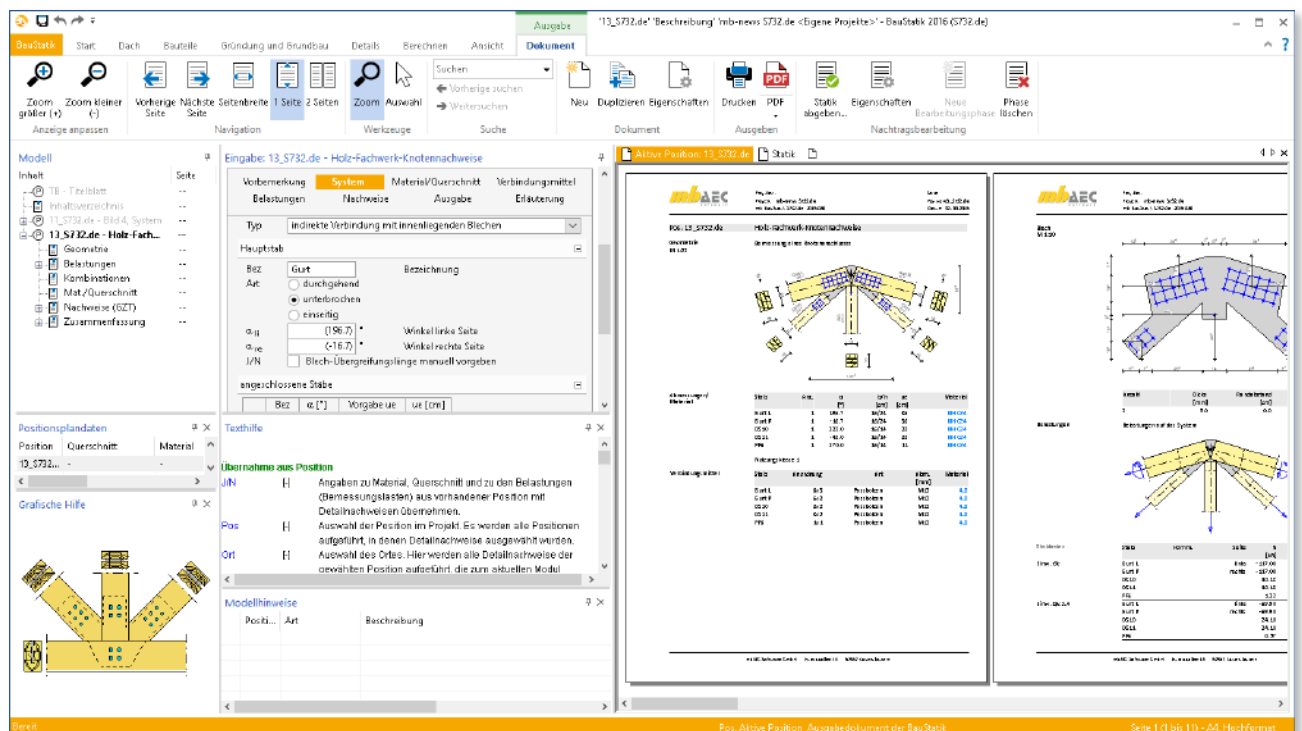


Dipl.-Ing. Thomas Blüm

Fachwerkknoten effizient bemessen

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S732.de Holz-Fachwerkknoten - EC 5, DIN EN 1995-1-1

Fachwerkträger werden zur Überbrückung großer Spannweiten häufig für Hallen und größere gewerbliche Gebäude verwendet. Die Vorteile eines Fachwerkbinders im Vergleich zu einem Vollwandträger liegen in der vergleichsweise geringen Eigenlast und der hohen Wirtschaftlichkeit. Mit dem Modul S732.de lässt sich die Bemessung der Anschlüsse äußerst schnell und komfortabel durchführen.



