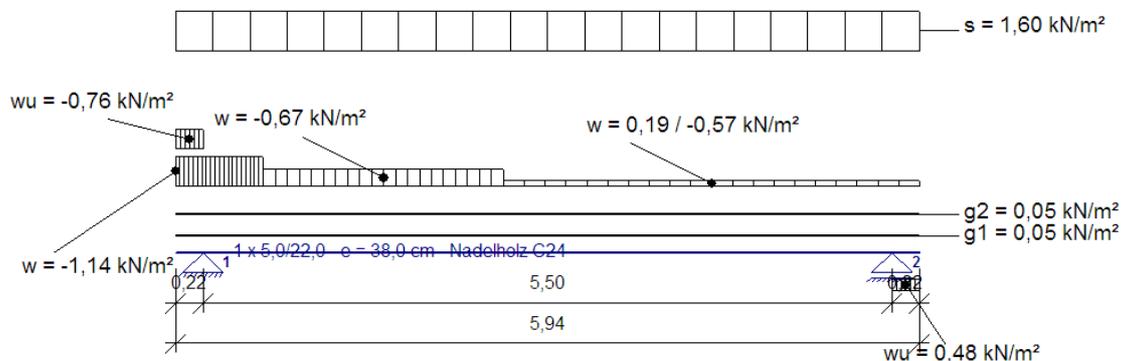
ext.w,fin Kragarm = 0,00 cm

Gew.: Sparren, b/d = 5/22 cm, NH C24, e < 72 cm



Position: 1.5 - Sparren

Durchlaufsparren nach EC5 (NA Deutschland)

**Systemwerte :**

Dachneigung = 0°
Kragarm links = 0,22 m
Kragarm rechts = 0,22 m
Klauentiefe = 0,0 cm
Gebäuelänge = 5,9 m
horiz. feste Lager = 1

Feld	Feldlänge [m] (Grundlänge)
1	5,500

Belastung:**Eigengewichtslasten:**Das Eigengewicht des Sparrens wird mit einer Wichte von $= 5,00 \text{ kN/m}^3$ angesetzt!

Dacheindeckung = $0,05 \text{ kN/m}^2$ DFL
Konstruktion = $0,05 \text{ kN/m}^2$ DFL
Dachausbau Feld 1 = $0,00 \text{ kN/m}^2$ DFL
Dachausbau restl. Felder / Kragarm = $0,00 \text{ kN/m}^2$ DFL

Schneelast: EC1-1-3

Schneelast $s_k = 2,00 \text{ kN/m}^2$ GFL (manuell vorgeben)
Schneelast $s = 1,60 \text{ kN/m}^2$ GFL ($\mu_{\text{e}} = 0,80$ [-]) --> 1,00-fach
Schneeüberhang an Traufe wird nicht angesetzt!
Kein Schneefanggitter vorhanden!

**Windlast: EC1-1-4**Windstaudruck $q = 0,95 \text{ kN/m}^2$ (manuell vorgegeben)

Dachart = Flachdach

Unterwind am Traufüberstand wird berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am Traufüberstand wird auch bei Anströmung unter 90° berücksichtigt (unterer Kragarm)!

Unterwind am oberen Kragarm wird berücksichtigt!

Giebelüberstand vorhanden --> Unterwind wird angesetzt (Sognachweis Randsparren)

Außendruckbeiwerte c_{pe} und Windlasten $w_{e,k}$:

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 negativen c_{pe} -Werte angesetzt.Lasteinzugsfläche Sparren = $2,26 \text{ m}^2$ Werte für $w_{e,k}$ wurden mit den c_{pe10} -Werte ermittelt! $e/10 = 0,48 \text{ m}$ $e/4 = 1,20 \text{ m}$ $e/2 = 2,40 \text{ m}$

Bereich	$c_{pe,10}$ [-]	$c_{pe,1}$ [-]	c_{pe} [-]	$w_{e,k}$ [kN/m ²]
F	-1,80	-2,50	-2,25	-2,14
G	-1,20	-2,00	-1,72	-1,14
H	-0,70	-1,20	-1,02	-0,67
I(+)	0,20	0,20	0,20	0,19
I(-)	-0,60	-0,60	-0,60	-0,57
Unterwind Luv	-0,80	-1,00	-0,93	-0,76

Nutzlasten q :

KLED für Nutzlasten =

mittel

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	0,73	0,00	4,75	0,00	-2,39	0,00	0,00	0,00
2	0,73	0,00	4,75	0,00	-1,85	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN] 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	0,28	0,00	1,81	0,00	-0,91	0,00	0,00	0,00
2	0,28	0,00	1,81	0,00	-0,70	0,00	0,00	0,00

Auflagerkräfte [kN/m] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit - c_{pe} im Bereich I)

Lager	V Luv c_{pe}	H Luv c_{pe}	V Lee $c_{pe,10}$	H Lee $c_{pe,10}$	V Lee c_{pe}	H Lee c_{pe}	V 90° c_{pe}	H 90° c_{pe}	V 180° c_{pe}	H 180° c_{pe}
1	-3,18	0,00	----	----	----	----	-3,08	0,00	-2,02	0,00
2	-2,02	0,00	----	----	----	----	-3,08	0,00	-3,18	0,00

**Auflagerkräfte [kN] für Windlastfälle (bei Flachdächern mit -cpe im Bereich I)**

Lager	V Luv cpe	H Luv cpe	V Lee cpe,10	H Lee cpe,10	V Lee cpe	H Lee cpe	V 90° cpe	H 90° cpe	V 180° cpe	H 180° cpe
1	-1,21	0,00	----	----	----	----	-1,17	0,00	-0,77	0,00
2	-0,77	0,00	----	----	----	----	-1,17	0,00	-1,21	0,00

Bemessung nach EC5-1-1gew.: $b/h = 1 \times 5,0 / 22,0 \text{ cm}$, $e = 38,0 \text{ cm}$ $A = 110,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 403,3 \text{ cm}^3$ $I_y = 4436,7 \text{ cm}^4$
 $A = 110,0 \text{ cm}^2$ $W_y = 403,3 \text{ cm}^3$ --> Bereich Klauen**Nadelholz C24** $E_{0,\text{mean}} = 11000,000 \text{ N/mm}^2$ $G_{,\text{mean}} = 690,000 \text{ N/mm}^2$ $f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{v,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{t,0,k} = 14,00 \text{ N/mm}^2$ $f_{c,0,k} = 21,00 \text{ N/mm}^2$ $\gamma_M = 1,300 [-]$ --> 1,00 bei außergew. Situation (2,3-facher Schnee)**Bemessungsparameter:**

