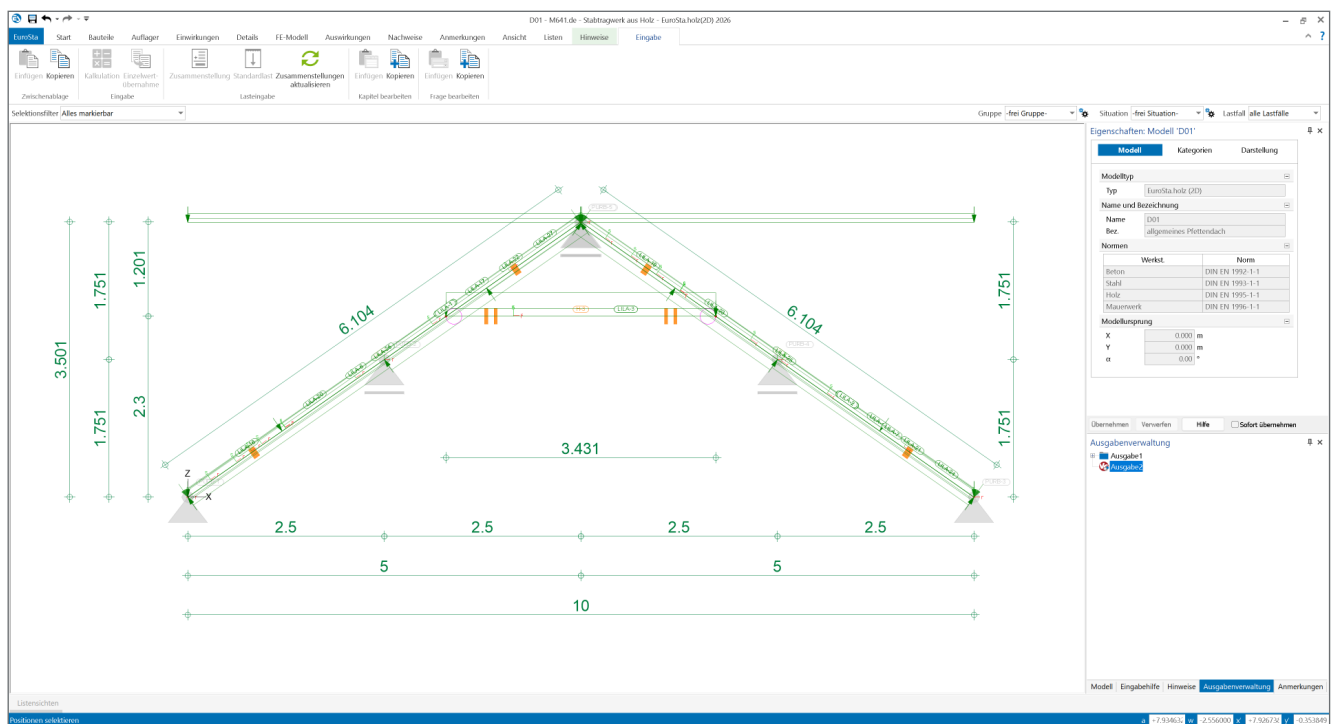


Dipl.-Ing. Thomas Blüm

Mehrteilige Querschnitte

Leistungsbeschreibung des EuroSta.holz-Moduls M641.de Mehrteilige Querschnitte aus Holz

Mit dem neuen Modul „M641.de Mehrteilige Querschnitte aus Holz“ steht in EuroSta.holz ein praxistaugliches Werkzeug zur Verfügung, um Holzstäbe mit mehrteiligen Querschnitten zu bemessen. Dabei können bis zu vier Rechteckquerschnitte nebeneinander angeordnet werden. Die Bemessung erfolgt nach DIN EN 1995-1-1 unter Berücksichtigung der Querschnittswerte des Gesamtquerschnitts als Summe der Einzelquerschnitte.



Allgemein

Im Holzbau werden mehrteilige Querschnitte überall dort eingesetzt, wo große Querschnittsabmessungen erforderlich sind, die aber aus einem einzigen Holzquerschnitt nicht herstellbar oder wirtschaftlich ungünstig wären. Außerdem werden diese eingesetzt, wenn die Transport- und Montagesituationen den Einbau mehrerer kleinerer Querschnitte einfacher machen.

