

Anwenderdokumentation

HSTZ

Programmname	HSTZ 1.01
Deskriptoren	Bemessung einteiliger Holzstützen nach DIN 1052 (2008); Bemessung für Tragfähigkeit, Brandschutz und Auflager- oder Schwellendruck
Copyright	Riedel SfB GmbH Bogenstraße 40, 90559 Burgthann Tel.: 03643/ 414543, Fax: 03643/ 414546 http://www.riedel-statik.de
Programmautor	Riedel SfB GmbH Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Wolfgang Schaser Tel.: 040/ 83987541, support@riedel-statik.de
Programmiersprachen	C
Stand	Juni 2009

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabe	3
2 Verfahren	3
2.1 Holzkennwerte	3
2.2 Sicherheitskonzept im Grenzzustand der Tragfähigkeit	3
2.3 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit	3
2.4 Brandschutz	4
2.5 Bemessungslauf	4
3 Definitionen	5
4 Anwendungsgrenzen	5
5 Besonderheiten	6
5.1 Modifikationsfaktor k_{mod}	6
6 Handhabung des Programmes	7
6.1 Dimensionen	7
6.2 Systemeingaben	7
6.3 Bemessungslauf	9
7 Ausgaben	10
7.1 Materialfestigkeiten	10
7.2 Einwirkungskombinationen	10
7.3 Nachweise in den Grenzzuständen	10
7.4 Abspeicherung der Auflagerkräfte	10
Literatur	10
Zahlenbeispiel	11

1 Aufgabe

Grundlage: Das vorliegende Programm für die Bemessung einteiliger Holzstützen und die damit umgesetzte DIN 1052 (2008) ersetzt das Bemessungsverfahren mit zulässigen Spannungen der Bauteile im Holzbau durch die Bemessung der Grenzzustände nach einem semiprobabilistischen Konzept. Die Grundlagen zur Bestimmung der Lastfallkombinationen bildet das Sicherheitskonzept der DIN 1055-100, die des nachzuweisenden Brandschutzes DIN 4102 (Stand 2002).

Nachweise: Folgende Nachweise werden geführt:

- Tragfähigkeitsnachweis auf Biegung und Druck für unterschiedliche Knicklängen in x- und y-Richtung ohne Kippgefahr
- auf Wunsch Querdrucknachweis des Auflager- oder Schwellendrucks als reine Kontaktverbindung
- auf Wunsch Brandschutznachweis

Bemessungslauf: Bei Bedarf kann das Programm beauftragt werden, durch den Bemessungslauf die günstigsten Querschnitte für die Holzstütze vorzuschlagen. Mit Hilfe des Bemessungslaufes, welcher die Auslastung bezüglich der entsprechenden einzuhaltenden Nachweise angibt, hat der Anwender auch die Möglichkeit komfortabel die Vorschläge des Programmes nach seinem Anliegen zu optimieren.

2 Verfahren

2.1 Holzkennwerte

- Charakteristische Festigkeitskennwerte werden [3] entnommen.
- Die Einflüsse von spezifischen unterschiedlichen Holzfeuchten finden in den Designbeiwerten der Materialkennwerte Beachtung. Der Baustoff Holz gleicht sein Feuchtigkeitsgehalt mit dem Umgebungsklima aus. Es ändern sich hierbei in Abhängigkeit zum Fasersättigungsgrad das Volumen, die mechanischen Eigenschaften und das Kriechverhalten.
- Die Festigkeit unter Dauerlast beträgt nur etwa 60% der Kurzzeitfestigkeit. Der Einfluss der Lasteinwirkungsdauer findet vereinfacht in den 5 Klassen der KLED aus [3] Beachtung. Die Zuordnung dieser Klassen zu den Lasten wird in den jeweiligen Einwirkungskombinationen geregelt.

2.2 Sicherheitskonzept im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Grundlage für die Ermittlung von Widerständen und Enwirkungen bildet [3], Abschnitt 5.

2.3 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Es werden folgende Nachweise geführt:

- Nachweis der Querschnittstragfähigkeit für Biegung und Druck / Zug nach [3], Abschnitt 10.2.7 und 10.2.8
- Nachweis des Auflager- oder Schwellendrucks nach [3], Abschnitt 10.2.4(1); für diesen Nachweis wird das Material der Stütze angenommen

- Nachweis der Knicksicherheit nach [3], Abschnitt 10.3.1(1)

Weil eine Modellstütze vorliegt, wird auf die Nachweise der Schubspannungen, der Kippsicherheit und der Torsionsspannungen verzichtet.