- Nutzungsklasse NKL = 1
- $f_{m,d}$ wird für Vollholz mit $h < 150 \text{ mm}$ erhöht 3.2(3)
- k_{cR} wird in Bereichen $x \geq 1,50 \text{ m}$ vom Hirnholzende nicht um 30% erhöht
- $\text{zul.}w_{,\text{inst}} = l/300$
- $\text{zul.}w_{,\text{fin}} = l/200$
- $\text{zul.}w_{,\text{net,fin}} = l/250$
- Werte für zul.Durchbiegungen w werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- BDK-Nachweis wird nicht geführt! (BDK durch Dachverschalung / Lattung verhindert)
- 2,3-facher Schnee wird zusätzlich zur Grundkombination in 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:**

Md + Nd Feld (Biegespannung): $\eta = 0,64 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 13,89 N/mm²

Md + Nd Stütze (Biegespannung): $\eta = 0,04 < 1,00$ |max.Sigma,d| = 0,83 N/mm²

Querkraft (Schubspannung): $\eta = 0,23 < 1,00$ |max.Tau,d| = 0,86 N/mm²

Durchbiegung : max.eta = 0,92 < 1,00

kcR = 0,50 [-] (Querkraft)

k,mod = 0,90 [-] (Feld), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

k,mod = 0,90 [-] (Stütze), LFK=1,35*g + 1,50*Qk,Krag

k,mod = 0,90 [-] (Querkraft), LFK=1,00*g + 2,30*s (außergew. LFK)

Md,S / Nd,S = -0,33 / 0,00 (Stütze) --> Grundkombination

Md,F / Nd,F = 5,60 / 0,00 (Feld) --> außergew.LFK

Vd = 3,16 kN --> Grundkombination

ext.w,net,fin Feld = 0,36 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Feld = 1,70 cm

ext.w,fin Feld = 1,83 cm

ext.w,net,fin Kragarm = 0,00 cm (quasi-ständig)

ext.w,inst Kragarm = 0,00 cm

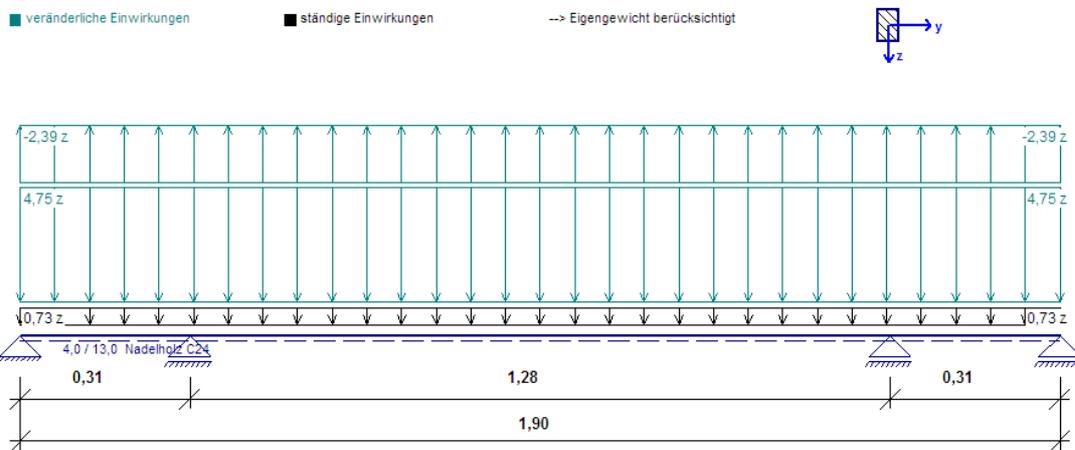
ext.w,fin Kragarm = 0,00 cm

Gew.: Sparren, b/d = 5/22 cm, NH C24, e < 38 cm



Position: 2 - Pfette

Holzträger nach EC5 - NA Deutschland



Systemwerte :

linkes Trägerende gelenkig gelagert

rechtes Trägerende gelenkig gelagert

Feld	Feldlänge [m]
1	0,310
2	1,280
3	0,310

Lager	Lagerlänge [cm]	Lagerbreite [cm]	kc90 [-]
1	4,5	4,0	1,50
2	4,5	4,0	1,50
3	4,5	4,0	1,50
4	4,5	4,0	1,50

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

Einwirkungsart 1 = Nutzlasten

Einwirkungsart 2 = Schneelasten (Höhe über NN <= 1000m)

Einwirkungsart 3 = Windlasten

Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen

Einwirkungsart 5 = Windlasten als Alternativlastfall zu EW 3

Einwirkungsart 6 = Erdbeben

gz über Gesamtlänge = 0,730 kN/m aus ständ. Last

qz über Gesamtlänge = 4,750 kN/m aus EW Schnee

qz über Gesamtlänge = -2,390 kN/m aus EW Wind

Eigengewicht der Konstruktion wird mit 5,00 kN/m³ berücksichtigt

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

Schneelasten werden zusätzlich 2,3-fach in außergew. LFK angesetzt (nach EC1 mit Psi-Werten)!

KLED für Nutzlasten = mittel, aus Kategorie: A,B - Wohn-/Bürräume

Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:

Feld	max.Myd [kNm]	min.Myd [kNm]	abs.max.Vzd [kN]
1	0,337	-1,393	6,303
2	1,000	-1,393	7,476
3	0,337	-1,393	6,303

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			-2,682	0,650
2	-1,393	0,337	-6,303	1,527	-1,811	7,476
3	-1,393	0,337	-7,476	1,811	-1,527	6,303
4	0,000	0,000	-0,650	2,682		

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte) - gesamt für alle Träger:

Lager	max.Fz [kN]	min.Fz [kN]	Fz aus g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz Vollast [kN]
1	0,38	-1,26	-0,17	0,55/-1,09	-0,72
2	6,49	-1,93	0,89	5,60/-2,82	6,49
3	6,49	-1,93	0,89	5,60/-2,82	6,49
4	0,38	-1,26	-0,17	0,55/-1,09	-0,72

