

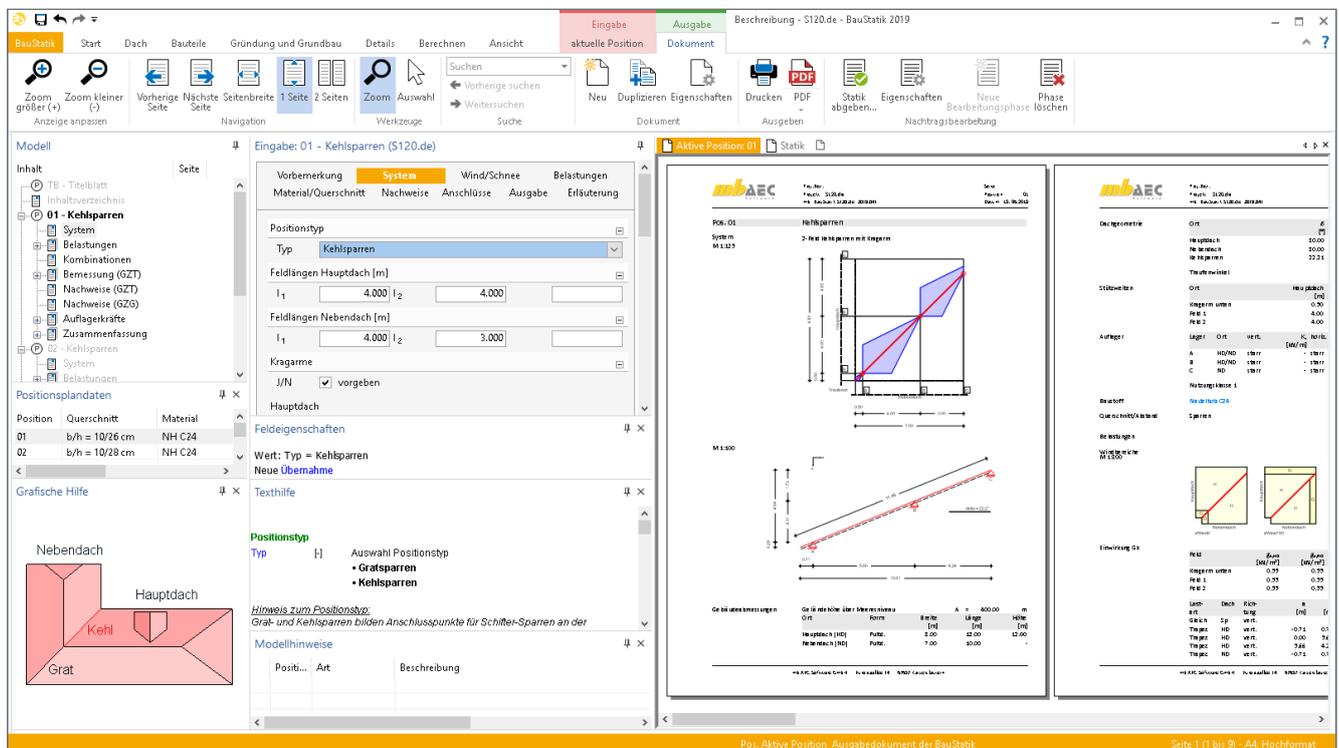
Dipl.-Ing. Thomas Blüm

Grat- und Kehlsparren

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls

S120.de Holz-Grat- und Kehlsparren – EC 5, DIN EN 1995-1-1

Bei besonderen Dachformen wie Walmdächern, bei zusammengesetzten Grundrissen oder auch bei Gauben verschneiden sich Dachflächen. Hier werden die Lasten mittels Grat- oder Kehlsparren abgefangen. Das Modul S120.de ermittelt die Geometrie, die sich durch den Verschnitt ergibt, sowie die Lasten auf dieses Bauteil und führt die relevanten Nachweise nach DIN EN 1995-1.



