Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

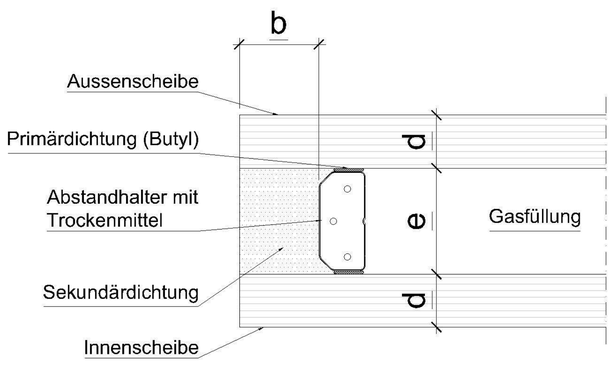
Technik & Architektur
FH Zentralschweiz

Bachelor-Thesis Bauingenieurwesen

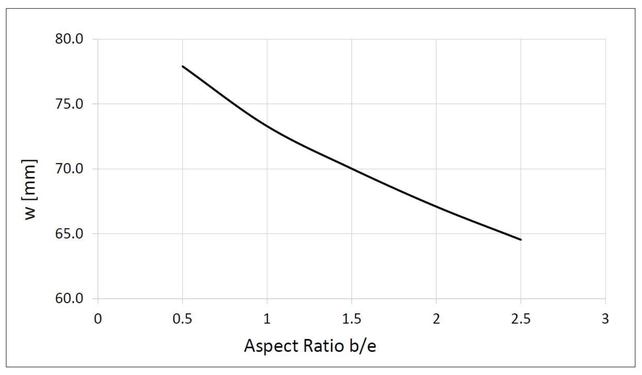
Isolierverglasungen mit freien Rändern

Studien zum Einfluss und zur Modellierung des Randverbundes bei zweiseitiger Lagerung

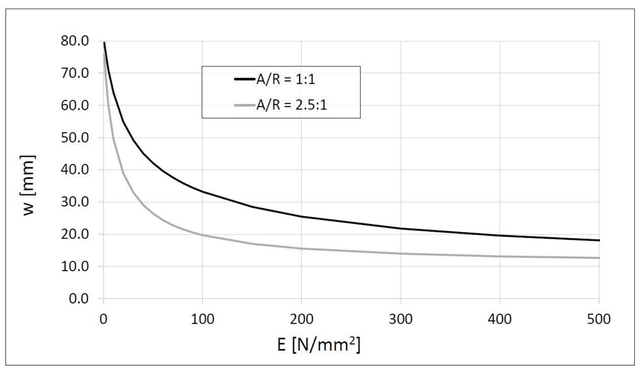
Beispiel einer 2-fach linienförmig gelagerten Verglasung
(Altes Schloss Bümpliz, smbp 2016)



