

Dipl.-Ing. (FH) Markus Öhlenschläger

Kontrolle der Belastungen

Arbeiten mit der Lastkontrolle im StrukturEditor

Das Strukturmodell liefert als Grundlage für die Tragwerksplanung Informationen über die Geometrie sowie die Belastungssituation im Tragwerk. Alle Nachweise und statischen Analysen werden von dieser Grundlage abgeleitet und redundante Modellierungen vermieden. Damit die Qualität der Grundlage im Tragwerksmodell auch kontrolliert werden kann, stehen im StrukturEditor verschiedene Werkzeuge, wie z.B. die Listensicht zur Lastkontrolle, zur Verfügung. Die folgenden Seiten zeigen die Funktionsweise und Möglichkeiten der Listensicht zur Lastkontrolle.

Kontrolle der vertikalen Belastungen						
Gebäude A						
2. Obergeschoss [A] Auswertung Modell: V-Lasten A(2OG A)						
Lastenteil	Typ	Name	Anzahl Strukturelemente	Gk	Qk,N	
Punkt	Linie	Fläche	Ft [kN]	Ft [kN]	Ft [kN]	
Lastabtrag (V-Lasten B(2OG B))	SE-Wand	DG.A.W.38	1	122.31		
Elementbezogene Last	SE-Wand	DG.A.W.38	1	48.07		
Elementbezogene Decken-Last	SE-Balken; SE-Überzug	-	7	881.31		
Elementbezogene Decken-Last	SE-Decke	DG.A.D.01	1	6100.16		
Lagerreaktion	SE-Wand	-	53	-7151.84		
Summe der vertikalen Lasten				0.01		
1. Obergeschoss [A] Auswertung Modell: V-Lasten A(1OG A)						
Lastenteil	Typ	Name	Anzahl Strukturelemente	Gk	Qk,N	
Punkt	Linie	Fläche	Ft [kN]	Ft [kN]	Ft [kN]	
Lastabtrag (V-Lasten A(2OG A)); Lastabtrag (V-Lasten B(1OG B))	SE-Wand	-	53	7350.07	31.19	
Elementbezogene Last	SE-Wand; SE-Wand (Brüstung)	-	80	4264.37		
Elementbezogene Decken-Last	SE-Decke	2OG.A.D.01	1	4912.92	1842.34	
Lagerreaktion	SE-Wand	-	53	-16527.36	-1673.54	
Summe der vertikalen Lasten				-0.01	-0.00	

Bild 1. Listensicht zur Lastkontrolle mit zwei Sichten der vertikalen Lastverteilung

Sichten im Strukturmodell

Für die modellorientierte Tragwerksplanung spielt das Tragwerksmodell eine zentrale Rolle. Abgeleitet aus dem Architekturmodell bildet es mit einer reduzierten und idealisierten Geometrie als Systemlinienmodell die Brücke zu den statischen Analysen und Nachweisen. Zur Bearbeitung, Kontrolle und Dokumentation bietet der StrukturEditor drei Arten von Sichten auf das Strukturmodell. Alle Arten von Sichten können in ihrem Darstellungsumfang individuell gesteuert und damit an die jeweilige Aufgabenstellung angepasst werden. Für Dokumentationszwecke können die grafischen Sichten um Maßketten, Texte und weitere 2D-Zeichenobjekte erweitert werden.

In den grafischen Arbeitssichten wie z.B. Draufsichten erfolgen die Eingaben von Geometrie und Belastungen. Verwaltet werden die Arbeitssichten im Fenster „Sichten“.

Die Berechnungssichten sind einem Berechnungsmodell zugeordnet und zeigen das entsprechende Berechnungsmodell an. Sie sind an dem farbigen Innenrand zu erkennen. Der Rand zeigt die Farbe des Zielsystems, wie z.B. BauStatik, MicroFe oder Anwendungen außerhalb der mb WorkSuite.

Die Listensichten zeigen in tabellarischer Form die Inhalte des Strukturmodells und sind somit ideale Kontrollwerkzeuge und bieten eine schnelle Übersicht.

