

## 32Y – Mehrfeldstütze, 1-/2-achsig, Theorie II. Ordnung

(Stand: 25.08.2010)

Das Programm dient der Bemessung von Krag-, Einfeld- und Mehrfeldstützen aus Holz mit 1-/ 2-achsiger Belastung nach Theorie I. und II. Ordnung gem. DIN 1052:2004-08 bzw. DIN 1052:2008-12.

### Leistungsumfang

#### System

- 1- oder 2-achsige Berechnung von Druckstäben
- Unterschiedliche Systeme in y- und z-Richtung
- Beliebige Lagerungen einschließlich Momenten- u. Auflagerfedern
- Querschnittsform: Rechteck oder Kreis

#### Einwirkungen

- 2-achsige Einwirkungen: Einzel-, Streckenlasten u. Momente an beliebiger Stelle
- Exzentrischer Angriff von vertikalen Einzel-Einwirkungen
- Einteilung der Einwirkungen in Kategorien nach DIN 1055-3
- Zusammenfassen von Einwirkungen zu beliebigen Einwirkungsgruppen
- Bildung von bis zu 99 Lastfällen aus den Einwirkungsgruppen
- Automatische Einwirkungskombinationen nach DIN 1055-100 für jeden Lastfall
- Imperfektionen: Schiefstellung, Vorkrümmung

#### Schnittgrößen

- Theorie I. und II. Ordnung
- Wahlweise Berücksichtigung der Kriechverformung
- Wahlweise Berücksichtigung der Steifigkeit für Systeme oder Einzelstäbe

#### Baustoffe

- |                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| • Nadelholz                     | C14 - C50     |
| • Laubholz                      | D30 - D70     |
| • homogenes Brettschichtholz    | GL24h - GL36h |
| • kombiniertes Brettschichtholz | GL24c - GL36c |
| • keilgezinktes Nadelholz       | C16 - C40     |
| • Furnierschichtholz Kerto S, Q |               |
| • Konstruktionsvollholz (KVH)   | C24 - C40     |
| • Massivholz (MH)               | C24 - C40     |
| • Duo-Balken                    | C24, C30      |
| • Trio-Balken                   | C24, C30      |

#### Nachweise der Tragfähigkeit

- Druck oder Zug mit / ohne Biegung
- Querkraftnachweis (optional)
- Schwellenpressung / Auflagerpressung (optional)
- Brandschutz nach DIN 4102-22, 6.2, Änderung Abs. 5.5.2.1b genaueres Verfahren (optional)

#### Nachweise der Gebrauchstauglichkeit

- Ausgabe der vorhandenen Verformung (optional)

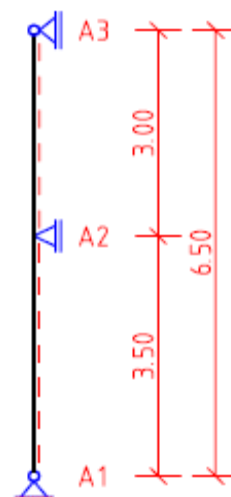
#### Nachweis folgender Anschlusspunkte

- Nachweis der elastischen Fußeinspannung (optional wenn 039F vorhanden ist)

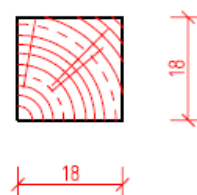
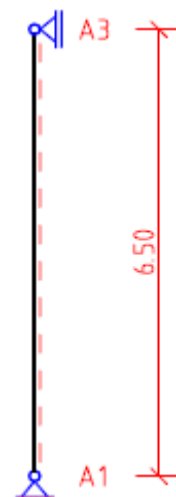
#### Lastweiterleitung

- Speicherung der Einwirkungen getrennt nach Lastfällen

### System in z-Richtung



### System in y-Richtung



## **System**

Das statische System wird durch die Gesamtstützenlänge und der Lageranordnung definiert. Die einzelnen Stablängen ergeben sich hieraus automatisch.

### **Lageranordnung**

Horizontale Lager können an beliebigen Systemhöhen angeordnet werden.