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	-0,17	0,00 / 0,00	-1,09 / -1,09	0,55 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	0,89	0,00 / 0,00	5,60 / 5,60	0,00 / -2,82	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
3	0,89	0,00 / 0,00	5,60 / 5,60	0,00 / -2,82	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
4	-0,17	0,00 / 0,00	-1,09 / -1,09	0,55 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

Querkräfte in [kN] an den Lagern für Einzellastfälle je Träger (charakt. als abs. Maximalwerte):

Lager	Vzk,li / Vzk,re LF g	Vzk,li / Vzk,re LF q	Vzk,li / Vzk,re LF s	Vzk,li / Vzk,re LF w	Vzk,li / Vzk,re LF qs	Vzk,li / Vzk,re LF Erdb.
1	0,00 / 0,17	0,00 / 0,00	0,00 / 1,09	0,00 / 0,55	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	0,41 / 0,48	0,00 / 0,00	2,56 / 3,04	1,29 / 1,53	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
3	0,48 / 0,41	0,00 / 0,00	3,04 / 2,56	1,53 / 1,29	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
4	0,17 / 0,00	0,00 / 0,00	1,09 / 0,00	0,55 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

Momentennullpunkte + Gelenkkräfte (gamma-fach) für Volllast (g+s+w):

Feld	x1,0 [m]	Fz1,d [kN]	x2,0 [m]	Fz2,d [kN]
1	0,000	2,68	0,002	2,70
2	0,224	4,86	1,056	4,86
3	0,308	2,70	0,310	2,68

**Bemessung nach EC5: (Schnee zusätzlich 2,3-fach in außergew. LFK)**gew.: $b/h = 1 \times 4,0 / 13,0 \text{ cm}$ A = 52,0 cm²Wy = 112,7 cm³ / Wz = 34,7 cm³Iy = 732,3 cm⁴ / Iz = 69,3 cm⁴**Nadelholz C24**E_{0,mean} = 11000,000 N/mm²G_{mean} = 690,000 N/mm²f_{m,k} = 24,00 N/mm²f_{c,0,k} = 21,00 N/mm²f_{c,90,k} = 2,50 N/mm²f_{v,k} = 4,00 N/mm²γ_M = 1,300 [-] --> 1,00 bei außergew. Situation**Bemessungsparameter:**

- Nutzungsklasse NKL = 1
- f_{m,d} wird für Vollholz mit h<150 mm erhöht 3.2(3)
- zul.w_{inst} = l/300
- zul.w_{fin} = l/200
- zul.w_{net,fin} = l/250
- Werte für zul.Durchbiegungen w werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- Schubnachweis wird bei x = h geführt (bzw. x = b in y-Richtung)
- Schubnachweis wird bei Lagern mit Lagerbreiten l_b = 0 an der Lagerlinie geführt!
- Querkraftanteile auflagernahe Einzellasten werden beim Schubnachweis abgezogen
- kcR wird bei NH in Bereichen, welche min. 1,50 m vom Hirnholzende entfernt sind, nicht erhöht
- Querkraftinteraktion bei zweiachsiger Querkraft mit quadrat. Anteilen nach Norm
- beim Nachweis der Auflagerpressung wird der Überstand mit max. 30 mm berücksichtigt
- Biegedrillknick-Nachweis wird nicht geführt! (BDK durch entsprechende Halterung verhindert)
- Schneelasten zusätzlich 2,3-fach in außergew. LFK (nach EC1 mit Psi-Faktoren)!**

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
Nutzlasten q _s	0,80	0,70	0,50

Nachweise:Biegung: $\eta = 0,55 < 1,00$ | max.Sigma_{m,y,d} = 12,36 N/mm²Schub: $\eta = 0,92 < 1,00$ | max.Tau_{z,d} = 3,32 N/mm²

Durchbiegung: max.eta = 0,17 < 1,00

Auflagerpressung: max.eta = 0,97 < 1,00 (Lager 2)

k_{mod} = 0,90 [-] (Biegung)k_{mod} = 0,90 [-] (Querkraft)k_{mod} = 0,90 [-] (Auflagernachweis)

kcR = 0,50 [-] (Querkraft)

|My_d| = 1,393 kNm (LFK = 1,00*g + 2,30*s + Psi,1*q + Psi,2*w + Psi,2*q_s) --> außergew. LFK|Vz_d| = 5,756 kN an Lager 2, rechts bei x = 0,147 m (LFK = 1,00*g + 2,30*s + Psi,1*q + Psi,2*w + Psi,2*q_s) --> außergew. LFK



ext.w,z,inst Feld = 0,07 cm

ext.w,z,fin Feld = 0,08 cm

ext.w,z,net,fin Feld = 0,02 cm (quasi-ständig, zweiachsig)

kdef = 0,600

Auflagerpressungen / max. Lasten:

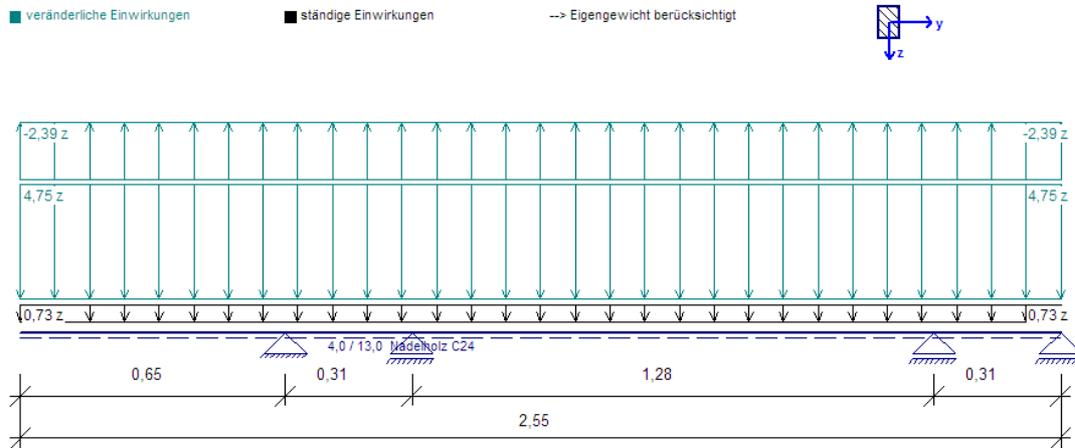
Lager	Fd,z [kN]	Sigma,c,90_z [N/mm ²]	eta [-]
1	0,650	0,217	0,08
2	13,779	3,281	0,97
3	13,779	3,281	0,97
4	0,650	0,217	0,08

