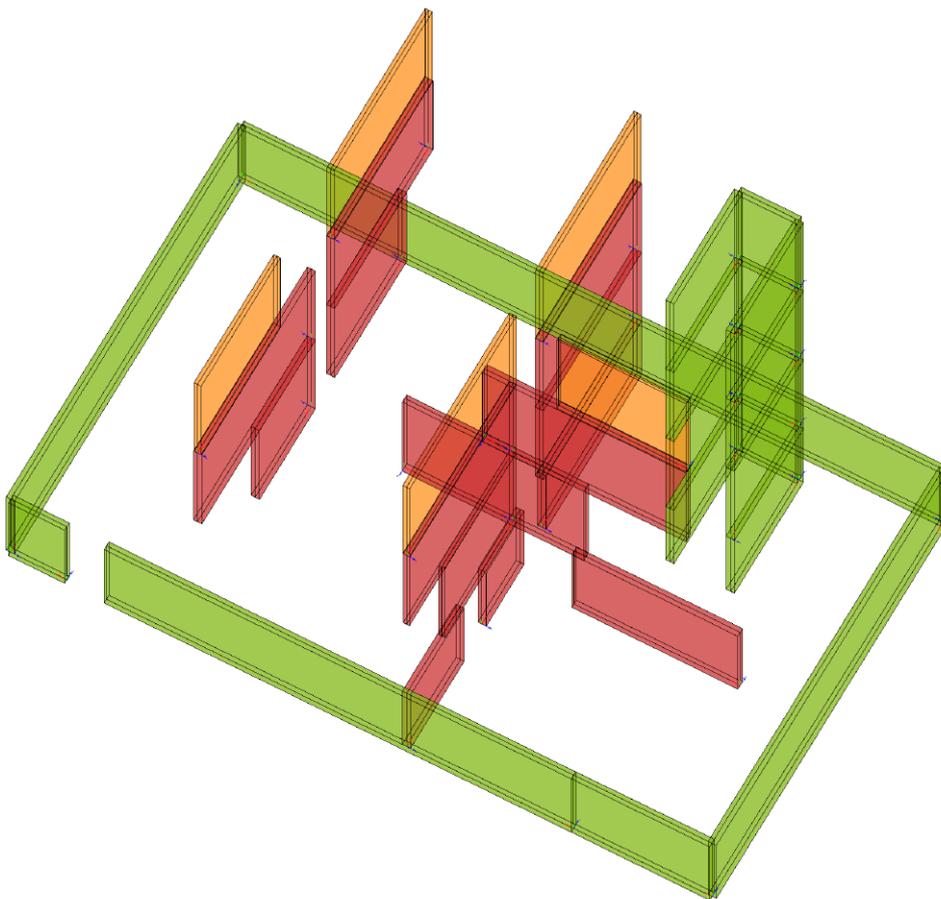


Sinah Guth M. Sc.

Beurteilung der Gebäudeaussteifung

Möglichkeiten zur Aussteifungsberechnung mit den Modulen U811.de Aussteifungssystem mit Lastverteilung (BauStatik) und M130.de MicroFe 3D Aussteifung

Die Aussteifung von Gebäuden ist für die Gesamtstandsicherheit eines Tragwerks von entscheidender Bedeutung. Für die Ermittlung und Verteilung horizontaler Belastungen stehen in der mb WorkSuite zwei Verfahren zur Verfügung, die sich in der Berechnungsmethode und den Anwendungsmöglichkeiten grundlegend unterscheiden. Im Artikel werden beide Verfahren vorgestellt sowie Unterschiede und Vorteile herausgearbeitet.



Allgemeines

Der Nachweis der Gebäudeaussteifung kann in der mb WorkSuite nach klassischem (vereinfachten) Verfahren mit dem BauStatik-Modul „U811.de – Aussteifungssystem mit Lastverteilung“ oder auf Grundlage der FE-Methode mit dem Grundmodul „M130.de MicroFe 3D Aussteifung – Massivbau-Aussteifungssysteme“ erfolgen. Beide Module verfolgen dasselbe Ziel: die Beurteilung der Aussteifung und die Verteilung der horizontalen Einwirkungen auf die aussteifenden Bauteile.

