Sinah Guth M. Sc.

Gebäudeaussteifung mit Brettsperrholz

Leistungsbeschreibung des MicroFe-Moduls M356.de Aussteifungstragwerke aus Brettsperrholz

Das MicroFe-Modul „M130.de MicroFe 3D Aussteifung – Massivbau-Aussteifungssysteme“ bietet dem Anwender ein effizientes Werkzeug zur Beurteilung der Aussteifung und Verteilung der Horizontallasten bei unregelmäßigen Gebäudegrundrissen. Mit dem Modul M356.de wird die Palette der Bauteilpositionen um den Werkstoff „Brettsperrholz“ erweitert.

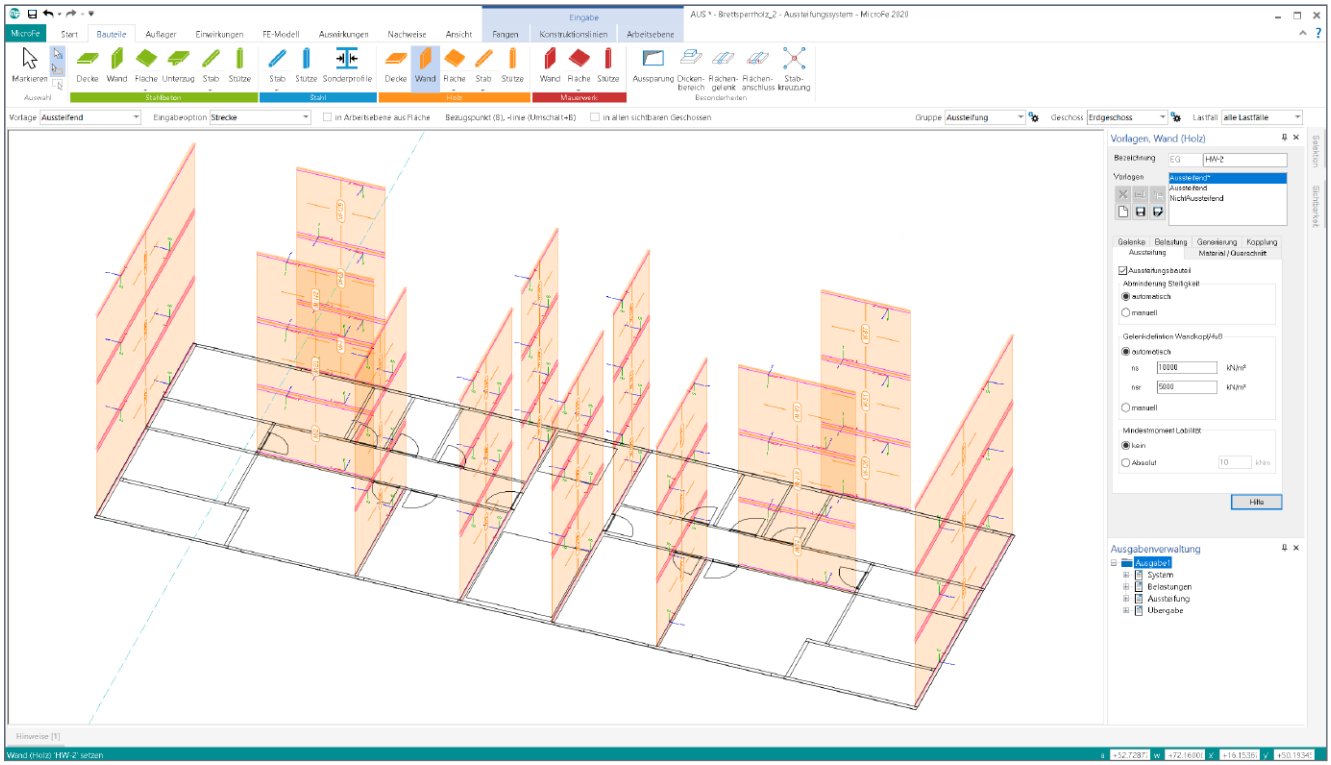


Bild 1. Aussteifende Wände eines Tragwerkes aus Brettsperrholz

Allgemeines

Neben dem Abtrag von Vertikallasten muss ebenso der Abtrag von Horizontallasten aus Wind, Imperfektionen und ggf. Erdbeben durch Aussteifungsbauteile sichergestellt werden. Die Hauptaufgaben einer Aussteifungsberechnung – die Beurteilung der Aussteifung und die Verteilung der horizontalen Einwirkungen auf die Aussteifungsbauteile – können je nach Gebäudegeometrie mit verschiedenen Methoden bewerkstelligt werden. Die Anwendung vereinfachter Verfahren ist an gewisse Kriterien geknüpft.