Typische Anwendungsfälle für mehrteilige Stäbe sind beispielsweise Fachwerkträger. Dabei werden entweder der Ober- und Untergurt oder die Fachwerkstäbe aus zwei oder mehreren parallel angeordneten Einzelquerschnitten zusammengesetzt. Somit lassen sich an den Knotenpunkten direkte Verbindungen der Stäbe ausbilden. Weitere Beispiele sind Kehlbalken in einem Dach, die die Last symmetrisch in die Sparren einleiten und ein Holz-Rahmensystem mit biegesteifer Ecke bei dem häufig die Stiele mehrteilig ausgeführt werden.

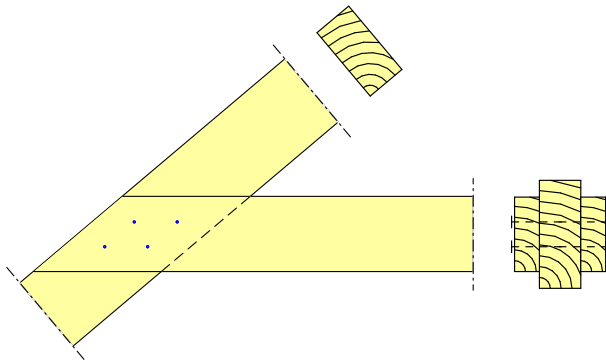


Bild 1. Anschlussdetail zweiteiliger Kehlbalcken an Sparren

Eingabe

In EuroSta.holz können für Stäbe im Kapitel Material/Querschnitt verschiedene Querschnittsarten gewählt werden. Mit dem Modul M641.de stehen nun auch mehrteilige Querschnitte zur Auswahl. Diese können aus zwei, drei oder vier Einzelquerschnitten bestehen. Zusätzlich zu den Abmessungen muss auch noch der Abstand der Querschnitte vorgegeben werden.

Allgemein	Material/Querschnitt	Exzentrizität
Mechanik	Gelenke	Vernetzung
Nachweise (GZT)	Nachweise (GZG)	Belastung
Tragstruktur		
Info		
Material		
Holz	NH C24	
Querschnitt		
Art	Mehnteiliger Querschnitt	
Anzahl	2 Teile	
a	8.0 cm	Abstand in t-Richt...
Einzelquerschnitt		
b _t	4.0 cm	Breite in t-Richtung
h _s	16.0 cm	Höhe in s-Richtung
Automatische Querschnittswahl		
☐ Querschnittswahl durchführen		
Nutzungs-kategorie		
NKL	1 - allseitig geschlossene und beheizte	

Bild 2. Eingabe Material/Querschnitt

Wie bei anderen Querschnittstypen kann auch bei mehrteiligen Stäben eine automatische Querschnittswahl durch EuroSta erfolgen

Nachweise

Die Nachweise für mehrteiligen Querschnitte erfolgen genau wie für alle anderen Querschnitte nach DIN EN 1995-1-1 in der gleichen Nachweistabelle.

Die Querschnittswerte ergeben sich aus der Summe der Einzelquerschnitte. Es gilt:

$$A_{ges} = n \cdot (b_t \cdot h_s) \quad (1)$$

$$I_{t,ges} = n \cdot \left(\frac{b_t \cdot h_s^3}{12} \right) \quad (2)$$

$$I_{s,ges} = n \cdot \left(\frac{h_s \cdot b_t^3}{12} \right) \quad (3)$$

Für Stäbe, die auf Druck und Biegung beansprucht sind, muss ein Stabilitätsnachweis geführt werden. Dieser kann in EuroSta.holz in den Eigenschaften zu jedem Stab separat gesteuert werden. Bei der Eingabe der Knicklänge kann entweder der Knicklängenbeiwert β oder ein fester Wert für die Ersatzstablänge eingegeben werden. Der Nachweis erfolgt nach dem Ersatzstabverfahren nach [1], 6.3. Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die mehrteiligen Querschnitte nicht miteinander verbunden sind bzw. maximal über eine konstruktive Verbindung verfügen. Deshalb erfolgt die Ermittlung der Knickbeiwerte für den Einzelquerschnitt.

