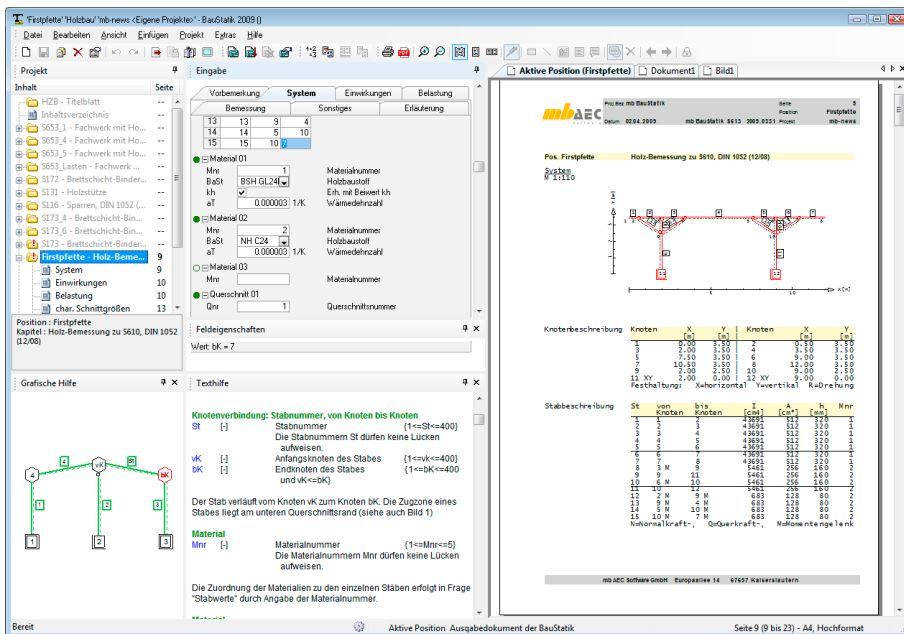


S613 Holz-Bemessung – ebenes Stabwerk, DIN 1052 (12/08)

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S613 von Dipl.-Ing. Petra Licht



Leistungsbeschreibung des Vorgänger-Moduls JETZT: S602.de Holz-Stabwerk, ebene Systeme – EC 5



S613 führt für ebene Stabtragwerke aus Holz alle erforderlichen Nachweise nach DIN 1052 (12/08). Für jeden Stab wird ein einfacher oder, bei entsprechender Belastung, ein kombinierter Biege-/Zug- bzw. Biege-/Drucknachweis geführt. Die Stabilitätsnachweise (Knicken, Biegeknicken und Kippen) erfolgen nach dem Ersatzstabverfahren. Die Ersatzstablängen können für jeden Stab individuell definiert werden. Verformungsnachweise werden stabweise unter Berücksichtigung der Knotenverformungen anhand der eingegebenen Stabbelastung geführt. Für jeden einzelnen Stab besteht die Möglichkeit eine Verformungsbegrenzung zu definieren.

System

Im Eingaberegister „System“ erfolgt die Definition des Stabtragwerkes, die Festlegung der Materialien und der Querschnittsabmessungen.

Definition des Stabtragwerkes

Mit S613 können beliebige ebene Stabtragwerke erfasst werden. Die Eingabe erfolgt numerisch über Tabellen. Durch die automatische Aktualisierung der Systemgrafik besteht jederzeit eine visuelle Kontrollmöglichkeit der Eingabedaten, siehe Bild 1. Schiefe Auflager sind ebenso

möglich, wie die Berücksichtigung von elastischen Auflagerbedingungen, die über Weg- oder Drehfedern abgebildet werden.

