

**Bachelor-Thesis Studiengang Bauingenieurwesen**

# Klotzung lastabtragender Verbundgläser

Numerische Untersuchung der Lasteinleitung und Klötze für Multi-Layer VSG

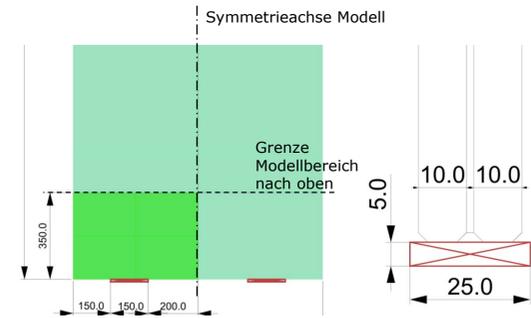


Bild 1: Ansicht und Querschnitt des Basismodells

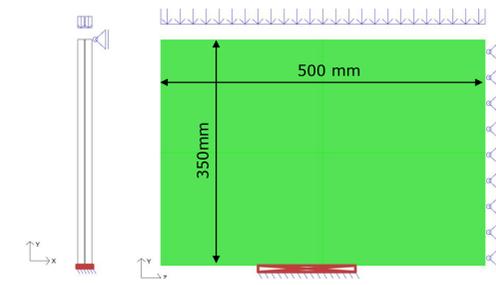


Bild 2: Randbedingungen des Basismodells

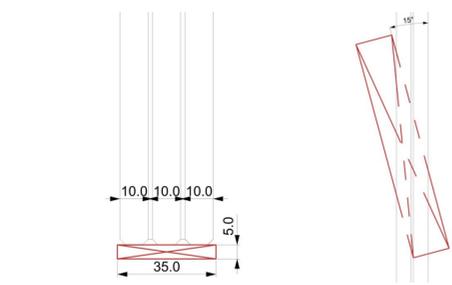


Bild 3: Skizzen Aufbau 3x10mm und Klotzverschiebung

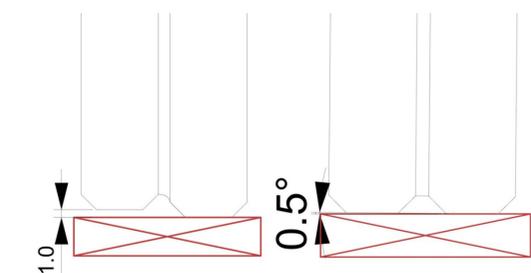


Bild 4: Skizzen Glasversatz und Glaskippung

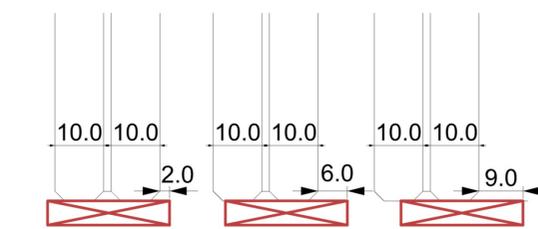


Bild 5: Skizze Variation der Klotzposition

Material Parameter				
Name	Material	E-Modul [N/mm <sup>2</sup> ]	Querkontraktionszahl	Materialgrenzen [N/mm <sup>2</sup> ]
Glasscheiben	Kalk-Natron-Silicatglas	70'000	0.22	70 / 400
Interlayer	SentryGlas®	300	0.465	34.5
Klotz	PP	1400	0.4	32
Klotz	POM-C	3600	0.35	65
Klotz	Hilti-Hit	1700	0.35	2 / 65
Unterkonstruktion	Stahl	200'000	0.3	235

Geometrische Parameter				
Name	Höhe/Länge	Breite	Dicke	Spezielles
Glas	350 mm	500 mm	10 mm	Rodierung von 2mm
Interlayer	350 mm	500 mm	1.52 mm	
Klotz	150 mm	25 mm	5 mm	
Unterkonstruktion	150 mm	25 mm	1 mm	