Die Entscheidung für eines der Verfahren hängt vor allem von den geometrischen Randbedingungen ab. Bei komplexen Tragstrukturen und Mischbauweisen stößt das klassische Verfahren an seine Anwendungsgrenzen. Die Anwendung der FE-Methode ist in solchen Fällen sinnvoll.

Der Artikel bietet eine Übersicht über die beiden Nachweisverfahren und deren konkrete Anwendung in der mb WorkSuite.

Beurteilung des Aussteifungssystems

Im Rahmen der Tragwerksplanung ist ein Aussteifungssystem innerhalb des Tragwerkes zu wählen, das in der Lage ist, alle horizontalen Einwirkungen sicher in den Baugrund zu übertragen. Für das gewählte Aussteifungssystem wird der Nachweis der Labilität nach DIN EN 1992 bzw. DIN EN 1996 erforderlich. Ziel der Labilitätsuntersuchung ist es, nachzuweisen, dass aufgrund ausreichender Steifigkeit des Systems die Verteilung der horizontalen Lasten mithilfe einer Berechnung nach Theorie I. Ordnung durchgeführt werden darf. In DIN EN 1992-1-1, 5.8.2(6) [1] wird hierfür folgendes Kriterium angegeben:

Die Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung dürfen vernachlässigt werden, wenn sie weniger als 10% der entsprechenden Auswirkungen nach Theorie I. Ordnung betragen.

Nachweisverfahren im BauStatik-Modul U811.de

Das vereinfachte Verfahren, das im BauStatik-Modul „U811.de“ angewendet wird, bildet dieses Kriterium mithilfe der sogenannten Aussteifungskriterien für Translation und Rotation nach DIN EN 1992-1-1, 5.8.3.3 [1] ab. Diese leiten sich aus dem statischen System einer elastisch eingespannten Kragstütze mit n_s Abschnitten ab.

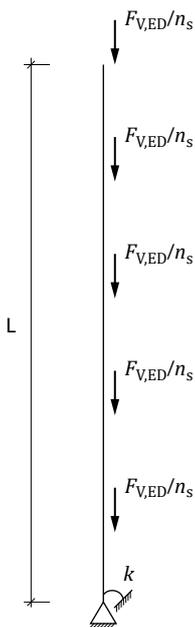


Bild 1. Ersatzsystem für die Aussteifungsberechnung

Zur Abschätzung der Zuwächse nach Theorie II. Ordnung wird der Erhöhungsfaktor nach Dischinger herangezogen.

$$\alpha = \frac{1}{1 - \frac{P}{P_{ki}}}$$

mit

P Last auf das Tragwerk

P_{ki} ideale Knicklast

Die oben genannte Bedingung für den Entfall der Nachweise nach Theorie II. Ordnung ist für $\alpha \leq 1,10$ erfüllt. Somit ergibt sich:

$$P \leq \frac{0,1}{1,1} \cdot P_{ki} = 0,091 \cdot P_{ki}$$

Nach DIN EN 1992-1-1, Anhang H, Gl. (H.1) wird auf $P \leq 0,1 \cdot P_{ki}$ gerundet.

Die ideale Knicklast des angenommenen Ersatzsystems wird in (H.2) angegeben zu:

$$\begin{aligned} P_{ki} &= \frac{\pi^2 \cdot \sum EI}{\beta^2 \cdot L^2} \\ &= F_{V, BB} = \frac{\pi^2}{(1,12 \cdot \sqrt{\frac{n_s + 1,6}{n_s}} \cdot (1 + 0,7 \cdot k)) \cdot L^2} \cdot \sum EI \\ &= 7,8 \cdot \frac{n_s}{n_s + 1,6} \cdot \frac{1}{1 + 0,7 \cdot k} \cdot \frac{\sum EI}{L^2} \end{aligned} \quad (\text{H.2})$$

mit

k bezogene Steifigkeit der Einspannung

$F_{V, BB}$ globale nominale Grenzlast für globale Biegung, entspricht P_{ki}

Folgende Randbedingungen gelten für das Ersatzsystem:

volle Einspannung

$$k = 0$$

gerissener Beton

$$EI = 0,4 \cdot E_{cd} \cdot I_c$$

Durch Einsetzen der Randbedingungen und Auflösen entsprechend Gl. (5.18) ergibt sich das Aussteifungskriterium für Translation zu:

$$\frac{F_{V, Ed} \cdot L^2}{\sum E_{cd} I_c} \leq 0,31 \cdot \frac{n_s}{n_s + 1,6}$$

Für Systeme, deren Schubmittelpunkt und Grundrissmittelpunkt nicht übereinstimmen, ist darüber hinaus das Aussteifungskriterium für die Rotation nach DIN EN 1992-1-1/NA, NA.5.18.1 [2] zu überprüfen. Weitere Informationen hierzu können [8] entnommen werden.