So sollten die Aussteifungselemente z.B. durchgehend von der Gründung bis zum Dach und im Grundriss symmetrisch angeordnet werden. Bei Unregelmäßigkeiten in der Anordnung der aussteifenden Elemente, wie sie in der Praxis aufgrund architektonischer Vorgaben häufig vorzufinden sind, stoßen die klassischen Berechnungsverfahren an ihre Anwendungsgrenzen. In solchen Fällen ist die Verwendung der Finite-Elemente-Methode unumgänglich.

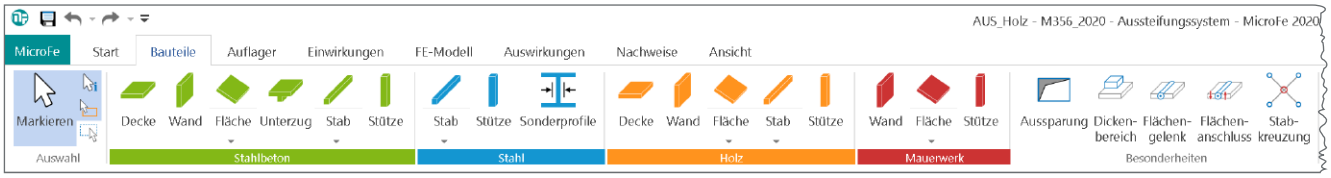


Bild 2. Neue Positionstypen im Register Bauteile

Mit dem MicroFe-Grundmodul „M130.de" können die verschiedenen Aufgaben der Aussteifungsberechnung effizient und komfortabel bewältigt werden. Bei der Modellierung eines Aussteifungssystems mithilfe der FE-Methode wird das statische System wirklichkeitsgetreu abgebildet. Die tatsächliche Steifigkeitsverteilung innerhalb des Systems wird bei der Berechnung am Gesamtsystem erfasst und liefert einen realitätsnahen Lastfluss. Mit der Modul-Erweiterung M356.de steht zusätzlich zu den Materialien Stahlbeton, Stahl und Mauerwerk auch Holz und Brettsperrholz zur Verfügung. Die exakte Abbildung des komplexen orthotropen Tragverhaltens liefert auch für Holztragwerke eine wirklichkeitsnahe Erfassung der Steifigkeits- und Lastverteilung. Im Folgenden werden die grundlegenden Teilaufgaben bei Verwendung von M130.de und die Besonderheiten bei der Modellierung von Aussteifungswänden aus Brettsperrholz behandelt.

Ermittlung der Horizontallasten

Windlasten

Für eine vollständige und normgerechte Ermittlung der Windlasten empfiehlt sich die Verwendung des MicroFe-Moduls „M031.de Lastmodell Gebäudehülle für MicroFe und EuroSta" ❶. In Abhängigkeit der Windlastzone, des Gebäudestandorts und der Dachform werden die Windlasten für das Gesamtgebäude ermittelt und auf die Bauteile verteilt. Für jede Gebäudeseite lassen sich einzelne Lastanteile aktivieren oder deaktivieren. Bei einer Aussteifungsberechnung bietet sich in der Regel die automatische Verteilung der Lasten auf die Deckenränder an. Alternativ zu dem Lastmodell Gebäudehülle können Windlasten auch manuell mithilfe der Standardlasten an beliebiger Stelle vorgegeben werden.

Erdbebenbelastungen

Unregelmäßigkeiten in Gebäudegrundrissen erfordern die Anwendung des multimodalen Antwortspektrenverfahrens, bei dem alle maßgeblichen zur Bauwerksreaktion beitragenden Modalanteile bei der Berechnung der Kraft- und Verformungsgrößen des Tragwerks berücksichtigt werden. Die Module „M510 Grundfrequenz, Grundschwingformen" und „M513 Erdbebenuntersuchung für MicroFe und EuroSta" ❷ eignen sich optimal als Ergänzung zu dem Modul M130.de. Diese ermöglichen eine komfortable Ermittlung der statischen Ersatzlasten infolge seismischer Erregung.

