

Bachelor-Thesis

System zur Regulierung von Fassadenkonsolen

Machbarkeitsstudie

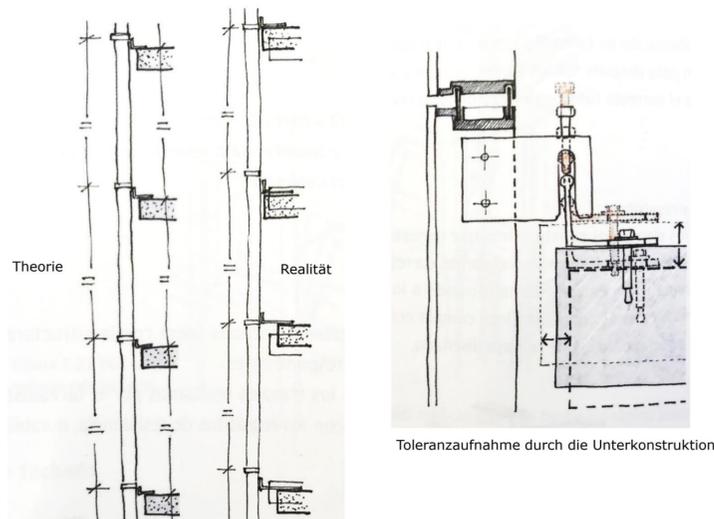


Abb. 1: Toleranzaufnahme durch die Unterkonstruktion
(Quelle: Fachadas ligeras, ASEFAVE, 2015)



Abb. 3: Scherprüfung der Verbindungsteile

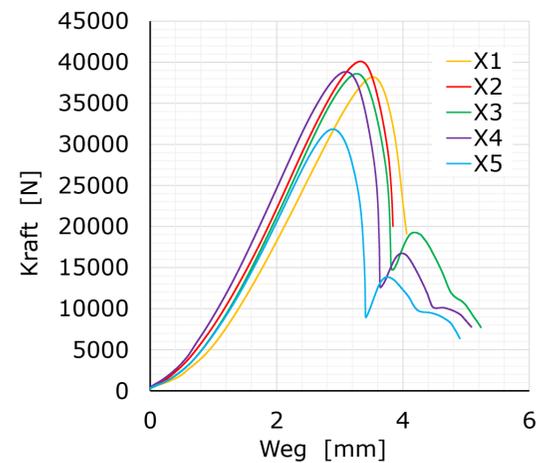


Abb. 4: Kraft-Weg-Diagramm aus dem Scherversuch

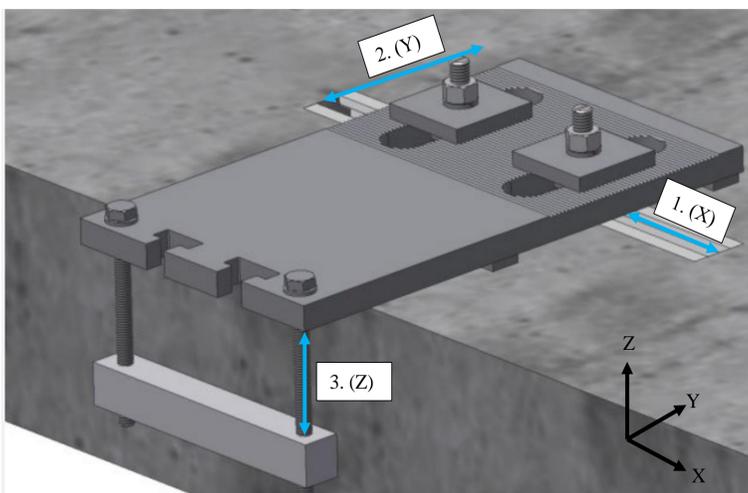


Abb. 2: Standard-Konsole zur einzelnen, jeweils uniaxialen Justierung entlang x, y und z (Nach Luible, GH4 Unterricht, 2023)