Nachweisverfahren im MicroFe-Modul M130.de

Im Gegensatz zu dem BauStatik-Modul U811.de, in dem lediglich die aussteifenden Elemente modelliert werden, erfolgt im MicroFe-Modul M130.de eine 3D-Berechnung des Gesamtsystems. Es erfolgt eine vollständige Modellierung des Tragwerks inklusive der nicht an der Aussteifung beteiligten Bauteile. Dies ermöglicht es, die Auswirkungen nach Theorie II. Ordnung am Gesamtsystem zu ermitteln und das Kriterium nach DIN EN 1992-1-1, 5.8.2(6) [1] zu untersuchen.

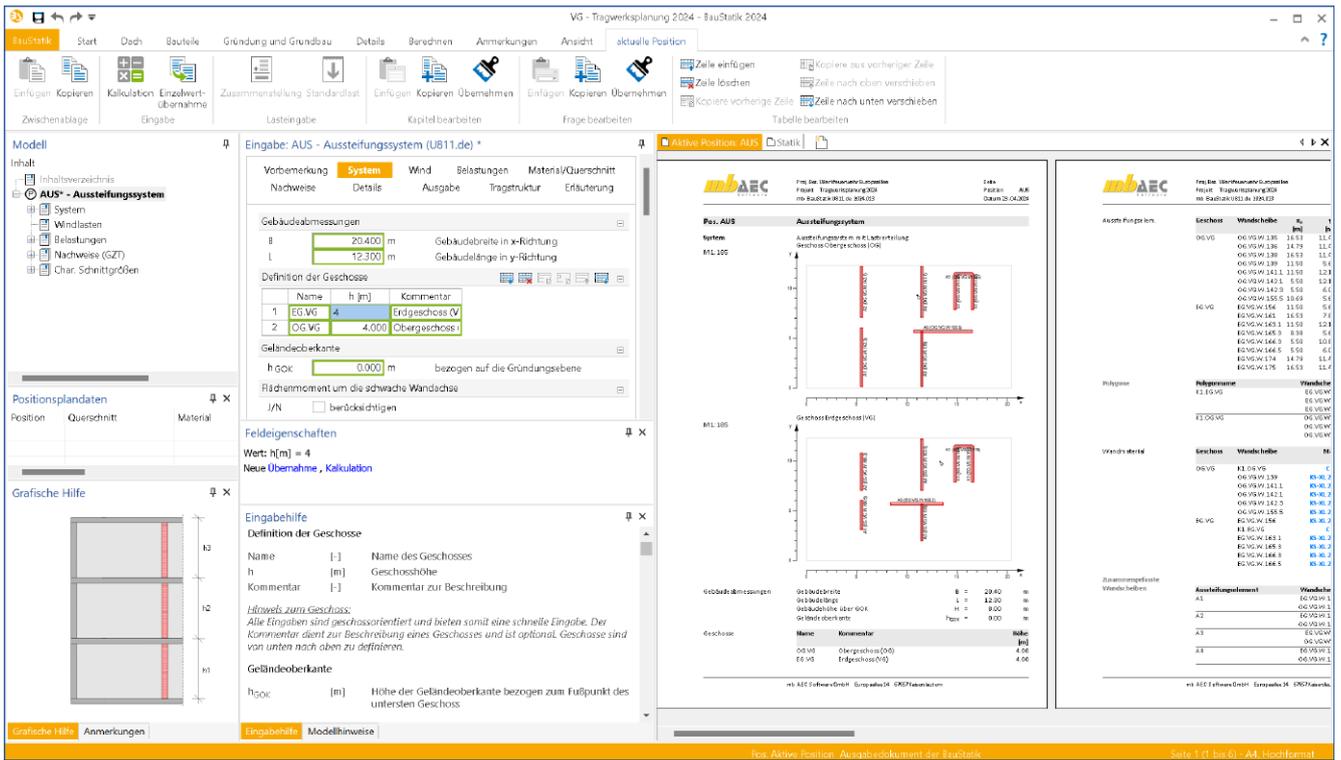


Bild 2. Aussteifungsberechnung mit BauStatik-Modul U811.de

Im Modul M130.de werden als bemessungsmaßgebende Auswirkungen die Momente am Wand- und Stützenfuß betrachtet. Es erfolgt ein Vergleich der Einspannmomente nach Theorie I. Ordnung und der Einspannmomente nach Theorie II. Ordnung. Ist der Zuwachs kleiner als 10%, wird der Nachweis als erfüllt betrachtet. Die Dokumentation erfolgt tabellarisch als Gegenüberstellung aller Momente nach Theorie I. Ordnung und nach Theorie II. Ordnung. Eine schnelle Übersicht erhält man mit der grafischen Ausgabe. Hier werden die Aussteifungsbauteile, deren Schnittgrößenzuwachs größer 10% ist, rot gekennzeichnet. Bauteile mit Zuwächsen kleiner 10% werden grün dargestellt.

Für Stützen- und Wandbauteile wird in den Positionseigenschaften im Register „Aussteifung“ festgelegt, ob sich diese am Abtrag der Horizontallasten beteiligen sollen. 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. Diese umfassen Gelenkdefinitionen und Steifigkeitsabminderungen.