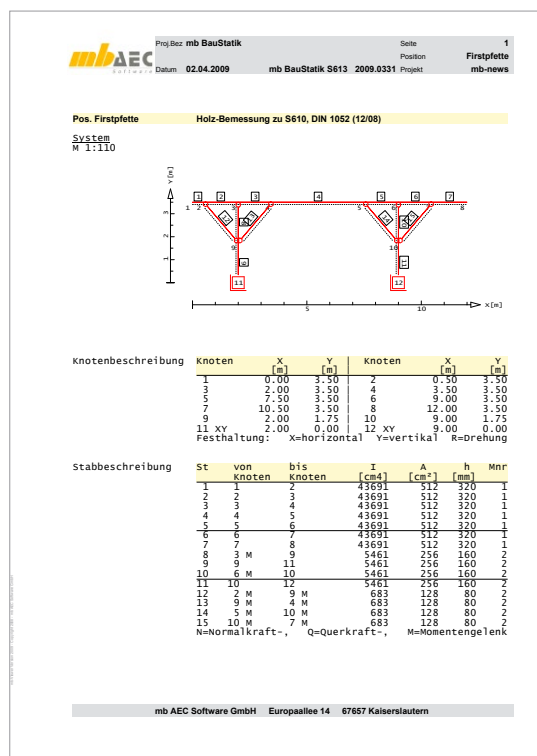


Bild 1: Ausgabe der Systemdaten

Querschnittsdefinition

Die Querschnittsdefinition erfolgt stabbezogen. Die im Holzbau üblichen Rechteckquerschnitte werden über die Eingabe von Breite und Höhe definiert.

Materialdefinition:

In der Materialdatenbank „Holz“ sind die erforderlichen Materialdaten voreingestellt und können über eine Liste ausgewählt werden. Zur Auswahl stehen Brettschichtholz, Nadelholz und Laubholz nach [1], Anhang F und Furnierschichtholz der Firma Kerto nach Zulassung [2] zur Verfügung. Neben den voreingestellten Materialien können auch selbst definierte Materialien verwendet werden. Weitere Informationen zur Ing⁺ Materialdatenbank findet man in [4]. Die optionale Erhöhung der Biegefestigkeitswerte von Brettschichtholz gemäß den Anmerkungen zu [1], Tabelle F.9 erfolgt über den Erhöhungsbeiwert k_h .

Einwirkungen

Die zu definierenden Einwirkungen werden unterschieden in:

- ständige Einwirkungen,
- veränderliche Einwirkungen nach Tabelle A.2,
- alternierende Einwirkungen und
- sich gegenseitig ausschließende Einwirkungen.

Die Einwirkungstypen werden nach [3], Tab. A.2 definiert. Anhand der definierten Einwirkungstypen werden programmseitig die Kombinationsbeiwerte nach [3], Tab. A.2 und die Klassen der Lasteinwirkungsdauer (KLED) nach [1], Tab.4 zugewiesen.

Die Kombinationsbildung erfolgt automatisch im Programm. Neben der automatischen Kombinationsbildung ermöglicht S613 auch die Vorgabe von Lasten als Bemessungslasten. In diesem Fall erfolgt die Kombinationszuordnung (Grundkombination, außergewöhnliche Kombination) und die Zuordnung der Klassen der Lasteinwirkungsdauer (ständig, lang, mittel, kurz, sehr kurz) anwenderseitig.

Belastung

Im Eingaberegister „Belastung“, siehe Bild 2, erfolgt die Definition der Lasten.

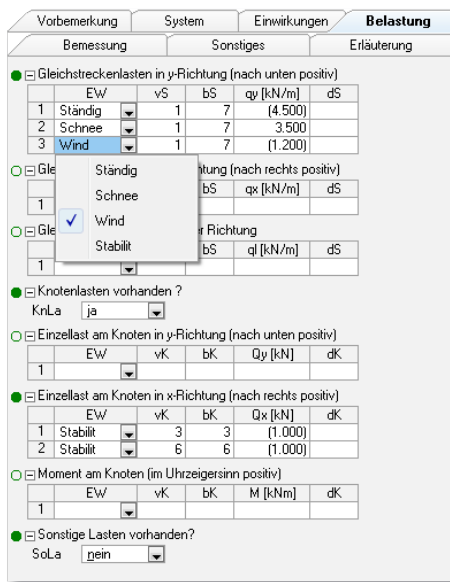


Bild 2: Eingaberegister „Belastung“

Als Lastarten stehen Gleichlasten, Einzellasten und Trapezlasten zur Verfügung. Die Lasten wirken entweder global in x- oder y-Richtung oder senkrecht zur Stabachse. Außerdem können Einzelmomente, Temperaturänderungen, Auflagerverschiebungen und Auflagerverdrehungen definiert werden.

Schnittgrößen / Einwirkungskombinationen

Die Ermittlung der Bemessungsschnittgrößen erfolgt, für die in [3], Abschnitt 9.4 geforderten Kombinationsregeln, für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation, sowie für die außergewöhnliche Bemessungssituation, falls außergewöhnliche Einwirkungen (z.B. Norddeutsches Tiefland) zu berücksichtigen sind.