Gew.: Pfette, b/d = 4/13 cm, NH C24



Position: 2.1 - Pfette

Holzträger nach EC5 - NA Deutschland



Systemwerte :

linkes Trägerende: Kragarm, $l = 0,650$ m

rechtes Trägerende gelenkig gelagert

Feld	Feldlänge [m]
1	0,310
2	1,280
3	0,310

Lager	Lagerlänge [cm]	Lagerbreite [cm]	kc90 [-]
1	4,5	4,0	1,50
2	4,5	4,0	1,50
3	4,5	4,0	1,50
4	4,5	4,0	1,50

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

- Einwirkungsart 1 = Nutzlasten
- Einwirkungsart 2 = Schneelasten (Höhe über NN ≤ 1000 m)
- Einwirkungsart 3 = Windlasten
- Einwirkungsart 4 = sonstige veränderliche Einwirkungen
- Einwirkungsart 5 = Windlasten als Alternativlastfall zu EW 3
- Einwirkungsart 6 = Erdbeben

g_z über Gesamtlänge = $0,730$ kN/m aus ständ. Last

q_z über Gesamtlänge = $4,750$ kN/m aus EW Schnee

q_z über Gesamtlänge = $-2,390$ kN/m aus EW Wind

Eigengewicht der Konstruktion wird mit $5,00$ kN/m³ berücksichtigt

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

Schneelasten werden zusätzlich 2,3-fach in außergew. LFK angesetzt (nach EC1 mit Psi-Werten)!

KLED für Nutzlasten = mittel, aus Kategorie: A,B - Wohn-/Bürräume

Feldschnittgrößen (mit Teilsicherheitsbeiwerten) - je Träger:

Feld	max.Myd [kNm]	min.Myd [kNm]	abs.max.Vzd [kN]
1	0,598	-2,468	6,204
2	1,090	-1,508	7,790
3	0,365	-1,508	6,676

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	-2,468	0,598	-7,593	1,839	-1,503	6,204
2	-1,106	0,268	-0,626	2,583	-1,734	7,161
3	-1,508	0,365	-7,790	1,887	-1,617	6,676
4	0,000	0,000	-0,740	3,055		

Auflagerkräfte (ohne Teilsicherheitsbeiwerte) - gesamt für alle Träger:

Lager	max.Fz [kN]	min.Fz [kN]	Fz aus g [kN]	Fz aus q [kN]	Fz Vollast [kN]
1	6,50	-1,93	0,89	5,61/-2,82	6,50
2	2,16	-0,64	0,30	1,86/-0,94	2,16
3	6,82	-2,02	0,94	5,88/-2,96	6,82
4	0,43	-1,44	-0,20	0,62/-1,24	-0,81

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	0,89	0,00 / 0,00	5,61 / 5,61	0,00 / -2,82	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	0,30	0,00 / 0,00	1,86 / 1,86	0,00 / -0,94	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
3	0,94	0,00 / 0,00	5,88 / 5,88	0,00 / -2,96	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
4	-0,20	0,00 / 0,00	-1,24 / -1,24	0,62 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

Querkräfte in [kN] an den Lagern für Einzellastfälle je Träger (charakt. als abs. Maximalwerte):

Lager	Vzk,li / Vzk,re LF g	Vzk,li / Vzk,re LF q	Vzk,li / Vzk,re LF s	Vzk,li / Vzk,re LF w	Vzk,li / Vzk,re LF qs	Vzk,li / Vzk,re LF Erdb.
1	0,49 / 0,40	0,00 / 0,00	3,09 / 2,52	1,55 / 1,27	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
2	0,17 / 0,46	0,00 / 0,00	1,05 / 2,91	0,53 / 1,47	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
3	0,50 / 0,43	0,00 / 0,00	3,17 / 2,71	1,59 / 1,37	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00
4	0,20 / 0,00	0,00 / 0,00	1,24 / 0,00	0,62 / 0,00	0,00 / 0,00	0,00 / 0,00

Momentennullpunkte + Gelenkkräfte (gamma-fach) für Volllast (g+s+w):

Feld	x1,0 [m]	Fz1,d [kN]	x2,0 [m]	Fz2,d [kN]
1	0,000	0,00	0,000	0,00
2	0,179	5,07	1,050	5,10
3	0,310	3,05	0,310	3,05



Bemessung nach EC5: (Schnee zusätzlich 2,3-fach in außergew. LFK)

gew.: $b/h = 1 \times 4,0 / 13,0 \text{ cm}$

A = 52,0 cm²
Wy = 112,7 cm³ / Wz = 34,7 cm³
Iy = 732,3 cm⁴ / Iz = 69,3 cm⁴

Nadelholz C24

E0,mean = 11000,000 N/mm²
G,mean = 690,000 N/mm²
fm,k = 24,00 N/mm²
fc,0,k = 21,00 N/mm²
fc,90,k = 2,50 N/mm²
fv,k = 4,00 N/mm²
γM = 1,300 [-] --> 1,00 bei außergew. Situation

Bemessungsparameter:

- Nutzungsklasse NKL = 1
- fm,d wird für Vollholz mit h<150 mm erhöht 3.2(3)
- zul.w,inst = l/300
- zul.w,fin = l/200
- zul.w,net,fin = l/250
- Werte für zul.Durchbiegungen w werden bei Kragarmen verdoppelt!
- bei Kragarmen werden nur positive Durchbiegungen erfasst
- Schubnachweis wird bei x = h geführt (bzw. x = b in y-Richtung)
- Schubnachweis wird bei Lagern mit Lagerbreiten lb = 0 an der Lagerlinie geführt!
- Querkraftanteile auflagnaher Einzellasten werden beim Schubnachweis abgezogen
- kcR wird bei NH in Bereichen, welche min. 1,50 m vom Hirnholzende entfernt sind, nicht erhöht
- Querkraftinteraktion bei zweiachsiger Querkraft mit quadrat. Anteilen nach Norm
- beim Nachweis der Auflagerpressung wird der Überstand mit max. 30 mm berücksichtigt
- Biegedrillknick-Nachweis wird nicht geführt! (BDK durch entsprechende Halterung verhindert)
- Schneelasten zusätzlich 2,3-fach in außergew. LFK (nach EC1 mit Psi-Faktoren)!**