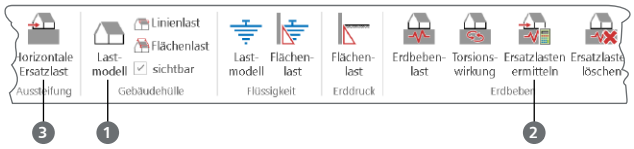


Bild 3. Positionstypen zur Eingabe der Horizontallasten

Horizontale Ersatzlasten infolge Imperfektion

Einflüsse aus unplanmäßiger Imperfektion werden bei einer Aussteifungsberechnung durch Ersatzlasten berücksichtigt. Der spezielle Lastpositionstyp „Horizontale Ersatzlast" ❸ des M130.de erfasst die Vertikallasten in einem definierten Auswertungsbereich. Mit den entsprechenden Vorgaben zur Schiefstellung und deren Abminderung über die Geschosshöhe und die Anzahl der Bauteile, die zur horizontalen Belastung beitragen, werden die Ersatzlasten automatisch ermittelt.

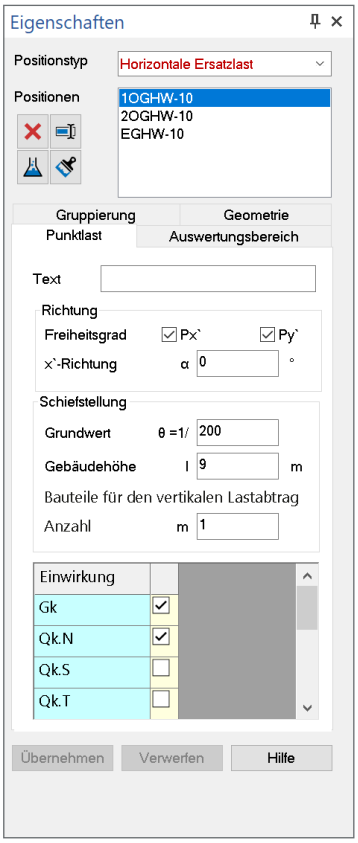


Bild 4. Horizontale Ersatzlast

Modellierung

Geschossorientierte Modellierung

Die Eingabe der dreidimensionalen Tragstrukturen erfolgt in M130.de mithilfe der geschossorientierten Modellierung. Diese bietet folgende Vorteile:

- Erhöhte Eingabegeschwindigkeit
- Flexible Änderung der Geschosseigenschaften
- Regelgeschosse dienen als Grundlage für neue Geschosse
- Hohes Maß an Sicherheit aufgrund der reduzierten Anfälligkeit für Modellierungsfehler

Vorlagen allgemein

Für Stützen- und Wandbauteile wird in den Positionseigenschaften im Register „Aussteifung" festgelegt, ob sich diese am Abtrag der Horizontallasten beteiligen sollen. So sind beispielsweise kurze Wände oder Wände mit verhältnismäßig geringem E-Modul (Mauerwerk im Verhältnis zu Stahlbeton) in Bezug auf die Aussteifung wenig wirksam und können gezielt aus der Lastverteilung der Horizontallasten ausgeschlossen werden. Aus dieser Festlegung ergeben sich entsprechende Annahmen zur mechanischen Modellierung. Die in den Vorlagen automatisch gesetzten Eigenschaften zur Erzielung des gewünschten Tragverhaltens sind auf die Besonderheiten der verschiedenen Werkstoffe abgestimmt. Alternativ kann die Modellierung durch Wahl manueller Steifigkeitsabminderungen und manueller Gelenkdefinitionen individuell angepasst werden. Eine ausführliche Darlegung der Vorlagen für die Materialien Stahlbeton und Mauerwerk können [2] entnommen werden.

Vorlagen für Brettsperrholzwände

Die aussteifende Wirkung von Wänden beruht vorwiegend auf deren Scheibentragwirkung. In Plattenrichtung ergibt sich nur ein geringer Beitrag zur Steifigkeit des Gesamtsystems. Ein nahezu reines Scheibentragverhalten der Brettsperrholzwände wird durch die Anordnung von Momentengelenken an Wandkopf und Wandfuß erzielt. Zur Vermeidung beweglicher Systeme werden kleine Reststeifigkeiten für diese Gelenke generiert.

Für die realitätsnahe Abbildung des Tragverhaltens von Holzbauwerken ist die korrekte mechanische Modellierung der Wand-Decken-Anschlüsse von großer Bedeutung.