2.4 Brandschutz

2.4.1 Brandschutz nach DIN 4102

Die Einwirkungen E_a für den Brandschutznachweis werden nach [1]-22 ermittelt: $E_a = 0.65 \cdot E_d$ mit E_d als Einwirkungen für den Grenzzustand der Tragfähigkeit. Der Sicherheit des Brandschutzes wird durch [1], Teil 4 (Methode der konstanten Steifigkeiten) nachgewiesen.

Dabei erfolgt die Bemessung von unbekleideten Holzbauteilen unter Ansatz von Querschnittswerten, die unter Berücksichtigung der Branddauer berechnet werden (Restquerschnitte). Gleichzeitig wird der Einfluss der Temperatur auf die Materialkennwerte (Festigkeiten, E-Modul) berücksichtigt.

Bei dem verwendeten Verfahren werden die charakteristischen Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte aus der 'kalten' Bemessung verwendet. Der Verlust an Steifigkeit und Festigkeit unter Brandbeanspruchung wird durch Ansatz einer erhöhten Abbrandtiefe berücksichtigt.

Die Abbrandtiefen $d_{(t_f)}$ und der ideelle Restquerschnitt, welcher aus dem angesetzten Abzug t_0 resultiert, sind in Abbildung 1 dargestellt.

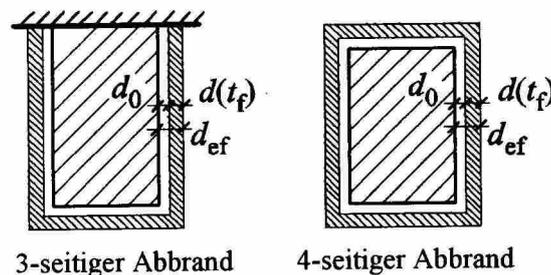


Abbildung 1: Abbrandtiefen und ideeller Restquerschnitt

2.4.2 Brandschutz mit geringer beflammbarer Fläche

Obwohl gemäß Normvorschriften der Anteil der beflammbaren Fläche nicht kleiner als 75% angenommen werden darf, wird dem Anwender die Möglichkeit gegeben, eine entsprechend kleinere beflammbare Fläche für die Berechnung einzugeben. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass die Verantwortung dafür ausschließlich beim Anwender liegt.

2.5 Bemessungslauf

Der Bemessungslauf (Aufruf mittels *Rechnen* → *Bemessungslauf*) kann bei entsprechender Eingabe nach Abschnitt 6.2.1 beauftragt werden, die günstigsten (d. h. maximal ausgelasteten Querschnitte) selbständig zu ermitteln. Zulässige Eingabewerte sind:

- 'J' für Ja, d. h. der vom Programm gewählte Querschnitt wird bestätigt

- 'N' für Nein, d. h. der vom Programm gewählte Querschnitt wird nicht bestätigt
- '**' für einen vom Programm zu ermittelnden optimalen Querschnittswert
- Eingabe eines festen Wertes - so kann beispielsweise der Wert der Breite b festgelegt werden, während die Höhe h durch Eingabe eines '**' vom Programm ermittelt wird

3 Definitionen

Vorzeichen für Lasten:

Kräfte sind positiv, wenn sie in Richtung der Koordinatenachsen wirken, Momente sind positiv wenn sie als Vektor im Uhrzeigersinn um die zugeordnete Koordinatenachse wirken (siehe Abbildung 2).