Folgende Lagerdefinitionen sind möglich:

Horizontale Lagerung: unverschiebliches Auflager oder Wegfeder(kN/cm)

Für Momente: Volleinspannung oder Drehfeder(kN/cm/m)

## **Einwirkungen**

### **Einwirkungsgruppen**

Vor der Eingabe der Einwirkungen können Einwirkungsgruppen (EWG) definiert werden. Diesen EWG können beliebig viele Einzel-, Linien- und Flächeneinwirkungen zugeordnet werden. EWG sind immer dann erforderlich, wenn sich Einwirkungen gegenseitig ausschließen (z.B. Wind von links und Wind von rechts) oder immer zusammen auftreten. Die sich ausschließenden Einwirkungen sind unterschiedlichen und die zusammenwirkenden Einwirkungen derselben Einwirkungsgruppe zuzuordnen.

### **Lastfälle**

Aus den Einwirkungsgruppen können bis zu 99 voneinander unabhängige Lastfälle (LF) gebildet werden. Innerhalb eines jeden Lastfalls werden automatisch alle erforderlichen Kombinationen für den Nachweis der Tragsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit nach DIN 1055-100 bzw. DIN 1052 gebildet. Treten in einem Lastfall z.B. außergewöhnliche Einwirkungen oder Einwirkungen infolge Erdbeben auf, so werden neben den entsprechenden außergewöhnlichen Kombinationen (DIN 1055-100, 9.4 Gl. (15)+(16)) auch die Kombinationen für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation (Gl. (14)) untersucht. In vielen Fällen dürfte daher 1 Lastfall ausreichen.

### **Kategorien**

Die Einwirkungen sind entsprechend der Häufigkeit ihres Auftretens gemäß DIN 1055-3 zu kategorisieren.

G = Ständige Beanspruchungen (z.B. Eigengewicht)

Qi = Veränderliche Beanspruchungen (z.B. Nutzlasten, Windlasten, Schnee)

A = Außergewöhnliche Beanspruchungen (z.B. Transport, Montagelasten)

A,E = Erdbebenlasten

Für die einzelnen Beanspruchungskategorien werden die zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma$  und die Kombinationsbeiwerte ( $\psi_0$ ,  $\psi_1$ ,  $\psi_2$ ) nach DIN 1055-100 ermittelt. Gleichzeitig auftretende Beanspruchungen sind in untereinander verträgliche Lastfälle aufzuteilen.

### **Einzel- und Streckeneinwirkungen**

Die Eingabe der Einwirkungen erfolgt in getrennten Tabellen für die Einzel- und Streckeneinwirkungen.

Fx = Einzellast [kN]: Es kann eine Ausmitte in beide Richtungen eingegeben werden.

Die Ausmitten ( $e_y$ ,  $e_z$ ) beziehen sich auf die x-Achse des Querschnitts.

Fy = Einzellast [kN] in Richtung der y-Achse

Fz = Einzellast [kN] in Richtung der z-Achse

My = Moment [kNm] um die y-Achse, rechtsdrehend positiv

Mz = Moment [kNm] um die z-Achse, rechtsdrehend positiv

- qx = Streckenlast [kN/m] in Stützenlängsrichtung parallel zur x-Achse (z.B. Eigengewicht)  
 qy = Streckenlast [kN/m] in Richtung der y-Achse  
 qz = Streckenlast [kN/m] in Richtung der z-Achse

### Imperfektionen

Für die Schnittgrößenberechnung nach Theorie II. Ordnung können Imperfektionen in Form von Vorkrümmungen oder Vorverdrehungen berücksichtigt werden. Die Vorkrümmung wird gem. Abs.8.5.2 Gl. (19), die Vorverdrehung gem. Abs. 8.5.3 Gl. (20 und 21) berücksichtigt.

### Schnittgrößen

Die Schnittgrößenermittlung erfolgt wahlweise nach Theorie I. und II. Ordnung. Für die Schnittgrößenberechnung nach Theorie II. Ordnung wird die Steifigkeit gem. den folgenden Optionen berücksichtigt.

- Kriechen Abs. 8.3
- Tragwerk aus mehreren Stäben / Einzelstab Abs. 8.5.1(2)
- Berücksichtigung  $k_{mod}$  Abs. E8.5.1(1)-(3)

### Bemessungsvoreinstellungen/Bemessung

Bevor ein Rechendurchlauf durchgeführt wird können in einem Menü die Bemessungsparameter voreingestellt werden.

Festgelegt werden im Einzelnen:

- Nachweis der Schwellenpressung gem. Abs. 10.2.4 - optional –
- Nachweis für Schub aus Querkraft gem. Abs. 10.2.9 - optional –
- Brandnachweis (DIN 4102-22) - optional -

Hierbei erforderliche Angaben:

- Wahl des Schwellenmaterials
- Festlegen der Richtung der Schwelle (y- oder z-Richtung)
- Vergrößerung der Querdrukfläche
- Querdrukbeiwert
- Feuerwiderstandsklasse
- Für Feuer zugängliche Seiten

### Baustoffe

Es steht eine Bibliothek mit den gebräuchlichen Holzarten zur Verfügung (Siehe Leistungsbeschreibung).