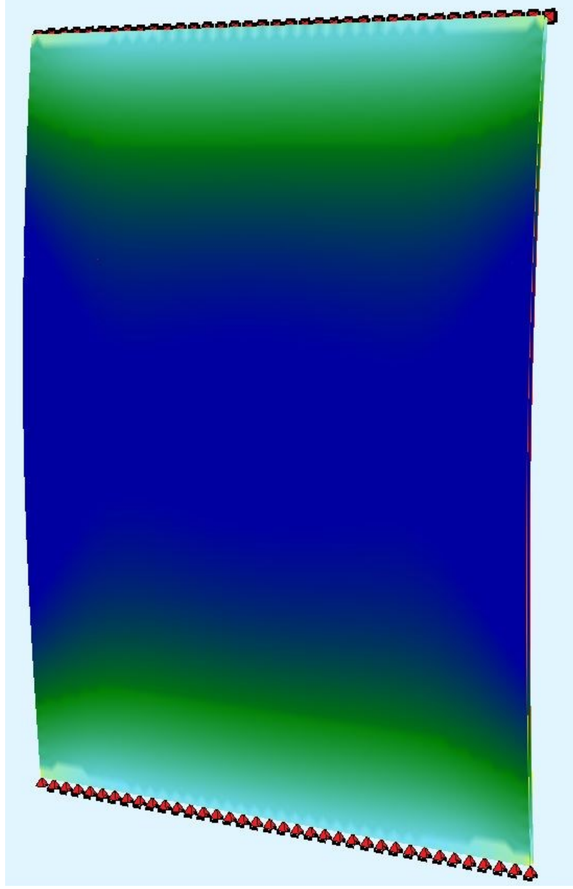
Aufbau einer Isolierglasscheibe



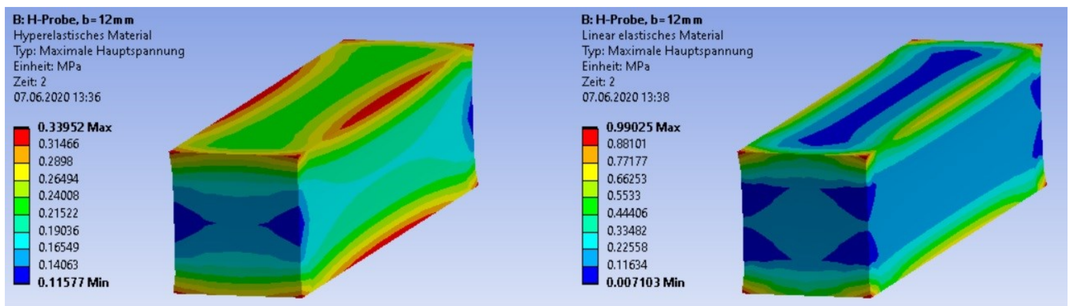
Durchbiegung bei variabler Aspect Ratio



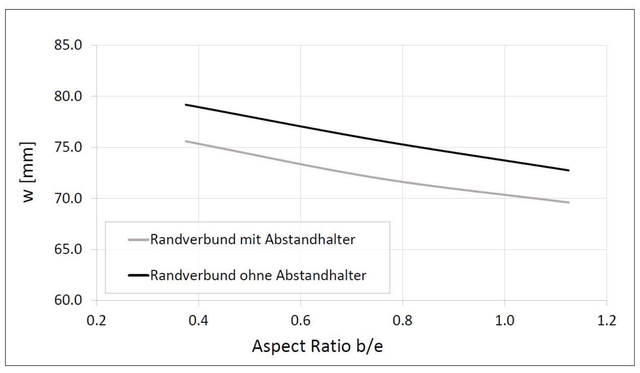
Durchbiegung bei steigendem E-Modul



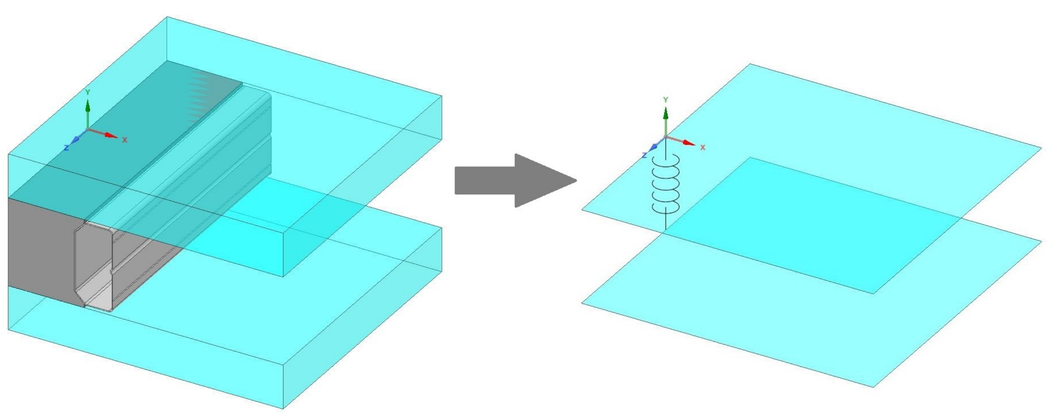
Vereinfachte Modellierung



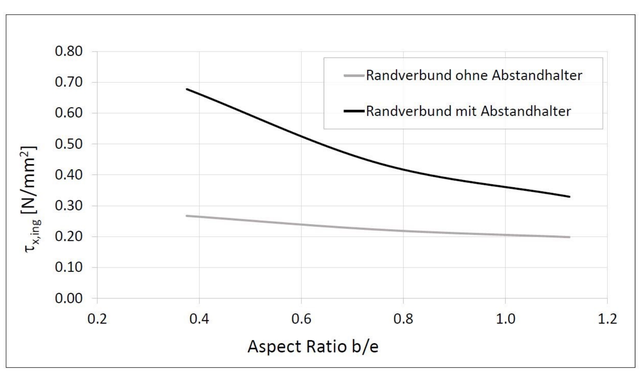
Hyperelastische (links) und linear elastische Fuge



Durchbiegung mit und ohne Abstandhalter



Idealisierung des Randverbundes mittels Federn



Schubspannung mit und ohne Abstandhalter

Problemstellung
Gebäudehüllen werden immer transparenter und extravaganter. Deshalb werden Verglasungen oftmals zweiseitig liniengelagert geplant, mit horizontalen Lagern und einer vertikalen Silikonfuge beim Glasstoss. Der Normnachweis führt zu sehr dicken Gläsern. Zwecks Steifigkeitszugewinn kann der Randverbund in die Berechnung einbezogen werden.

Die Mitberücksichtigung des Randverbundes wird in den Normen nur wenig beschrieben, in der Praxis jedoch oft angewandt. In dieser Arbeit wird der Einfluss des tragenden Randverbundes in Isoliergläsern und seine Modellierung untersucht. Dabei wird gezeigt, wie sich seine Geometrie, Materialsteifigkeit und die Vereinfachungen in der Modellierung auf das Tragverhalten auswirken.

Lösungskonzept
Den grössten Einfluss auf das Tragverhalten des Randverbundes hat seine Steifigkeit. Durch eine Erhöhung kann die Durchbiegung im Glas bis zu 23% verringert werden. Möglichkeiten dazu bieten die Erhöhung der Aspect Ratio der Verklebung (Verhältnis Breite/Dicke) durch die Verbreiterung der Sekundärdichtung, das Verwenden von Silikonen mit hohen E-Moduli oder die Mitberechnung der Verklebung zwischen dem Abstandhalter und der Sekundärdichtung.

