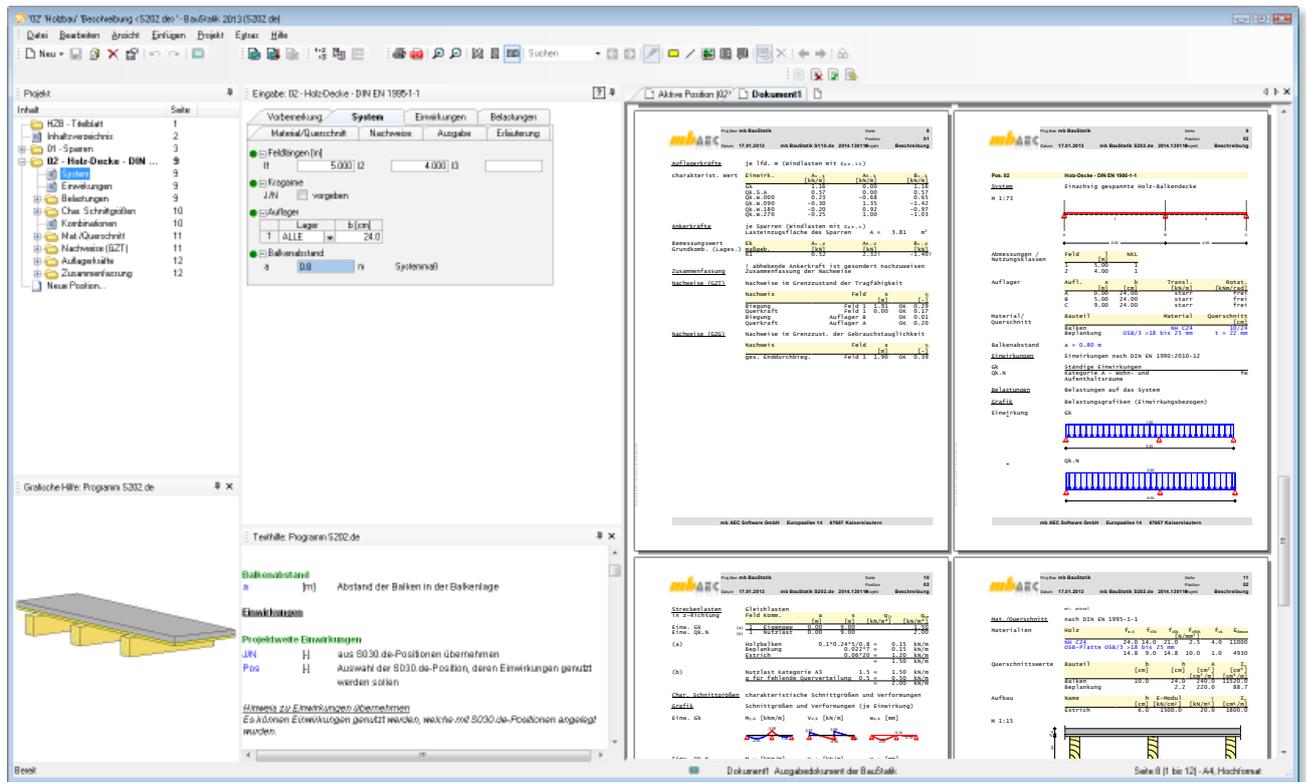


Dipl.-Ing. Thomas Blüm

Geschossdecke aus Holz

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S202.de Holz-Decke, Schwingungsnachweis, DIN EN 1995-1-1

Die Holzbalkendecke ist eine der ältesten Arten eine Decke herzustellen. Auch in Neubauten, hier insbesondere im Holz-Fertigbau, hat diese Art der Geschossdecke große Bedeutung. Ihre Haupttragrichtung wird durch die Richtung der Holzbalken vorgegeben. Eine Beplankung auf der Oberseite übernimmt die Verteilung der Lasten zwischen den Balken. Durch das relativ geringe Eigengewicht der Holzbalkendecke gegenüber Massivdecken ist bei der Bemessung ein besonderes Augenmerk auf das Schwingungsverhalten der Decke zu legen.