### Nutzungsklassen

- Die Nutzungsklasse 1 erfasst alle Bauteile, die in einer dauerhaften, geschlossenen Bauhülle gegenüber dem Außenklima geschützt sind. Das trifft mit Ausnahmen (z.B. Gewächshäuser oder Tierhäuser in Zoos) vor allem auf Bauteile in allseitig geschlossenen beheizbaren Bauwerken zu. In den meisten Nadelhölzern wird in der NKL 1 eine mittlere Ausgleichsfeuchte von 12% nicht überschritten.
- In die Nutzungsklasse 2 sind in erster Linie alle Bauteile in offenen, aber überdachten Bauwerken einzuordnen, die der unmittelbaren Bewitterung (Niederschläge) nicht ausgesetzt sind. In den meisten Nadelhölzern wird in der NKL 2 eine mittlere Ausgleichsfeuchte von 20% nicht überschritten. Es ist zu beachten, dass in einer baulichen Anlage durchaus einzelne Teilbereiche einer Konstruktion verschiedenen Nutzungsklassen zugewiesen werden müssen (z.B. wenn sie die abschließende Gebäudehülle in Teilen durchdringen). Belüftete Dachkonstruktionen gehören daher auch in die NKL 2.
- In die Nutzungsklasse 3 fallen alle Bauteile, bei denen während der Nutzungsdauer mit mittleren Holzfeuchten über 20% gerechnet werden muss. Das sind vor allem Bauteile, die frei der Außenbewitterung ausgesetzt sind, können aber in Sonderfällen auch Teile überdachter Bauten sein (z.B. Eissporthallen).

## Kennwerte

Wahlweise können die charakteristischen Kennwerte des Baustoffs ausgegeben werden. Das Programm ermittelt hieraus unter Berücksichtigung der Klasse der Lasteinwirkungsdauer, der Nutzungsklasse und des Material sicherheitsbeiwertes die zulässigen Bemessungsspannungen (siehe DIN 1052, Gl. (3)).

## Querschnittswahl

Es können Rechteck oder Kreisquerschnitt bemessen werden.

## Nachweise

Alle Nachweise werden nach DIN 1052 bzw. DIN 4102-22 geführt.

Nachgewiesen werden im Einzelnen:

- Nachweise der Querschnittstragfähigkeit Abs. 10.2 (Zug, Druck, Biegung und Zug, Biegung und Druck)
- Optional Nachweis der Schwellenpressung Abs. 10.2.4
- Optional Schubnachweis Abs. 10.2.9
- Optional Brandnachweis nach dem genaueren Verfahren nach DIN 4102-22, 5.5.2.1 b). Dabei werden die Nachweise mit dem verbrannten Restquerschnitt und reduzierten Festigkeitseigenschaften geführt. Als Bemessungssituation wird die außergewöhnliche Bemessungssituation angesetzt.
- Optional Nachweis der elastischen Fußeinspannung (Lizenz für 039F ist erforderlich). Der Nachweis wird nur für die Haupttragrichtung (Z-Achse) geführt. Eine genauere Beschreibung der Anschlußmöglichkeiten und der geführten Nachweise entnehmen sie bitte der Beschreibung zu 039F.

## Ausgaben

Der Umfang der Ausgaben kann vom Anwender gewählt werden.

Ausgewählt wird im Einzelnen:

- Extremale Schnittgrößen (Theorie I. und/oder II. Ordnung mit/ohne Grafiken)
- Vorhandene Verformungen gem. Abs. 8.3(7) und Abs. 8.3(8).
- Weiterleitungsdaten
- Anlagen (Theorie I. und/oder II. Ordnung mit/ohne Grafiken)

## Lastweiterleitung

Für die Übernahme in andere Positionen werden die charakteristischen Einwirkungen getrennt nach Lastfällen und Kategorien abgelegt, welche in Folgepositionen erneut mit den entsprechenden Teilsicherheitsbeiwerten zu versehen sind.