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
Nutzlasten qs	0,80	0,70	0,50

Nachweise:

Biegung: $\eta = 0,98 < 1,00$ | max.Sigma,m,y,d| = 21,90 N/mm²
 Schub: $\eta = 0,93 < 1,00$ | max.Tau,z,d| = 3,35 N/mm²
 Durchbiegung: max.eta = 0,61 < 1,00
 Auflagerpressung: max.eta = 0,97 < 1,00 (Lager 1)
 k,mod = 0,90 [-] (Biegung)
 k,mod = 0,90 [-] (Querkraft)
 k,mod = 0,90 [-] (Auflagnachweis)
 kcR = 0,50 [-] (Querkraft)



ext.w,z,inst Feld = 0,08 cm

ext.w,z,fin Feld = 0,09 cm

ext.w,z,net,fin Feld = 0,02 cm (quasi-ständig, zweiachsig)

kdef = 0,600

ext.w,z,inst Kragarm = 0,27 cm

ext.w,z,fin Kragarm = 0,29 cm

ext.w,z,net,fin Kragarm = 0,06 cm (quasi-ständig, zweiachsig)

Auflagerpressungen / max. Lasten:

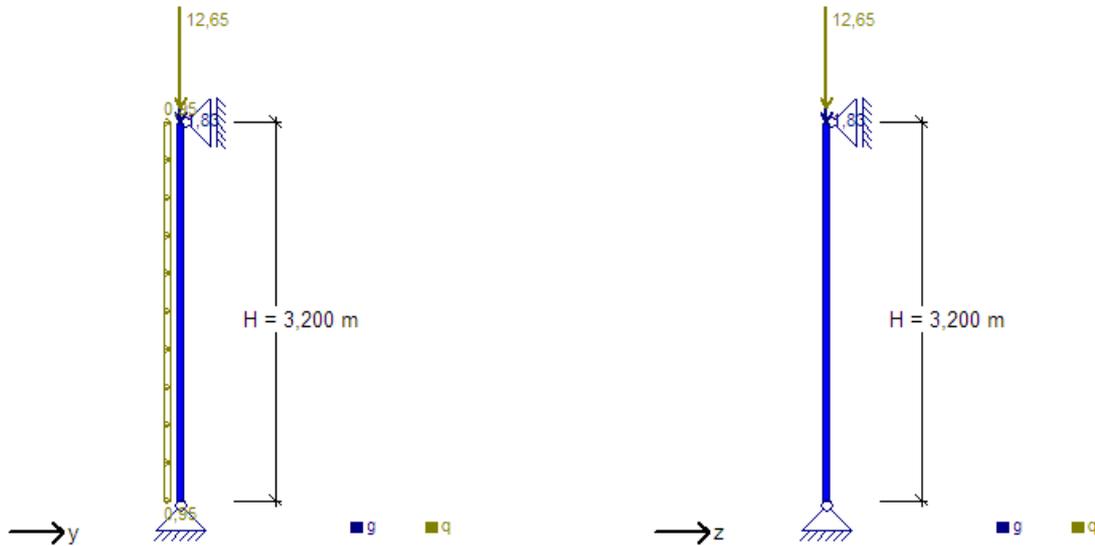
Lager	Fd,z [kN]	Sigma,c,90_z [N/mm ²]	eta [-]
1	13,797	3,285	0,97
2	4,578	0,763	0,23
3	14,466	2,411	0,71
4	0,740	0,247	0,09

Gew.: Pfette, b/d = 4/13 cm, NH C24



Position: 3 - Stütze

Holzstütze nach EC5 - NA Deutschland



Systemwerte:

Stützhöhe $H = 3,200 \text{ m}$

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

Stütze in y - und z - Richtung frei

Belastungen:

Eigengewicht Stütze wird mit $5,00 \text{ kN/m}^3$ berücksichtigt

Schneelasten werden zusätzlich 2,3-fach in außergew. LFK angesetzt!

Schneelasten für Höhe über NN $\leq 1000 \text{ m}$

KLED für Nutzlasten = mittel, aus Kategorie: A,B - Wohn-/Bürräume

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	1,830	0,0	0,0	
Einzellast	vertikal	4	12,650	0,0	0,0	

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

Lastart	Richtung	EW	F,unten [kN,kNm,kN/m]	F,oben [kN,kNm,kN/m]	x von unten [m]	Länge [m]	Bemerkung
Glechl.	in y-Richtung	3	0,950	0,950	0,000	3,200	

Lastfallkollektive LFK:

LFK 1: $1,00 \cdot g$

LFK 2: $1,35 \cdot g$

LFK 3: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q$

LFK 4: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s$

LFK 5: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot w$

LFK 6: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q$

LFK 7: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot s$

LFK 8: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot w$

LFK 9: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot \Psi_{i,0} \cdot s + 1,50 \cdot \Psi_{i,0} \cdot w$



Fortsetzung LFK:

LFK 10: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s + 1,50 \cdot \text{Psi},0 \cdot q + 1,50 \cdot \text{Psi},0 \cdot w$ LFK 11: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot w + 1,50 \cdot \text{Psi},0 \cdot q + 1,50 \cdot \text{Psi},0 \cdot s$ LFK 12: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot s + 1,50 \cdot \text{Psi},0 \cdot q$ LFK 13: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot s + 1,50 \cdot \text{Psi},0 \cdot q$ LFK 14: $1,00 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot \text{Psi},0 \cdot s$ LFK 15: $1,35 \cdot g + 1,50 \cdot q + 1,50 \cdot \text{Psi},0 \cdot s$

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	1,52	0,00
Nutzlast Q	0,00	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00

Stützenfuß: (Eigengewicht Stütze = 0,212 kN)

Lastfall	V [kN]	Hy [kN]	Hx [kN]
ständige L. G	2,04	0,00	0,00
Schnee S	0,00	0,00	0,00
Wind W	0,00	1,52	0,00
Nutzlast Q	12,65	0,00	0,00
Erdbeben E	0,00	0,00	0,00

Auflagerreaktionen aus Lastfallkollektiven (gamma - fach):

Stützenkopf: (gedruckt werden nur Kombinationen mit Werten ungleich Null!)

