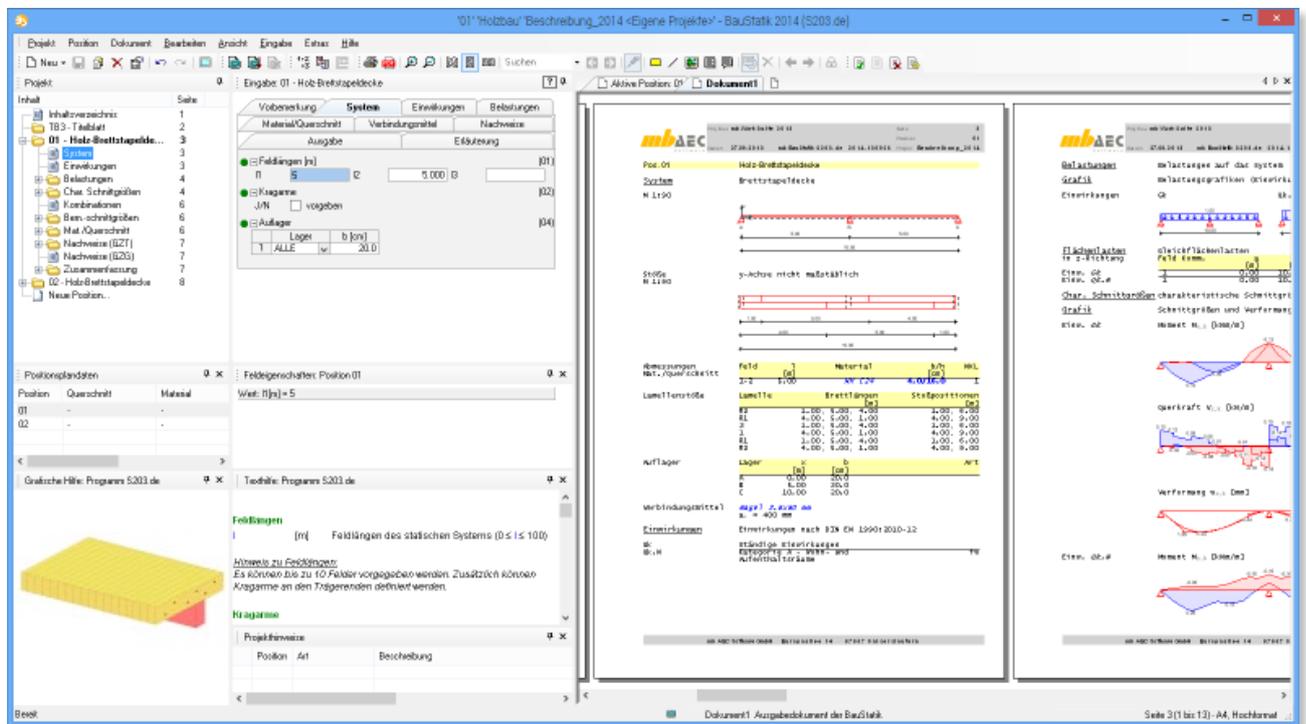


Dipl.-Ing. Thomas Blüm

Massive Holzdecke

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S203.de Holz-Brettstapeldecke – EC 5, DIN EN 1995-1-1:2010-12

Brettstapelelemente sind flächige, massive Holzbauteile. Sie zeichnen sich gegenüber einer Holzbalkendecke durch geringere Bauhöhen, größere Spannweiten und bessere bauphysikalische Eigenschaften aus. Durch die größere Masse und die hygroskopischen Eigenschaften des Holzes tragen sie zu einem besseren Raumklima und Schallschutz bei. Brettstapelelemente werden heute fast ausschließlich industriell und somit relativ kostengünstig gefertigt.