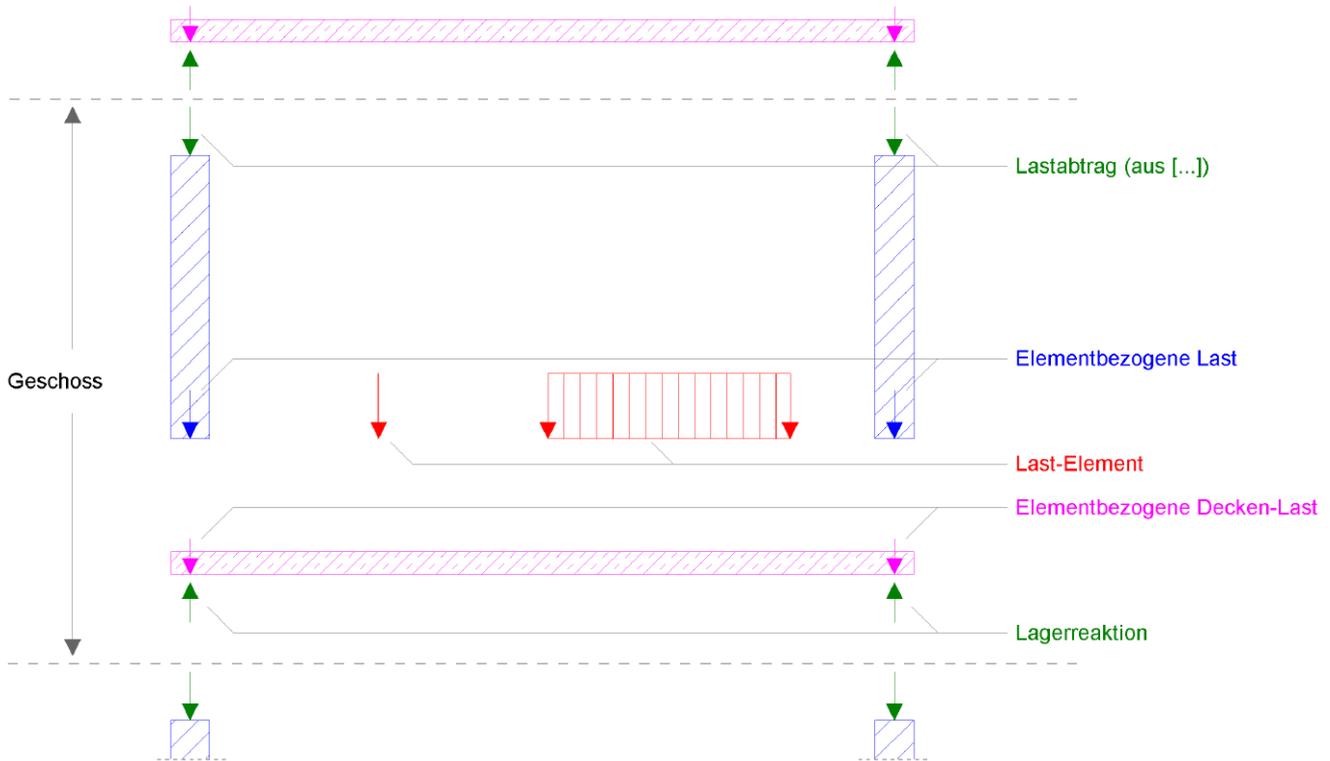


Bild 2. Grafische Darstellung der Lastanteile je Geschoss

Grundlagen zur Lastkontrolle

Ziel der Listensicht „Lastkontrolle“ ist die Überprüfung der These „Summe-V gleich Null“. Damit ist gemeint, dass die Summe aller Einwirkungen mit der Summe aller Lagerreaktionen betragsmäßig übereinstimmen muss. Und exakt diese Kontrolle liefert die Sicht geschossweise unter dem Strich. Bei einer korrekten Belastungssituation ergeben die Summen der V-Lasten je Einwirkung den Wert „0,0“.

Für dieses Ziel ist es notwendig, alle vertikalen Lastanteile, sortiert nach „Aktion“ und „Reaktion“ aufzuführen und im Anschluss gegeneinander aufzurechnen. Für jedes Geschoss muss die Bedingung „Summe-V gleich Null“ erfüllt werden, damit eine korrekte Lastabtragung bis in die Gründung sicher erfolgt.