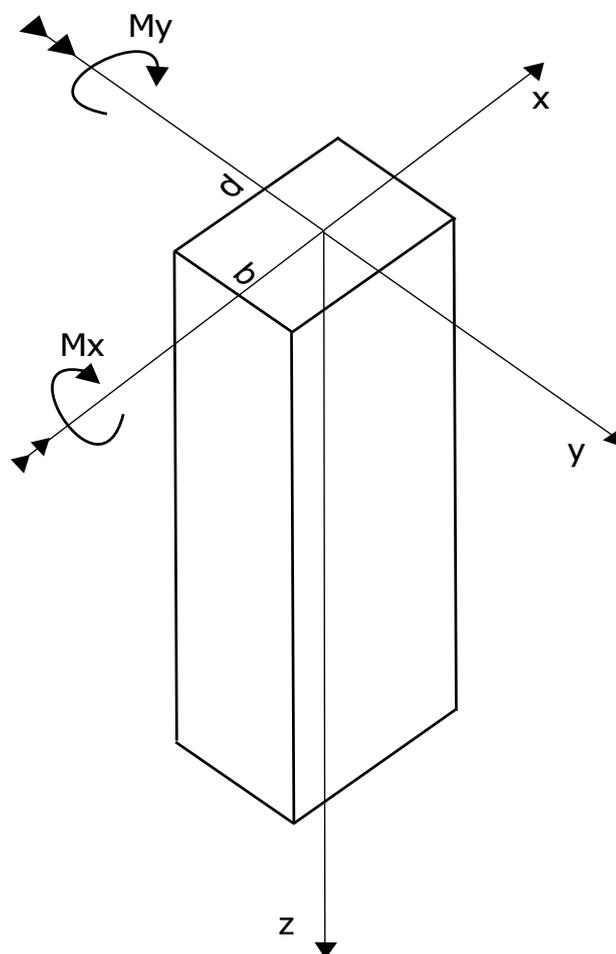


Abbildung 2: Koordinatensystem und Richtung positiver Lasteinwirkungen

5 Besonderheiten

5.1 Modifikationsfaktor k_{mod}

Der Modifikationsfaktor k_{mod} ist stets an die Einwirkungen gebunden. Holzfeuchte und Einwirkungsdauer werden gemäß Abschnitt 2 berücksichtigt.

6 Handhabung des Programmes

Für die Handhabung des Programmes stehen grundsätzlich folgende Hilfestellungen zur Verfügung:

- grafische Unterstützung durch eine Systemskizze mittels Druck der Taste 'F3'
- erläuternder Text mittels Druck der Taste 'F1'

Ausführlichere Informationen für SPA2 im speziellen sind in diesem Kapitel beschrieben.

6.1 Dimensionen

Sofern keine genaueren Angaben erfolgen, werden folgende Einheiten zugrunde gelegt:

<u>Größe</u>	<u>Einheit</u>
Längen	m
Kräfte	kN
Momente	kNm
Querschnittsabmessungen	cm

6.2 Systemeingaben

6.2.1 System / Geometrie

- Knicklängen:
 1. sk, x : Knicklänge für Knicken senkrecht zur x-Achse (Ausweichen entlang y-Richtung)
 2. sk, y : Knicklänge für Knicken senkrecht zur y-Achse (Ausweichen entlang x-Richtung)
- Querschnittsabmessungen: Die folgenden Querschnittsabmessungen (in cm) können zunächst offen gelassen werden, indem für eine oder beide Abmessungen ein '*' eingegeben wird. Sie können dann in einem Bemessungslauf (s. Abschnitt 6.3) festgelegt werden. Das Programm trägt dann die im Bemessungslauf gewählten Abmessungen in das Eingabeprotokoll ein.
 1. R: Rechteck
 2. K: Kreis
 3. b:
 - (R) Querschnittsbreite bzw. Querschnittsabmessung in x-Richtung
 - (K) Radius
 4. d:
 - (R) Querschnittsdicke bzw. Querschnittsabmessung in y-Richtung

6.2.2 Belastung

- Text zur Bezeichnung / Identifikation ('*' für 'Weiter')
- 's' : Ständige Einwirkung
- 'v' : Veränderliche Einwirkung

- '∗' : Einwirkungsdauer ständig
- 'l' : Einwirkungsdauer lang
- 'm' : Einwirkungsdauer mittel
- 'k' : Einwirkungsdauer kurz
- 's' : Einwirkungsdauer sehr kurz
- 'Vz' : charakteristischer Wert der Normalkraft (positiv = Druck)
- 'My' : charakteristischer Wert des Moments um die y-Achse
- 'Mx' : charakteristischer Wert des Moments um die x-Achse

6.2.3 Materialeingaben und Festigkeitsklasse

Mögliche Eingaben für Material:

1. L : Laubholz,
Eingabe der Festigkeitsklasse
2. N : Nadelholz,
Eingabe der Festigkeitsklasse
3. B : Brettschichtholz, zusätzlich Abfragen:
 - (a) Hochkantbiegung
 - (b) Flachkantbiegung

Bei einer Eingabe von 'J' für 'Ja' werden die Werte der Festigkeiten bei einer Lamellenbeanspruchung gemäß [3] erhöht.