Allgemein

Verschneiden sich zwei Dachflächen miteinander, entsteht eine Kante. Der Grat bildet die nach außen gerichtete Kante, das Gegenstück, die Kehle, die nach innen gerichtete Kante. Die Sparren werden ausgehend von einem Punkt dieser Kante immer kürzer. Diese Schiftersparren – oder auch Schifter genannt – liegen auf dem Grat- bzw. Kehlsparren auf oder sind angelehnt. Dieser ist somit auch höher belastet als ein normaler Sparren.

Durch die Verschneidung der beiden Dachflächen entsteht eine neue Geometrie für den Grat- bzw. Kehlbalken mit einer geringeren Dachneigung und einer größeren Länge.

System

Im Eingabekapitel „System“ wird zunächst festgelegt, ob es sich um einen Grat- oder Kehlsparren handelt.

Die zwei sich verschneidenden Dachflächen werden als Haupt- und Nebendach bezeichnet. Für eine schnelle Beschreibung der Haupt- und Nebendachgeometrie sind die Eingaben je Dachfläche an das Sparren- und Dachmodul angepasst, um eine schnelle und sichere Bearbeitung der Sparrenpositionen zu erreichen.

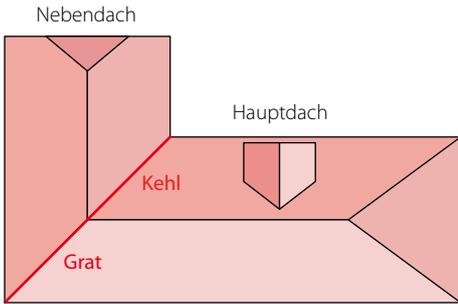


Bild 1. Dachskizze

Es sind die Feldlängen und Dachneigungen für das Haupt- und Nebendach zu definieren. Weiter können Kragarme, Gelenke und die Auflagersituation der Dachflächen und des Sparrens genau beschrieben werden. Außerdem gibt es die Möglichkeit, einen Höhenunterschied der Traufhöhen und einen Winkel zwischen den Dächern vorzugeben. Ohne weitere Angabe wird hier die gleiche Traufhöhe und ein Winkel von 90° zwischen Haupt- und Nebendach angenommen.

Das Modul generiert auf Basis dieser Angaben die Geometrie und die Lasteinzugsflächen des Sparrens automatisch.

Vorbemerkung	System	Wind/Schnee	Belastungen		
Material/Querschnitt	Nachweise	Anschlüsse	Ausgabe		
Erläuterung					
Positionstyp					
Typ: Kehlsparren					
Feldlängen Hauptdach [m]					
l_1	4.000	l_2	4.000		
Feldlängen Nebendach [m]					
l_1	4.000	l_2	3.000		
Kragarme					
J/N	<input checked="" type="checkbox"/> vorgeben				
Hauptdach					
$l_{k,li}$	0.500 m	links			
$l_{k,re}$		rechts			
Nebendach					
$l_{k,li}$	0.500 m	links			
$l_{k,re}$		rechts			
Dachneigungswinkel					
δ_{HD}	30.0 °	Hauptdach			
δ_{ND}	30.0 °	Nebendach			
Höhenunterschied/Winkel der Traufkanten					
J/N	<input checked="" type="checkbox"/> vorgeben				
Δ_{HT}	0.000 m	Traufhöhe ND - Traufhöhe HD			
θ	90.00 °	Winkel zwischen HD und ND			
Auflagerdefinitionen					
	Dach	von	bis	Trans,Z	Trans,X
1	Hauptdach			fest	fest
2	Nebendach			fest	fest
Zusätzliche vertikale Auflager					
J/N	<input type="checkbox"/> vorgeben				
Auflagerelastizitäten					
J/N	<input type="checkbox"/> vorgeben				
Gelenke					
J/N	<input type="checkbox"/> vorgeben				