Allgemein

Das Modul S202.de Holz-Decke, Schwingungsnachweis dient zur Berechnung und Bemessung von Holzbalkendecken. Es führt alle notwendigen Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit nach DIN EN 1995-1-1 sowohl für die Holzbalken in Haupttragrichtung als auch für eine mögliche Beplankung in Querrichtung. Die Kaltbemessung wird für den Holzbalken ergänzt durch eine Nachweisführung im Brandfall.

System

Für die Haupttragrichtung können als statische Systeme Ein- und Mehrfeldträger mit und ohne Kragarme definiert werden. Außerdem wird im Kapitel „System“ die Auflagerbreite sowie der Abstand der Balken untereinander festgelegt.

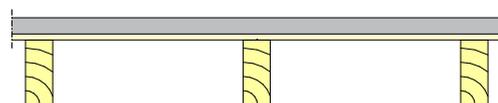


Bild 1. Querschnitt Holzbalkendecke

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].

S202.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 Holzbalkendecke in der Regel keine oder nur eine geringe Querverteilung der Lasten ermöglicht, ist nach [5] bei Wohn- und Arbeitsräumen ein Zuschlag Δq bei der Bemessung zu berücksichtigen. Für die Lastweiterleitung darf dieser Zuschlag entfallen.

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.

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

Als Lastenarten stehen u.a. Gleichlasten, Blocklasten, Trapezlasten und Linienlasten zur Verfügung.

Bild 2. Kapitel „Belastung“

Material / Querschnitt

Für die Balken stehen die Materialien Vollholz aus Nadelholz oder Laubholz und Brettschichtholz zur Auswahl. Die Steifigkeits- und Festigkeitswerte werden entsprechend der gewählten Festigkeitsklasse automatisch aus den Stammdaten entnommen.

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. Außerdem kann für den Balkenabstand eine Bemessung mit einer Schrittweite und einem minimalen Abstand geführt werden.

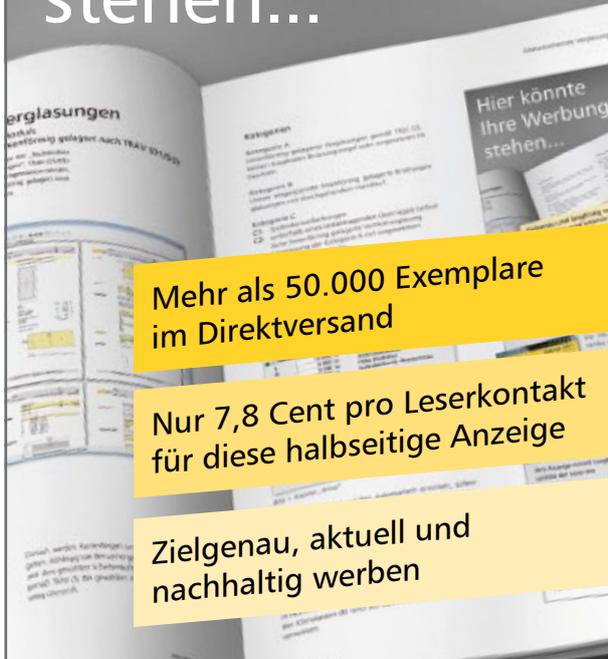
Sollen Nachweise in Querrichtung für die Beplankung erfolgen, sind der Werkstoff – zur Wahl stehen alle oben aufgeführten Hölzer und die Holzwerkstoffe Sperrholz, OSB und kunstharzgebundene Spanplatte – die Festigkeitsklasse und die Bauteilhöhe anzugeben.

Sind beim Schwingungsnachweis weitere Teile des Deckenaufbaus wie beispielsweise der Estrich zu berücksichtigen, können diese unter „Aufbau“ 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.

Bild 3. Kapitel „Material/Querschnitt“

Hier könnte Ihre Werbung stehen...



Mehr als 50.000 Exemplare im Direktversand

Nur 7,8 Cent pro Leserkontakt für diese halbseitige Anzeige

Zielgenau, aktuell und nachhaltig werben



Die mb-news informiert Anwender, Interessenten und Geschäftspartner umfassend und aktuell.

