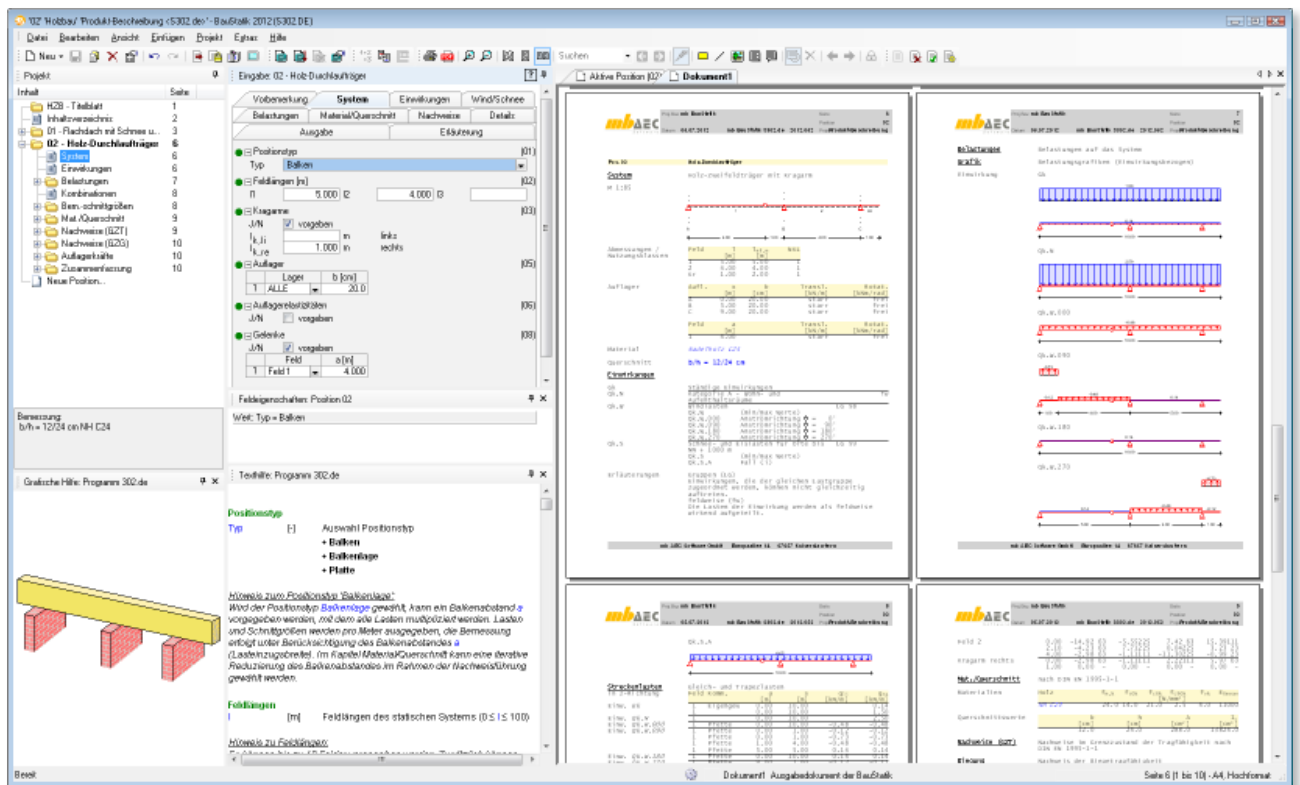


Dipl.-Ing. Thomas Blüm

Biegebauteile aus Holz

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S302.de Holz-Durchlaufträger, DIN EN 1995-1-1

Eine häufige Aufgabe bei der statischen Berechnung im Holzbau besteht darin Träger mit konstantem Querschnitt und vertikalen Lasten zu bemessen oder nachzuweisen. Die grundlegenden Aufgabenstellungen für horizontale Tragglieder aus Holz und Holzwerkstoffen können schnell und effizient mit dem Modul S302.de erledigt werden. Ergänzende Detailnachweise vervollständigen dabei die Nachweisführung.