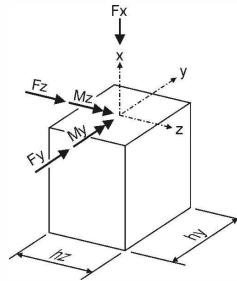
## Literatur

- [1] DIN 1052:2004-08 / DIN 1052:2008-12
- [2] DIN 1055-100: 2001-03
- [3] DIN 4102-22: 2004-11
- [4] Erläuterungen zu DIN 1052: 2004-08. Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken von Hans J. Blaß, Jürgen Ehlbeck, und Heinrich Kreuzinger, n Bruderverlag, 2. Aufl. März 2005
- [5] Praxishandbuch Holzbau DIN 1052, Herausgeber: Fördergesellschaft Holzbau und Ausbau mbH und DIN Deutsches Institut für Normung e.V., 1. Aufl. 2005
- [6] Holzbau. Grundlagen - Bemessungshilfen - Beispiele von Francois Colling
- [7] Holzbau. Beispiele. Musterlösungen, Formelsammlung, Bemessungstabellen von Francois Colling
- [8] 100 Holzbau-Beispiele nach DIN 1052: 2004 von Günter Steck 2005, ISBN 3-8041-3183-2 | Werner, Neuwied
- [9] Brandschutz-Bemessung auf einen Blick nach DIN 4102, Tafeln für die brandschutztechnische Bemessung von Bauteilen der Feuerwiderstandsklassen F 30 bis F 180 von Nabil A. Fouad, Astrid Schwedler, ISBN: 3-934369-46-4, Bauwerk Verlag GmbH, 11.2005

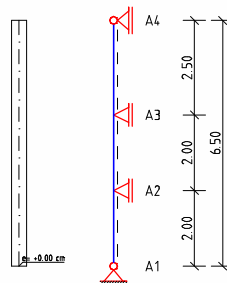
## POS. 176 HOLZ-STÜTZE

Grundlagen: DIN 1052:2008-12, DIN 1055-100:2001-03

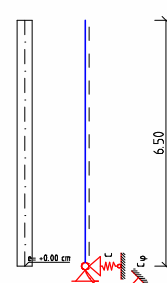
### System



System in y-Richtung



System in z-Richtung



Gesamthöhe = 6.50 m,

Bemessung 2-achsig

### Federwerte

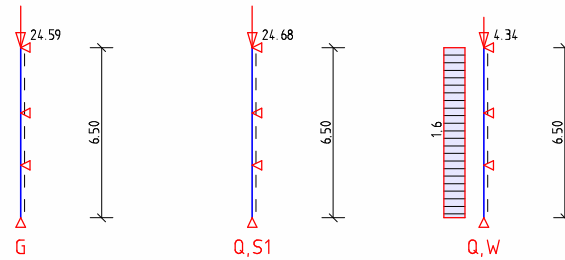
| Bezeichnung | Tragfähigkeit       |                         | Gebrauchstauglichkeit |                         |
|-------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
|             | wegfeder<br>[kN/cm] | Drehfeder<br>[kNm/cm/m] | wegfeder<br>[kN/cm]   | Drehfeder<br>[kNm/cm/m] |
| Fed 1       | 613                 | 105                     | 1196                  | 204                     |

### Auflagerdaten

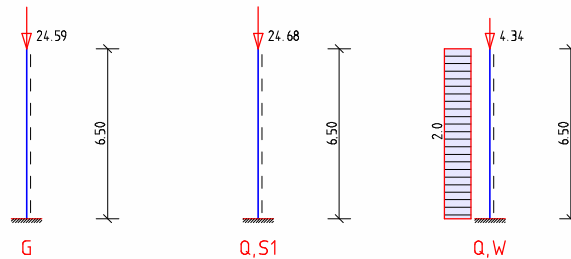
| Höhe<br>[m] | Bezeichnung<br>[-] | CV<br>[-] | Z-Richtung |           | Y-Richtung |           |
|-------------|--------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
|             |                    |           | CH<br>[-]  | CM<br>[-] | CH<br>[-]  | CM<br>[-] |
| 6.50        | Endauflager        |           | -          | -         | fest       | -         |
| 4.00        | Mittelaufleger     |           | -          | -         | fest       | -         |
| 2.00        | Mittelaufleger     |           | -          | -         | fest       | -         |
| 0.00        | Endauflager        | fest      | Fed 1      | Fed 1     | fest       | -         |