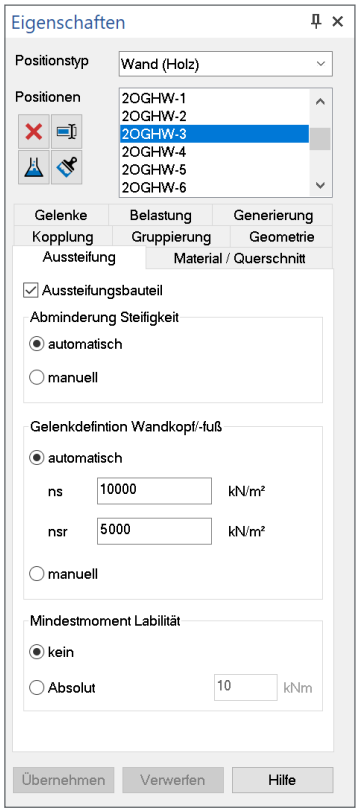


Bild 5. Kapitel Aussteifung

Im Register „Aussteifung" stehen Eingabefelder für die Schub- und Translationssteifigkeit des Anschlusses zur Verfügung. Die unter anderem vom Querschnitt und von den Verbindungsmitteln abhängigen Anschlusssteifigkeiten können mithilfe des BauStatik-Moduls „S492.de Holzwand-Decken-Verbindung" ermittelt werden. So kann der Anwender alle Angaben zur mechanischen Modellierung mit geringem Aufwand über das Aussteifungsregister tätigen.

Als nicht aussteifend definierte Wände erhalten ein Schubkraftgelenk am Wandkopf, das die Übertragung von Kräften in Längsrichtung verhindert. Dadurch entziehen sich diese Bauteile weitgehend der Lastverteilung infolge horizontaler Beanspruchung.

Brettsperrholzquerschnitte

Der Brettsperrholzquerschnitt ist in den Positionseigenschaften im Kapitel „Material/Querschnitt" durch direkten Zugriff auf die in den Projekt-Stammdaten hinterlegten Produkte zu definieren. Diese umfassen Brettsperrholzsorten verschiedener Hersteller (siehe Tabelle 1), für die die zulassungsspezifischen Kennwerte hinterlegt sind. Zusätzlich können mit dem BauStatik-Modul „S854.de Brettsperrholz-Querschnitte erzeugen und nachweisen" weitere Querschnitte manuell definiert werden und anschließend in MicroFe verwendet werden.

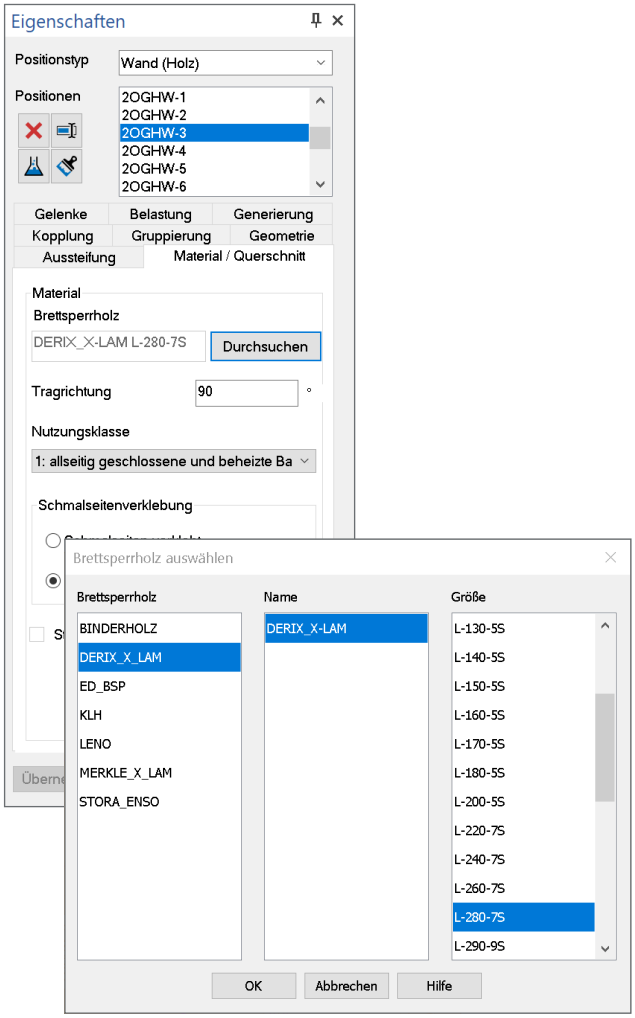


Bild 6. Definition Brettsperrholzquerschnitt

Hersteller	Produkt	Zulassung
Binderholz	BBS 125, BBS XL	ETA-06/0009
Derix	Derix X-LAM	Z-9.1-892 ETA-11/0189
Eugen Decker	ED-BSP	ETA12/0327
KLH	KLH	Z-9.1-482 ETA-06/0138
Züblin Timber (Merk)	Leno	ETA-10/0241
Merkle	Merkle X-LAM	ETA-11/0210
Stora Enso	CLT	ETA-14/0349