Allgemein

Brettstapeldecken bestehen aus hochkant miteinander verbundenen einzelnen Brettern. Die einzelnen technisch getrockneten Lamellen sind durch kontinuierliche Nage lung nachgiebig miteinander verbunden. Dabei werden die Nägel häufig in einer Art Zickzack-Muster angeordnet, um eine Kollision mit den Nägeln in der Ebene dahinter zu vermeiden. Übliche Abmessungen der Lamellen liegen zwischen 24 und 45 mm Breite und 80 bis 260 mm Höhe. Die Elemente können bis zu einer Gesamtlänge von 18 m gefertigt werden (vgl. [6]). Da die einzelnen Bretter nicht in großen Längen vorliegen, oder auch, um möglichst wenig Verschnitt bei der Rohware (Bretter) zu erhalten, müssen die einzelnen Lamellen entweder keilgezinkt verbun-

den oder in regelmäßigen Abständen gestoßen werden. Die stumpfen Stöße führen jedoch zu einer deutlichen Reduzierung der Steifigkeit des Brettstapelelements und zu einer erhöhten Beanspruchung der Einzellamellen und der Verbindungsmittel.

Das Modul S203.de dient zur Berechnung und Bemessung von Brettstapeldecken. Es führt alle notwendigen Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1 einschließlich nationalem Anhang sowohl für die Lamellen als auch für die Verbindungsmittel. Die Kaltbemessung wird für den Holzbalken ergänzt durch eine Nachweisführung im Brandfall.

System

Als statische Systeme können Ein- und Mehrfeldträger mit und ohne Kragarme definiert werden. Außerdem wird im Kapitel „System“ die Auflagerbreite festgelegt.

Einwirkungen

Als Einwirkungen können projektweite Einwirkungen aus dem Modul S030.de übernommen werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit Einwirkungstypen nach DIN EN 1990, Tab. A.1.1, manuell zu definieren. Anhand der definierten Einwirkungstypen werden programmseitig die Kombinationsbeiwerte zugewiesen. Die Kombinationsbildung erfolgt automatisch auf der Grundlage der DIN EN 1990.

S203.de ermöglicht auch die Vorgabe von Bemessungslasten. Hierzu ist die Kombinationszuordnung (Grundkombination, außergewöhnliche Kombination) durch den Anwender vorzunehmen.

Belastung

Das Eigengewicht der Decke kann das Programm automatisch ermitteln und als Last ansetzen. Nutzlasten können als Flächenlasten über ein oder mehrere Felder definiert werden. Da eine Brettstapeldecke in der Regel nur eine geringe Querverteilung der Lasten ermöglicht, ist nach [3] bei Wohn- und Arbeitsräumen ein Zuschlag Δq bei der Bemessung zu berücksichtigen. Für die Lastweiterleitung darf dieser Zuschlag entfallen. Dies wird über eine Eingabe bei der Frage „Nutzlasten“ berücksichtigt.

Weitere Belastungen können als „Lastabtrag“ aus einer anderen Position komfortabel eingegeben werden. Hierfür kann in der Eingabe direkt auf die Auflagerreaktionen von ausgewählten BauStatik-Modulen sowie MicroFe-Ergebnissen zugegriffen werden.

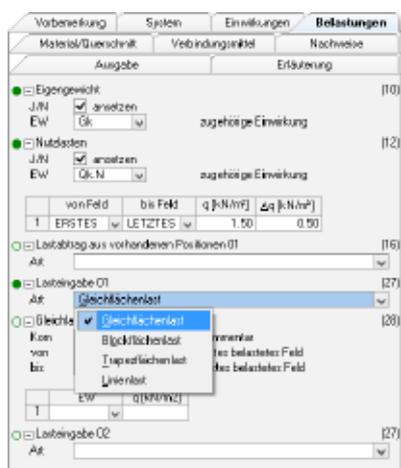


Bild 1. Kapitel „Belastung“

Alternativ können die Belastungen manuell definiert werden. Eine Dokumentation von Lastzusammenstellungen und einzelnen Lastübernahmen in der Ausgabe ist möglich. Als Lastenarten stehen Gleich-, Block-, Trapezflächen- und Linienlasten zur Verfügung.