Die Einwirkungskombinationen, die Bemessungsschnittgrößen und Auflagerkräfte können für alle Kombinationen oder nur für die maßgebenden Kombinationen ausgegeben werden. Durch die Einführung der Klassen der Lasteinwirkungsdauer auf der Beanspruchungsseite (Einwirkung E_d), ist die Beanspruchbarkeit (Tragfähigkeit R_d), über den Modifikationsbeiwert k_{mod} , von der Beanspruchung abhängig. Diese Abhängigkeit hat zur Folge, dass im Holzbau nicht immer die größte Bemessungsschnittgröße zur maximalen Ausnutzung führt. Die bemessungsmaßgebenden Kombinationen sind also die Einwirkungskombinationen, die zur größten Querschnittsausnutzung führen.

Die Ausgabe der Schnittgrößen kann tabellarisch und / oder grafisch erfolgen. Neben den Bemessungsschnittgrößen werden auch, falls gewünscht, die charakteristischen Schnittgrößen ausgegeben.

Bemessung

Im Eingaberegister „Bemessung“, siehe Bild 3, erfolgt die Zuordnung der Nutzungsklasse und die Festlegung der vom Programm zu führenden Nachweise.

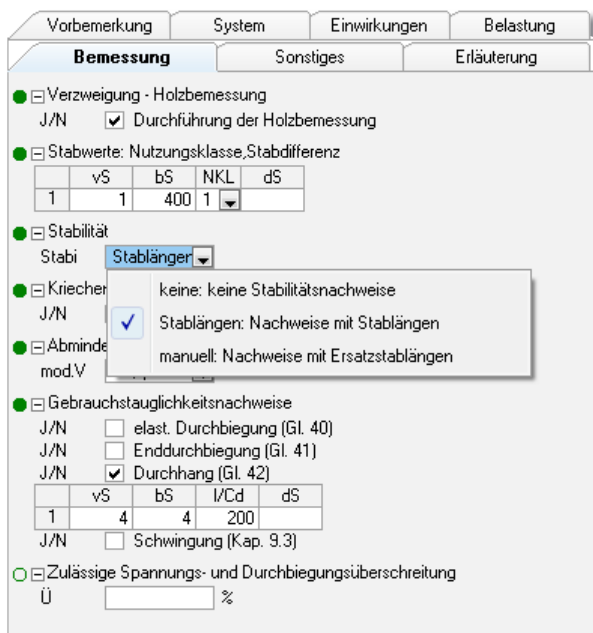


Bild 3: Eingaberegister „Bemessung“

Zuordnung der Nutzungsklasse

Die Tragfähigkeit eines Holzbauteils nimmt mit zunehmender mittlerer Holzfeuchtigkeit ab. Diese Abhängigkeit wird über die Definition von Nutzungsklassen (NKL) nach [1] berücksichtigt. In S613 ist eine stabweise Zuordnung zu den Nutzungsklassen möglich.

Nachweise der Querschnittstragfähigkeit

Die Nachweise der Querschnittstragfähigkeit sind eingehalten, wenn die Bemessungswerte der Spannungen kleiner sind als die Bemessungswerte der Holzfestigkeiten. Die Spannungsermittlung erfolgt mit den Bemessungsschnittgrößen und den entsprechenden Querschnittswerten.

Die Holzfestigkeiten werden programmseitig in Abhängigkeit des Modifikationsbeiwertes k_{mod} ermittelt. Der Modifikationsbeiwert k_{mod} ist abhängig von der Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) und der Nutzungsklasse (NKL). Die Zuordnung der Klasse der Lasteinwirkungsdauer zu den programmseitig gebildeten Einwirkungskombinationen erfolgt im S613 automatisch. Für die Zuordnung maßgebend ist die Einwirkung mit der kürzesten Lasteinwirkungsdauer.