Tabelle 1. BSP-Hersteller in Stammdaten

Labilitätsuntersuchung

Nachweis im Modul M130.de

Das Ziel der Labilitätsuntersuchung ist es, nachzuweisen, dass die Verteilung der horizontalen Lasten aufgrund ausreichender Steifigkeiten nach Theorie I. Ordnung erfolgen darf. Es gilt hierfür folgendes Kriterium zu überprüfen: „Die Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung dürfen vernachlässigt werden, wenn sie weniger als 10 % der entsprechenden Auswirkungen nach Theorie I. Ordnung betragen."

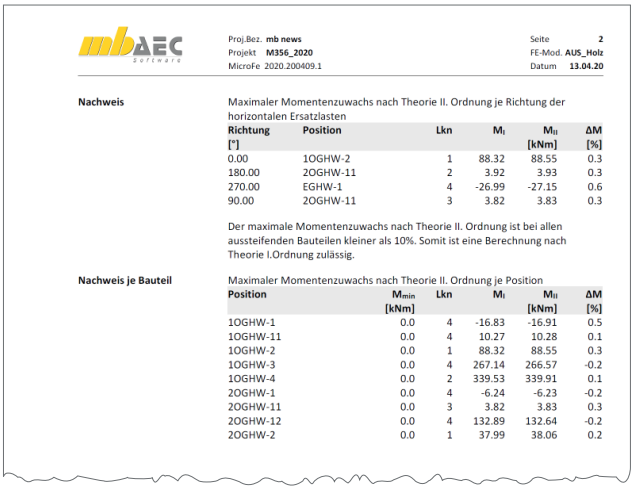
Als bemessungsmaßgebende Auswirkungen werden im Modul M130.de die Momente an Wand- und Stützenfuß betrachtet.

Im Rahmen der Nachweisführung werden die Einspannmomente nach Theorie I. Ordnung den Einspannmomenten nach Theorie II. Ordnung gegenübergestellt. Der Nachweis wird bei einem Zuwachs kleiner als 10 % als erfüllt angesehen.

Für Bauteile, die aufgrund eines geringen absoluten Einspannmomentes einen großen relativen Zuwachs erfahren, kann ein Mindestmoment als Schwellenwert definiert werden. Liegt die Momentenbelastung unterhalb des Grenzwertes, wird das entsprechende Bauteil von der Untersuchung ausgeschlossen.

Beurteilung des Aussteifungssystems

Dank der Nachweisführung je Bauteil kann eine detaillierte Beurteilung des Aussteifungssystems vorgenommen werden. Ist das Labilitätskriterium für einzelne oder wenige Bauteile nicht erfüllt, können gezielt Maßnahmen getroffen werden, um die Steifigkeit an den betroffenen Stellen zu erhöhen.



Proj.Bez. **mb news** Seite **2**
Projekt **M356_2020** FE-Mod. **AUS_Holz**
MicroFe 2020.200409.1 Datum **13.04.20**

Nachweis

Maximaler Momentenzuwachs nach Theorie II. Ordnung je Richtung der horizontalen Ersatzlasten

Richtung [°]	Position	Lkn	M_I [kNm]	M_{II} [kNm]	ΔM [%]
0.00	1OGHW-2	1	88.32	88.55	0.3
180.00	2OGHW-11	2	3.92	3.93	0.3
270.00	EGHW-1	4	-26.99	-27.15	0.6
90.00	2OGHW-11	3	3.82	3.83	0.3

Der maximale Momentenzuwachs nach Theorie II. Ordnung ist bei allen aussteifenden Bauteilen kleiner als 10%. Somit ist eine Berechnung nach Theorie I.Ordnung zulässig.