Bezogene Schlankheit:

$$\lambda_{rel,t} = \frac{\lambda_t}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (4)$$

$$\lambda_{rel,s} = \frac{\lambda_s}{\pi} \cdot \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} \quad (5)$$

mit

λ_t Schlankheitsgrad für Biegung um die lokale t-Achse

λ_s Schlankheitsgrad für Biegung um die lokale s-Achse

Beim Ersatzstabverfahren werden die Schnittkräfte am unverformten System nach Theorie I. Ordnung ermittelt. Die nichtlinearen Effekte werden im Zuge des Nachweises der Biegetragfähigkeit mit den Knickbeiwerten $k_{c,t}$ und $k_{c,s}$ berücksichtigt.

Knicksbeiwerte:

$$k_{c,t} = \frac{1}{k_t + \sqrt{k_t^2 - \lambda_{rel,t}^2}} \quad (6)$$

$$k_{c,s} = \frac{1}{k_s + \sqrt{k_s^2 - \lambda_{rel,s}^2}} \quad (7)$$

mit

$$k_t = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,t} - 0,3) + \lambda_{rel,t}^2)$$

$$k_s = 0,5 \cdot (1 + \beta_c \cdot (\lambda_{rel,s} - 0,3) + \lambda_{rel,s}^2)$$

Allgemein	Material/Querschnitt	Exzentrizität
Mechanik	Gelenke	Vernetzung
Nachweise (GZT)	Nachweise (GZG)	Belastung
Tragstruktur		
Info		
Stabilität		
☒ Biegeknicknachweis um t-Achse		
Art	Knicks-längenbeiwert	
β_t	1.000	Beiwert
☐ Biegeknicknachweis um s-Achse		
☒ Biegedrillknicknachweis		
Art	Knicks-längenbeiwert	
β_m	1.000	Beiwert
Kriechen		
☒ Kriechinflüsse berücksichtigen		
Brand		
☐ Nachweis führen		
Zulässige Über- und Unterschreitungen		
☐ Überschreitung und Unterschreitung vorgeben		

Bild 3. Eingabekapitel „Nachweise (GZT)“

Normalspannung

Im Holzbau kann der Einfluss der Stabilität im Nachweis der Normalspannungen berücksichtigt werden. Gemeinsam mit dem Beiwert für Biegedrillknicken k_{crit} sieht das Nachweisformat für Druck und Biegung gemäß [2], NCI zu 6.3.3 so aus:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,t}} + \frac{\sigma_{m,t,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,t,d}} + \left(\frac{\sigma_{m,s,d}}{f_{m,s,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (8)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,s}} + \left(\frac{\sigma_{m,t,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,t,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,s,d}}{f_{m,s,d}} \leq 1 \quad (9)$$

Schubspannung

Der Nachweis der Querkrafttragfähigkeit wird nach [2], Gl. (NA.55) geführt. Die Schubspannungen werden bei Doppelbiegung quadratisch überlagert.

$$\left(\frac{\tau_{t,d}}{f_{v,d}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{s,d}}{f_{v,d}} \right)^2 \leq 1 \quad (10)$$

Nachweis im Brandfall

Die Nachweisführung im Brandfall basiert auf dem genaueren Verfahren mit brandreduzierten Festigkeiten und Steifigkeiten nach DIN EN 1995-1-2, 4.2.3. Im ersten Schritt wird der verbleibende Restquerschnitt des Bauteils, durch eine Reduzierung des Ausgangsquerschnitts durch die Abbrandtiefe, ermittelt.

Die Abbrandtiefe wird in Abhängigkeit der geforderten Feuerwiderstandsdauer und der, von der Holzart abhängigen, Abbrandrate berechnet. Im zweiten Schritt werden die durch die Temperaturerhöhung reduzierten Bemessungswerte der Festigkeiten und Steifigkeiten des verbleibenden Restquerschnitts ermittelt. Für mehrteilige Querschnitte wird der Abbrand zunächst am Einzelquerschnitt ermittelt. Die Querschnittswerte ergeben sich wiederum aus der Summe der Werte der Einzelquerschnitte.