Im Regelfall ist bei Stahlbetonbauteilen von gerissenen Querschnitten im Zustand II auszugehen. Gemäß DIN EN 1992-1-1, Anhang H, Gl. (H.3) [1] kann dies berücksichtigt werden, indem der E-Modul mit dem Faktor 0,4 multipliziert wird. Falls nachgewiesen werden kann, dass der Querschnitt im Grenzzustand der Tragfähigkeit ungerissen bleibt, darf der Faktor auf 0,8 erhöht werden. Ein Querschnitt darf gemäß DIN EN 1992-1-1/NA, 5.8.3.3 Anmerkung 3 [2] als ungerissen angenommen werden, wenn die Betonzugspannungen

den Wert f_{ctm} nicht überschreiten. Im Modul M130.de werden demzufolge für alle Wände, die als ungerissen definiert werden, Spannungsnachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit geführt und somit die Zulässigkeit der Annahme nachgewiesen.

Imperfektionen infolge ungewollter Schiefstellung werden in der Regel als horizontale Ersatzlasten in Deckenebene angenommen. Hierfür wird im Grundmodul „M130.de“ ein eigener Lasttyp angeboten, der die Ersatzlasten aus den im Tragwerk eingetragenen Vertikallasten automatisch ermittelt.

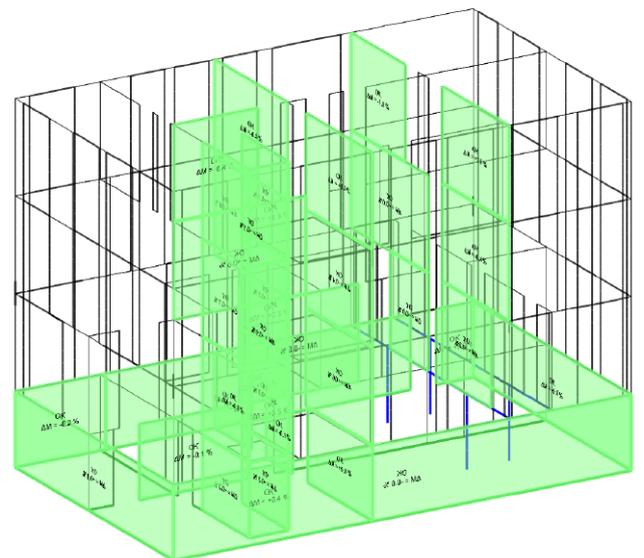


Bild 3. Grafische Ausgabe der Labilitätsuntersuchung

Ermittlung der Aussteifungslasten

Verteilung auf Grundlage der Biegesteifigkeiten

Die Aufteilung der Horizontallasten erfolgt in U811.de auf Grundlage der Biegesteifigkeiten der Aussteifungsbauteile. Es wird ein Translations- und ein Rotationsanteil der H-Last je Scheibe bestimmt. Der resultierende Lastanteil ergibt sich aus der Summe der beiden vorgenannten Anteile.