Nachweis je Bauteil

Maximaler Momentenzuwachs nach Theorie II. Ordnung je Position

Position	M_{min} [kNm]	Lkn	M_I	M_{II} [kNm]	ΔM [%]
1OGHW-1	0.0	4	-16.83	-16.91	0.5
1OGHW-11	0.0	4	10.27	10.28	0.1
1OGHW-2	0.0	1	88.32	88.55	0.3
1OGHW-3	0.0	4	267.14	266.57	-0.2
1OGHW-4	0.0	2	339.53	339.91	0.1
2OGHW-1	0.0	4	-6.24	-6.23	-0.2
2OGHW-11	0.0	3	3.82	3.83	0.3
2OGHW-12	0.0	4	132.89	132.64	-0.2
2OGHW-2	0.0	1	37.99	38.06	0.2

Bild 7. Nachweis der Labilität

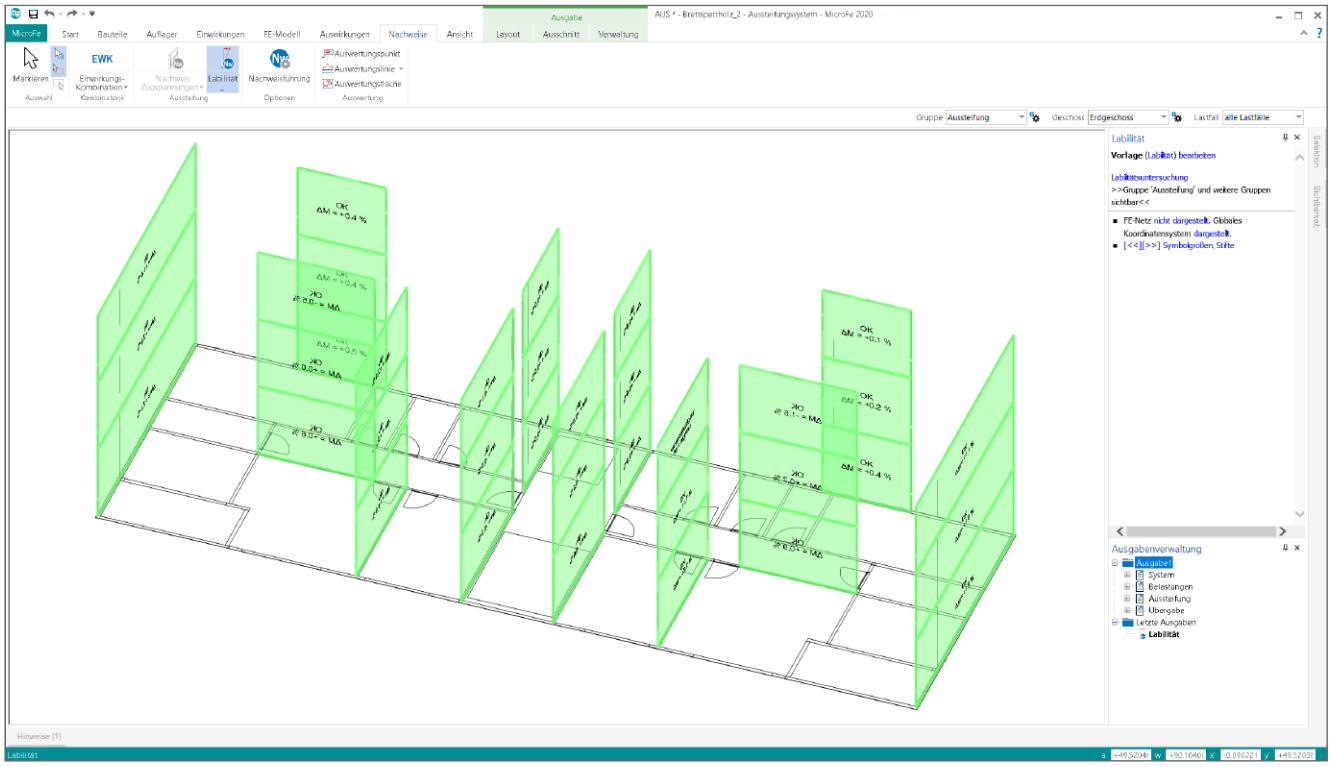
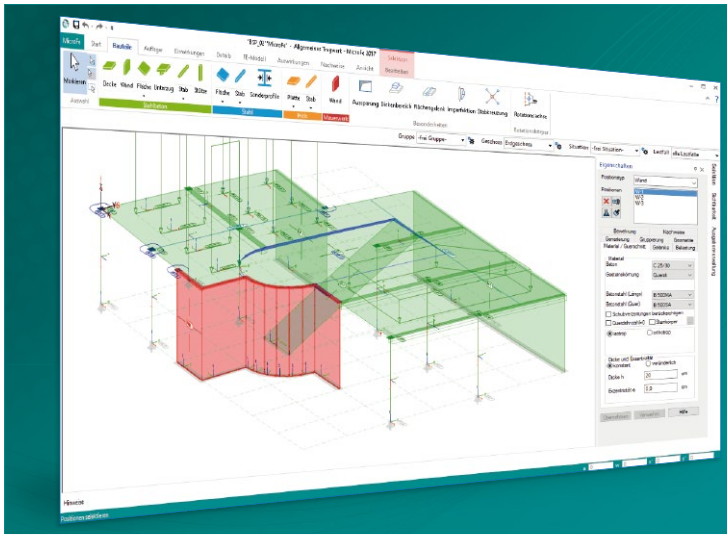