Die Feuerwiderstandsdauer und die beflamten Seiten des Querschnitts, an denen ein Abbrand stattfindet, sind in der Eingabe festzulegen. Die bemessungsmaßgebenden Kombinationen und die Querschnittswerte im Brandfall sind mit dem Index f_i gekennzeichnet.

Die Schnittgrößen werden am unverformten System ermittelt und der Nachweis erfolgt mit dem Ersatzstabverfahren.

Verformungsnachweise (GZG)

Zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerkes sind die Verformungen gemäß [1], Abs. 7.2 zu begrenzen. Insgesamt können drei Verformungsnachweise geführt werden:

- Nachweis der Anfangsdurchbiegung
- Nachweis der Enddurchbiegung
- Nachweis der gesamten Enddurchbiegung

Für die Verformungsnachweise werden die Anfangs- und Endverformungen berechnet. Hierfür werden die Schnittgrößen nach Theorie I. Ordnung mit dem E-Modul E_{mean} ermittelt. Die Berechnung der Endverformung findet unter Berücksichtigung des Kriechens (k_{def}) statt.

Die nach [1], Tabelle 7.2 angegebenen Grenzwerte der Verformung sind lediglich empfohlene Grenzwerte und müssen nicht zwingend eingehalten werden. Im Zweifelsfall sollten diese immer gemeinsam mit dem Bauherrn, aufgrund der vorhergesehenen Nutzung, abgestimmt werden.

Nachweis	w_{inst}	w_{fin}	$w_{net,fin}$
Grenzbereich nach Norm	$l/300$ bis $l/500$	$l/150$ bis $l/300$	$l/250$ bis $l/350$
Empfehlung	$l/300$	$l/200$	$l/300$

Tabelle 1. Grenzwerte w_{grenz} für Durchbiegungen

Ausgabe

Die Dokumentation der mehrteiligen Querschnitte erfolgt über eine gesonderte Tabelle im Anschluss an die Einzelquerschnitte. Die Querschnittswerte werden für den Gesamtquerschnitt ausgegeben.

Mat./Querschnitt		Material und Querschnittswerte nach DIN EN 1995-1-1				
Position	Länge [m]	Material	b_t [cm]	h_i [cm]		
H-1, H-2	6.09	NH C24	8.0	18.0		
H-3	3.43	NH C24			Mehrtteilig	
Mehrtteil, Querschn.						
Einzelquerschnitt der mehrteiligen Querschnitte						
Position	n	a [cm]	b_t [cm]	h_i [cm]		
H-3	2	8.0	4.0	20.0		
a: lichter Abstand zwischen den Einzelquerschnitten						
Querschnittswerte						
Position	b_t [cm]	h_i [cm]	I_t [cm ⁴]	I_s [cm ⁴]	W_t [cm ³]	W_s [cm ³]
H-1, H-2	8.0	18.0	3888	768	432	192
H-3	2x 4.0	20.0	5333	213	533	107

Bild 4. Ausgabe der Querschnittswerte für mehrteilige Querschnitte

Die Nachweise des mehrteiligen Stabes sind in den Holzstab-Nachweisausgaben enthalten.

Dipl.-Ing. Thomas Blüm
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1995-1-1: Eurocode 5 – Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [2] DIN EN 1995-1-1/NA: Nationaler Anhang Eurocode 5 – Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [3] DIN EN 1990: Eurocode 0 – Grundlagen zur Tragwerksplanung. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag

Preise und Angebote

M641.de Mehrteilige Querschnitte aus Holz
EC 5, DIN EN 1995-1-1:2010-12
Weitere Informationen unter
<https://www.mbaec.de/modul/M641.de>

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Oktober 2025

Betriebssysteme: Windows 11 (23H2), Windows Server 2022 (21H2) mit Windows Terminal-server | Ausführliche Informationen auf www.mbaec.de/service/systemvoraussetzungen

Preisliste: www.mbaec.de