Bild 2. Kapitel „System“

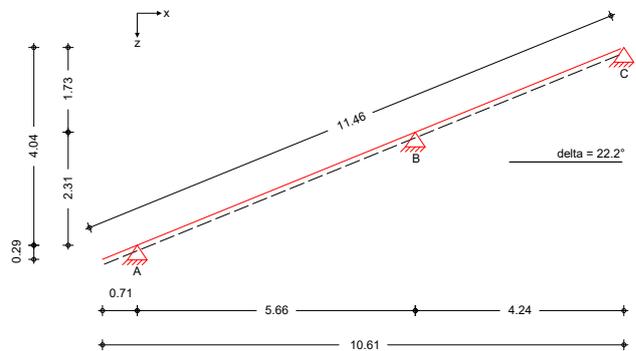
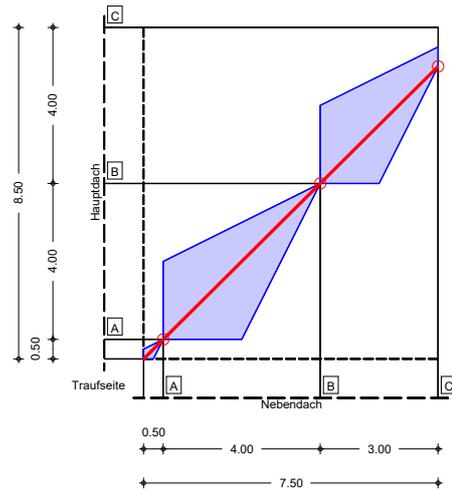


Bild 3. Lasteinzugsflächen des Sparrens

Wind/Schnee

Bei der Bemessung von Dachbauteilen sind Wind- und Schneelasten zu berücksichtigen. Durch Vorgabe von Wind- und Schneelastzonen, Gebäudestandort, Gebäudeparametern, Lage des Bauteils und Lasteinzugsflächen können die Lasten automatisch ermittelt werden. Auch Besonderheiten wie Unterwind an der Traufe, Schneeeüberhang an der Traufe und Schneefanggitter lassen sich erfassen.

Bei Situationen, in denen die Wind- oder Schneelastzonen nicht vorliegen, lassen sich der Geschwindigkeitsdruck des Windes und die Schneelast auf den Boden manuell vorgeben.

Das Modul ermittelt anhand der Vorgaben automatisch die verschiedenen Windbereiche und die zugehörigen Lasten. Diese werden übersichtlich mit einer Grafik ausgegeben und in einer Tabelle dokumentiert.

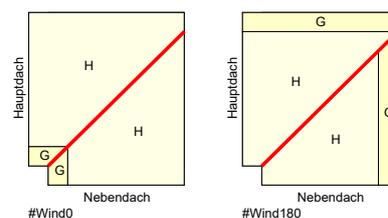


Bild 4. Ausgabe der Windbereiche

Vorbemerkung	System	Wind/Schnee	Belastungen
Material/Querschnitt	Nachweise	Anschlüsse	Ausgabe
Erläuterung			
Windlastermittlung			
Art	<input type="radio"/> keine <input checked="" type="radio"/> automatisch <input type="radio"/> Vorgabe Geschwindigkeitsdruck		
Schneelastermittlung			
Art	<input type="radio"/> keine <input checked="" type="radio"/> automatisch <input type="radio"/> Vorgabe Schneelast		
Geographische Daten			
Art	<input checked="" type="radio"/> Eingabe <input type="radio"/> Übernahme aus S037.de		
Gebäudeabmessungen Hauptdach			
L	12.000 m	Länge (Traufseite)	
H	8.000 m	Höhe (Firsthöhe)	
A	400 m	Geländehöhe üb. Meeresniveau	
Gebäudeabmessungen Nebendach			
L	8.000 m	Länge (Traufseite)	
Dachform			
Form _{HD}	Pultdach	Hauptdach	
Form _{ND}	Pultdach	Nebendach	
automatische Windlastermittlung			
EW	Qk.W - Win	zugehörige Einwirkung	
Art	vereinfacht	Art der Ermittlung	
WZ	WZ 1	Windzone	
Ort	Binnen	Standort	
Erhöhung der Windlasten			
J/N	<input type="checkbox"/> ansetzen		
automatische Schneelastermittlung			
EW	Qk.S - Schn	zugehörige Einwirkung	
SZ	Zone 1	Schneelastzone	
Sonderfälle Schneelast			
J/N	<input type="checkbox"/> Schneeüberhang an Traufe		
J/N	<input type="checkbox"/> Schneefanggitter vorhanden		
Unterwind			
linke Traufe Hauptdach	J/N <input type="checkbox"/> ansetzen		
linke Traufe Nebendach	J/N <input type="checkbox"/> ansetzen		

Bild 5. Kapitel „Wind/Schnee“

Belastung

Das Modul S120.de kann die ständigen Lasten für das Eigengewicht automatisch ermitteln. Ebenfalls können getrennt für das Haupt- und das Nebendach die Lasten für die Dacheindeckung und Ausbaulasten als Flächenlasten definiert werden.