Bild 8. Grafische Ausgabe der Labilitätsuntersuchung

MicroFe 2020

Finite Elemente für die Tragwerksplanung



MicroFe – eines der ersten FEM-Systeme für die Tragwerksplanung – dient der Analyse und Bemessung ebener und räumlicher Stab- und Flächentragwerke. Es ist modular aufgebaut und zeichnet sich durch eine konsequent positionsorientierte Arbeitsweise aus. Spezielle Eingabemodi machen die Bearbeitung verschiedenster Tragsysteme (Platte, Scheibe, 3D-Faltwerk, Rotationskörper und Geschossbauten) besonders komfortabel.

MicroFe ist ein Bestandteil der mb WorkSuite. Die mb WorkSuite umfasst Software aus dem gesamten AEC-Bereich: Architecture. Engineering. Construction.

MicroFe 2020

für räumliche und ebene Systeme

Grundmodule

M100.de MicroFe 2D Platte – Stahlbeton-Plattensysteme — **1.490,- EUR**
EC 2 – DIN EN 1992-1-1:2011-01

M110.de MicroFe 2D Scheibe – Stahlbeton Scheibensysteme — **990,- EUR**
EC 2 – DIN EN 1992-1-1:2011-01

M120.de MicroFe 3D Faltwerk – Stahlbeton-Faltwerksysteme — **2.490,- EUR**
EC 2 – DIN EN 1992-1-1:2011-01

M130.de MicroFe 3D Aussteifung – Massivbau-Aussteifungssysteme — **1.990,- EUR**
EC 2 – DIN EN 1992-1-1:2011-01
EC 6 – DIN EN 1996-1-1:2010-12

Modul

M356.de Aussteifungstragwerke aus Brettsperrholz — **499,- EUR** statt 690,- EUR
EC 5 – DIN EN 1995-1-1:2010-12
Zusatzmodul zu M130.de

Pakete

MicroFe comfort 2020 — **3.990,- EUR**
MicroFe-Paket „Platten-, Scheiben- und Faltwerksysteme“
beinhaltet: M100.de, M110.de, M120.de und M161

PlaTo 2020 — **1.490,- EUR**
MicroFe-Paket „Platten“
beinhaltet: M100.de

Aktion!
Sonderpreise gültig bis 30.06.2020

© mb AEC Software GmbH. Alle Preise zzgl. Versandkosten und ges. MwSt. Für Einzelplatzlizenz Hardlock je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. Es gelten unsere Allg. Geschäftsbedingungen. Änderungen & Irrtümer vorbehalten. Unterstütztes Betriebssystem: Windows® 10 (64)
Stand: April 2020

