

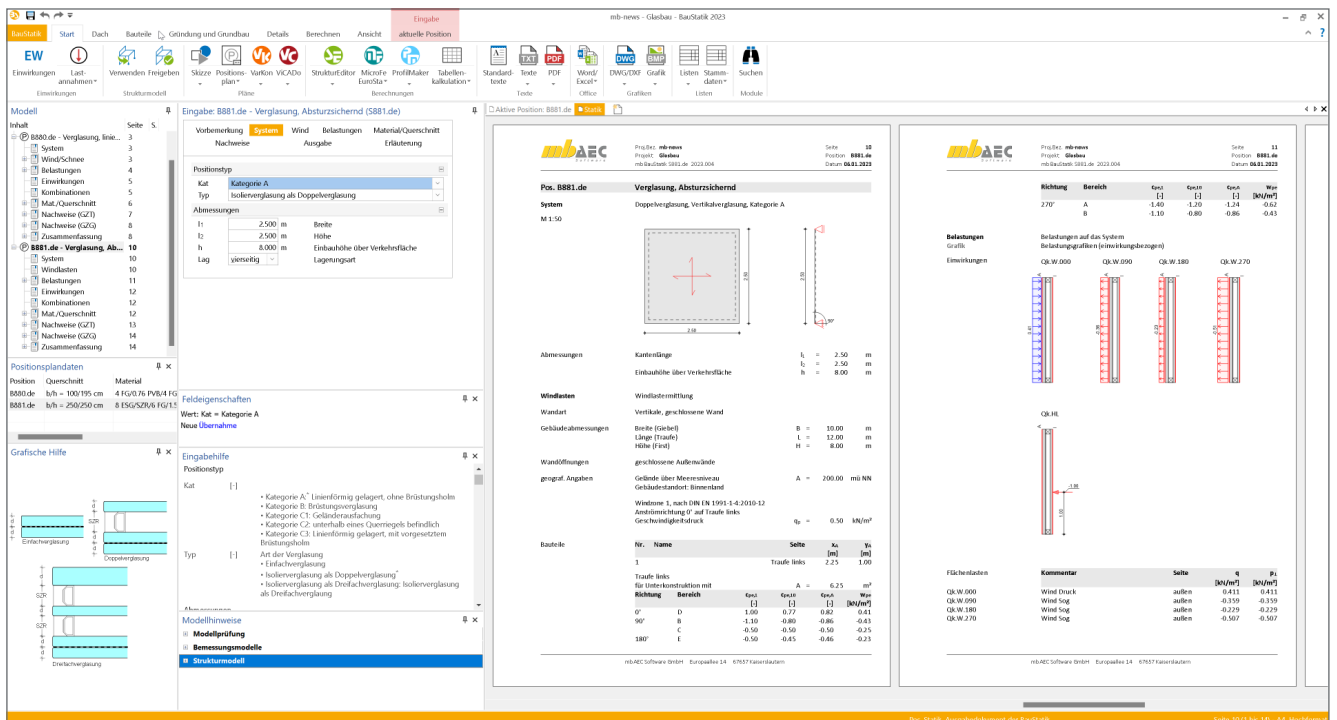
Dipl.-Ing. Thomas Blüm

Absturzsichernde Verglasungen

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls

S881.de Absturzsichernde Verglasung, linienförmig gelagert

Das Modul S881.de berechnet vertikale Verglasungen auf der Grundlage der DIN 18008-4, die Personen auf Verkehrsflächen gegen Absturz sichern. Es können Verglasungen der Kategorien A, B und C nachgewiesen werden, die an mindestens zwei gegenüberliegenden Seiten linienförmig gelagert sind. Berechenbar sind Einfach-, Doppel- und Dreifachverglasungen.



System

Zur Systembeschreibung sind zunächst die Kategorie und der Verglasungstyp zu wählen. Die Kategorien sind folgendermaßen unterteilt:

Kategorie A

Linienförmig gelagerte Verglasungen nach DIN 18008-2 und -3, die keinen tragenden Brüstungsriegel oder vorgesetzten Holm besitzen. Die horizontalen Belastungen müssen von der Verglasung abgetragen werden.

Einfachverglasungen dürfen nur aus Verbund-Sicherheitsglas (VSG) hergestellt werden. Mehrscheibenisolierverglasung (MIG) muss auf der stoßzugewandten Seite aus Verbund-Sicherheitsglas (VSG) oder Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) bestehen.

Kategorie B

Unten eingespannte linienförmig gelagerte Brüstungsverglasungen mit durchgehendem Handlauf. Es darf nur VSG verwendet werden.