Lastanteile

Bezogen auf die einzelnen Struktur-Elemente des Strukturmodells werden unterschiedliche Lastanteile in der Listensicht aufgeführt. Ein Strukturelement kann hierbei auch mehrfach in der Tabelle erscheinen. Unterschieden werden hierbei die Lastanteile, die in Bild 2 grafisch aufgeführt werden.

Lastabtrag (aus ...)

Alle als „belastend“ gewählte, aufgehende Strukturelemente, z.B. „SE-Wand“, liefern unter „Lastabtrag aus ...“ (Bild 1, Zeilen 8, 18), die Lagerreaktionen aus dem oberhalb angrenzenden Geschoss. Die Lagerreaktionen werden einwirkungsweise übergeben.

Elementbezogene Last

Jedes aufgehende Strukturelement wie z.B. SE-Wände oder SE-Stützen, bringt sein Eigengewicht als „Elementbezogene Last“ (Bild 1, Zeilen 9, 19) in die Tabelle ein. Hierbei sind auch die Lasten aus den „Sonstige ständige Belastungen“ der Element-Eigenschaften erfasst.

Im Zusammenspiel mit Sturz- und Wandsituationen werden für SE-Wände noch vier weitere Unterteilungen in „SE-Wand (Eigenlast Sturz)“, „SE-Wand (Übermauerung Sturz)“, „SE-Wand (Sturz-Verteilung)“ und „SE-Wand (Brüstung)“ angeboten.

Last-Element

Alle weiteren Lasten, wie Punkt-, Linien- oder Flächenlasten werden mit ihren Lastanteilen als „Last-Element“ aufgeführt. Element-Lasten werden auf dem Niveau der Decken-Elemente (SE-Decke) modelliert.

Elementbezogene Decken-Lasten

Die Lasten aus den Elementen in Deckenebene werden gesondert aufgeführt. Hier sind neben den „Sonstige ständige Belastungen“ auch die „Veränderlichen Belastungen“ enthalten. Somit kann eine SE-Decke Lastanteile für zwei Einwirkungen liefern.

Lagerreaktion

Alle Lastanteile werden über die „lagernden“ Elemente abgetragen (Bild 1, Zeilen 12, 21). Die Lagerreaktionen fassen alle beschriebenen Anteile zusammen. Alle Anteile ergeben im Regelfall als Summe den Wert Null.