## Einwirkungen

Lastfall 1, Einwirkungen (charak.) in y-Richtung



Lastfall 1, Einwirkungen (charak.) in z-Richtung



| Einzel-Einwirkungen [kN,kNm]    |  | Art | Kat. | x    | wert,k | ez   | ey   | Abmin. |
|---------------------------------|--|-----|------|------|--------|------|------|--------|
| aus                             |  |     |      | [m]  |        | [cm] | [cm] | Alpha  |
| Eigengewicht                    |  | Fx  | G    | 6.50 | 1.50   | -    | -    | -      |
| Pos.177 Aufl. 3 Br 1 max. x7.00 |  | Fx  | G    | 6.50 | 23.09  | -    | -    | -      |
|                                 |  | Fx  | Q,S1 | 6.50 | 24.68  | -    | -    | -      |
|                                 |  | Fx  | Q,W  | 6.50 | 4.34   | -    | -    | -      |

| Strecken-Einwirkungen [kN/m] |  | Art | Kat. | xu   | xo   | wert,k |      |
|------------------------------|--|-----|------|------|------|--------|------|
| aus                          |  |     |      | [m]  | [m]  | unten  | oben |
| wind                         |  | qz  | Q,W  | 0.00 | 6.50 | 2.00   | 2.00 |
| wind                         |  | qy  | Q,W  | 0.00 | 6.50 | 1.60   | 1.60 |

| Kategorie | Bezeichnung                           | Komb.-Beiwerte |      |      | Gamma |      |
|-----------|---------------------------------------|----------------|------|------|-------|------|
|           |                                       | Psi0           | Psi1 | Psi2 | sup.  | inf. |
| G         | Ständige Einwirkungen                 | -              | -    | -    | 1.35  | 1.00 |
| Q,S1      | Schnee-,Eislasten: Höhe <= NN +1000 m | 0.50           | 0.20 | -    | 1.50  | -    |
| Q,W       | windlasten                            | 0.60           | 0.50 | -    | 1.50  | -    |

### Kombinationen nach DIN 1055-100

| KNr. | Bem.-Sit. | Kombination      | KLED |
|------|-----------|------------------|------|
| 8    | T,P/T     | G,sup+Q,S1+(Q,W) | kurz |
| 10   | T,P/T     | G,sup+Q,W+(Q,S1) | kurz |
| 12   | T,AB      | G+Q,S1           | kurz |
| 13   | T,AB      | G+Q,W            | kurz |

T,P/T = Tragfähigkeit, ständig u. vorübergehend

T,AB = Tragfähigkeit, infolge Brand

### Optionen

Einzelstab [Berechnung mit E0,05] gem. 8.5.1(2)

Kmod bei der Berechnung der Steifigkeit berücksichtigen gem. E 8.5.1(1-3)

Brandnachweis nach DIN 4102-22 für F30-B mit 4-seitigem Abbrand

Imperfektionen

Vorkrümmung:

Vorverdrehung:

Tragwerkshöhe = 6.50 m

 Ausmitte  $e = 1/400$ 

 Winkel  $\Phi = 0.0044$ 

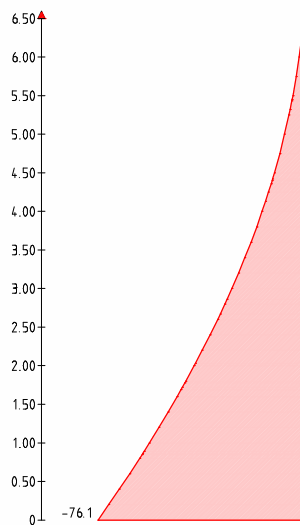
| Z-Richtung |      |               | Y-Richtung |      |             |
|------------|------|---------------|------------|------|-------------|
| H1         | H2   | Art           | H1         | H2   | Art         |
| [m]        | [m]  | [-]           | [m]        | [m]  | [-]         |
| 6.50       | 0.00 | vorverdrehung | 6.50       | 4.00 | vorkrümmung |
|            |      |               | 4.00       | 2.00 | vorkrümmung |
|            |      |               | 2.00       | 0.00 | vorkrümmung |

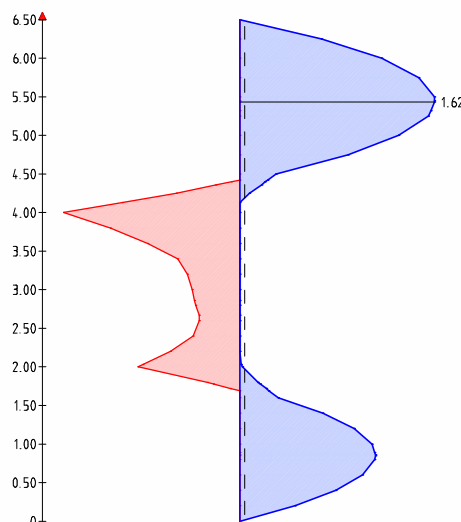
## Schnittgrößen

### Grenz-Schnittgrößen der Tragfähigkeit Theorie 2.Ordnung

[kN, kNm]