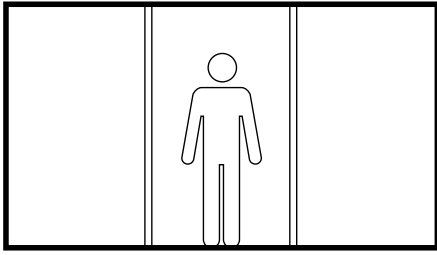
Kategorie C

- C1: Geländerausfaltungen
- C2: unterhalb eines lastabtragenden Querriegels befindliche linienförmig gelagerte Vertikalverglasung
- C3: Verglasung der Kategorie A mit vorgesetztem lastabtragendem Holm

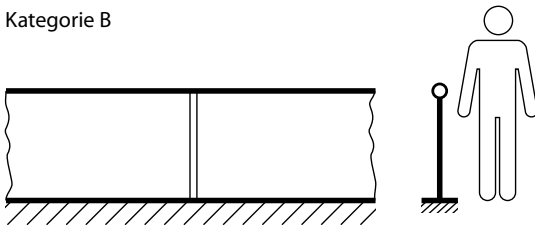
Einfachverglasungen dürfen nur in VSG ausgeführt werden. Als Ausnahme davon dürfen allseitig gelagerte Einfachverglasungen in Kategorie C1 oder C2 auch aus ESG bestehen.

MIG der Kategorie C1 oder C2 muss auf der Angriffsseite aus VSG oder ESG bestehen. Für die Kategorie C3 gelten die gleichen Regelungen wie für Kategorie A.

Kategorie A



Kategorie B



Kategorie C

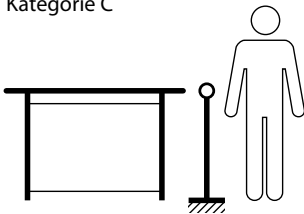


Bild 1. Beispiele für Kategorie A, Kategorie B und Kategorie C

Bei den Verglasungstypen stehen folgende Aufbauten zur Verfügung:

- Einfachverglasung
- Isolierglas als Doppelverglasung
- Isolierglas als Dreifachverglasung

Weiter werden Kantenlängen und Lagerungsart eingegeben. Abhängig von den vorher getroffenen Festlegungen und dem gewählten Scheibenaufbau wird die Zulässigkeit der gewählten Konstruktion gemäß DIN 18008-4 [3] programmseitig überprüft.

Belastungen

Die Glasscheiben sind für die Einwirkungen Wind, Holmlast und ggf. Klimlasten zu bemessen.

Die Windlasten können automatisch nach DIN EN 1991-1-4 ermittelt werden. Dabei können unterschiedliche Lagen der Verglasung im Gebäude vorgegeben werden. Die Windlasten können sowohl für offene (Wind innen und außen) als auch für geschlossene Baukörper (Wind nur außen) ermittelt werden. Der Nachweis erfolgt dann mit den extremalen Windlasten.

Zusätzlich zur automatischen Windlastermittlung ist es möglich, die Scheiben mit Gleichflächenlasten beliebiger Einwirkungen zu beaufschlagen. Absturzsichernde Verglasungen sind abhängig von Kategorie, Einbauort und Funktion mit Horizontallasten in Holmhöhe (Holmlasten) nachzuweisen.

Die Rechenwerte für klimatische Einwirkungen und der resultierende isochore Druck p_0 können programmseitig nach Tabelle 3 der DIN 18008-1 [1] berücksichtigt werden. Alternativ können diese Werte durch manuelle Vorgaben selbst festgelegt werden.

Vorbemerkung	System	Wind	Belastungen	Material/Querschnitt
Nachweise		Ausgabe		Erläuterung
Klimalasten				
J/N	<input checked="" type="checkbox"/> ansetzen			
EW	Qk.KL - Kli			zugehörige Einwirkung
	<input checked="" type="radio"/> nach Norm			
	<input type="radio"/> manuell vorgeben			
Lasteingabe 01				
Art	Holmlast			
Linienlast				
Kom				Kommentar
a	1.000	m		Lastangriff
Ort	innen			Auswahl Lastangriffsseite
	EW	q [kN/m]		
1	Qk.HL - Hc	-1.000		
Lasteingabe 02				
Art				

Bild 2. Eingabekapitel „Belastungen“

Material/Querschnitt

Für den gewählten Positionstyp (Einfachverglasung, Isolierglas als Doppelverglasung, Isolierglas als Dreifachverglasung) ist der Scheibenaufbau zu definieren. Die Scheiben können aus Einscheibenglas, aus Verbundglas (VG) oder Verbund-sicherheitsglas (VSG) bestehen. Dabei sind alle Kombinationen möglich, die gemäß DIN 18008-4 [3] zulässig sind. Die Überprüfung der Konformität mit der DIN 18008-4 [3] erfolgt programmseitig.