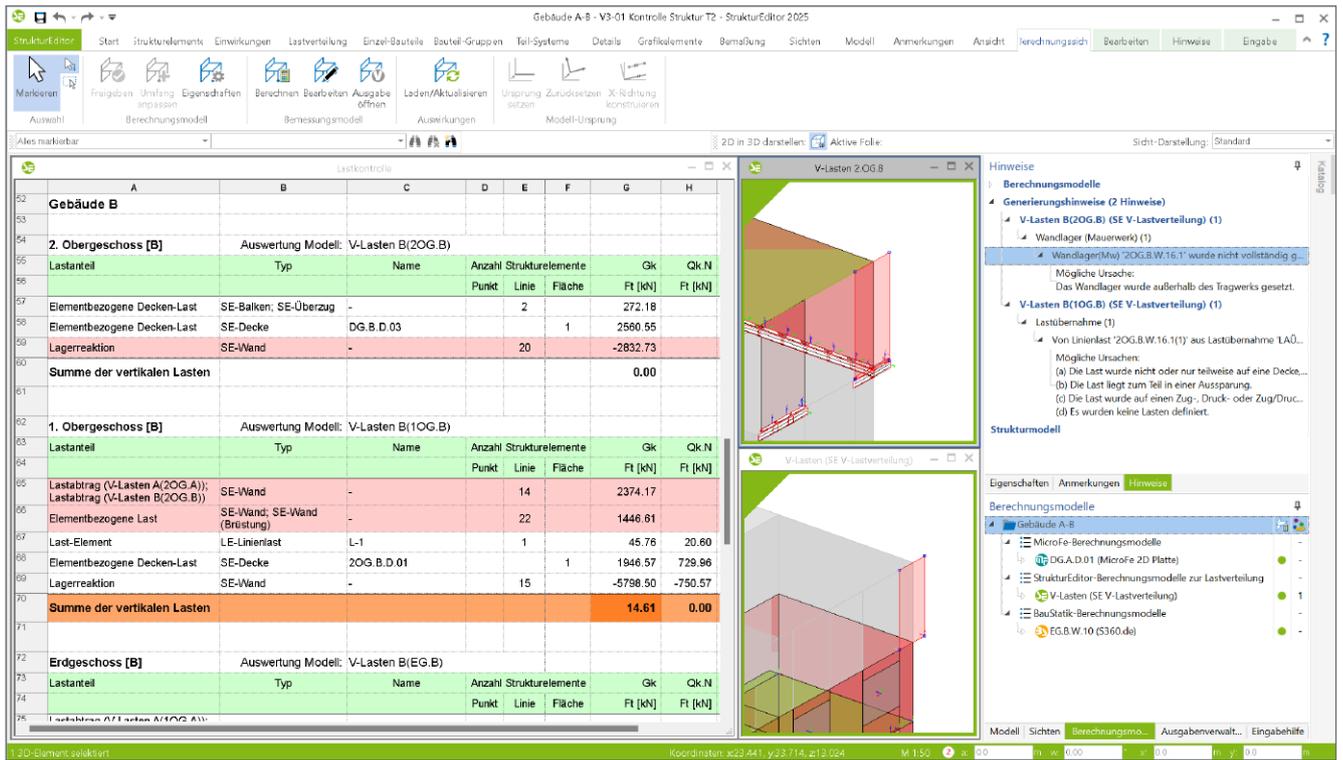


Bild 3. Lastkontrolle mit Fehler in der Lastsumme

Ermittlung der Lastanteile

Für eine sinnvolle Kontrolle der Lastsummen aus „Aktion“ und „Reaktion“ ist eine unabhängige Lastermittlung erforderlich. Für den Lastnachweis wird dies durch zwei unabhängige Berechnungen erreicht. Alle Lastanteile aus dem Bereich „Aktion“ werden im StrukturEditor aus der Geometrie der Strukturelemente ermittelt. So ermittelt der StrukturEditor die Eigenlast einer SE-Wand aus der Länge, Dicke und Höhe sowie dem gewählten Material.

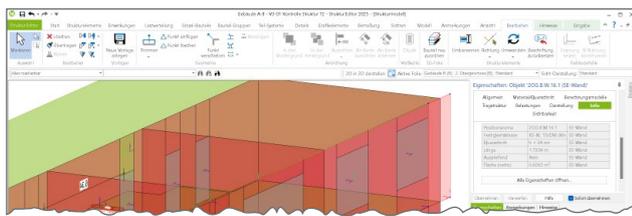


Bild 4. Eigenschaften der SE-Wand

Für die Verteilung der vertikalen Lasten werden FE-Berechnungen durchgeführt. Zum einen verteilt die im StrukturEditor integrierte Lastverteilung (E030.de) die Lasten im Hintergrund über eine FE-Berechnung, zum anderen verteilen die Bemessungsmodelle für Geschossdecken in MicroFe (M100.de) die Lasten auch auf die Auflager.

mbaEC				
Proj. Bez. Kontrollen im Strukturmodell		Seite		1
Projekt V3-01 Kontrolle Struktur T2		FE-Mod. 2OG.B.D.01		
MicroFe 2025.000 #12		Datum		25.09.24
Lastsummen				
Summierung der Lastwerte je Einwirkung				
Einwirkung	Fx	Fy	Fz	
	[kN]	[kN]	[kN]	
Gk	0.00	0.00	-5798.50	
Qk.N	0.00	0.00	-750.57	
Qk.H	0.00	0.00	-271.69	
Lastgruppen werden ausgewertet.				

Bild 5. Vergleich der Lastsumme aus MicroFe-Modell

Dank dieser unabhängigen Berechnungen können z.B. überstehende SE-Wände oder LE-Linienlasten sicher aufgespürt werden, da die FE-Berechnungen nur den generierten Anteil, der nicht übersteht, erfasst. Bild 5 zeigt exemplarisch die Summe der Lagerreaktionen aus einem MicroFe-Bemessungsmodell im Vergleich zu den Lagerreaktionen aus der vertikalen Lastverteilung im StrukturEditor (Bild 3, Zeile 69).