Der rechnerische Nachweis eines Fachwerkknotens nach DIN EN 1995-1-1 besteht aus einer Vielzahl einzelner Detailnachweise, die aufwändig und komplex sind, so dass diese kaum noch in einer überschlägigen Handrechnung ausgeführt werden können. Das Modul S732.de berechnet und bemisst punktzentrierte Holz-Fachwerkknoten entweder als direkte Verbindung oder als indirekte Verbindung mit

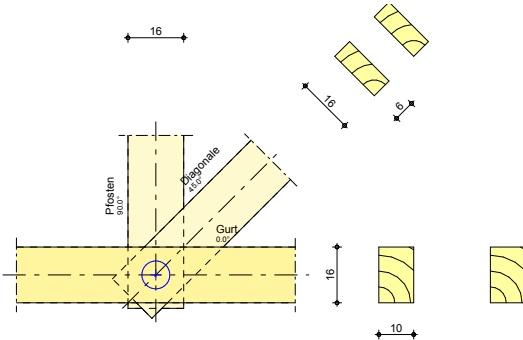
innen oder außen liegenden Blechen. Die Nachweise umfassen die Tragfähigkeitsnachweise der Verbindungsmittel und der geschwächten Querschnitte. Die konstruktive Auslegung des Knotenanschlusses wird programmseitig geführt, wobei die nach DIN EN 1995-1-1 geforderten Randbedingungen automatisch überprüft werden.

System

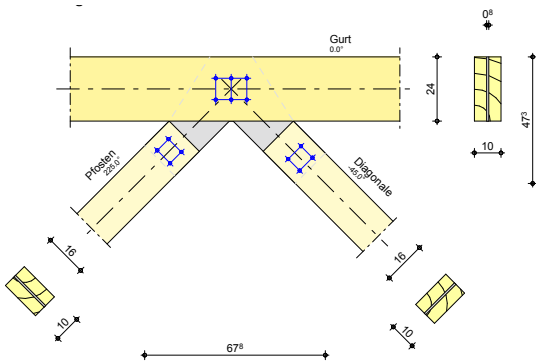
Berechnet werden punktzentrierte Holz-Anschlüsse eines Fachwerkknotens mit einem durchlaufenden, gelenkigen oder am Knoten endenden Hauptstab. An diesen Hauptstab können bis zu drei Fachwerkstäbe gelenkig anschließen. Der Anschluss ist von innen nach außen symmetrisch. Als Positionstyp können entweder allgemeine Anschlüsse oder vorkonfigurierte Anschlussstypen (z.B. Gurt mit Pfosten, Firstknoten, ...) gewählt werden. Letztere haben den Vorteil der etwas schnelleren Eingabe.

S732.de unterscheidet drei Arten von Verbindungstypen:

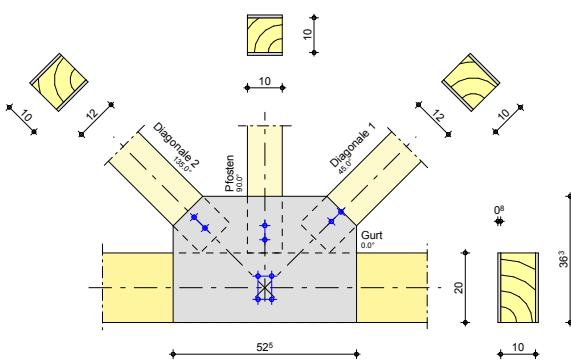
- Direkte Verbindung (ohne Bleche)



- Indirekte Verbindung mit innen liegenden Blechen



- Indirekte Verbindung mit außen liegenden Blechen



Im Eingaberegister „System“ sind für jeden Stab eine Bezeichnung und dessen geometrische Lage (Winkel zur Horizontalen) zu definieren. Weiter werden hier der Überstand beziehungsweise die Überlappungslänge mit dem Blech festgelegt.

Vorbemerkung	System	Material/Querschnitt	Verbindungsmittel	
Belastungen	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung	
Übernahme aus Position <input type="checkbox"/>				
J/N <input type="checkbox"/> Übernahme durchführen				
Positionstyp				
Typ allgemein				
Verbindungstyp				
Typ indirekte Verbindung mit innenliegenden Blechen				
Hauptstab				
Bez	Gurt	Bezeichnung		
Art	<input type="radio"/> durchgehend <input checked="" type="radio"/> unterbrochen <input type="radio"/> einseitig			
α_{li}	(196.7) °	Winkel linke Seite		
α_{re}	(-16.7) °	Winkel rechte Seite		
J/N	<input type="checkbox"/>	Blech-Übergreifungslänge manuell vorgeben		
angeschlossene Stäbe				
	Bez	α [°]	Vorgabe ue	ue [cm]
1	DS10	(222.0)	automatisch	
2	DS11	(-42.0)	automatisch	
3	PF6	270.0	automatisch	