LFK	Vd [kN]	Hyd [kN]	Hxd [kN]
5	0,00	2,28	0,00
8	0,00	2,28	0,00
9	0,00	1,37	0,00
10	0,00	1,37	0,00
11	0,00	2,28	0,00

Stützenfuß: (gedruckt werden nur Kombinationen mit Werten ungleich Null!)

LFK	Vd [kN]	Hyd [kN]	Hxd [kN]
1	2,04	0,00	0,00
2	2,76	0,00	0,00
3	21,73	0,00	0,00
4	2,76	0,00	0,00
5	2,76	2,28	0,00
6	21,02	0,00	0,00
7	2,04	0,00	0,00
8	2,04	2,28	0,00
9	21,73	1,37	0,00
10	16,04	1,37	0,00
11	16,04	2,28	0,00
12	15,32	0,00	0,00
13	16,04	0,00	0,00



Fortsetzung Auflagerreaktionen :

14	21,02	0,00	0,00
15	21,73	0,00	0,00

Bemessung nach EC5:gew.: $b_y / b_z = 11,5 / 11,5 \text{ cm}$ A = 132,3 cm²W_y = 253,5 cm³ / W_z = 253,5 cm³I_y = 1457,5 cm⁴ / I_z = 1457,5 cm⁴**Nadelholz C24**E_{0,mean} = 11000,000 N/mm²G_{mean} = 690,000 N/mm²f_{m,k} = 24,00 N/mm²f_{c,0,k} = 21,00 N/mm²f_{t,0,k} = 14,00 N/mm²γ_M = 1,300 [-] (bzw. 1,00 in der außergew. LFK mit 2,3-fachem Schnee)**Bemessungsparameter:**

- Nutzungsklasse NKL = 3
- zul.w_{inst} = l/300
- zul.w_{fin} = l/200
- zul.w_{net,fin} = l/250
- Werte für zul.Durchbiegungen w werden bei Kragstützen verdoppelt!
- Schneelasten zusätzlich 2,3-fach in der außergew. Situation (mit Psi,2-Werten)!**
- Der Einfluss des Kriechens bei NKL 2/3 ist nicht zu berücksichtigen (Anteil G_d < 70%)!

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 EC5:**Knicken in****y - Richtung****z - Richtung**

Knicklänge	3,200 m	3,200 m
Trägheitsradius i _z / i _y	3,32 cm	3,32 cm
Schlankheit λ	96,39	96,39
Beiwert k	1,98	1,98
λ _{rel,c}	1,64	1,64
Beiwert k _c	0,32	0,32
Normalkraft N _d	-16,04 kN	-16,04 kN
zugeh.M _{z,d} / max.M _{y,d}	0,00 kNm	0,00 kNm
max.M _{z,d} / zugeh.M _{y,d}	1,82 kNm	0,00 kNm

Ausnutzung Spannung: max.eta = 0,49 < 1,00 --> Bemessung für Druckkraft + Biegung

Ausnutzung Knicken: max.eta = 0,77 < 1,00

Kippschlankheit λ_{rel,m} = 0,31Kippbeiwert k_{crit} = 1,00Interaktionswert k_m = 0,70k_{mod} = 0,80

massg. LFK = 1,35*g + 1,50*w + 1,50*Psi,0*q + 1,50*Psi,0*s

**Nachweis Querkraft (Schub):**

$$f_{vk} = 4,00 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{cR} = 0,50 \text{ [-]}$$

$$\text{Schubfläche } A, V = 66,13 \text{ cm}^2$$

$$\text{maßg. LFK} = 1,35 \cdot g + 1,50 \cdot w$$

$$k_{mod} = 0,80 \text{ [-]}$$

$$V_{y,d} = 0,00 \text{ kN}$$

$$V_{z,d} = 2,28 \text{ kN}$$

$$\tau_{y} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{z} = 0,52 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Ausnutzung } \eta = 0,21 < 1,00$$

Nachweis Querpressung:

$$f_{c,90,k} = 2,50 \text{ N/mm}^2 \text{ (für Nadelholz C24)}$$

$$k_{c,90} = 1,50 \text{ [-]}$$

Überstände werden in y-Richtung angesetzt.

$$\ddot{u}_1 = 30 \text{ mm}$$

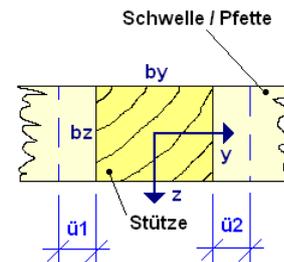
$$\ddot{u}_2 = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Fläche } A_{ef} = 201,250 \text{ cm}^2$$

$$N_d = 21,731 \text{ kN}$$

$$f_{c,90,d} = 1,250 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Ausnutzung } \eta = 0,57 < 1,00 \text{ (vorh. } \sigma_{c,d} = 1,080 \text{ N/mm}^2)$$

**Verformungen**

$$\text{max. Ausnutzung} = 0,75 < 1,00$$

$$\text{ext.w,inst} = 0,81 \text{ cm (resultierend)}$$

$$\text{ext.w,fin} = 0,81 \text{ cm (resultierend)}$$

$$\text{ext.w,net,fin} = 0,00 \text{ cm (resultierend)}$$

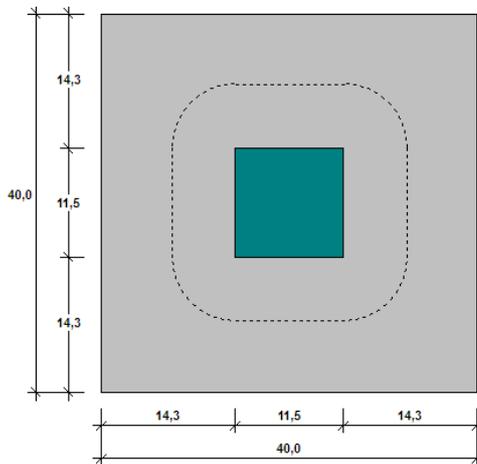
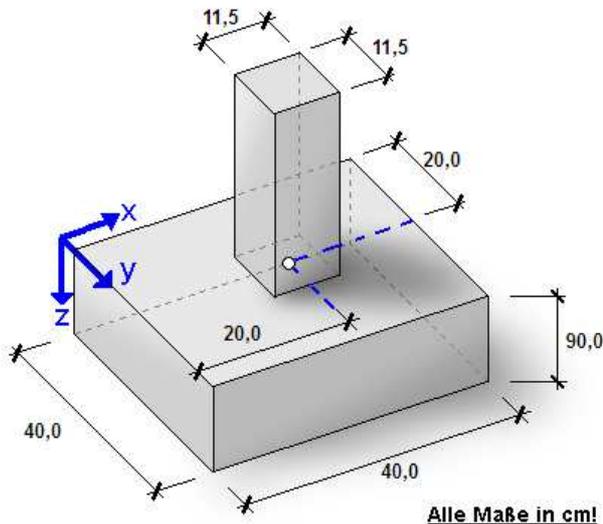
$$k_{def} = 2,000$$