Alle diese Massnahmen haben einen positiven Effekt auf die Durchbiegung und die Spannung im Glas. Jedoch führen hohe E-Moduli und die Verklebung des Abstandhalters zu erhöhten Spannungen im Randverbund.

Bei der Berechnung kann der Silikon als hyper– oder linearelastisch betrachtet werden. Die beiden Ansätze unterscheiden sich vorwiegend in der Spannungsverteilung im Randverbund. Durch die Hyperelastizität wird die Spannung verringert.

Zur Ermittlung der Verformung und Spannung im Glas und im Randverbund können verschiedene Modellierungsansätze verwendet werden. Im Rahmen dieser Arbeit wird das Modell zuerst aus Volumenelementen nachgebildet und danach stark vereinfacht mit QUADs und Federn. Dabei zeigt sich, dass der Aufbau mit Volumenelementen sehr präzise Spannungsverläufe liefert, der Zeitaufwand hingegen sehr gross ist. Beim vereinfachten Modell ist der Zeitaufwand gering, mit den gewählten Vereinfachungen kann jedoch nur auf Ingenieurspannungen geschlossen werden.

Fazit
Die Verformung von zweiseitig gelagerten Gläsern lässt sich durch die Mitberücksichtigung des tragenden Randverbundes mit realistischen Eigenschaften bis zu 25% verringern. Zulässige Spannungen im Silikon mit der Sicherheit 4 oder 6 können dabei eingehalten werden.

Simon Nägeli

Betreuer:
Dr.-Ing. Thiemo Fildhuth

Experte:
Dipl. Ing. HTL Ives Schüpfer