Bauteilnachweise lassen sich komfortabel per Detailnachweis aus U811.de für die Module S420.de, S421.de, S442.de, S443.de und U450.de ableiten.

Verteilung mithilfe der Finite-Elemente-Methode

Die Spannungen an den Wandköpfen und -füßen werden in M130.de als resultierende Kräfte und Momente zusammengefasst. In der grafischen Ausgabe wird zwischen Scheiben- und Plattenbeanspruchung unterschieden. Die Ausgabe der Scheibenbeanspruchung beinhaltet dabei die Normalkraft, die Querkraft und das Moment in Scheibenrichtung. Die Ausgabe der Plattenbeanspruchung beinhaltet das Moment um die schwache Wandachse, das Torsionsmoment und die Querkraft in Plattenrichtung.

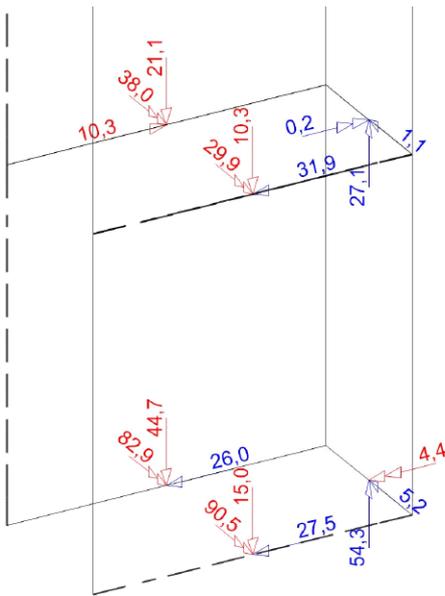


Bild 4. Grafische Ausgabe der Scheibenbeanspruchung eines Stahlbetonkerns am Wandfuß

Für die Nachweisführung der einzelnen Bauteile werden die spezialisierten Module der BauStatik eingesetzt. Alle geometrischen Informationen werden bauteilorientiert zur Übernahme angeboten. Ebenso werden aus dem Aussteifungssystem die Schnittgrößen für den Bauteilnachweis übertragen (Momente, Schubkräfte und Normalkräfte), die aus den horizontal auf das Tragwerk wirkenden Belastungen entstehen. Um das Lastniveau zu komplettieren, sind die vertikalen Belastungen je Bauteil, z.B. aus den Berechnungen der Geschossdecken, zu übernehmen.

Für die folgenden Module werden Detailübergaben angeboten: S420.de, S421.de, S422.de, S423.de, S442.de, S443.de, U403.de, U411.de und U412.de.

Vorteile der FE-Methode gegenüber der klassischen H-Lastverteilung

Randbedingungen der klassischen

Berechnungsmethode

Grundgedanke des klassischen Berechnungsverfahrens ist die Rückführung des Aussteifungssystems auf eine Reihe gekoppelter eingespannter Kragstützen mit konstanter Steifigkeit über alle Geschosse. In der Praxis werden diese Voraussetzungen aufgrund architektonischer Vorgaben selten erfüllt. Komplexe Tragstrukturen sind zunehmend gängig. Erdgeschosse mit Ladenlokalen, Staffelgeschosse oder Tiefgaragen mit von den Regelgeschossen abweichenden Grundrissen oder der Materialwechsel von Mauerwerkswänden in den Obergeschossen auf Stahlbeton-Wände in den unteren Geschossen.

In solchen Fällen ist man bei Anwendung des vereinfachten Verfahrens gezwungen, mit auf der sicheren Seite liegenden Annahmen eine Abschätzung der Steifigkeiten vorzunehmen. Das Modul U811.de bietet folgende Näherungen an:

- **Translationssteifigkeit:** Das Modul ermittelt ein Ersatzsystem mit konstanter Biegesteifigkeit über alle Geschosse. Das Ersatzsystem weist die gleichen Kopfverformungen wie das reale System auf.
- **Rotationssteifigkeit:** Die Torsionssteifigkeiten werden aus einem repräsentativen Geschoss abgeleitet. Optional kann entweder das Geschoss mit der geringsten Steifigkeit vom Modul gewählt werden oder der Anwender legt ein bestimmtes Geschoss fest.