In Abhängigkeit der vorhandenen Stabbeanspruchungen werden die nachfolgenden Nachweise der Querschnittstragfähigkeit im S613 geführt:

Zug in Faserrichtung:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} \leq 1,0$$

$\sigma_{t,0,d}$ Bemessungswert der Zugspannung in Faserrichtung

$f_{t,0,d}$ Bemessungswert der Zugfestigkeit in Faserrichtung

Druck in Faserrichtung:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1,0$$

$\sigma_{c,0,d}$ Bemessungswert der Druckspannung in Faserrichtung

$f_{c,0,d}$ Bemessungswert der Druckfestigkeit in Faserrichtung

einachsige Biegung:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1,0$$

$\sigma_{m,y,d}$ Bemessungswert der Biegespannung

$f_{m,y,d}$ Bemessungswert der Biegefestigkeit

Zug und einachsige Biegung:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1,0$$

Druck und einachsige Biegung:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} \leq 1,0$$

Schub aus Querkraft:

Beim Schubspannungsnachweis kann die nach [1], Abschnitt 10.2.9 zulässige Abminderung der Querkraft optional berücksichtigt werden.

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1,0$$

τ_d Bemessungswert der Schubspannung
 $f_{v,d}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit

Der Nachweis der Normal- und Schubspannungen erfolgt in zwei getrennten Nachweistabellen, Bild 4. Die Tabellen zeigen die bemessungsmaßgebenden Schnittgrößen mit zugehöriger Einwirkungskombinationsnummer und die dazugehörige Ausnutzung in Prozent. Zusätzlich wird, zu besseren Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse, der Modifikationsbeiwert k_{mod} ausgegeben.

Abminderung der Druckfestigkeit mit dem Knickbeiwert k_c berücksichtigt werden. Das Ausweichbestreben des Biegeträgers wird entsprechend durch eine Abminderung der Biegefestigkeit mit dem Kippbeiwert k_m berücksichtigt. Die Knick- und Kippbeiwerte werden in den Tabellen der Spannungsnachweise stabbezogen ausgegeben, Bild 4.

Weichen die Ersatzstablängen von den Stablängen ab, können im S613 die Ersatzstablängen direkt eingegeben werden. Der Kriecheinfluss d.h. die Abminderung der Steifigkeit um den Faktor $1/(1+k_{def})$ bei druckbeanspruchten Bauteilen in den Nutzungsklassen 2 und 3, kann optional berücksichtigt werden.

In Abhängigkeit der vorhandenen Stabbeanspruchungen werden die nachfolgenden Nachweise der Stabilität im S613 geführt:

Druck in Faserrichtung:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} \leq 1,0$$

k_c Knickbeiwert

Einachsige Biegung:

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_m \cdot f_{m,d}} \leq 1,0$$

k_m Kippbeiwert

Zug und einachsige Biegung:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{my,d}}{k_m \cdot f_{my,d}} \leq 1,0$$

Druck und einachsige Biegung:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{my,d}}{k_m \cdot f_{my,d}} \leq 1,0$$

The screenshot shows the output of the mbAEC software. It includes a header with project information (mb BauStatik, 02.04.2009) and a table for 'Normal- und Biegespannung' (Normal and bending stress) and 'Schubspannung' (Shear stress). The stress table lists four cases (1-4) with parameters like length (L), height (h), and material properties, and provides values for normal stress (N_{ed}), shear stress (V_{ed}), and bending stress (M_{ed}). The deflection table shows maximum deflections (w) for the same cases. A note at the bottom of the screenshot states: 'Der Einfluss der Stabilität ist im Nachweis der Biegefestigkeit enthalten. Die dabei berücksichtigten Ersatzstablängen sind für jedes Feld in der Tabelle Ersatzstablängen ausgewiesen.'

Bild 4: Ausgabe der Spannungsnachweise

Nachweise der Stabilität

Die Stabilitätsnachweise auf Knicken, Biegeknicken und Biegedrillknicken (Kippen) werden nach dem Ersatzstabverfahren nach [1], Abschnitt 10.2 geführt.

Beim Ersatzstabverfahren wird die Möglichkeit eines Stabilitätsversagens über die Abminderung der entsprechenden Festigkeiten berücksichtigt. Beim Druckstab entstehen durch das Bestreben des Ausweichens zusätzliche Biegemomente und damit zusätzliche Biegespannungen, die über eine

Nachweise der Gebrauchstauglichkeit

Um die Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerkes sicherzustellen, sind die Verformungen so zu begrenzen, dass diese keine nachteiligen Auswirkungen haben. Nach [1] ist Kriechen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zu berücksichtigen. Man unterscheidet die elastische Anfangsverformung und die Endverformung. Die elastische Anfangsverformung entspricht der Verformung, die sich unmittelbar nach Aufbringen einer beliebigen Belastung ergibt. Die Endverformung entspricht der gesamten Verformung, die sich mit der Zeit einstellt. Sie ist die Summe

aus der elastischen Anfangsverformung und der Kriechverformung.