Material / Querschnitt

Die einzelnen Lamellen können aus den Materialien Voll-, Nadel-, Laub- oder Brettschichtholz ausgeführt werden. Die Steifigkeits- und Festigkeitswerte werden entsprechend der gewählten Festigkeitsklasse automatisch aus den Stammdaten entnommen. Ferner sind die Breite der Lamellen und die Deckenhöhe einzugeben.

Als Verbindungsmittel können glatte Nägel in verschiedenen Abmessungen gewählt werden. Außerdem ist der Abstand der Verbindungsmittel vorzugeben. Die Nägel werden zweireihig angeordnet. Wobei die untere Reihe versetzt zur oberen ist. Durch dieses „Zick-Zack-Muster“ wird eine Kollision mit den Nägeln in der nächsten Lamellenlage verhindert.

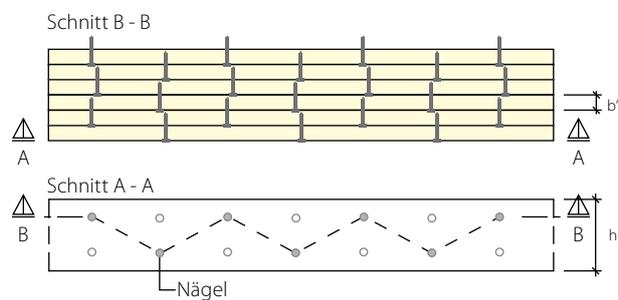


Bild 2. Vernagelung eines Brettstapelelements [4]

Sind beim Schwingungsnachweis weitere Teile des Deckenaufbaus wie beispielsweise der Estrich zu berücksichtigen, können diese in der Frage „Deckenaufbau“ mit Höhe, E-Modul und Wichte definiert werden.

Um dem Einfluss des Umgebungsklimas während der vorgesehenen Nutzungsdauer Rechnung zu tragen, wird das Holzbauteil in eine Nutzungsklasse (NKL) eingeordnet.

Das Brettstapelelement kann zum einen komplett ohne Stöße ausgeführt werden. Dies gilt auch für den Fall, dass die einzelnen Lamellen mittels Keilzinkung zu einem Endlosstrang verbunden sind. Dann dürfen diese wie ungestoßene Elemente behandelt werden (vgl. [6]). Zum anderen können die Elemente in einem bestimmten Schema gestoßen sein. Hierbei stehen dem Anwender wechselseitige Stöße mit einem festen Abstand a vom Auflager oder wandernde Stöße mit einem festen Versatzmaß a zur Wahl.

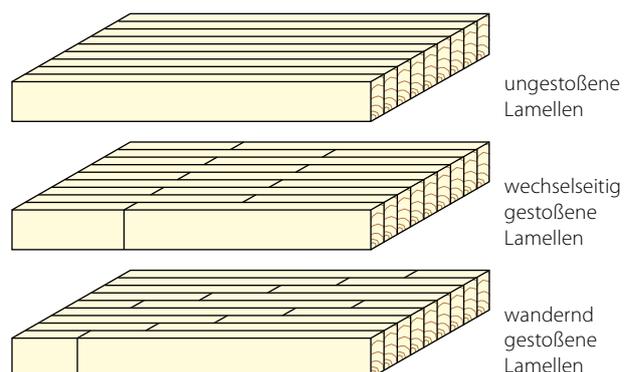


Bild 3. Stoßvarianten bei Brettstapelelementen [5]

Schnittgrößen

Die Ermittlung der Schnittgrößen erfolgt mittels eines Stabwerkmodells. In Längsrichtung werden die einzelnen Lamellen als Stäbe mit entsprechenden Steifigkeiten und Lagerungen abgebildet. In Querrichtung werden die Längsstäbe durch Querstäbe im regelmäßigen Abständen „gekoppelt“. Diesen Querstäbe werden die Eigenschaften der Verbindungsmittel zugewiesen. Sie übertragen die Kräfte zwischen den einzelnen Lamellen.