Zusätzlich zu den automatisch generierten Eigen-, Wind- und Schneelasten können Belastungen manuell definiert werden. Eine Dokumentation von Lastzusammenstellungen und einzelnen Lastübernahmen in der Ausgabe ist möglich.

Als Lastenarten stehen Gleichflächenlasten und Linienlasten auf die beiden Dachflächen sowie Punktlasten, Gleich- und Trapezlasten auf den Sparren direkt zur Verfügung.

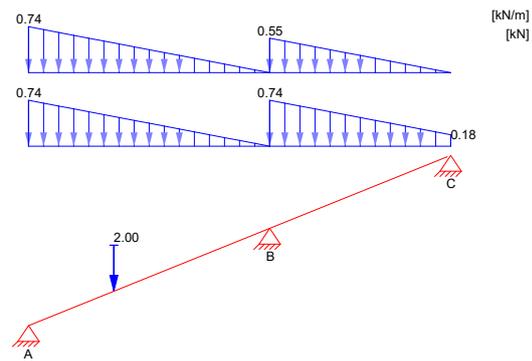


Bild 6. Grafische Ausgabe der Belastung je Einwirkung

Material / Querschnitt

Für den Sparren stehen die Materialien Vollholz aus Nadelholz oder Laubholz und Brettschichtholz zur Auswahl. Außerdem können noch Konstruktionsvollholz, Duo- und Trio-Balken sowie Furnierschichtholz ausgewählt werden. Die Steifigkeits- und Festigkeitswerte werden entsprechend der gewählten Festigkeitsklasse automatisch aus den Stammdaten entnommen.

Die Querschnittseingabe erfolgt für den Rechteckquerschnitt über Breite und Höhe. Querschnittsschwächungen für Grat- bzw. Kehlausbildungen kann für die Ermittlung der Querschnittswerte berücksichtigt werden. Wie für Sparren üblich ist ein Einschnitt am Auflager für Haupt- und Nebendach wählbar.

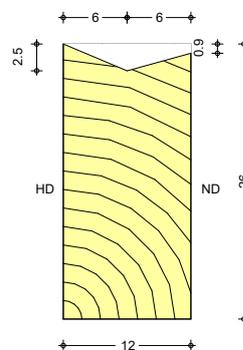


Bild 7. Sparren mit Kehlausbildung

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) erfolgt für den Sparren nach DIN EN 1995-1-1. Dabei werden folgende Nachweise geführt:

- Biegung und Normalkraft im Feld
- Schub im Feld
- Biegung und Normalkraft über den Auflagern mit geschwächtem Querschnitt
- Schub über den Auflagern mit geschwächtem Querschnitt
- Nachweise im Brandfall

Biegung und Normalkraft

Für die Bauteile aus Holz erfolgt der Nachweis der Biegung für den ungeschwächten und gegebenenfalls geschwächten Querschnitt über den Auflagern auf der Grundlage der Gleichungen (6.17) - (6.20), [1].

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

bzw.

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

mit

- $\sigma_{0,d}$ Bemessungswert der Normalspannung (t - Zug, c - Druck)
- $f_{0,d}$ Bemessungswert der Normalfestigkeit (t - Zug, c - Druck)
- $\sigma_{m,d}$ Bemessungswert der Biegespannung
- $f_{m,d}$ Bemessungswert der Biegefestigkeit

Schub aus Querkraft

Der Querkraftnachweis wird nach Gleichung (6.13),[1] geführt.