Für die tägliche Arbeit der Architekten und Tragwerksplaner sind Fachartikel und Produktinformationen sehr hilfreich. Daher wird die mb-news von vielen Lesern mit hoher Aufmerksamkeit gelesen, archiviert und über einen langen Zeitraum beachtet.

Ihre Anzeige nimmt nachhaltig einen Platz im Arbeitsumfeld der Leser ein.

Zu den Lesern gehören Selbstständige und Entscheider im Bauwesen, Mitarbeiter in Architektur- und Bauingenieurbüros, der Forschung und Lehre sowie Studenten der Architektur und des Bauingenieurwesens.



mb AEC Software GmbH
 Europaallee 14 · 67657 Kaiserslautern
 Tel. 0631 30333-11 · Fax 0631 30333-20
 mb-news@mbaec.de · www.mbaec.de

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Der Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT) wird auf Basis der DIN EN 1995-1-1 geführt. Für die Haupttragrichtung erfolgt der Nachweis für den Balken.

Biegung

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

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

mit

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

Querkraft

Der Querkraftnachweis wird nach Gleichung (6.13) geführt.

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

mit

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

σ_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 Querdruknachweis des Balkens 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 Querdruknfestigkeit mit dem Beiwert $k_{c,90}$.

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

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 festgestellt.

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.

Beplankung

Für die Beplankung in Querrichtung ist festzulegen, ob es sich um ein Einfeld-, Zweifeld- oder Mehrfeldsystem handelt. Die konstante Feldlänge des Systems ist durch den Balkenabstand vorgegeben.

Es werden die Nachweise für Biegung und Querkraft 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 Elastizitätsmodul und den Teilsicherheitsbeiwerten für Einwirkung und Material mit $\gamma = 1,0$ berechnet werden.

Im Modul S202.de können für die Haupttragrichtung bis zu drei Nachweise gewählt 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

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

Enddurchbiegung

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

Gesamte Enddurchbiegung

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

w_{inst} elastische Durchbiegung, die sich unmittelbar nach Aufbringen der Last einstellt

w_{creep} Kriechverformung ($k_{\text{def}} \cdot w_{\text{inst}}$)

w_{fin} Enddurchbiegung inkl. Kriechen ($w_{\text{inst}} + w_{\text{creep}}$)

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}	$w_{\text{net,fin}}$
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

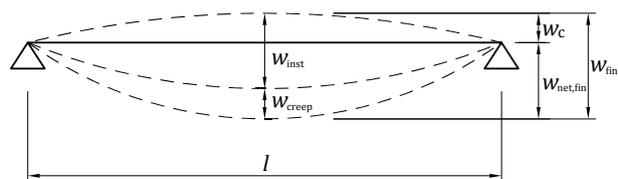


Bild 4. Anteile der Durchbiegung [1]

Beplankung

Der Nachweis der Verformungsbegrenzung für die Beplankung erfolgt mit der „gesamten Enddurchbiegung“.

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 EC5 enthält verschiedene Empfehlungen zu Nachweisen und Grenzwerten für schwingungsempfindliche Bauteile. Jedoch sind genaue Hinweise wie die Berechnungen durchzuführen sind, nicht angegeben.

Das Modul S202.de führt einen vereinfachten Schwingungsnachweis für Holzbalkendecken basierend auf Bemessungsvorschlägen, die aus einem umfangreichen Forschungsvorhaben hervorgegangen sind. Weitere Informationen sind u.a. in [6] 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 Holzbalkendecken innerhalb einer Nutzungseinheit mindestens mit einem Nassestrich oder einem Trockenstrich und zusätzlicher schwerer Schüttung auszuführen. Holzbalkendecken zwischen verschiedenen Nutzungseinheiten müssen mit Nassestrich und schwerer Schüttung ausgeführt werden. vgl. [8]

Beim Schwingungsnachweis von Decken darf gegenüber dem Nachweis von einzelnen Balken zusätzlich die Biegesteifigkeit des Estrichs sowie eine gewisse Querverteilung der Lasten berücksichtigt werden. Vereinfachend werden dabei die Summe der Biegesteifigkeiten E_I der einzelnen Deckenteile gebildet und auf der sicheren Seite liegend die Steineranteile vernachlässigt.