Allgemein

Das Modul S302.de dient zur Berechnung und Bemessung von Holzträgern und Platten aus Holzwerkstoffen. Es führt alle notwendigen Nachweise für konstante Rechteckquerschnitte in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1. Die Kaltbemessung wird ergänzt durch eine Nachweisführung im Brandfall. Außerdem stellt das Modul die Ergebnisse für verschiedene Detailbemessungen zur Übernahme bereit.

Bei der Positioneingabe wird zunächst unterschieden, ob es sich dabei um einen einzelnen Balken, einen Balken als Teil einer Balkenlage (z.B. in einer Decke) oder um eine Platte handelt. Je nach Auswahl wird automatisch der Umfang des Fragenkataloges angepasst, um eine optimierte Eingabe zu ermöglichen.

System

Als statische Systeme können Ein- und Mehrfeldträger mit und ohne Kragarme definiert werden. Außerdem werden im Kapitel „System“ die Auflagerbreite und optional die Auflagerelastizitäten (Weg- und Drehfedern) festgelegt. Weiterhin besteht die Möglichkeit Gelenke an beliebiger Stelle in das System einzufügen. Beim Positionstyp „Balkenlage“ ist zusätzlich noch der Abstand der Balken untereinander zu definieren.

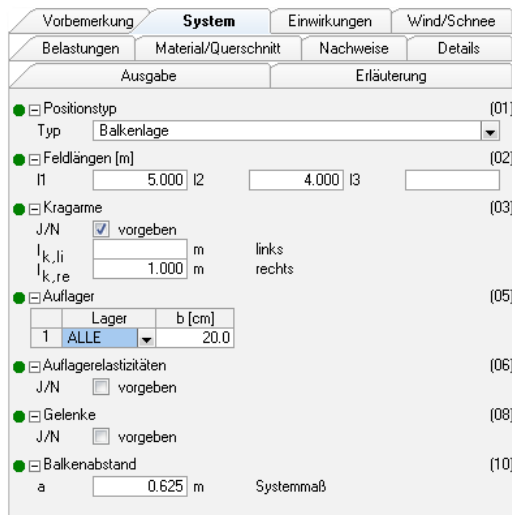


Bild 1. Kapitel „System“

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, [2] manuell zu definieren. Anhand der definierten Einwirkungstypen werden programmseitig die Kombinationsbeiwerte zugewiesen. Die Kombinationsbildung erfolgt automatisch auf der Grundlage der DIN EN 1990 [2].

S302.de ermöglicht auch die Vorgabe von Bemessungslasten. Hierzu ist die Kombinationszuordnung (Grundkombination, außergewöhnliche Kombination) durch den Anwender vorzunehmen.

Wind/Schnee

Wind und Schneelasten sind Beanspruchungen, für die ein Balken eventuell zu bemessen ist. Diese Lastanteile werden auf Basis von Wind und Schneelastzonen, Gebäudestandort, Gebäudeparameter und Lasteinzugsflächen ermittelt und können manuell im Kapitel „Belastung“ eingegeben werden. Komfortabler und effizienter ist die Bearbeitung mit dem Modul S031.de „Wind- und Schneelastermittlung“. Hierbei wird die Lage des Bauteils im Gebäude definiert, so dass die genaue Belastung für das Bauteil im Nachweismodul übernommen werden kann.

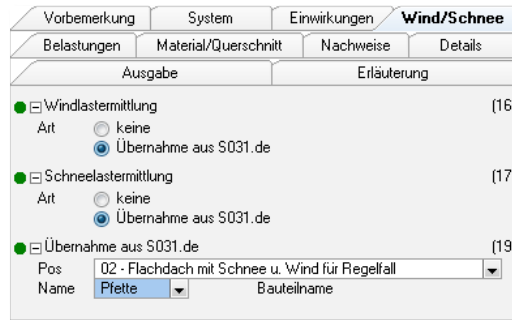


Bild 2. Kapitel „Wind/Schnee“

Belastung

Die Belastungen können als „Lastabtrag“ aus einer anderen Position komfortabel eingegeben werden. Hierfür kann in der Eingabe direkt auf die Auflagerreaktionen von ausgewählten Baustatik-Modulen (z.B. S100.de Holz-Dachsystem, S110.de Holz-Sparren und S301.de Stahl-Durchlaufträger) sowie auf MicroFe-Ergebnisse zugegriffen werden.