Gew.: Stütze, $b/d = 11.5/11.5 \text{ cm}$, NH C24



Position: 4 - Einzelfundament

Einzelfundament nach EC2 / EC7 + NA Deutschland

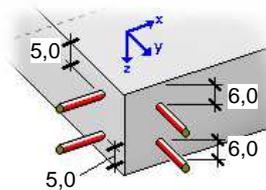


Alle Maße in cm!

Systemwerte :

- bx = 40,0 cm (Fundamentbreite x - Richtung)
- by = 40,0 cm (Fundamentbreite y - Richtung)
- ax = 20,0 cm (Achsabstand Stütze in x - Richtung)
- ay = 20,0 cm (Achsabstand Stütze in y - Richtung)
- bsx = 11,5 cm (Stützenbreite in x - Richtung)
- bsy = 11,5 cm (Stützenbreite in y - Richtung)
- tf = 90,0 cm (Fundamentdicke)
- Sigma,Rk = 150,00 kN/m² (zul. Bodenpressung, charakt. Wert)
- Phi = 32,5° (Sohlfreibungswinkel)

Bewehrungsabstände:



Belastungen :

N, Hx, Hy, Mx und My sind charakt. Lasten (ohne Sicherheitsbeiwerte)!

Das Eigengewicht vom Fundament wird mit 25,0 kN/m³ berücksichtigt!

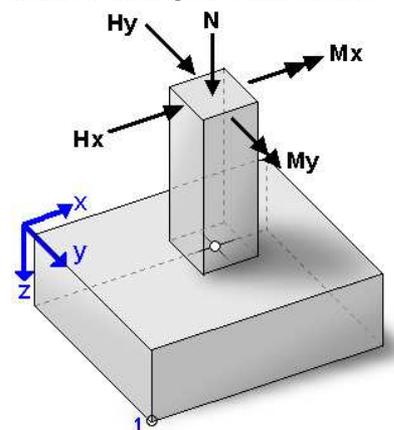
Positive Momente Mx und My erzeugen in Punkt 1 Druckspannungen (s. nebenstehendes Bild)!

Momente aus Theorie II.Ordnung werden nicht angesetzt!

Lasten aus Anprall für Nachweis Lagesicherheit nach EC0 (nicht für Ausmitten nach DIN 1054)!

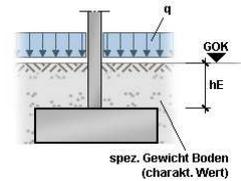
Lastfall	N [kN]	Hx [kN]	Hy [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]
ständig g	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Schnee	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +x	0,00	1,52	0,00	0,00	0,00
Wind -x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind +y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wind -y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
veränderlich q	12,65	0,00	0,00	0,00	0,00
Erdbeben	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Alle Kräfte / Momente greifen an OK Fundament an!





veränderl. Last q auf GOK [kN/m²]	Höhe Boden [cm]	Gamma Boden [kN/m³]
5,00 (charakt. Wert)	0	18,00



Lastfallkollektive (automatisch ermittelt für vorh. Lastfälle):

- | | |
|---------------------------|--|
| LFK 1 = 1,00*G | LFK 8 = 1,35*G + 1,50*Q |
| LFK 2 = 1,35*G | LFK 13 = 1,00*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q |
| LFK 3 = 1,00*G + 1,50*W+x | LFK 14 = 1,35*G + 1,50*W+x + 1,50*0,70*Q |
| LFK 4 = 1,35*G + 1,50*W+x | LFK 15 = 1,00*G + 1,50*0,60*W+x + 1,50*Q |
| LFK 7 = 1,00*G + 1,50*Q | LFK 16 = 1,35*G + 1,50*0,60*W+x + 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
3	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
4	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
13	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
14	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
15	0,0	0,0	0,0000	0,0000	keine / zulässige klaff. Fuge
16	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
3	100000,000
4	100000,000
7	100000,000
8	100000,000
13	100000,000
14	100000,000
15	100000,000
16	100000,000



Grundbruchnachweis GEO-2:

$\eta = V_{d,d} / R_{v,d} \leq 1,00$ ($\eta = 0,000 \rightarrow$ unzul. klaffende Fuge)

Kohäsion $c_k = 5,00 \text{ kN/m}^2$

Scherwinkel $\Phi_k = 32,50^\circ$

Einbindetiefe / Bodenüberdeckung s. bei Lasteingaben!

$\gamma_{R,v} = 1,400 [-]$ (Sicherheitsbeiwert Grundbruchwiderstand) [= 1,20 bei außergew.LFK]

LFK	Nc0 [-]	Nd0 [-]	Nb0 [-]	vc [-]	vd [-]	vb [-]	ic [-]	id [-]	ib [-]	V _d [kN]	R _{v,d} [kN]	eta [-]
1	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	6,90	111,60	0,06
2	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	7,61	111,60	0,07
3	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	6,90	111,60	0,06
4	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	7,61	111,60	0,07
7	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	26,98	111,60	0,24
8	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	27,69	111,60	0,25
13	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	21,28	111,60	0,19
14	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	22,00	111,60	0,20
15	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	26,98	111,60	0,24
16	37,01	24,58	15,02	1,56	1,54	0,70	1,00	1,00	1,00	27,69	111,60	0,25

Nachweis der Lagesicherheit nach EC0:

Sicherheit gegen Abheben:

$\eta = (G_k \cdot \gamma_{G,sup} + G_k \cdot \gamma_{G,inf}) / (Q_k \cdot \gamma_Q + F_{\text{Auftrieb}} \cdot 1,10) \geq 1,00$

$\gamma_{G,sub} = 1,10 [-]$ (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):

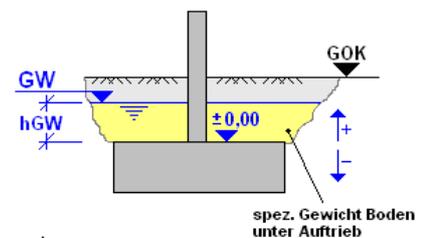
max.ex = 0,00 m \leq zul.ex = 0,20 m

max.ey = 0,00 m \leq zul.ey = 0,20 m

Nachweis der Sicherheit gegen Auftrieb/Aufschwimmen:

Kote Wasser h_{GW} = -1000,000 m

Wasserkote liegt unter UK Fundament \rightarrow kein Auftrieb!