 Grenz-Momente  $M_y$  [kNm]

 $M_y: 1 \text{ cm} = 28.0 \text{ kNm} / \text{System } 1:98.0$ 

 Grenz-Momente  $M_z$  [kNm]

 $M_z: 1 \text{ cm} = 0.630 \text{ kNm} / \text{System } 1:98.0$ 


## Bemessung

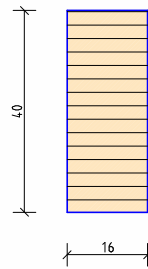
**Baustoff: Brettschichtholz GL28h**
**Nutzungsklasse 1**

Lage der Lamellen: Horizontal

 Gewählt: Rechteckstütze  $b_y/b_z = 16.0 / 40.0 \text{ cm}$ 

 Fläche  $A = 640.00 \text{ cm}^2$ 

 Schwelle in Y-Richtung Brettschichtholz GL,  $A_{ef} = 760.00 \text{ cm}^2$ ,  $k_{c,90} = 1.00$



### Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungskräfte [kN, kNm]

| LNr. | Th. | KNr. | x    | Nx     | My     | Mz   | Vy    | Vz    |
|------|-----|------|------|--------|--------|------|-------|-------|
| 1    | II  | 8    | 6.50 | -74.12 | -      | -    | -2.25 | 2.17  |
| 2    | II  | 8    | 0.00 | -74.12 | -49.46 | -    | 1.98  | 12.41 |
| 3    | II  | 10   | 0.00 | -58.22 | -76.08 | -    | 2.61  | 20.22 |
| 4    | II  | 10   | 0.86 | -58.22 | -59.55 | 1.13 | -     | 18.18 |
| 5    | II  | 12   | 6.50 | -29.53 | -      | -    | -0.29 | 0.15  |
| 6    | II  | 12   | 0.00 | -29.53 | -0.94  | -    | 0.31  | 0.13  |
| 7    | II  | 13   | 0.00 | -26.76 | -23.74 | -    | 0.94  | 6.68  |
| 8    | II  | 13   | 0.87 | -26.76 | -18.25 | 0.41 | -     | 5.91  |

 Spannungen [N/mm<sup>2</sup>]

| LNr. | Kmod | Sc,0  | Sm,y  | Sm,z | Tau,y | Tau,z | Sc,90 | fc,0  | fm,y  | fm,z  | fv   | fc,90 |
|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| 1    | 0.90 | -1.16 | -     | -    | -     | -     | -     | 18.35 | 20.52 | 23.26 | 1.73 | 18.35 |
| 2    | 0.90 | -     | -     | -    | -     | -     | -0.98 | 2.08  | -     | -     | -    | 2.08  |
| 3    | 0.90 | -0.91 | -17.8 | -    | -     | -     | -     | 18.35 | 20.52 | 23.26 | 1.73 | 18.35 |
| 4    | 0.90 | -     | -     | -    | 0.43  | -     | -     | -     | -     | -     | 1.73 | -     |
| 5    | 1.00 | -0.70 | -     | -    | -     | -     | -     | 24.98 | 31.15 | 34.77 | 2.88 | 24.98 |
| 6    | 1.00 | -     | -     | -    | -     | -     | -0.83 | 3.45  | -     | -     | -    | 3.45  |
| 7    | 1.00 | -0.63 | -9.42 | -    | -     | -     | -     | 24.98 | 31.15 | 34.77 | 2.88 | 24.98 |
| 8    | 1.00 | -     | -     | -    | 0.25  | -     | -     | -     | -     | -     | 2.88 | -     |