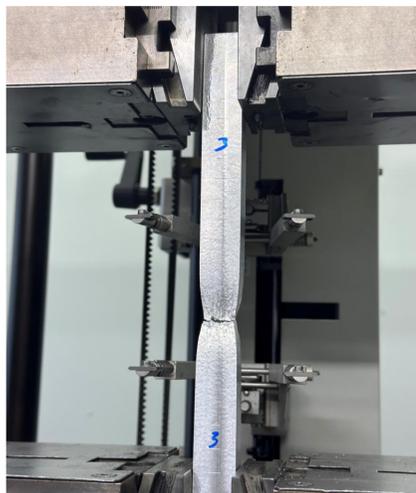


Abb. 5: Zugversuch nach EN ISO 6892-1:2020

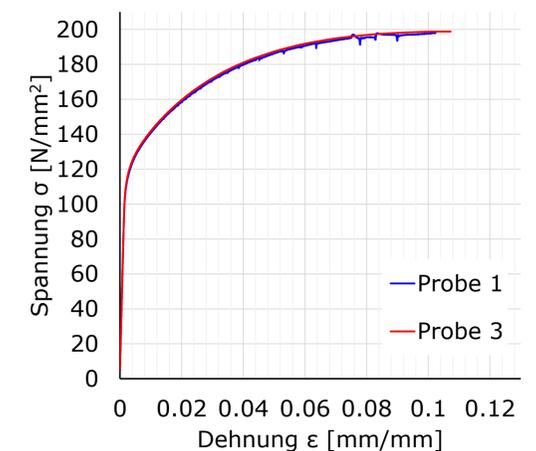


Abb. 6: Spannung-Dehnungs-Diagramm des für die Herstellung der Verbindungsteile verwendeten Materials

Problemstellung

Um die verschiedenen Toleranzen aus dem Rohbau und der Gebäudehülle an der Verbindung zwischen Fassade und Primärtragwerk auszugleichen, sind Fassadenbefestigungen mit Justiersystemen für alle drei Achsrichtungen ausgestattet. In Abbildung 1 ist die Divergenz möglicher Toleranzen zwischen Gebäudehülle und Rohbau schematisch dargestellt. Bei Fassadenkonsolen werden für einstellbare Verbindungen zur Arretierung normalerweise Platten mit einer unidirektionalen Verzahnung verwendet. Dies erlaubt jedoch eine Einstellung jeweils nur in eine Richtung (Abb. 2, Pfeil Nr. 2 – Y-Richtung).

In zwei Richtungen verstellbare Befestigungen mit nur einem Fixierungselement, sogenannte biaxiale Befestigungen, haben diesen Nachteil nicht, erfordern aber einen grossen Montageaufwand. Meist wird ein übergrosses Loch in die Konsole gebohrt und dieses wird mit aushärtendem Kleber oder Mörtel gefüllt, nachdem die Toleranzen der Verbindung justiert wurde. Dies kostet Zeit und erlaubt keine spätere Nachjustierung der Platte.

Lösungskonzept

Das in der Arbeit entwickelte Konzept bildet den aktuellen Bedarf für Fassaden ab und stellt eine erhebliche Vereinfachung bei der Montage und für die biaxiale Toleranzaufnahme dar. Neben numerischen Analysen zur Optimierung werden in der Arbeit auch die Herstellbarkeit und das Verhalten in Bauteiltests untersucht.

Ergebnisse

Um die Herstellbarkeit der so ermittelten Verbindungselemente zu überprüfen, sind erfolgreich Fertigungsversuche durchgeführt worden. Mittels FE-Analysen ist die optimale Geometrie der Kontaktebene zwischen den Verbindungselementen ermittelt worden. Fallbeispiele von Fassaden sind zur Ermittlung typischer Beanspruchungen der Verbindungen vorab berechnet worden. Scherversuche (Abb. 3) an fünf identischen Prüfkörpern belegen eine gute Duktilität der Verbindung und wiederholbare Kraft-Verformungskurven (Abb. 4). Die Versuche zeigen, dass die Verbindung einer unidirektionalen Scherkraft von $F_{Rd} = 37,1$ kN standhält, ermittelt nach EN 1990:2002, Anhang D.

Dies ist knapp doppelt so viel, wie in üblichen Fassadenverbindungen maximal auftritt. Die Scherflächen sind ausserdem mit einem digitalen Mikroskop untersucht worden, um das Versagensverhalten zu interpretieren. Dabei zeigt sich ein gleichmässig verteiltes Scherverhalten auf den Kontaktflächen. Um besser zu verstehen, was während der Versuche passiert ist, wurden die physikalischen Eigenschaften aller im Versuch vorhandenen Elemente untersucht. Dazu wurden die mechanischen Eigenschaften der für die Herstellung der verzahnten Verbindungsteile verwendeten Legierung und die elastischen Eigenschaften der Schraube, die zum Zusammenhalten der Teile verwendet wurde, mittels Zugversuchen (Abb. 5, 6) überprüft. Mit diesen Daten wurde dann das FE-Modell kalibriert.

Miro Patocchi

Betreuer:
Dr. -Ing. Thiemo Fildhuth

Experte:
Ives Schüpfer