Bild 6: Material und geometrische Parametermatrix

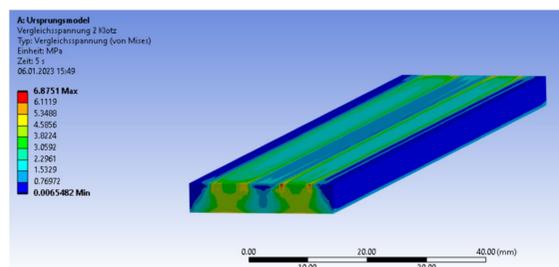


Bild 7: Vergleichsspannung [MPa] im Klotz beim Basismodell

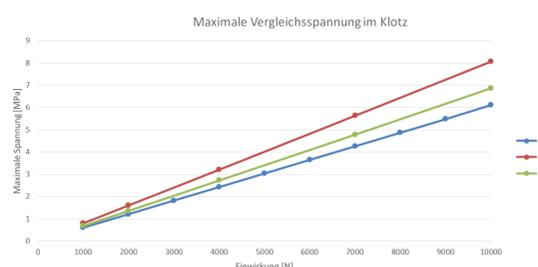


Bild 8: Maximale Vergleichsspannung im Klotz im Basismodell

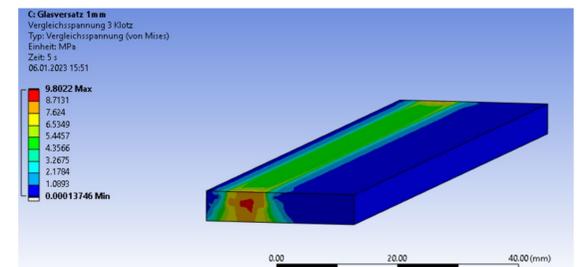


Bild 9: Vergleichsspannung [MPa] im Klotz beim Glasversatz



Bild 10: Maximale Vergleichsspannung im Klotz beim Glasversatz

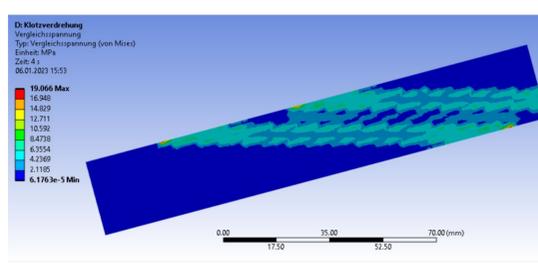


Bild 11: Vergleichsspannung [MPa] des Klotzes bei einer Klotzverdrehung. Ansicht von oben

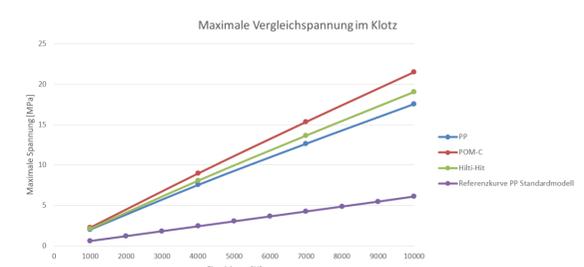


Bild 12: Maximale Vergleichsspannung im Klotz bei einem verdrehten Klotz

## Problemstellung

Bei strukturellen Ganzglaskonstruktionen übernehmen die Klotzungen der tragenden und aussteifenden Glasbauteile eine lastabtragende Rolle und erhalten dementsprechend hohe, konzentrierte Einwirkungen. Für die Klötze kommen unterschiedliche Materialien zur Anwendung. Bisher ist die Frage, ob dies zu Spannungskonzentrationen im Glas und Klotz führen kann, nur wenig behandelt worden. Im Rahmen dieser Arbeit werden daher Lasteinleitung und Beanspruchung verschiedener Glasaufbauten und deren Klötzen untersucht. Im Vordergrund steht ein tragender VSG-Aufbau, dessen Kräfte über die Klötze in die Unterkonstruktion geleitet werden. Um die Auswirkungen des Lasttransfers zwischen Klotz und Glas und von Imperfektionen zu untersuchen, müssen geeignete Parameter und Imperfektionen definiert und in einem Finite Elemente Methode (FEM) Programm modelliert werden.

## Lösungskonzept

Die FEM Modelle müssen verwertbare Ergebnisse liefern, während sie so klein wie möglich gehalten werden, damit die Rechenzeit der Modelle eine Parameterstudie zulassen. Zusätzlich müssen die Änderungen so gewählt werden, dass Tendenzen und Abhängigkeiten zwischen den Modellen und den variierenden Parametern ersichtlich bleiben. Zusätzlich soll überprüft werden ob typische Handrechnungen als Näherung für eine Klotzbemessung ausreichen.

Als Grundlage der Parameterstudie wird ein Basismodell erstellt. Im Bild 1 ist der Aufbau des VSGs mit einem Interlayer aus SentryGlas® ersichtlich. Die Randbedingungen des Modells sind in Bild 2 ersichtlich. Bild 3, 4 und 5 zeigen die weiteren geometrischen Modelle, deren Geometrie und Randbedingungen sich an das Basismodell beziehen. Die Ergebnisse werden über eine Laststeigerung von 1-10 kN untersucht. Die linear-elastischen Materialmodelle sind in Bild 6 ersichtlich.

In Bild 7 ist die Vergleichsspannung des Klotzes beim Basismodell, in Bild 9 diejenige des Klotzversatzes ersichtlich.

## Fazit

Der Klotzversatz wird durch die Verformung nicht geschlossen und leitet die Kräfte nur durch eine Glasscheibe ab. Dies erzeugt höhere Spannungen. Bei einer Laststeigerung dieser Modelle (Bild 8 und 10) wird ersichtlich, dass die Spannungen linear steigen. Zusätzlich bedeutet ein höheres E-Modul des Klotzmaterials tendenziell eine höhere Spitzenspannung im Klotz sowie im Glas. Eine Imperfektion des Modelles erhöht die Spannungen im Klotz sowie im Glas und sollte montage-technisch / durch Mörtel verhindert oder mit einer Sicherheit kompensiert werden.

## Adrian Frey

Betreuer:  
Dr. Thiemo Fildhuth

Experte:  
Ives Schüpfer