Alternativ können die Belastungen manuell definiert werden. Eine Dokumentation von Lastzusammenstellungen und einzeln Lastübernahmen in der Ausgabe ist möglich.

Als Lastenarten stehen u.a. Gleichlasten, Trapezlasten, Einzellasten und Einzelmomente zur Verfügung.

Material / Querschnitt

Für die Positionstypen „Balken“ und „Balkenlage“ stehen die Materialien Vollholz aus Nadelholz oder Laubholz und Brettschichtholz zur Auswahl. Beim Positionstyp „Platte“ können die Holzwerkstoffe Sperrholz, OSB und kunstharzgebundene Spanplatte gewählt werden. Die Steifigkeits- und Festigkeitswerte werden entsprechend der gewählten Festigkeitsklasse automatisch aus den Stammdaten entnommen.

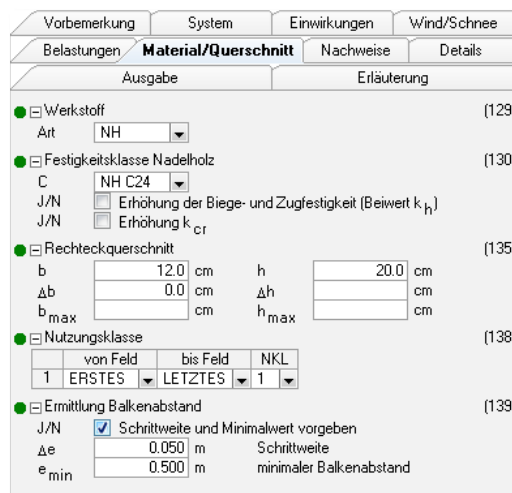


Bild 3. Kapitel „Material/Querschnitt“ für den Positionstyp „Balkenlage“

Die Querschnittseingabe zum Zwecke der Nachweisführung erfolgt mit festen Werten für Breite und Höhe. Zur Bemessung sind die Schrittweite der möglichen Querschnittserhöhung und ggf. die maximalen Querschnittsabmessungen festzulegen. Im Rahmen der Bemessung ermittelt das Modul eigenständig auf Basis der getroffenen Eingaben und der gewählten Nachweise den wirtschaftlichsten Querschnitt.

Beim Positionstyp „Balkenlage“ kann auch eine Bemessung über den Balkenabstand durch die Eingabe einer Schrittweite und eines minimalen Balkenabstandes erfolgen.

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

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) wird auf Basis der DIN EN 1995-1-1 geführt.

Biegung

Der Nachweis der Biegung und der Stabilität erfolgt auf der Grundlage des Ersatzstabverfahrens nach der Gleichung (6.33). Für stabilitätsgefährdete Bauteile wird die effektive Kipplänge durch Vorgabe der Halterungsstellen ermittelt. Alternativ kann l_{ef} auch feldweise direkt eingegeben werden.

$$\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,d}} \leq 1$$

mit

- $\sigma_{m,d}$ Bemessungswert der Biegespannung
- $f_{m,d}$ Bemessungswert der Biegefestigkeit
- k_{crit} Beiwert für Biegedrillknicken nach [1], Gl. (6.34)

Querkraft

Der Querkraftnachweis wird nach Gleichung (6.13) geführt. Zur Bestimmung der Bemessungsquerkraft hat der Anwender die Option, den Einfluss auflagernaher Einzellasten abzumindern und kann wählen, ob mit einer reduzierten Querkraft V_{red} im Abstand h vom Auflagerrand gerechnet werden soll.

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

mit

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

- τ_d Bemessungswert der Schubspannung
- $f_{v,d}$ Bemessungswert der Schubfestigkeit
- k_{cr} Beiwert zur Berücksichtigung des Einflusses von Rissen nach [2], NDP zu 6.1.7 (2)

Auflagerpressung

Der Querdrukknachweis des Trägers 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 Querdrukfestigkeit mit dem Beiwert $k_{c,90}$.

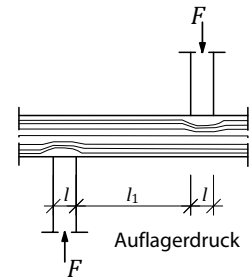


Bild 4. Auflagerdruck

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

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 [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.