Grenzen der klassischen Lastverteilung auf Grundlage der Biegesteifigkeiten

Bei der Lastverteilung auf Grundlage der Biegesteifigkeiten wird von einer festen Einspannung der Aussteifungselemente und einer Vernachlässigung der Wölbsteifigkeit der Einzelquerschnitte ausgegangen, d.h. es treten keine Normalspannungen infolge Wölbkrafttorsion in den Querschnitten der Aussteifungsbauteile auf. Die Annahme von Kragstützen ist dann zutreffend, wenn die Querschnittsabmessungen (Grundriss) im Verhältnis zur Stablänge (Gebäudehöhe) relativ klein sind. D.h. je gedrungener die Konstruktion ist, desto stärker stellt sich ein Schubtragverhalten ein, welches zu abweichenden Lastanteilen in den Aussteifungsbauteilen führen würde.

Split-Level-Bauweise und Aussteifungsbauteile mit unterschiedlichen Höhen

Als weitere Einschränkung des klassischen Verfahrens ist die Berechnung von Konstruktionen mit in unterschiedlichen Höhen angreifenden Deckenscheiben (Split-Level-Bauweise) oder von Tragwerken mit unterschiedlich hohen Aussteifungselementen zu nennen. Diese Bauweisen sind mit der Lastverteilung auf Grundlage der Biegesteifigkeiten nicht nachweisbar, da die Höhen der einzelnen Aussteifungselemente bei der Lastverteilung nicht berücksichtigt werden. Bei einer Lastverteilung auf zwei Wände mit gleichem Querschnitt aber unterschiedlicher Höhe würde die niedrigere Wand einen größeren Lastanteil erhalten, da diese wesentlich steifer ist. Die Aufteilung auf Grundlage der Biegesteifigkeiten liefert jedoch gleiche Lastanteile für beide Wände.

Erdbebenuntersuchung

In DIN EN 1998-1-1, 4.2.3.1 [3] werden Regelungen für zulässige Vereinfachungen für die Erdbebenberechnung angegeben. Demnach ist das vereinfachte Antwortspektrenverfahren in einem ebenen Berechnungsmodell nur für Gebäude mit regelmäßigem Grund- und Aufriss zulässig. Unregelmäßigkeiten im Grundriss erfordern die Verwendung des multimodalen Antwortspektrenverfahrens, das in der mb WorkSuite im Modul M130.de verfügbar ist. Unregelmäßigkeiten im Aufriss erfordern nach Absatz 4.2.3.1 die Untersuchung eines räumlichen Modells, was ebenfalls die Verwendung der FE-Methode voraussetzt.

Regelmäßig		Zulässige Vereinfachung		Verhaltensbeiwert (für lineare Berechnung)
Grundriss	Aufriss	Modell	Linear-elastische Berechnung	
Ja	Ja	Eben	Vereinfacht ^a	Referenzwert
Ja	Nein	Eben	Modal	Abgemindert
Nein	Ja	Räumlich ^b	Vereinfacht ^a	Referenzwert
Nein	Nein	Räumlich	Modal	Abgemindert

^a Falls die Bedingungen von 4.3.3.2.1(2)a) ebenfalls erfüllt ist

^b Unter den besonderen Bedingungen von 4.3.3.1(8) darf ein eigenes ebenes Modell in jeder der beiden Horizontalrichtungen verwendet werden, nach 4.3.3.1(8).

Bild 5. Auswirkungen der konstruktiven Regelmäßigkeit auf die Erdbebenberechnung und -auslegung (Tabelle 4.1 [3])

Vorteile einer Finite-Elemente-Berechnung

Die oben genannten Vereinfachungen gelten bei einer Berechnung mit dem Modul M130.de nicht. D.h. es gibt keine Einschränkungen bzgl. der Wahl des Aussteifungssystems.

Das tatsächliche statische System wird wirklichkeitsgetreu erfasst. Die Schnittgrößen werden am Gesamtsystem berechnet und somit auch der Einfluss der Steifigkeitsverteilung in Stab-längsrichtung über die Geschosse hinweg korrekt erfasst. Die Entscheidung, ob die Lasten vom Tragwerk vorwiegend auf Biegung oder Schub abgetragen werden, muss nicht im Vorfeld bei der Wahl der Berechnungsmethode getroffen werden, sondern ist Ergebnis der Berechnung und spielt somit in der praktischen Anwendung des Moduls keine Rolle.