Bei Brettstapelelementen mit ungestoßenen Lamellen unter gleichförmiger Flächenlast erfahren die Verbindungsmittel nur vernachlässigbar kleine Abscherkräfte. Für andere Systeme sind die Schnittgrößen der einzelnen Lamellen und Verbindungsmittel unterschiedlich. Zur besseren Übersicht gibt das Modul S203.de einen „umhüllenden“ Schnittgrößenverlauf über alle Lamellen aus.

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) der Einzellamelle auf Biegung und Querkraft sowie des Verbindungsmittels auf Abscheren wird auf Basis der DIN EN 1995-1-1 geführt.

Biegung

Der Nachweis der Biegung erfolgt auf der Grundlage der Gleichung (6.11).

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

mit

$\sigma_{m,d}$ Bemessungswert der Biegespannung
 $f_{m,l,d}$ Bemessungswert der Biegefestigkeit

Querkraft

Der Querkraftnachweis wird nach Gleichung (6.13) geführt.

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

mit

$$\tau_d = 1,5 \frac{V_d}{h \cdot b \cdot k_{cr}} \quad \text{für Rechteckquerschnitte}$$

τ_d Bemessungswert der Schubspannung

$f_{v,l,d}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit

k_{cr} Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses von Rissen nach NA, NDP zu 6.1.7 (2)

Durch die Verwendung vieler Bretter wird ähnlich zum Brett-schichtholz ein Vergütungseffekt erzielt. Das bedeutet die Streuungen der Festigkeit des Brettstapelelements sind geringer als die der einzelnen Lamellen. Nach NA, NCI NA.9.3.2 dürfen die Bemessungswerte der Biege- und Schubfestigkeit um einen Systembeiwert k_{sys} erhöht werden.

$$f_{m,l,d} = k_{sys} \cdot f_{m,d}$$

$$f_{v,l,d} = k_{sys} \cdot f_{v,d}$$

Dieser Systembeiwert k_{sys} liegt für genagelte Brettstapelelemente zwischen 1,0 und 1,1. In der Eingabe gibt es die Möglichkeit die Erhöhung der Festigkeiten zu steuern. In der Regel kann aber selbst für ungünstige Systeme davon ausgegangen werden, dass der maximale Systembeiwert verwendet werden kann. [6]

Auflagerpressung

Der Querdrucknachweis der Lamellen über den Auflagern wird nach Gl. (6.3) und (6.4) geführt. Es kann sowohl die wirksame Aufstandsfläche entsprechend [1] 6.1.5 (1) erhöht werden als auch die Querdruckfestigkeit mit dem Beiwert $k_{c,90}$.

$$\frac{\frac{F_{c,90,d}}{A_{ef}}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1$$

mit

$F_{c,90,d}$ Bemessungswert der Druckkraft rechtwinklig zur Faserrichtung

A_{ef} wirksame Kontaktfläche

$f_{c,90,d}$ Bemessungswert der Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faserrichtung

$k_{c,90}$ Beiwert nach [1], 6.1.5

Nachweis im Brandfall

Die Nachweisführung im Brandfall basiert auf dem genaueren Verfahren mit brandreduzierten Festigkeiten und Steifigkeiten nach [2]. 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.

Die Feuerwiderstandsdauer ist manuell einzutragen. Die Bemessungsschnittgrößen werden nach den Kombinationsregeln für die außergewöhnliche Bemessungssituation gebildet. Mit den reduzierten Werten für den Querschnitt und den Festigkeiten werden die Nachweise für Biegung und Querkraft mit den besonderen Regeln für den Brandfall nach [2] geführt.

Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Verformungen

Die Verformungen einer Konstruktion sind so zu begrenzen, dass keine Schäden an nachgeordneten Bauteilen auftreten, die Benutzbarkeit nicht eingeschränkt wird und das Erscheinungsbild gewahrt bleibt. Die Berechnung der Verformungen darf unter Verwendung der Mittelwerte der Elastizitätsmoduln und den Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkung und Material mit $\gamma = 1,0$ berechnet werden.