Bild 1. Eingabekapitel „System“

Belastung

Im Register „Lasten“ werden für jeden Stab die Schnittgrößen am Knoten in lokaler Stabrichtung definiert. Für den Hauptstab können Normkraft, Querkraft und Moment je Einwirkung festgelegt werden. Für die Fachwerkstäbe, die gelenkig am Hauptstab angeschlossen sind, ist eine Eingabe der Normkraft in Stabrichtung möglich.

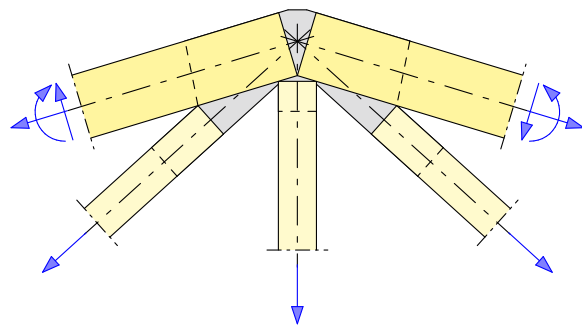


Bild 2. Schematische Darstellung der Belastung auf das System

In der Ausgabe wird eine schematische Darstellung des eingegebenen Systems mit den Belastungen positiver Wirkrichtungen dargestellt.

Aus der Gleichgewichtsbedingung am Knoten kann gegebenenfalls folgen, dass das Kräftegleichgewicht mit den eingegebenen Stabschnittgrößen nicht erfüllt ist, weil noch eine zusätzliche Last (Knotenlast, Auflager, ...) am Knoten angreift. Die Größe dieser zusätzlichen Last wird vom Programm ermittelt und zur Kontrolle ausgegeben.

Material / Querschnitte

Als Materialien für die Fachwerkstäbe stehen Nadelholz, Laubholz und Brettschichtholz zur Auswahl. Diese sind bereits in der Stammdatenverwaltung vordefiniert. In Abhängigkeit der gewählten Festigkeitsklasse werden die entsprechenden Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtewerte entnommen.

Es können für jeden Stab die Querschnittsabmessungen separat definiert werden. Bei der Auswahl eines Anschlusses mit Knotenblechen sind in diesem Register die Eingaben zu der Anzahl der Bleche, der Art des Materials, der Blechdicke sowie der Form der Bleche vorzunehmen.

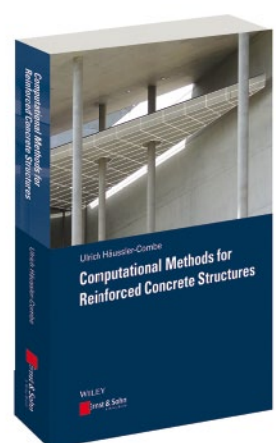
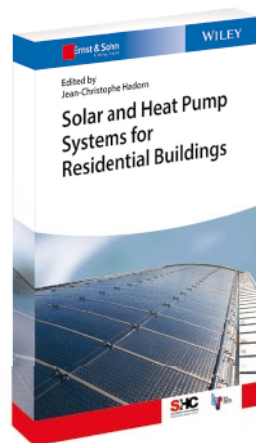
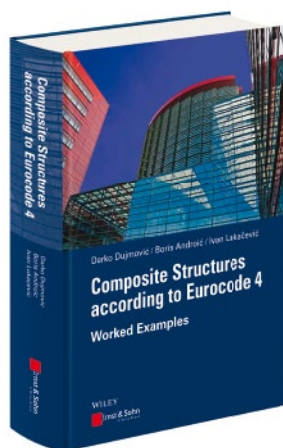
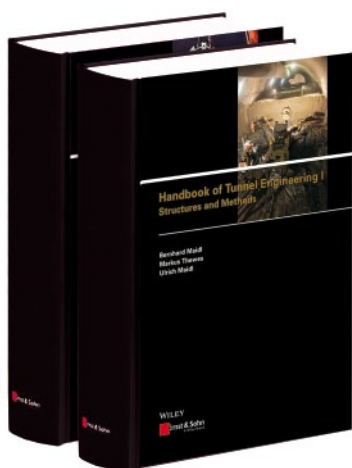
Um dem Einfluss des Umgebungsklimas während der vorgesehenen Nutzungsdauer Rechnung zu tragen, ist der zu berechnende Knoten in eine Nutzungsklasse (NKL) einzuordnen.