4. ∗ : manuelle Eingabe der Festigkeiten:
 - (a) Eingabe der Materialkennwerte nach [3] in N/mm^2 : $f_m, f_{t,0}, f_{t,90}, f_{c,0}, f_{c,90}, f_v$. Diese charakteristischen Kennwerte sind als 5%-Quantilwerte der Grundgesamtheit definiert, bezogen auf eine Einwirkungsdauer von 300s bei einer Temperatur von 20 Grad und einer relativen Luftfeuchte von 65%.
 - (b) Eingabe der Steifigkeiten nach DIN 1052 in N/mm^2 : E_0, E_{90}, G_{mean} . Diese charakteristischen Kennwerte sind als 5%-Quantilwerte (benötigt für den Grenzzustand der Tragfähigkeit) oder als Mittelwert (benötigt für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit) unter den Bedingungen nach 4a definiert.
 - (c) Eingabe der Dichte ρ in kg/m^3 . Die charakteristischen Werte der Rohdichte sind als 5%-Quantilwerte bei einer Temperatur von 20 Grad und einer relativen Luftfeuchte von 65% definiert.
 - (d) Materialkennwerte zum Brandschutz:
 - i. Abbrandrate β in mm/min
 - ii. Beiwert zur Ermittlung des 20%-Quantilwertes (anstelle der 5%-Quantilwerte)

6.2.4 Querschubnachweis

- 'l' : Eingabe einer Auflagerbreite in [cm] quer zur Faser
- '∗' : Verzicht auf Nachweis des Querschubes

6.2.5 Brandschutz

Soll kein Nachweis für den Brandfall erfolgen, ist für die Feuerwiderstandsklasse ein '*' auszuwählen. Andernfalls muss zu der Feuerwiderstandsklasse der Anteil des brennbaren Kontakts, bezogen auf den Gesamtumfang, angegeben werden.

6.3 Bemessungslauf

Der Bemessungslauf (Aufruf mittels *Rechnen* → *Bemessungslauf*) kann bei entsprechender Eingabe nach Abschnitt 6.2.1 beauftragt werden, die günstigsten (d. h. maximal ausgelasteten Querschnitte) selbständig zu ermitteln. Zulässige Eingabewerte sind:

- 'J' für Ja, d. h. der vom Programm gewählte Querschnitt wird bestätigt
- 'N' für Nein, d. h. der vom Programm gewählte Querschnitt wird nicht bestätigt
- '*' für einen vom Programm zu ermittelnden optimalen Querschnittswert
- Eingabe eines festen Wertes - so kann beispielsweise der Wert der Breite b festgelegt werden, während die Höhe h durch Eingabe eines '*' vom Programm ermittelt wird

7 Ausgaben

7.1 Materialfestigkeiten

Ausgabe der Materialfestigkeiten

7.2 Einwirkungskombinationen

Ggf. werden für folgende Nachweise Extremwerte ausgegeben:

- für den Nachweis der Tragfähigkeit
- für den Nachweis des Brandschutzes, sofern dieser für das Programm beauftragt wurde

Zu berücksichtigen ist Kapitel 5.1.

7.3 Nachweise in den Grenzzuständen

Folgende Nachweise werden, sofern das Programm damit beauftragt wurde, geführt:

- Nachweis der Tragfähigkeit für Doppelbiegung und Druck
- Nachweis des Querschubnachweises (Auflager- oder Schwellendruck)
- Nachweis der Tragfähigkeit für Doppelbiegung im Brandfall

7.4 Abspeicherung der Auflagerkräfte

Die Auflagerkräfte werden entsprechend den Vorzeichendefinitionen aus Abschnitt 3 definiert. Folgende Auflagerkräfte werden für unterliegende Bauteile abgespeichert:

- jede einzelne vom Anwender eingegebene Vertikalkraft von V_{z1} bis V_{zi} mit i als Anzahl vom Anwender eingegebener Lasten
- die Summe ständiger positiver Vertikalkräfte V_{g+}
- die Summe ständiger negativer Vertikalkräfte V_{g-}
- die Summe veränderlicher positiver Vertikalkräfte V_{q+}
- die Summe veränderlicher negativer Vertikalkräfte V_{q-}

Die Auflagerkräfte werden mit den ausgegebenen Bezeichnungen abgespeichert und können mit dieser Bezeichnung von den Folgepositionen übernommen werden. Zu berücksichtigen ist Kapitel 5.1.