Im Modul S203.de können für die Haupttragrichtung bis zu drei Nachweise angewählt werden. Der Nachweis der „elastischen Anfangsdurchbiegung“ erfolgt mit Anfangsdurchbiegungen in der charakteristischen Kombination. Die Kriechanteile im Nachweis der „Enddurchbiegung“ werden mit der quasi-ständigen Kombination gebildet. Für den Nachweis der „gesamten Enddurchbiegung“ (oder auch „Netto“-Enddurchbiegung, siehe [3]) werden alle Verformungen mit der quasi-ständigen Kombination gebildet.

Elastische Anfangsdurchbiegung

$$w_{inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} \cdot w_{inst,Q,i} \leq w_{grenz}$$

Enddurchbiegung

$$w_{fin} = w_{inst} + w_{inst,G} \cdot k_{def} + \sum_{i>1} w_{inst,Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot k_{def} \leq w_{grenz}$$

Gesamte Enddurchbiegung

$$w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) + \sum_{i>1} w_{inst,Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot (1 + k_{def}) \leq w_{grenz}$$

- w_{inst} elastische Durchbiegung, die sich unmittelbar nach Aufbringen der Last einstellt
- w_{creep} Kriechverformung ($k_{def} \cdot w_{inst}$)
- w_{fin} Enddurchbiegung inkl. Kriechen ($w_{inst} + w_{creep}$)

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

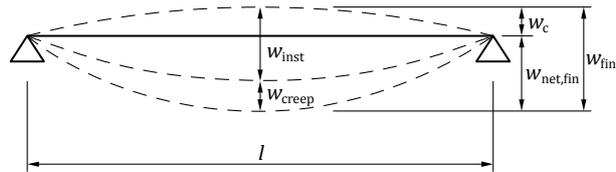


Bild 4. Anteile der Durchbiegung [1]

Schwingung

Häufig auftretende Einwirkungen dürfen nach [1], 7.3 keine Schwingungen verursachen, die die Funktion des Bauwerks beeinträchtigen oder bei den Nutzern Unbehagen verursachen. Grundsätzlich gilt für den Nachweis der Schwingung das Gleiche wie für den Nachweis der Verformungen. Die Grenzwerte sind lediglich Empfehlungen und sollten gegebenenfalls mit dem Bauherrn abgestimmt werden. Der EC 5 enthält verschiedene Empfehlungen zu Nachweisen und Grenzwerten für schwingungsempfindliche Bauteile. Jedoch sind genaue Hinweise, wie die Berechnungen durchzuführen sind, nicht angegeben.

Das Modul S203.de führt einen vereinfachten Schwingungsnachweis für Brettstapeldecken basierend auf Bemessungsvorschlägen, die aus einem umfangreichen Forschungsvorhaben hervorgegangen sind. Weitere Informationen sind u.a. in [7] und [8] zu finden.

Die vereinfachte Nachweisführung ist an bestimmte Mindestanforderungen für den konstruktiven Deckenaufbau und an eine Differenzierung nach dem Nutzungsbereich geknüpft. So sind Brettstapeldecken innerhalb einer Nutzungseinheit mindestens mit einem Nassestrich oder einem Trockenstrich und zusätzlicher schwerer Schüttung auszuführen. Brettstapeldecken zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten müssen mit Nassestrich und schwerer Schüttung oder Trockenstrich und schwerer Schüttung ausgeführt werden, vgl. [7].

Sicher planen mit dem Schöck Isokorb®.

Für mehr Gestaltungsfreiheit.

Jetzt mit der neuen mb AEC Software berechnen!

Planen Sie mit der mb AEC Software. Schöck bietet Ihnen hierzu eine durchgängige Produktpalette für alle Anwendungen. Unsere neuen Tutorials informieren Sie ausführlich zu den Themen „Einfügen einer Druckausgabe“, „Verwaltung von Berechnungen“ und „Vorlagen für Berechnungen“.

Schöck Bauteile GmbH | Vimbacher Straße 2 | 76534 Baden-Baden | Tel.: 07223 967-0 | www.schoeck.de