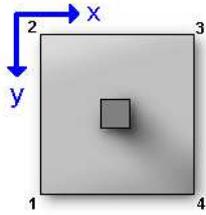


Nachweis Bodenpressungen:

Werte für Bodenpressung in $[\text{kN/m}^2]$; $\sigma_{m,k} = N_k / (a \cdot x \cdot b')$ zum Vergleich mit zul. $\sigma_{m,k}$

Bodenpressungen sind charakt. Werte (ohne Sicherheitsfaktoren)

LFK Nr.	Punkt 1	Punkt 2	Punkt 3	Punkt 4	max.Sigma _k	Sigma _{m,k}	Bemerkung
1	35,250	35,250	35,250	35,250	35,250	35,250	Nachweis erfüllt
2	35,250	35,250	35,250	35,250	35,250	35,250	Nachweis erfüllt
3	35,250	35,250	35,250	35,250	35,250	35,250	Nachweis erfüllt
4	35,250	35,250	35,250	35,250	35,250	35,250	Nachweis erfüllt
7	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	Nachweis erfüllt
8	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	Nachweis erfüllt
13	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	Nachweis erfüllt
14	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	Nachweis erfüllt
15	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	Nachweis erfüllt
16	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	118,899	Nachweis erfüllt



Zuordnung Punkte für Bodenpressung

Bemessung für Biegung:

Beton : C25/30

Betonstahl : B500 (A,B)

- Grenze $x/d \leq 0.45$ eingehalten (Biegung)
- Mindestbewehrung (Mindestmomente nach EC2) werden nicht berücksichtigt
- Verteilung der Bewehrung konstant über b_x bzw. b_y
- Bemessungsmomente werden am Stützenanschnitt ermittelt

Bemessungsmomente: Fett gedruckte Werte = Max.Werte, M_{xd} bzw. $M_{yd} = -1$ -> unzul. klaffende Fuge

LFK Nr.	$M_{x,Ed}$ [kNm]	$M_{y,Ed}$ [kNm]
1	0,1	0,1
2	0,1	0,1
3	0,1	0,1
4	0,1	0,1
7	0,5	0,5
8	0,6	0,6
13	0,4	0,4
14	0,4	0,4
15	0,5	0,5
16	0,6	0,6

Bemessung für Biegung / erf. Längsbewehrung:erf. $A_{sx,unten}$ = 0,0 cm²erf. $A_{sx,oben}$ = 0,0 cm²erf. $A_{sy,unten}$ = 0,0 cm²erf. $A_{sy,oben}$ = 0,0 cm²**Durchstanznachweis:**

- Längsbewehrung wird automatisch erhöht, um Stanzbewehrung zu vermeiden
- Lotrechte Stanzbewehrung
- Abstand der Bewehrungsreihen untereinander, $s_{r'} = 0,50 \times d_m$ (gilt ab 2. Reihe)
- Abstand der Stanzbewehrung tangential, $s_t = 20,0$ cm (für Mindestbewehrung)
- Lasterhöhungsfaktor für Durchstanzen (nicht beta!) $f_{Erh} = 1,00$ [-]
- Beiwert beta wird automatisch für unverschiebliche Systeme bestimmt

 $d_m = 0,845$ m (mittlere stat. Höhe)

**Kritischer Rundschnitt $s_{r,crit}$ im Abstand von 0,068 m vom Stützenrand.**Ansetzbare Stützenabmessungen a_1 / b_1 nach EC2 = 0,115 / 0,115 mBemessung als Innenstütze, d.h. $\beta = 1,10$ (unverschiebliches System) $V_{Ed,Stanz} = 21,729$ kN (ohne Faktor f_{Erh} und ohne β) $\sigma_{Bm,d} = 135,806$ kN/m² (mittlere Bodenpressung als Bemessungswert) $u_{crit} = 0,885$ m $A_{crit} = 0,059$ m² $V_{Ed,cal} = 15,136$ kN --> $V_{Ed,cal} = \beta \times (f_{Erh} \times V_{Ed,Stanz} - A_{crit} \times \sigma_{Bm,d})$ $v_{Ed} = 20,247$ kN/m² --> $v_{Ed} = V_{Ed,cal} / (u_{crit} \times d)$ $\rho_{l,x} = 0,000$ % (Bewehrungsgehalt x - Richtung) $\rho_{l,y} = 0,000$ % (Bewehrungsgehalt y - Richtung) $\rho_{l,m} = 0,000$ % (mittl. Bewehrungsgehalt) $\rho_{l,max} = 1,628$ % (max. zul. Bewehrungsgehalt) $v_{Rd,c} = 5663,688$ kN/m² (Durchstanzwiderstand) --> $v_{min} = 0,227$ kN/m² $v_{Rd,max} = 7929,163$ kN/m² (max. Tragfähigkeit gegen Durchstanzen)**==> $v_{Rd,c} \geq v_{Ed}$ ==> keine Durchstanzbewehrung erforderlich !**



Gew.:

**Einzelfundament, b/d/h = 40/40/90 cm, Beton C25/30, XF1, XC2,
je 3 Ø 12 kreuzweise unten unter der Stütze anordnen.**

Für die Statik, Hollenstedt im Jahr 2018



F. SCHÜTT TECHNISCHES BÜRO FÜR
TRAGWERKSPLANUNG & BAUPHYSIK
Moisburger Straße 105 • 31279 Hollenstedt
Diplom-Ingenieur • Lars Christiansen

Eingetragen in die von der Ingenieurkammer Niedersachsen geführten Liste (TWPL-Nr. 17768)
der von der Prüfung der bautechnischen Nachweise befreiten Personen.