Vorbemerkung	System	Material/Querschnitt	Verbindungsmittel
Belastungen	Nachweise	Ausgabe	Erläuterung
Material 01			
Stab	ALLE		
Art	NH	Werkstoff	
C	NH C24	Festigkeitsklasse	
Material 02			
Stab			
Querschnitte			
	Stab	b [cm]	h [cm]
1	Gurt L	16,0	24,0
2	Gurt R	16,0	24,0
3	DS10	16,0	14,0
4	DS11	16,0	14,0
5	PF6	16,0	14,0
Knotenblech			
Art	<input type="radio"/> rechteckig <input type="radio"/> umhüllend <input checked="" type="radio"/> einspringend		
S	S 235	Festigkeitsklasse	
t	5,0 mm	Dicke	
n	2	Anzahl	
Nutzungsklasse			
NKL	1	Nutzungsklasse	

Bild 3. Eingabekapitel „Material/Querschnitt“

Sonderaktion 2016

Ausgewählte Ernst & Sohn Bücher zum Sonderpreis!



20% Rabatt Bestellcode EUS20

Buchübersicht und Bestellung:
www.ernst-und-sohn.de/sonderaktion-2016

Ernst & Sohn senkt die Preise für ausgewählte englische Bücher. Eine Auswahl der Titel ist abgebildet, eine komplette Übersicht finden Sie auf der Website von Ernst & Sohn. Es wird 20% Rabatt auf den Ladenpreis gewährt, der Rabatt wird für Bestellungen bis 30. Juni 2016 eingehend berücksichtigt, Bestellcode bitte angeben.

Verbindungsmittel

Für die Verbindung der Stäbe miteinander können folgende mechanische Verbindungsmittel ausgewählt werden:

- Stabdübel
- Passbolzen
- Bolzen
- Nägel
- Holzschrauben
- Dübel besonderer Bauart
- Gewindebolzen

Die Anordnung der Verbindungsmittel erfolgt rechteckig in Reihen und Spalten. Der Anwender hat die Wahl, die Anordnung und Abstände der Verbindungsmittel vorzugeben oder vom Programm ermitteln zu lassen. So können auch vorhandene Knotenverbindungen nachgewiesen werden.

Nachweise

Die Ermittlung der Einwirkungskombinationen für die Bemessung des Anschlusses erfolgt für die in DIN EN 1990 geforderten Kombinationsregeln für die ständige und vorübergehende Bemessungssituation. Zusätzlich ist es möglich bestimmte Einwirkungsmuster oder bestimmte Einwirkungskombinationen vorzugeben.

Die Nachweise für die Verbindungsmittel und Bauteile werden je „Teilanschluss“ mit den jeweils maßgebenden Beanspruchungen geführt. Die Einwirkungskombinationen, die Bemessungsschnittgrößen sowie die Nachweise 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 Ausnutzung der jeweiligen Nachweise führen.

Für den rechnerischen Nachweis des Fachwerkknotens sind eine Vielzahl von Einzelnachweisen zu führen. Der direkte Anschluss erlaubt eine Verbindung mehrerer Stäbe über das gleiche Verbindungsmittel miteinander. Diese Ausführung ermöglicht Anschlüsse mit geringeren Anschlussflächen. Das Verbindungsmittel ist in diesem Fall als eine mehrschnittige Verbindung nachzuweisen.

Für die indirekten Anschlusstypen mit Knotenblechen bestehen die Nachweise aus den verschiedenen Teilanschlüssen der Stäbe mit dem Blech bzw. den Blechen. Indirekte Anschlüsse erfordern gegenüber den direkten Anschlüssen mehr Anschlussfläche.