Der Schwingungsnachweis besteht aus zwei Teilen:

Frequenzkriterium

$$f \geq f_{\text{grenz}}$$

Die Eigenfrequenz f für eine Decke kann vereinfachend so ermittelt werden:

$$f = k_f \cdot \frac{\pi}{2 \cdot l^2} \cdot \sqrt{\frac{EI_1}{m}} \cdot \sqrt{1 + \frac{1}{\alpha^4}}$$

mit

$$\alpha = \frac{b}{l} \cdot \sqrt[4]{\frac{EI_1}{EI_b}}$$

- k_f Beiwert zur Berücksichtigung der Steifigkeit der Nachbarfelder bei Durchlaufsystemen, siehe [8], 3.5
- l Spannweite des größten Feldes
- m Masse infolge ständiger Lasten
- b Spannweite der Decke in Querrichtung
- EI_1 effektive Biegesteifigkeit in Längsrichtung je Meter
- EI_b effektive Biegesteifigkeit in Querrichtung je Meter, dabei gilt $EI_1 \gg EI_b$

Steifigkeitskriterium

$$w \geq w_{\text{grenz}}$$

Im Gegensatz zum einzelnen Träger wird die Durchbiegung der Decke unter einer Einzellast von 2 kN und einer effektiv wirksamen Breite ermittelt. Eine Durchlaufwirkung darf nicht berücksichtigt werden. Der Nachweis erfolgt am Ersatzsystem eines beidseitig gelenkig gelagerten Einfeldträgers. Hierbei ist die Feldlänge des größten Feldes maßgebend.

Für die Steifigkeit, mit der die Verformung berechnet wird, gilt:

$$EI = EI_1 \cdot b_{\text{ef}}$$

Die wirksame Breite b_{ef} kann wie folgt ermittelt werden:

$$b_{\text{ef}} = \frac{l}{1,1} \cdot \sqrt[4]{\frac{EI_b}{EI_1}} \leq b$$

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

Tabelle 2. Empfohlene Grenzwerte nach [6]

Bei Frequenzen unterhalb des Grenzwertes kann eine genauere Untersuchung des Schwingverhaltens (u.a. Nachweis der Schwingbeschleunigung) der Decke durchgeführt werden. Nach [8] ist dies jedoch in der Regel nur bei sehr schweren Decken wie beispielsweise Holz-Beton-Verbunddecken erfolgversprechend.

Auf den Nachweis der Einheitsimpuls geschwindigkeitsreaktion kann nach [8] verzichtet werden, da dieser für in der Praxis übliche Deckenaufbauten nicht maßgebend wird.

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 Systems in Haupttragrichtung 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: 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 1995-1-2: Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Tragwerksbemessung für den Brandfall. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [4] DIN EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung, Ausgabe Dezember 2010, Beuth Verlag.
- [5] DIN EN 1991-1-1: Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke. Ausgabe Dezember 2010. Beuth Verlag.
- [6] Colling, F.: Holzbau - Grundlagen und Bemessung nach EC 5. 3. Auflage, Juli 2012. Springer Vieweg.
- [7] Erläuterungen zu DIN 1052: Entwurf, Berechnung und Bemessung von Holzbauwerken - Blaß, Ehlbeck, Kreuzinger, Steck - 1. Auflage, 2004 Bruderverlag
- [8] Hamm, P.: Schwingungen bei Holzdecken – Konstruktionsregeln für die Praxis. In: 2. Internationales Forum Holzbau Beaune 2012. 8./9. März 2012. Beaune, Frankreich. Hrsg.: Forum-Holzbau, CH-Biel.

! Aktuelle Angebote

S202.de Holz-Decke, Schwingungsnachweis – 290,- EUR
EC 5, DIN EN 1995-1-1:2010-12
 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 Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenze je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Januar 2013

Unterstützte Betriebssysteme:
 Windows XP (32), SP3 / Vista (32/64), SP2 / Windows 7 (32/64) / Windows 8 (32/64)

Preisliste siehe www.mbaec.de