Die Kriechverformung ist die Verformung, die sich im Laufe der Zeit zusätzlich zur elastischen Anfangsverformung einstellt. Die Kriechverformung ermittelt sich aus der elastischen Anfangsverformung in der quasi-ständigen Bemessungssituation, multipliziert mit dem Beiwert k_{def} . Der Beiwert k_{def} ist abhängig von der Nutzungsklasse und gibt an, wie groß die Kriechverformung im Verhältnis zur elastischen Anfangsverformung ist.

Insgesamt können im S613 vier Verformungsnachweise geführt werden:

- Nachweis der elastischen Anfangsdurchbiegung in der seltenen Bemessungssituation, nach [1], Gl. (40)
- Nachweis der Enddurchbiegung in der seltenen Bemessungssituation, nach [1], Gl. (41)
- Nachweis der Enddurchbiegung in der quasi-ständigen Bemessungssituation, nach [1], Gl. (42)
- Schwingungsnachweis, nach [1], Abschnitt 9.3

Die beiden ersten Nachweise in der seltenen Bemessungssituation sollen Schäden an Trennwänden, Installationen, Bekleidungen oder dergleichen vermeiden. Schäden an diesen Bauteilen können jedoch nur durch Verformungen infolge Belastungen entstehen, die nach dem Einbau auftreten. Verformungen infolge ständiger Einwirkungen brauchen nicht berücksichtigt zu werden, wenn diese bereits vor dem Einbau vorhanden sind.

Der Nachweis der Enddurchbiegung in der quasi-ständigen Bemessungssituation (Nachweis des Durchhangs) gewährleistet die Benutzbarkeit und das Erscheinungsbild.

Der Schwingungsnachweis ist bei Decken unter Wohnräumen zu führen, damit Schwingungen vermieden werden, die bei den Bewohnern zu Unbehagen führen. Die Schwingungen einer Decke bleiben in einem Frequenzbereich von oberhalb etwa 7 Hz, wenn die elastische Durchbiegung weniger als 6 mm beträgt.

Die gewünschten Verformungsnachweise werden stabbezogen eingestellt, siehe hierzu Bild 3. Die nach [1], Abschnitt 9.2 empfohlenen Grenzwerte sind bereits voreingestellt und können bei Bedarf verändert werden.

Die Verformungsnachweise werden in einer eigenen Tabelle ausgegeben, wie in Bild 4 für Stab 4 dargestellt. Der Verformungsnachweis ist eingehalten, wenn die Ausnutzung kleiner 100% ist. Bei einer Ausnutzung größer 100% erscheint, wie bei den Spannungsnachweisen auch, eine Fehler-

meldung. Die Lastkombinationsnummer zeigt die für den Nachweis maßgebende Kombination an. Beim Nachweis der Enddurchbiegung und beim Nachweis des Durchhangs wird die Kriechverformung berücksichtigt, erkennbar am Beiwert k_{def} .

Dipl.-Ing. Petra Licht
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur:

- [1] Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):
DIN 1052
Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken – Allgemeine Bemessungsregeln und Bemessungsregeln für den Hochbau, Ausgabe Dezember 2008
- [2] Allgemein bauaufsichtliche Zulassung:
Z-9. 1-100, KERTO Funierschichtholz
- [3] Deutsches Institut für Normung e.V. (DIN):
DIN 1055-100
Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessungsregeln, Ausgabe März 2001
- [4] Aktuelle Informationen der mb AEC Software GmbH
mb-news: Ing+ Stammdatenverwaltung, Beschreibung der Profil- und Materialdatenbank, Seite 30-33, Ausgabe April 2008



BauStatik 2009

S613 Holz-Bemessung – ebenes Stabwerk, DIN 1052 (12/08)

Leistungsbeschreibung siehe
nebenstehenden Fachartikel



Leistungsbeschreibung
des Vorgänger-Moduls
**JETZT: S602.de Holz-Stabwerk,
ebene Systeme – EC 5**

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen.
Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt.
Hardlock für Einzelplatzlizenz, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf CD.
Betriebssystem Windows 2000 / XP (32) / VISTA (32/64) – Stand: Mai 2009