Literatur

- [1] DIN 4102: Brandschutzverhalten von Baustoffen und Bauteilen (Stand 2002).
- [2] DIN 1055-100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Stand März 2001.
- [3] DIN 1052: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken- Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau, Stand Dezember 2008.

Zahlenbeispiel

Folgend wird das Programm beauftragt, die Positionen aus den Abbildungen 3 und 4 zu rechnen.

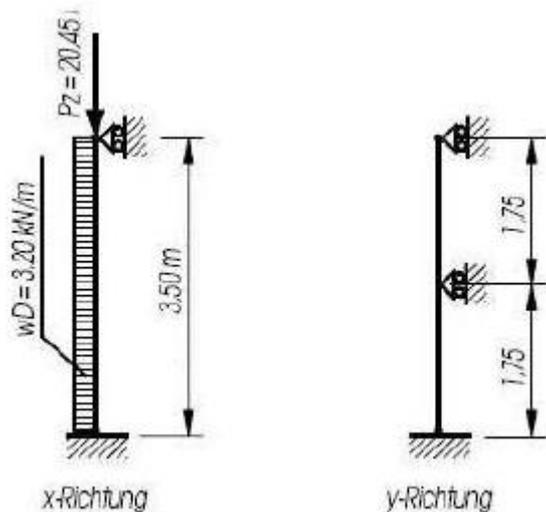


Abbildung 3: Programmbeispiel

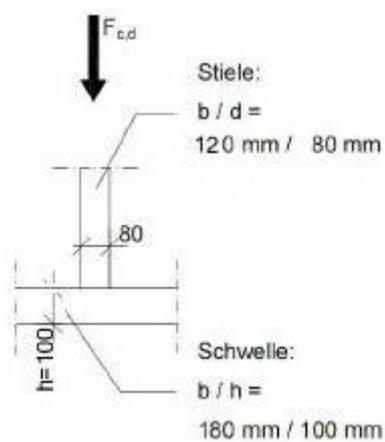


Abbildung 4: Programmbeispiel

Pos doku_1 Holzstütze - Anwenderdokumentation Beispiel 1 - Abbildung 3

EINGABEN:

$$sk_y = 0,699 * l = 0,699 * 3,50m = 2,45m$$
$$sk_x = 0,5 * l = 0,5 * 1,75m = 0,88m$$

Knicklängen [m]: $sk_x = 0.88$ $sk_y = 2.45$
Querschnittsabmessungen [cm]: (Rechteck) $b(x) = 12.0$ $d(y) = 18.0$

$$N_g = 20,45 \text{ KN}$$

Belastungen am Stützenkopf [kN, m]: V_z [kN] M_x [kNm] M_y [kNm]
ständige Einw. Ständig *(ständig) 20.45 0.00 0.00

Einspannmoment ist massgebend:

$$\max M = 9 * q * l^2 / 128 = 9 * 3,2 \text{ KN/m} * (3,50m)^2 / 128 = 2,76 \text{ KNm}(+)$$
$$\min M = - q * l^2 / 8 = -3,2 \text{ KN/m} * (3,50m)^2 / 8 = 4,9 \text{ KNm}(-)$$

veränderl. Einw. Veränderl. kurz 0.00 0.00 4.90

*

Material: Nadelholz Fest.klasse: C 24
höhere Steifigkeit bei befreiten oder ungestörten NRHes ? N

NKL: 1 Auflagerbreite quer zur Faserrichtung [cm] = *
Feuerwiderstandsklasse: * beflammbare Fläche: 100Prozent

AUSGABEN:

Querschnittswahl - ohne Abbrand:

bx/dy [cm]	A [cm ²]	
12.0/18.0	216.00	
$_rel_x$ [-]	$_rel_y$ [-]	$_min$ [-]
0.547	1.016	0.677

Designwerte der Materialfestigkeiten: *)