Tragfähigkeit der Verbindungsmittel

Die Ermittlung der Tragfähigkeit eines Verbindungsmittels je Scherfuge erfolgt unter Berücksichtigung des Winkels zwischen Kraft und Faserrichtung nach DIN EN 1995-1-1, 8.2 [1] (genauerer Verfahren). Das heißt, das Programm untersucht alle möglichen Versagensfälle nach der Johansen-Theorie. Es bietet so eine wirtschaftlichere Bemessung gegenüber einer Bemessung nach dem vereinfachten Verfahren. Die Addition der Tragfähigkeiten der einzelnen Scherfugen ergibt die Gesamttragfähigkeit des Verbindungsmittels R_d . Für ausziehste Verbindungsmittel dürfen der Einhängeeffekt genutzt und die Tragfähigkeit zusätzlich um ΔR_d erhöht werden.

Wegen der Spaltgefahr des Holzes ist für mehrere hintereinander angeordnete Verbindungsmittel die Anzahl der Verbindungsmittel zur wirksamen Anzahl n_{ef} abzumindern. Über die Anzahl der Scherflächen mit der wirksamen Anzahl der Verbindungsmittel ergibt sich die Gesamttragfähigkeit der Verbindung.

Verschiebungsmodul der Verbindungsmittel

Die Schnittgrößen in einem Stabwerk aus Holz sind in der Regel mit den Federsteifigkeiten der Gelenke zu berechnen. Hierdurch kann sich ein iterativer Rechenprozess ergeben, da die Schnittgrößen wiederum Einfluss auf die Ausbildung des Anschlusses haben.

S732.de berechnet die Verschiebungsmoduli der Verbindung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit K_{ser} sowie im Grenzzustand der Tragfähigkeit K_u . Diese beiden Werte stehen dabei in folgender Beziehung zueinander:

$$K_u = \frac{K_{u,mean}}{\gamma_M} = \frac{2}{3} \cdot \frac{K_{ser}}{\gamma_M}$$

Überprüfung der Mindestabstände

Das Modul ermittelt alle Mindestabstände sowie die in DIN EN 1995-1-1 [1] festgelegten Randbedingungen und kann so prüfen, ob die erforderliche Anzahl der Verbindungsmittel zulässig anzuordnen ist. Da bestimmte Randbedingungen im Programm vom Anwender vorzugeben sind, wird programmseitig eine Prüfung der Verträglichkeit mit den nach Norm einzuhaltenden Randbedingungen erforderlich.

Nachweis der Stäbe mit geschwächten Querschnitten

Durch die Anordnung der Verbindungsmittel und der Knotenbleche werden die Querschnitte der Holzstäbe geschwächt. Aus diesem Grund kann der Spannungsnachweis des Holzquerschnitts an der geschwächten Stelle maßgebend für die Querschnittsbemessungen werden. S732.de ermittelt die effektiven Querschnittswerte A_{ef} und $W_{y,ef}$ für die Stäbe an den jeweils maßgebenden Stellen und führt die entsprechenden Spannungsnachweise:

$$\eta = \frac{\sigma_{t,0,d}}{k_{t,e} \cdot f_{t,0,d}} \leq 1 \quad \text{bzw.} \quad \eta = \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \leq 1$$

Für Zugverbindungen muss gegebenenfalls der Bemessungswert der Zugtragfähigkeit entsprechend DIN EN 1995-1-1 [2], NCI NA.8.1.6 um den Wert $k_{t,e}$ abgemindert werden. Da der Gurt sowohl eine Momenten- als auch eine Querkraftbelastung aufweisen kann, sind diese Nachweise ebenfalls zu führen.

Nachweis des Knotenblechs

Bei indirekten Verbindungen ist zusätzlich das Knotenblech mit dem geschwächten Querschnitt nachzuweisen. Hier führt das Programm einen Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit für die Normal-, Schub und Vergleichsspannung im Blech.

Die zulässige Ausnutzung η ist für alle Nachweise nach Normvorschrift auf 1,0 begrenzt. Das Programm bietet grundsätzlich die Möglichkeit, die zulässige Ausnutzung für die Nachweise im GZT zu erhöhen bzw. zu verringern. So kann die Ausnutzung für eine Vorbemessung auf einen Wert kleiner 1,0 begrenzt werden.