Grundmodul M130.de und Erweiterungsmodule

Das Grundmodul „M130.de MicroFe 3D Aussteifung – Massivbau-Aussteifungssysteme“ ist ausreichend für die Modellierung, Berechnung und Nachweisführung des Aussteifungssystems. Darüber hinaus gehört zum Leistungsumfang die praxisingerechte Aufbereitung und Dokumentation der Aussteifungslasten, die auf die aussteifenden Wände bzw. Wandnachweise anzusetzen sind.

Zusätzliche MicroFe-Module sind zunächst nicht erforderlich. Sie können jedoch als Erweiterungen den Eingabekomfort z.B. bei den Lasten steigern oder bei der Nachweisführung der aussteifenden Bauteile helfen.

Erweiterungsmodule für den Holzbau

Mit dem Modul „M356.de Aussteifungstragwerke aus Brettsperrholz“ steht zusätzlich zu den Materialien Stahlbeton, Stahl und Mauerwerk auch Brettsperrholz zur Verfügung. Die exakte Abbildung des komplexen orthotropen Tragverhaltens liefert eine wirklichkeitsnahe Erfassung der Steifigkeits- und Lastverteilung. Die Brettsperrholzquerschnitte stehen in allen flächigen Elementen, d.h. Decke, Wand und allgemeine Fläche, zur Verfügung. Eine ausführliche Beschreibung ist in [4] zu finden.

Mit dem Modul „M357.de Aussteifungstragwerke aus Holz-Ständerwänden“ wird die Palette der Bauteilpositionen um die Holz-Ständerwand erweitert. Das Tragverhalten einer Wand in Rahmenbauweise wird durch das Zusammenwirken der Einzelbestandteile Rippen, Beplankung und Verbindungsmittel bestimmt. In MicroFe wird das vom Wandaufbau abhängige Tragverhalten auf ein ebenes Schalenelement mit orthotropem Materialverhalten übertragen. Weitere Informationen können [5] entnommen werden.

Komplettiert werden die Holzbauteile mit den Holzwerkstoffen für alle flächigen Bauteile. Diese stehen für die Aussteifungsberechnung mit dem Erweiterungsmodul „M358.de Aussteifungstragwerke aus Holzwerkstoff“ zur Verfügung und umfassen die Werkstoffe Furnierschichtholz, Sperrholz, OSB-Platten und kunstharzgebundene Spanplatten. Für weiterführende Informationen wird auf den mb-news-Beitrag [6] verwiesen.



Bild 6. Bauteilpositionen der Gruppe Holz in M130.de

Weitere Zusatzmodule

Eine wertvolle Unterstützung bei der Lasteingabe bietet das Modul „M031.de Lastmodell Gebäudehülle“. Die Lasten aus Gebäudehülle setzen sich aus Schneelasten auf Dachflächen, Windlasten auf Dach- und Außenwandflächen, aber auch zusätzliche Eigenlasten aus Dachaufbau und Fassade zusammen. Für die Dachformen Flachdach, Pultdach, Satteldach sowie freistehendes Pult- und Satteldach wird mit geringem Eingabeaufwand eine vollständige und normgerechte Lastermittlung erzielt. Die automatische Lastverteilung der Windlasten auf die Deckenränder bietet sich an, um eine Verteilung der Lasten über die Deckenscheiben in die Aussteifungselemente zu erzielen.

Für die Labilitätsuntersuchung in M130.de wird eine Berechnung nach Theorie II. Ordnung durchgeführt. Voraussetzung für diese Berechnung ist eine ausreichende Systemstabilität. Das Modul „M511.de Stabilitätsuntersuchung“ kann als nützliches Werkzeug verwendet werden, um Stellen mit zu geringer Knicksicherheit im Aussteifungssystem zu finden. Instabile Bauteile können somit schnell lokalisiert werden.