Zur Definition der Verglasung stehen nachfolgende Glas-erzeugnisse zur Verfügung:

- Floatglas
- Gussglas
 - poliertes Drahtglas
 - Ornamentglas
 - Drahtornamentglas
- Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG), Kalk-Natronsilikatglas und Borosilikatglas aus
 - Floatglas
 - emailliertem Floatglas
 - gezogenem Floatglas
 - Ornamentglas
- Teilvorgespanntes Glas (TVG) aus
 - Floatglas
 - emailliertem Floatglas
 - gezogenem Floatglas
 - Ornamentglas
- Verbund-Sicherheitsglas (VSG)
- Verbundglas (VG)

Je nach gewünschtem Scheibenaufbau werden die erforderlichen Eingabedaten abgefragt.

Nachweise

Bei Isolierverglasungen werden die Lastanteile auf die einzelnen Scheiben nach Feldmeier [4] ermittelt. Es wird dabei beachtet, dass sich ggf. vorhandene VSG-Scheiben in den Zuständen „voller Verbund“ und „kein Verbund“ befinden können.

Das Modul S881.de bildet alle Zustände ab (bis zu acht Zustände bei Dreifachverglasung) und ermittelt den Zustand, der die maximale Beanspruchung für die Einzelscheibe erzeugt.

Die Berechnung und Bemessung von Bauteilen aus Glas erfolgt nach dem Teilsicherheitskonzept. Der Nachweis der Spannungen wird also als Vergleich der Bemessungswerte der Einwirkungen mit Bemessungswerten der Festigkeiten geführt. Der Bemessungswert der Festigkeiten wird nach DIN 18008-1 [2] Gl. (2) und (3) ermittelt. Dabei sind in Abhängigkeit der Klasse der Lasteinwirkungsdauer (KLED) die k_{mod} -Werte nach Tabelle 6 [2] zu berücksichtigen.

Einwirkungsdauer	Beispiele	k_{mod}
ständig	Eigengewicht, Ortshöhendifferenz	0,25
mittel	Schnee, Temperaturänderung und Änderung des meteorologischen Luftdrucks	0,40
kurz	Wind, Holmlast	0,70

Tabelle 1. DIN 18008-1, Tabelle 6 [1]

$\sigma_{Rd} = \frac{k_{mod} \cdot k_c \cdot f_k \cdot f_1}{\gamma_M}$	
mit	
k_{mod}	Modifikationsbeiwert <ul style="list-style-type: none"> für ESG und TVG gilt: $k_{mod} = 1,0$ für andere Erzeugnisse gilt DIN 18008-1 [1], Tabelle 6
k_c	Beiwert zur Berücksichtigung der Konstruktionsart <ul style="list-style-type: none"> für ESG und TVG gilt: $k_c = 1,0$ für andere Erzeugnisse gilt $k_c = 1,8$
f_k	charakteristischer Wert der Biegezugfestigkeit
γ_M	Materialteilsicherheitsbeiwert <ul style="list-style-type: none"> für ESG und TVG gilt: $\gamma_M = 1,5$ für andere Erzeugnisse gilt $\gamma_M = 1,8$
f_1	Erhöhungsfaktor <ul style="list-style-type: none"> für Verbundglas und Verbund-sicherheitsglas gilt: $f_1 = 1,1$ für andere Verglasungen gilt: $f_1 = 1,0$

Die maximalen Hauptzugspannungen werden aus den zu untersuchenden Lastkombinationen ermittelt und den Bemessungswerten der DIN 18008-2 [2] gegenübergestellt.

Außer dem planmäßigen Zustand wird bei Glasbrüstungen der Kategorie B zusätzlich eine außergewöhnliche Bemessungssituation mit dem Ausfall einer beliebigen Scheibe des VSG-Pakets untersucht.

Nachweis der Tragfähigkeit unter stoßartigen Einwirkungen

Die DIN 18008-4 [3] fordert, neben dem statischen Nachweis, einen Nachweis unter stoßartiger Belastung. Hierzu stehen in der Norm drei gleichberechtigte Nachweisverfahren.

Im Modul S881.de kann zwischen zwei Verfahren gewählt werden:

- Experimenteller Nachweis**
 Der Experimentelle Nachweis wird mithilfe des Pendelschlagversuches geführt. Dazu wird ein Pendel mit einem Zwillingsreifen abhängig von der Kategorie der Verglasung aus unterschiedlichen Pendelfallhöhen ausgelenkt und zum Anprall auf die Scheibe gebracht. Dieser Versuch ist von einer bauaufsichtlich anerkannten Prüfstelle durchzuführen. Wird diese Option gewählt, so werden die wesentlichen Randbedingungen zur Durchführung des Versuches wiedergegeben.
- Versuchstechnisch nachgewiesene Stoßsicherheit**
 Nach DIN 18008-4, Anhang B darf die Stoßsicherheit der Verglasung nachgewiesen werden, indem die Abmessungen und der Verglasungsaufbau in Tabelle B.1 [3] eingeordnet werden. Diese Einordnung erfolgt automatisch unter Angabe der Zeilennummer und der Abmessungen der Vergleichsscheibe.