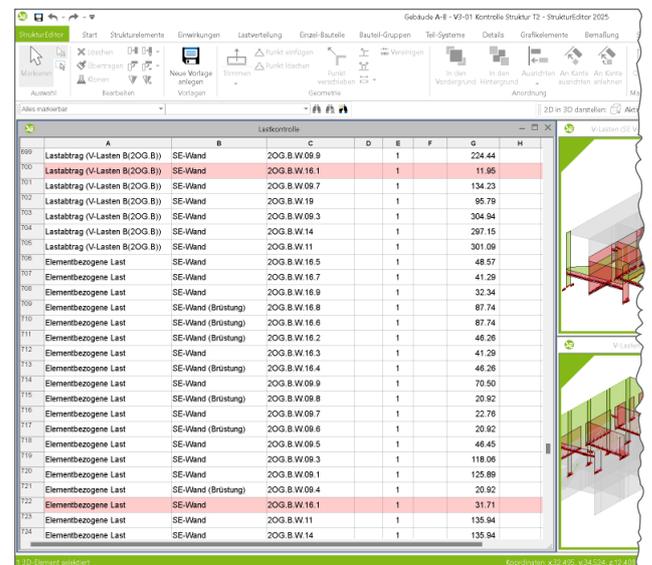


Bild 6. Eigengewicht und Lagerreaktion einer SE-Wand

In Bild 6 zeigt die Zeile 722 die Eigenlast (die „Aktion“) der SE-Wand „2OG.B.W.16.1“ mit „31,71 kN“. Im Zuge der FE-Berechnung wird für die Lastverteilung der nicht überhängende Wandanteil (Bild 3) nicht erfasst. Somit ergibt sich im Vergleich mit der Lastermittlung im StrukturEditor ein Unterschied von „14,61 kN“ (Bild 3, Zeile 70).

Lastenteil	Typ	Name	Anzahl Strukturelemente			Gk			Gk.N			Gk.H		
			Punkt	Linie	Fläche	Fl [kN]								
2. Obergeschoss [A]	Auswertung Modell: V-Lasten A(2OG.A)													
Lastabtrag (V-Lasten B(2OG B))	SE-Wand	DG.A.W.38				1	122.31							14.44
Elementbezogene Last	SE-Wand	DG.A.W.38				1	48.07							
Elementbezogene Decken-Last	SE-Überzug	DG.A.B.07				1	81.28							
Elementbezogene Decken-Last	SE-Überzug	DG.A.B.04				1	122.72							
Elementbezogene Decken-Last	SE-Balken	DG.A.B.02				1	50.39							
Elementbezogene Decken-Last	SE-Überzug	DG.A.B.03				1	171.81							
Elementbezogene Decken-Last	SE-Überzug	DG.A.B.05				1	173.41							
Elementbezogene Decken-Last	SE-Überzug	DG.A.B.01				1	168.24							
Elementbezogene Decken-Last	SE-Balken	DG.A.B.06				1	113.44							
Elementbezogene Decken-Last	SE-Decke	DG.A.D.01				1	6100.16							734.96
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.03.3				1	-74.09							-4.77
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.34.3				1	-197.84							-23.94
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.33.7				1	-339.95							-39.74
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.01.1				1	-82.07							-6.04
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.33.5				1	-131.21							-15.80
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.35.1				1	-71.48							-7.07
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.07.1				1	-7.50							-0.90
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.13				1	-167.72							-20.20
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.27.3				1	-161.17							-8.55
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.14.3				1	-119.20							-14.44
Lagerreaktion	SE-Wand	2OG.A.W.11				1	-584.50							-68.33

Bild 7. Liste der Lastkontrolle ohne Zusammenfassung

Umfang der Lastkontrolle

Die Listensicht der Lastkontrolle listet grundsätzlich jeden Lastenteil bezogen auf das jeweilige Strukturelement und die einzelnen Einwirkungen auf. Über die Spalten „Lastenteil“, „Typ“ und „Name“ (Name des Strukturelements) kann jeder Lastwert genau einem Strukturelement zugeordnet werden (Bild 7, Spalten A, B und C). Für eine grobe Übersicht können Zeilen über die Option „gleiche Objekte zusammenfassen“ zusammengefasst werden (Bild 1). Welche Zeilen „gleich“ sind, wird durch die Eigenschaften der Sortierung festgelegt (Bild 7).