Nachweise gem. DIN 1052

| Bezeichnung                        | LNr. | Gl.  | Formel                  | Ausnutzung |
|------------------------------------|------|------|-------------------------|------------|
| Druck in Faserricht.               | 1    | [46] | 1.16/18.35              | = 0.06 < 1 |
| Druck quer                         | 2    | [47] | 0.98/(1.00*2.08)        | = 0.47 < 1 |
| Biegung und Druck                  | 3    | [57] | 0.01 + 0.87 + 0.70*0.00 | = 0.87 < 1 |
|                                    | 3    | [58] | 0.01 + 0.70*0.87 + 0.00 | = 0.61 < 1 |
| Schub aus Querkraft                | 4    | [59] | 0.43/1.73               | = 0.25 < 1 |
| Druck in Faserricht. <sup>1)</sup> | 5    | [46] | 0.70/24.98              | = 0.03 < 1 |
| Druck quer <sup>1)</sup>           | 6    | [47] | 0.83/(1.00*3.45)        | = 0.24 < 1 |
| Biegung und Druck <sup>1)</sup>    | 7    | [57] | 0.01 + 0.30 + 0.70*0.00 | = 0.30 < 1 |
|                                    | 7    | [58] | 0.01 + 0.70*0.30 + 0.00 | = 0.21 < 1 |
| Schub aus Querkraft <sup>1)</sup>  | 8    | [59] | 0.25/2.88               | = 0.09 < 1 |

<sup>1)</sup> Brandnachweis nach DIN 4102-22 mit  $b_y/b_z = 11.8/35.8$  cm

### Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

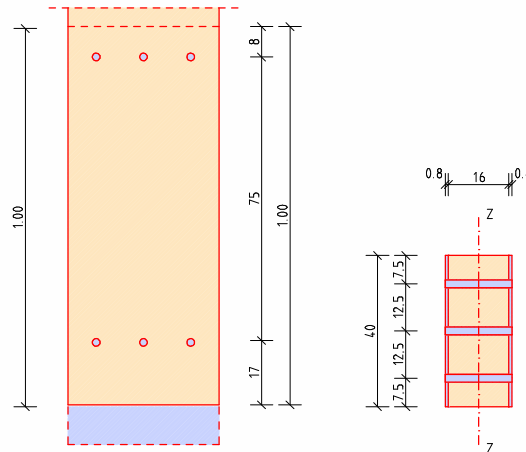
Verformungen gem. DIN 1052

| Th.    | x     | wz   | x     | Phi,z  | x     | wy    | x     | Phi,y  |
|--------|-------|------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
|        | [m]   | [cm] | [m]   | [cm/m] | [m]   | [cm]  | [m]   | [cm/m] |
| I min  | 0.000 | -    | 0.000 | -      | 3.800 | -     | 6.500 | -0.052 |
| I max  | 6.500 | 5.59 | 6.500 | 1.058  | 5.000 | 0.04  | 4.500 | 0.036  |
| II min | 0.000 | -    | 0.000 | 0.006  | 3.131 | -0.01 | 6.500 | -0.054 |
| II max | 6.500 | 6.64 | 6.500 | 1.278  | 5.337 | 0.04  | 4.500 | 0.038  |



### Bemessung der Fußeinspannung

Werkstoff: St 37-2 , Erzeugnisdicke:  $t \leq 40 \text{ mm}$  ,  $\gamma_{M,1} = 1.10$   
 Streckgrenze:  $f_{y,k} = 240 \text{ N/mm}^2$  , Elastizitäts-Modul:  $E = 210000 \text{ N/mm}^2$   
 Zugfestigkeit:  $f_{u,k} = 360 \text{ N/mm}^2$  , Schub-Modul:  $G = 81000 \text{ N/mm}^2$



Anschluss: Laschen, 2-seitig mit  $t = 8.0 \text{ mm}$   
 Verbindungsmittel: Bolzen M20 8.8 d/d2/s=22/80/8  
 Spalten x Reihen: 3 x 2, Stahl/Holz-Überlappung  $l=1000 \text{ mm}$

|                    | ----- Randabstände ----- | ---Zwischenabstände--- |
|--------------------|--------------------------|------------------------|
| vhd.Abst. in [mm]: | Hirnholz li./re. oben    | in Faser senk.Faser    |
|                    | 170 75 80                | 750.0 125.0            |

Kennwerte Federn:  $k_{ser} = 83.0 \text{ kN/cm}$ ;  $I_p = 9062.5 \text{ cm}^2$

Federwerte GZT:  $k_{h,d} = 510.9 \text{ kN/cm}$ ;  $k_{v,d} = 510.9 \text{ kN/cm}$ ;  $k_{M,d} = 77.2 \text{ kNm/rad}$   
 Federwerte GZG:  $k_{h,c} = 996.2 \text{ kN/cm}$ ;  $k_{v,c} = 996.2 \text{ kN/cm}$ ;  $k_{M,c} = 150.5 \text{ kNm/rad}$   
 rad in [cm/m]