Übernahme aus EuroSta.holz

Über das Menüband „Details“ kann innerhalb EuroSta.holz ein Holz-Anschluss gesetzt werden. Hier ist das BauStatik-Modul S732.de auszuwählen. Nach dem Setzen des Details an einen Knotenpunkt muss noch kontrolliert werden, ob die Stäbe korrekt zugeordnet wurden.

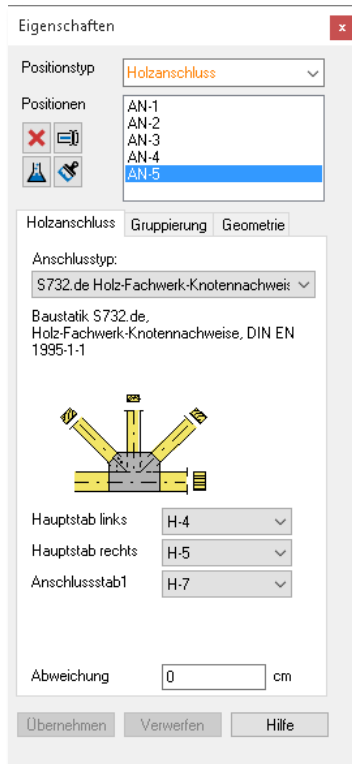


Bild 4. Einfügen eines Holzdetails in EuroSta.holz

Anschließend wird über das BauStatik-Modul „S019 MicroFe einfügen“ das EuroSta-Modell in dem BauStatikmodell eingebunden. Über die Schaltfläche „Position neu - Detailnachweis“ im Menüband lassen sich die Detailpositionen automatisch generieren.

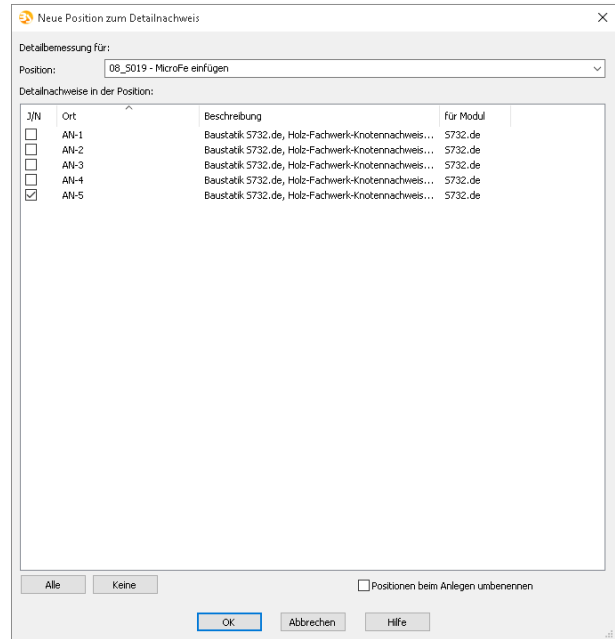


Bild 5. Dialog „Neue Position zum Detailnachweis“

Diese so erzeugten Detailpositionen sind nun mit dem MicroFe-Modell verknüpft und enthalten bereits die Angaben zu System, Material und Querschnitt sowie die Schnittgrößen der einzelnen Stäbe. Es sind nur Angaben zu den Anschlüssen selbst, also zu Verbindungsmitteln und eventuell vorhandenen Knotenblechen zu tätigen.

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

Literatur

- [1] DIN EN 1995-1-1:2010-12, Bemessung und Konstruktion von Holzbauten- Teil 1-1 Allgemeines.
- [2] DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Nationaler Anhang.

! Aktuelle Angebote

<p>S732.de Holz-Fachwerkknoten - EC 5, DIN EN 1995-1-1</p> <p>Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel</p>	<p>290,- EUR</p>
<p>BauStatik 5er-Paket bestehend aus</p> <p>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)</p>	<p>990,- EUR</p>

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenzen je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgekosten-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: März 2016

Unterstützte Betriebssysteme:
Windows 7 (64) / Windows 8 (64) / Windows 10 (64)

Preisliste: www.mbaec.de