Mit dem Zusatz-Modul „M513.de Erdbebenuntersuchung für MicroFe und EuroSta“ steht ein leistungsfähiges Werkzeug zur Erdbebenanalyse beliebiger Tragwerke zur Verfügung. Im Vergleich zu vereinfachten Berechnungen sind bei der Anwendung des multimodalen Antwortspektrenverfahrens keine geometrischen Randbedingungen einzuhalten. Als Voraussetzung für die Erdbebenuntersuchung ist das Modul „M510 Grundfrequenz, Grundswingformen“ für die dynamische Analyse erforderlich.

Fazit

Liegt ein regelmäßiger Grundriss über alle Geschosse vor, kann das klassische, vereinfachte Verfahren genutzt werden, das im BauStatik-Modul „U811.de“ hinterlegt ist. Zur Beurteilung der Aussteifung werden nur die aussteifenden Wandbauteile benötigt. Dank der Möglichkeit zur automatischen Windlastermittlung und der Übernahme von Erdbebenlasten sowie Imperfektionen in Form von horizontalen Ersatzlasten aus den Modulen S033.de und S032.de ist das Aussteifungssystem rasch modelliert. Für einfache regelmäßige Systeme ist das Modul U811.de aufgrund des geringeren Eingabeaufwands vorteilhaft.

Bauweise	U811.de	M130.de
Regelmäßiger Grundriss über alle Geschosse	✓	✓
Unterschiedliche Steifigkeiten je Geschoss	○	✓
Lagerung auf Stützen	○	✓
Materialwechsel (Stahlbeton, Mauerwerk, Brettsper Holz, Holztafelbau)	✗	✓
H-, C-, I-, X-förmige Grundrisse	✗	✓
Lange Wände (Schubverformungen)	✗	✓
Split-Level-Bauweise	✗	✓
Unterschiedliche Gründungsniveaus	✗	✓
Unterschiedliche Höhe der Wände	✗	✓
Multimodales Antwortspektrenverfahren	✗	✓

- ✓ Berechnung möglich
- Berechnung mit Einschränkungen möglich
- ✗ Berechnung nicht möglich

Werden die Anwendungsgrenzen des vereinfachten Verfahrens nicht erfüllt, ermöglicht das MicroFe-Grundmodul „M130.de“ die Nachweisführung des Aussteifungssystems. Dank der Berechnung nach der FE-Methode ist als Anwendungsgrenze nur eine ausreichende Systemstabilität erforderlich. Erweiterungsmodul für Brettsper Holz, Holzwerkstoffe und Holzständerwände komplettieren die Werkstoffpalette. Die Aussteifungsberechnung von Mischsystemen und unregelmäßigen Grundrissen lässt sich somit bewerkstelligen.

Liegt zu dem Tragwerk ein Strukturmodell vor, können für beide Nachweismethoden im StrukturEditor mit wenigen Klicks Berechnungen abgeleitet werden. Die Festlegung des Aussteifungssystems erfolgt zentral im Strukturmodell.

Für beide Varianten lassen sich Übergaben an die Wandmodule per Detailnachweis oder mithilfe des StrukturEditors erzeugen. Dabei werden Wandlänge, -höhe, -querschnitt sowie Material und Belastung übernommen.

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] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04, Eurocode 2: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- [3] DIN EN 1998-1:2010-12, Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung EN 1998-1:2004 + AC:2009
- [4] Guth, S.: Gebäudeaussteifung mit Brettsper Holz. mb-news 3-2020
- [5] Guth, S.: Aussteifungsberechnung mit Holz-Ständerwänden. mb-news 5-2022
- [6] Guth, S.: Holzwerkstoffe in MicroFe. mb-news 5-2023
- [7] Heuß, S.: Aussteifung unregelmäßiger Systeme. mb-news 6-2019
- [8] Heuß, S.: Aussteifungsberechnung optimiert. mb-news 6-2018

Preise und Angebote

BauStatik
U811.de Aussteifungssystem mit Windlastverteilung – EC 1, DIN EN 1991-1-4:2010-12
 Weitere Informationen unter <https://www.mbaec.de/modul/U811de>

MicroFe
M130.de MicroFe 3D Aussteifung - Massivbau-Aussteifungssysteme – EC 2, DIN EN 1992-1-1:2011-01
 Weitere Informationen unter <https://www.mbaec.de/modul/M130de>

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: Mai 2024

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

Preisliste: www.mbaec.de