### Grenzzustand der Tragfähigkeit

Spannungen für reduzierten Querschnitt in [N/mm<sup>2</sup>]

| KNr. | Kmod | $\sigma_{c,0}$ | $\sigma_{m,y}$ | $\sigma_{m,z}$ | $\tau_{v,y}$ | $\tau_{v,z}$ | $\tau_{v,x}$ | $f_{c,0}$ | $f_{m,y}$ | $f_{m,z}$ | $f_v$ | $f_{v,x}$ |
|------|------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-------|-----------|
| 4    | 0.90 | -0.58          | 16.95          | -              | -            | 0.54         | -            | 18.35     | 20.52     | 23.26     | 1.73  | 1.73      |
| 10   | 0.90 | -1.08          | 20.34          | -              | -            | 0.54         | -            | 18.35     | 20.52     | 23.26     | 1.73  | 1.73      |

Nachweis gemäß DIN 1052 für den reduzierten Querschnitt

| Bezeichnung         | KNr. | Gl.  | Formel                          | Ausnutzung   |
|---------------------|------|------|---------------------------------|--------------|
| Biegung und Druck   | 10   | [57] | $0.01 + 0.99 + 0.70 \cdot 0.00$ | $= 0.99 < 1$ |
|                     | 10   | [58] | $0.01 + 0.70 \cdot 0.99 + 0.00$ | $= 0.70 < 1$ |
| Schub aus Querkraft | 4    | [59] | $0.54/1.73$                     | $= 0.31 < 1$ |

Maßgebende Schnittgrößen für ein einzelnes Verbindungsmittel pro Scherfuge

| KNr. | Kmod | $V_x$ [kN] | $V_z$ [kN] |
|------|------|------------|------------|
| 20   | 0.90 | 4.851      | 17.365     |

Bemessungswerte für stiftförmige Verbindungsmittel

| KNr. | Kmod | $M_{y,d}$ [Nm] | Gl.  | $F_{ax,d}$ [kN] | $R_{ax,d}$ [kN] | $N_{R,d}$ [kN] | $F_{la,d}$ [kN] | $R_{la,d}$ [kN] |
|------|------|----------------|------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 20   | 0.90 | 526.62         | G.20 | -               | 117.7           | 776.9          | 216.36          | 217.1           |

Nachweise gem. DIN 1052 für die Verbindungsmittel

| Bezeichnung | KNr. | Gl. | Formel                            | Ausnutzung   |
|-------------|------|-----|-----------------------------------|--------------|
| Abscheren   | 20   |     | $F_{la,d}/R_{la,d} = 216.3/217.1$ | $= 1.00 = 1$ |

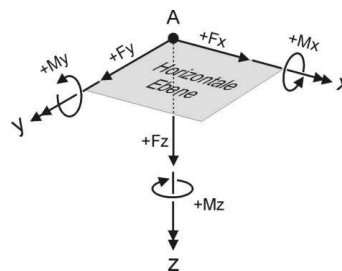
Nachweise gem. DIN 18800

| Bezeichnung         | KNr. | Gl.  | Formel        | Ausnutzung   |
|---------------------|------|------|---------------|--------------|
| Normalspannung      | 20   | [33] | 187.40/218.18 | $= 0.86 < 1$ |
| Schub aus Querkraft | 20   | [34] | 45.70/125.97  | $= 0.36 < 1$ |
| Vergleichsspannung  | 20   | [35] | 203.43/218.18 | $= 0.93 < 1$ |

### Weiterleitungsdaten

#### Weiterleitung der Einwirkungen (charakt.):

Die Kraftarttrichtungen sind auf das globale Koordinatensystem bezogen. Dabei sind die Beträge der Kraftarten  $F$  in [kN] und  $M$  in [kNm].



| Lager | Kraft | G     | Q,S1  | Q,W    | Summe,k |
|-------|-------|-------|-------|--------|---------|
| 1     | Fx    | -     | -     | 13.00  | -       |
|       | Fy    | -     | -     | -1.32  | -       |
|       | Fz    | 24.59 | 24.68 | 4.34   | 53.61   |
|       | My    | -     | -     | -42.25 | -       |
| 2     | Fy    | -     | -     | -3.31  | -       |
| 3     | Fy    | -     | -     | -4.14  | -       |
| 4     | Fy    | -     | -     | -1.64  | -       |