Brandfall		vierseitige Brandbeanspruchung				Feuerwiderstandsdauer	$t_{req} = 30 \text{ min}$
Querschnittswerte	S_n	b_f	h_f	p	A_r	S_y, r	r
Restquerschnitt	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm ²]	[cm ²]	[cm]
	0.80	7.2	19.2	52.8	138.2	4246.7	

Schnitt M 1:10

Holz balken

↑ 7.2 ↓

beflammte Querschnittsseiten

Bild 5. Ausgabe

Die Feuerwiderstandsdauer und die beflamten Seiten des Querschnitts, an denen ein Abbrand stattfinden kann, sind manuell einzutragen. Die Bemessungsschnittgrößen werden nach den Kombinationsregeln für die außergewöhnliche Bemessungssituation nach [4] gebildet.

Mit den reduzierten Werten für den Querschnitt und die Festigkeiten werden die Nachweise für Biegung und Querkraft mit den besonderen Regeln für den Brandfall nach [3] 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 dürfen unter Verwendung der Mittelwerte der Elastizitätsmoduln und den Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkung und Material mit $\gamma = 1,0$ berechnet werden.

Im Modul S302.de können 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 [5]) 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

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

Gesamte Enddurchbiegung

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

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

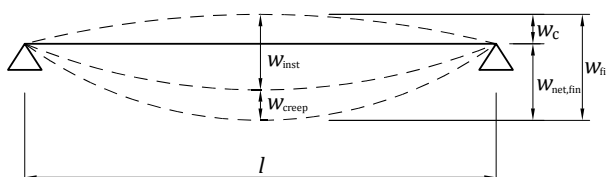


Bild 6. Anteile der Durchbiegung [1]

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 S302.de führt einen vereinfachten Schwingungsnachweis für Holzbalkendecken basierend auf Bemessungsvorschlägen, die aus einem umfangreichen Forschungsvorhaben hervorgegangen sind. Weitere Informationen sind u.a. in [5] und [7] zu finden.

Die vereinfachte Nachweisführung ist an bestimmte Bedingungen für den konstruktiven Deckenaufbau und an eine Differenzierung nach dem Nutzungsbereich geknüpft.

Deckentyp	Innerhalb einer Nutzungseinheit	Verschiedene Nutzungseinheiten
Holzbalkendecke, Trägerroste	NE oder TE + S	NE + S

NE = schwimmender Nassestrich
 TE = schwimmender Trockenstrich
 S = schwere Schüttung

Tabelle 2. Konstruktive Mindestanforderungen, vgl. [5]

Der Schwingungsnachweis besteht aus zwei Teilen:

Frequenzkriterium

$$f \geq f_{grenz}$$

Die Ermittlung der Eigenfrequenz f erfolgt auf Basis von ständigen und quasi-ständigen Einwirkungen.

Steifigkeitskriterium

$$w \geq w_{grenz}$$

Die Durchbiegung w unter einer Einzellast von 1 kN (Mannlast) wird an einem Einfeldträger ermittelt.

Grenzwert	Decke innerhalb einer Nutzungseinheit	Decke zwischen fremden Nutzungseinheiten
f_{grenz}	6 Hz	8 Hz
w_{grenz}	1,0 mm	0,5 mm

Tabelle 3. Empfohlene Grenzwerte nach [5]

Details

Neben den eigentlichen Nachweisen für das Biegebauteil können sich weitere Detailnachweise ergeben, die nicht durch den Leistungsumfang des Moduls abgedeckt sind. Hierfür bietet S302.de die Möglichkeit, Schnittgrößen und Bemessungsergebnisse für ausgewählte Nachweisdetails

aufzubereiten und für Detailmodule zur Verfügung zu stellen. Somit ist ein sicherer und effizienter Arbeitsablauf innerhalb der dokument-orientierten Statik gewährleistet.

Momentan stehen für das Modul S302.de folgende Detailmodule zur Verfügung:

- S382.de Holz-Trägerausklinkung
- S394.de Holzgerbergelenk

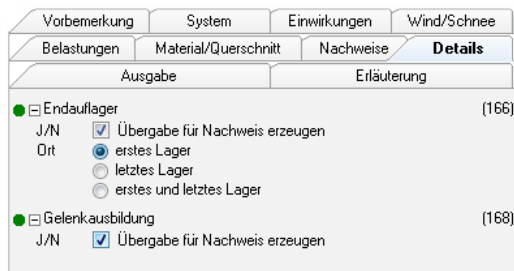


Bild 7. Kapitel „Details“ in S302.de

Mit der Option „Position neu zum Detailnachweis“ können alle gewünschten Detailpositionen gleichzeitig erzeugt werden.