Details zu „Elementbezogene Last“

Im Zusammenspiel mit SE-Aussparungen können die betroffenen SE-Wände gesonderte Lastanteile für Brüstung, Sturz sowie Verteilung der Sturzlaster an die angrenzenden SE-Wände in den Listen enthalten. Die Zeile mit dem Typ „SE-Wand (Brüstung)“ enthält z.B. den Lastanteil aus der Brüstung (bis Unterkante der Aussparung) (Bild 8).

Lastenteil	Typ	Name	Anzahl Strukturelemente	Gk	Gk.N	Gk.H
Lastabtrag (V-Lasten B(2OG B))	SE-Wand	2OG.B.W.16.7	1	122.31		
Lastabtrag (V-Lasten B(2OG B))	SE-Wand	2OG.B.W.16.9	1	48.07		
Lastabtrag (V-Lasten B(2OG B))	SE-Wand	2OG.B.W.18	1	81.28		
Elementbezogene Last	SE-Wand	2OG.A.W.42	1	122.72		
Elementbezogene Last	SE-Wand	2OG.B.W.09.1	1	50.39		
Elementbezogene Last	SE-Wand (Brüstung)	2OG.B.W.09.2	1	171.81		
Elementbezogene Last	SE-Wand	2OG.B.W.09.3	1	173.41		
Elementbezogene Last	SE-Wand (Brüstung)	2OG.B.W.09.4	1	168.24		
Elementbezogene Last	SE-Wand	2OG.B.W.09.5	1	113.44		
Elementbezogene Last	SE-Wand (Brüstung)	2OG.B.W.09.6	1	6100.16		734.96
Elementbezogene Last	SE-Wand	2OG.B.W.09.7	1	-74.09		-4.77
Elementbezogene Last	SE-Wand (Brüstung)	2OG.B.W.09.8	1	-197.84		-23.94
Elementbezogene Last	SE-Wand (Brüstung)	2OG.B.W.09.8	1	-339.95		-39.74
Elementbezogene Last	SE-Wand	2OG.B.W.09.9	1	-82.07		-6.04
Elementbezogene Last	SE-Wand (Brüstung)	2OG.B.W.09.9	1	-131.21		-15.80
Elementbezogene Last	SE-Wand	2OG.B.W.11	1	-71.48		-7.07
Elementbezogene Last	SE-Wand	2OG.B.W.14	1	-7.50		-0.90
Elementbezogene Last	SE-Wand (Brüstung)	2OG.B.W.18.1	1	-167.72		-20.20
Elementbezogene Last	SE-Wand (Brüstung)	2OG.B.W.18.2	1	-161.17		-8.55
Elementbezogene Last	SE-Wand	2OG.B.W.18.3	1	-119.20		-14.44
Elementbezogene Last	SE-Wand (Brüstung)	2OG.B.W.18.4	1	-584.50		-68.33

Bild 8. Lastanteile für Brüstungen

Grafische Kontrolle

Unabhängig zur gewählten Option „gleiche Objekte zusammenfassen“ liefert eine selektierte Zeile in der Tabelle zusätzlich eine Selektion des oder der zugehörigen Strukturelemente (Bild 3). Wird im Strukturmodell ein Strukturelement selektiert, erfolgt umgekehrt eine Markierung bei allen Lastanteilen, z.B. Zeilen, die dem selektierten Strukturelement in der Datenhaltung zugeordnet sind (Bild 6).

Fazit

Die Listensicht zur Lastkontrolle ist ein wichtiger Baustein zur Überprüfung der Lastverteilung im Strukturmodell. Durch die neue elementbezogene, detaillierte Ausgabe von Lastanteilen steigt die Transparenz und Kontrollierbarkeit der Lastverteilung.

Dipl.-Ing. (FH) Markus Öhlenschläger
 mb AEC Software GmbH
 mb-news@mbaec.de

Preise und Angebote

E001.de StrukturEditor

Das Grundmodul steht allen Anwendern der mb WorkSuite kostenlos zur Verfügung.

E030.de Lastverteilung

Weitere Informationen unter <https://www.mbaec.de/produkte/struktureditor/>

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgekosten-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Oktober 2024

Betriebssysteme: Windows 10 (22H2, 64-Bit), Windows 11 (23H2, 64-Bit), Windows Server 2022 (21H2) mit Windows Terminalserver

Preisliste: www.mbaec.de