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d}} \leq 1 \tag{3}$$

mit

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

- 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)

Nachweise im Brandfall

Die Nachweise im Brandfall erfolgen nach [3], 4.2.3 mit der Methode mit reduzierten Eigenschaften. Dabei können in der Eingabe die Feuerwiderstandsdauer und die brandbeanspruchten Seiten definiert werden.

Es werden die Nachweise auf Biegung und Normalkraft sowie für den Schub 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 S120.de können bis zu drei Nachweise für Sparren und Verstärkung 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

$$w_{inst} = w_{inst,G} + w_{inst,Q,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} \cdot w_{inst,Q,i} \leq w_{grenz} \tag{4}$$

Enddurchbiegung

$$w_{fin} = w_{inst} + w_{inst,G} \cdot k_{def} + \sum_{i \geq 1} w_{inst,Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot k_{def} \leq w_{grenz} \tag{5}$$

Gesamte Enddurchbiegung

$$w_{net,fin} = w_{inst,G} \cdot (1 + k_{def}) + \sum_{i \geq 1} w_{inst,Q,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot (1 + k_{def}) \leq w_{grenz} \tag{6}$$

- 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. Grenzwerte w_{grenz} für Durchbiegungen

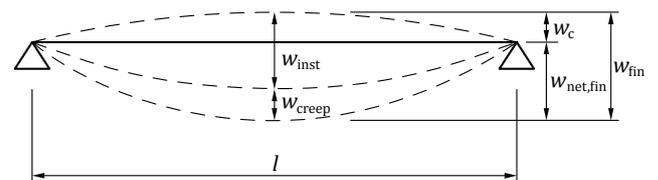


Bild 8. Anteile der Durchbiegung [1]

Anschlüsse

Mit dem Modul S120.de können die Auflagerpunkte bemessen werden. Dabei wird eingabeseitig gewählt, welche Auflager wie ausgeführt werden. Dazu ist einerseits die Pfette und für die Sicherung gegen Abheben eine Schraube bzw. ein Nagel zu definieren.

Bild 9. Eingabekapitel „Anschlüsse“

Auf Grundlage der geometrischen Vorgaben wird die effektive Querdruckfläche für die vertikale Belastung und die horizontale Belastung ermittelt. Die Kontaktfläche von Sparren und Pfetten sind dabei polygonale Flächen.

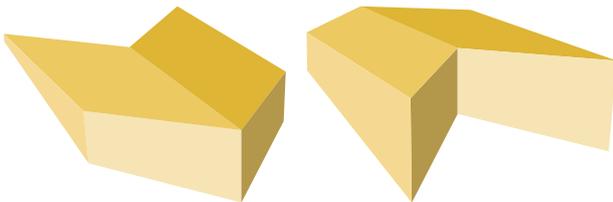


Bild 10. Beispiele für polygonale Kontaktflächen von Grat- und Kehlsparren mit den Pfetten – die einzelnen Flächenanteile sind verschiedenfarbig dargestellt

Mit den effektiven Flächen wird ein Nachweis für Druck rechtwinklig zur Faser nach [1], 6.1.5 getrennt je Richtung und für Sparren und Pfette geführt.

$$\frac{F_{c,90,d} / A_{ef}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \leq 1 \quad (7)$$

mit

$F_{c,90,d}$	Bemessungswert der Druckkraft rechtwinklig zur Faser
A_{ef}	wirksame Kontaktfläche
$f_{c,90,d}$	Bemessungswert der Druckfestigkeit rechtwinklig zur Faser
$k_{c,90}$	Beiwert nach [1], 6.1.5

Zusätzlich zum Nachweis auf Querdruck wird bei abhebenden Lasten auch ein Nachweis der Zugkraftverankerung geführt. Dabei wird das gewählte Verbindungsmittel auf Herausziehen und Abscheren nachgewiesen.

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 im 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.

Preise und Angebote

S120.de Holz-Grat- und Kehlsparren – 290,- EUR
EC 5, DIN EN 1995-1-1
Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

BauStatik 5er-Paket 990,- EUR
bestehend aus 5 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach Wahl*

BauStatik 10er-Paket 1.690,- EUR
bestehend aus 10 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach 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 Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Juli 2019

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

Preisliste: www.mbaec.de