Bezeichnung	Wert	Einheit
fmd (Biegung)	18.46	N / mm ²
ft0d (Zug)	10.77	N / mm ²
fc90d (Druck)	1.92	N / mm ²
fc0d (Druck)	16.15	N / mm ²
fvd (Schub)	1.54	N / mm ²
Eo (E Modul==)	11000.00	N / mm ²
E90 (E Modul)	370.00	N / mm ²
Gm (Schub-Modul)	690.00	N / mm ²
qk (Rohdichte)	350.00	kg / m ³
Nkl(Nutzungskl.)	1	

Einwirkungskombinationen (Extremwerte - Tragfähigkeitsnachweise): *)

Vzd[KN]	kmod[-]	LFK[-]
46.01	0.60	1
Mxd[KN]	kmod[-]	LFK[-]
0.00	0.60	1
Myd[KN]	kmod[-]	LFK[-]
8.17	0.90	2

Der Modifikationsfaktor kmod (Berücksichtigung der Holzfeuchte und der Einwirkungsdauer) ist stets an die Einwirkungen gebunden:
- LFK-Nr.1: ausschließlich ständige Lasten mit ständiger Einw.dauer
- LFK-Nr.2: ständige + vorherrschende Verk.last mit deren Einw.dauer
- LFK-Nr.3: ständige + alle Verkehrslasten mit kürzester Einw.dauer

Auslastungen (Tragfähigkeitsnachweis):

Doppelbiegung und Druck[%]
87.73

Tragfähigkeitsnachweis ist gegeben!

Pos doku_2 Holzstütze - Anwenderdokumentation Beispiel 2 - Abbildung 4

EINGABEN:

Knicklängen [m]: $sk_x = 3.00$ $sk_y = 3.00$
Querschnittsabmessungen [cm]: (Rechteck) $b(x) = 8.0$ $d(y) = 12.0$

$N_g = 20,45$ KN

Belastungen am Stützenkopf [kN, m]: V_z [kN] M_x [kNm] M_y [kNm]
ständige Einw. Ständig *(ständig) 7.50 0.00 0.00

*

Material: Nadelholz Fest.klasse: C 24
höhere Steifigkeit bei befreiten oder ungestörten NRHes ? N

NKL: 1 Auflagerbreite quer zur Faserrichtung [cm] = 8.00
Feuerwiderstandsklasse: * beflammbare Fläche: 100Prozent

AUSGABEN:

Querschnittswahl - ohne Abbrand:

bx/dy[cm]	A[cm ²]		
8.0/12.0	96.00		
<u>_rel_x[-]</u>	<u>_rel_y[-]</u>	<u>_min[-]</u>	
2.799	1.866	0.119	

Designwerte der Materialfestigkeiten: *)

Bezeichnung	Wert	Einheit
fmd (Biegung)	18.46	N / mm ²
ft0d (Zug)	10.77	N / mm ²
fc90d (Druck)	1.92	N / mm ²
fc0d (Druck)	16.15	N / mm ²
fvd (Schub)	1.54	N / mm ²
Eo (E Modul==)	11000.00	N / mm ²
E90 (E Modul)	370.00	N / mm ²
Gm (Schub-Modul)	690.00	N / mm ²
qk (Rohdichte)	350.00	kg / m ³
Nkl(Nutzungskl.)	1	

Einwirkungskombinationen (Extremwerte - Tragfähigkeitsnachweise): *)

VZd[KN]	kmod[-]	LFK[-]
16.88	0.60	1
Mxd[KN]	kmod[-]	LFK[-]
0.00	0.60	1
Myd[KN]	kmod[-]	LFK[-]
0.00	0.60	1

Der Modifikationsfaktor kmod (Berücksichtigung der Holzfeuchte und der Einwirkungsdauer) ist stets an die Einwirkungen gebunden:
- LFK-Nr.1: ausschließlich ständige Lasten mit ständiger Einw.dauer
- LFK-Nr.2: ständige + vorherrschende Verk.last mit deren Einw.dauer
- LFK-Nr.3: ständige + alle Verkehrslasten mit kürzester Einw.dauer

Auslastungen (Tragfähigkeitsnachweis):

Doppelbiegung und Druck[%]
91.42

Tragfähigkeitsnachweis ist gegeben!

Auslastungen (Querschubnachweis):

Schwellendruck[%]
62.68

Querschubnachweis ist gegeben!