Gebrauchstauglichkeit

Der Nachweis der Verformungen erfolgt mit der seltenen Kombination. Die Durchbiegungen werden auf $l/100$ begrenzt. Der Verformungsnachweis kann in manchen Fällen recht unwirtschaftlich sein. Deshalb kann alternativ der Nachweis der Sehnenverkürzung geführt werden. Hier wird geprüft, ob trotz Verformung eine Mindestauflagerbreite von 5 mm eingehalten wird und die Verglasung nicht aus den Auflagern rutscht.

Dabei gilt

$$b' = \sqrt{b^2 - \frac{16}{3} \cdot w_{max}^2}$$

$$\Delta b = b - b' \leq \Delta b_{zul}$$

mit

b	bei vierseitiger Lagerung: größte Seitenabmessung bei zweiseitiger Lagerung: Abstand zwischen den Auflagern
w_{max}	größte Durchbiegung der Scheibe ermittelt mit der seltenen/charakteristischen Kombination
Δb_{zul}	Mindestauflagerbreite ≥ 5 mm

Vorbemerkung System Wind Belastungen Material/Querschnitt

Nachweise Ausgabe Erläuterung

Kombinatorik

Art automatische Kombination der Einwirkungen;
 manuelle Kombination der Einwirkungen

Grenzzustand der Tragfähigkeit

J/N Nachweise führen
J/N Spannungsnachweis unter statischer Belastung
J/N Spannungsnachweis unter stoßartiger Belastung
Art Pendelschlagversuch
 Aufbauten nach DIN 18008-4, Tab. B.1 und Kap. B.3
J/N Nachweis der Resttragfähigkeit führen

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

J/N Nachweise führen
J/N Verformungsnachweis
J/N Nachweis der Sehnenverkürzung
 nach Norm
 manuelle Vorgabe

Zulässige Ausnutzungsüberschreitungen und -unterschreitungen

J/N vorgeben

Bild 3. Eingabekapitel „Nachweise“

Ausgabe

Die Ausgabe umfasst die komplette Eingabebeschreibung des Systems, der Geometrie, des Scheibenaufbaus und der anzusetzenden Lasten. Darüber hinaus werden die gebildeten Lastkombinationen dokumentiert, die maßgebende Kombination für die Spannungsnachweise (getrennt für jede Scheibe) und die maßgebende Kombination für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis ausgegeben. Zusätzliche Angaben als „Hinweise“ zur Ausführung der Konstruktion runden die Ausgabe ab.

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

The screenshot shows the software's output for a safety glass calculation. It includes a title page with project information (mbAEC, Pos. 8881.de, Verglasung, Absturzsichernd), a technical drawing of the glass assembly with dimensions (1200 mm width, 2100 mm height), and a table of load ranges for different wind directions (A, B). Below this are load diagrams for various wind directions (Qk.W.000, Qk.W.090, Qk.W.180, Qk.W.270) and a climate data table. The main part of the output is a table of load combinations and a detailed table of stress results for each glass pane (ES, S4, S1, S2) under different conditions (ES, S4, S1, S2) and wind directions. The stress results table includes columns for stress (σ), wind speed (v_w), and other parameters.

Bild 4. Beispielausgabe

Literatur

- [1] DIN 18008-1:2020-05, Glas im Bauwesen - Bemessung und Konstruktionsregeln - Teil 1: Begriffe und allgemeine Grundlagen.
- [2] DIN 18008-2:2020-05, Glas im Bauwesen - Bemessung und Konstruktionsregeln - Teil 2: Linienförmig gelagerte Verglasungen.
- [3] DIN 18008-4:2013-07, Glas im Bauwesen - Bemessung und Konstruktionsregeln - Teil 4: Zusatzanforderungen an absturzsichernde Verglasungen.
- [4] Feldmeier, F.: Klimabelastung und Lastverteilung bei Mehrscheiben-Isolierglas, Stahlbau 75 (2006), Heft 6, Seiten 467 bis 478, Verlag Ernst & Sohn, Berlin.

Preise und Angebote

S881.de Absturzsichernde Verglasung, linienförmig gelagert – DIN 18808-1:2010-12, DIN 18008-2:2010-12, DIN 18008-4:2013-07
Weitere Informationen unter <https://www.mbaec.de/modul/S881de>

BauStatik 5er-Paket
bestehend aus 5 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach Wahl

BauStatik 10er-Paket
bestehend aus 10 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach Wahl

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenzen je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Februar 2023
Unterstützte Betriebssysteme: Windows 10 (21H1, 64-Bit), Windows 11 (64)

Preisliste: www.mbaec.de