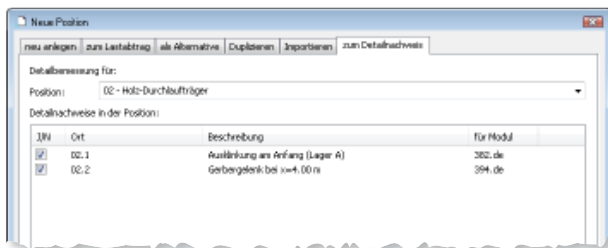


Bild 8. Neue Position zum Detailnachweis

Alle Baustatik-Module zur Detailbemessung enthalten für die Übernahme im Kapitel „System“ als erstes die Frage „Übernahme aus Position“. Die Positionen sind so durch Übernahmen dauerhaft miteinander verbunden. Die meisten Eingaben für Querschnitt, Material und Schnittgrößen sind bereits getroffen und entsprechend passiviert. Nur einige modulspezifische Fragen wie beispielsweise die Höhe der Ausklinkung oder der Typ des Gerbergelenks sind noch zu ergänzen. Alle Änderungen in einer Position mit S302.de werden durch die Korrekturverfolgung berücksichtigt und führen automatisch zu einer Neuberechnung der Detailposition.

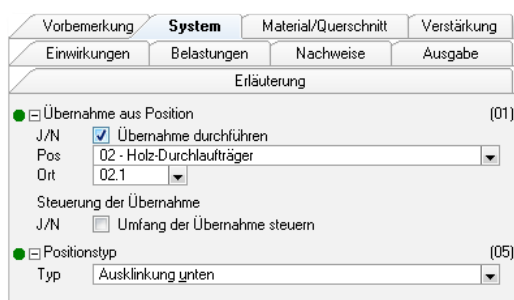


Bild 9. Kapitel „System“ einer Detailposition

Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Nachweise zur Verfügung gestellt. Der Ausgabeumfang kann in gewohnter Weise gesteuert werden.

Neben der grafischen Darstellung des Stützensystems werden die Belastungen, Schnittgrößen und Nachweise unter Berücksichtigung der Einstellungen des Anwenders sowohl grafisch als auch tabellarisch ausgegeben.

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

Literatur

- [1] DIN EN 1995-1-1:2010-12: Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Beuth Verlag.
- [2] DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12: Nationaler Anhang Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauten. Beuth Verlag.
- [3] DIN EN 1995-1-2:2010-12: Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Tragwerksbemessung für den Brandfall. Beuth Verlag.
- [4] DIN EN 1990:2010-12: Grundlagen der Tragwerksplanung. Beuth Verlag.
- [5] Schneider: Bautabellen für Ingenieure. 20. Auflage, Januar 2012. Werner Verlag.
- [6] Erläuterungen zu DIN 1052: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken - Blaß, Ehlbeck, Kreuzinger, Steck - 1. Auflage, 2004 Bruderverlag
- [7] Hamm, P.: Schwingungen bei Holzdecken – Konstruktionsregeln für die Praxis. In: 2. Internationales Forum Holzbau Beaufe 2012. 8./9. März 2012. Beaufe, Frankreich. Hrsg.: Forum-Holzbau, CH-Biel.



Aktuelle Angebote

S302.de Holz-Durchlaufträger, DIN EN 1995-1-1

190,- EUR

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

BauStatik 5er-Paket

990,- EUR

bestehend aus:

5 BauStatik-Modulen deutscher Norm
nach freier Wahl

(ausgenommen: S012, S018, S030, S928, S141.de,
S261.de, S410.de, S411.de, S414.de, S630.de, S853.de)

Es gelten unsere Allg. Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.
Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt. Hardlock für Einzelplatzlizenzen, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf DVD. Betriebssystem Windows XP (32), SP3 / Windows Vista (32/64), SP2 / Windows 7 (32/64) – Stand: Juli 2012

Preisliste siehe www.mbaec.de