mb AEC Software GmbH
Europaallee 14
67657 Kaiserslautern

Tel. +49 631 550999-11
Fax +49 631 550999-20
info@mbaec.de | **www.mbaec.de**

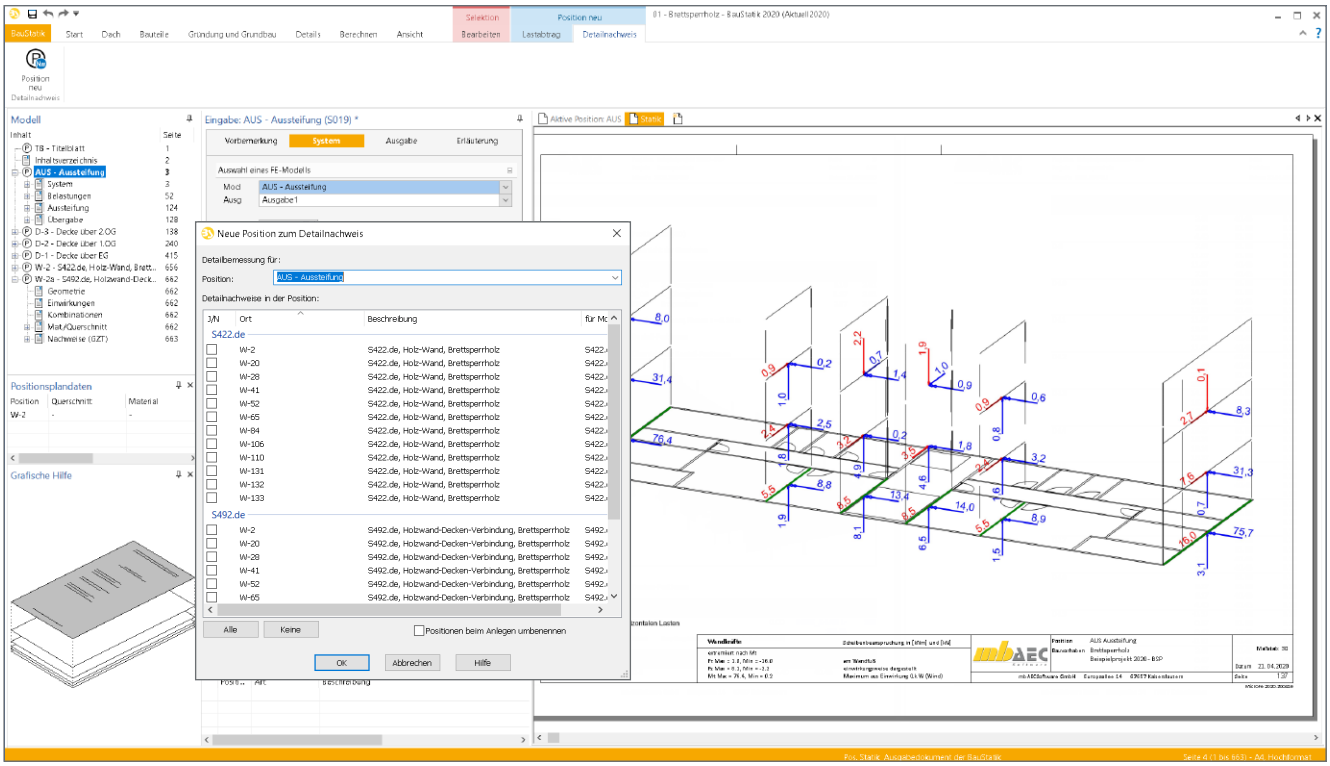


Bild 9. Wandpositionen zum Detailnachweis

Detailnachweise

Bemessung mit S422.de

Für die Bemessung der Brettsperrholz-Wände ist das BauStatik-Modul "S422.de Holz-Wand, Brettsperrholz" vorgesehen. Über Einbindung des Modells mit S019 in die BauStatik können aus M130.de Wandabmessungen, Materialien und Beanspruchungen infolge Horizontallasten übernommen werden. Übergeben werden die Scheiben- und Plattenbeanspruchungen am Wandfuß. Zugehörige Beanspruchungen infolge vertikaler Belastung können aus Plattenbemessungen per Lastabtrag ergänzt werden.

Bemessung mit S492.de

Für die Bemessung der Anschlüsse kann eine Übergabe der Beanspruchungen infolge Horizontallasten an das BauStatik-Modul „S492.de Holzwand-Decken-Verbindung" vorgenommen werden. Übergeben werden Vertikallast, Horizontallast in Scheiben- und Plattenrichtung und Scheibenmoment in der nachzuweisenden Fuge.

Sinah Guth M. Sc.
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

[1] DIN EN 1992-1-1:2011-01, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau

[2] Heuß, S.: Aussteifung unregelmäßiger Systeme, mb-news 6-2019

Preise und Angebote

M356.de Aussteifungstragwerke aus Brettsperrholz **699,– EUR**
Zusatzmodul zu M130.de
Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

M130.de MicroFe 3D Aussteifung – Massivbau-Aussteifungssysteme **1.999,– EUR**
Leistungsbeschreibung siehe www.mbaec.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: April 2020

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)

Preisliste siehe www.mbaec.de