

# Untersuchung zyklisch beanspruchter Verschraubungen im Holzbau

Studiengang: BSc in Holztechnik | Vertiefung: Timber Structures and Technology  
Betreuer\*innen: Prof. Martin Geiser, Prof. Dr. Christophe Sigrist

Der Anreiz zur Untersuchung zyklisch beanspruchter Verschraubungen, führt auf ein Projekt eines Perrondachs in Holzbauweise zurück. Aufgrund der teils hohen Geschwindigkeiten der Züge erfährt dieses Dach wiederkehrende abhebende Kräfte. Eine auf Auszug belastete Schraubverbindung wird dabei im speziellen als kritisch erachtet und wirft die Frage auf, wie mit solchen zyklischen Belastungen umgegangen werden muss in der Bemessung.

## Ziele

Es lässt sich erahnen, dass diese Belastung zu Ermüdung der Verbindung führen kann. Die Thematik der Ermüdung ist im Holzbau bisher nur wenig untersucht worden. Insbesondere zu auf Auszug beanspruchten Schrauben lassen sich in der Literatur kaum Angaben finden. Dies erschwert eine zuverlässige und sichere Bemessung solcher Schraubverbindungen. Es soll untersucht werden, ob bereits passende Bemessungsverfahren mit allfälligen zyklischen Faktoren vorliegen. Weiter soll diese Arbeit aufzeigen, ob durch die Wahl einer anderen Schraubenart oder eines anderen Einschraubwinkels die Verbindung optimiert werden kann. Welche Lebensdauer ist mit der verwendeten Verschraubung überhaupt zu erwarten?

## Methode

Idealerweise lassen sich solche Vergleiche anhand von Ermüdungskurven machen. Die Ermittlung von Ermüdungskurven durch Dauerschwingversuche war jedoch nicht durchführbar in der zur Verfügung stehenden Zeit. Daher wurde versucht, die Ermüdungskurven anhand von den Restfestigkeiten der Verschraubungen nach nur wenig aufgebrauchten Zyklen zu ermitteln. Es zeigte sich jedoch, dass die Restfestigkeiten erst unmittelbar vor dem zyklischen Versagen abnehmen werden. Weiter konnte aber erkannt werden, dass sich die Schrauben mit jedem Zyklus etwas mehr aus dem Holz arbeiten. Es wurde somit

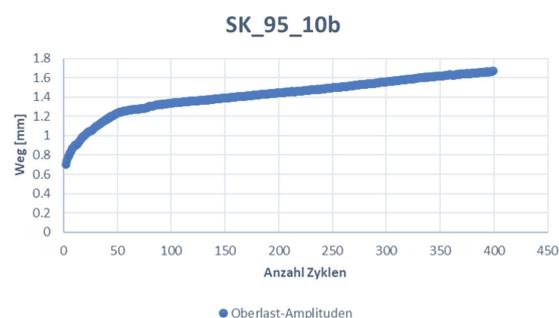
versucht, die Ermüdungsfestigkeit anhand des Weges pro Zyklus zu ermitteln.

## Ergebnisse

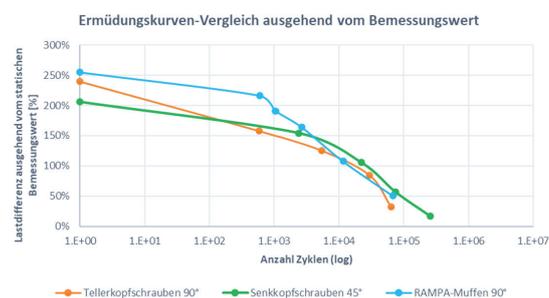
Zu Beginn der zyklischen Lastaufbringung ist bei allen geprüften Verbindungen eine Verdichtung und somit eine Zunahme der Steifigkeit zu erkennen. Der Weg-Zyklus-Verlauf geht anschliessend in einen linearen Bereich über, welcher sich bis zum Weg der statischen Festigkeit hält. Ist der Weg bis zur statischen Festigkeit zurück gelegt, nimmt die Steifigkeit wiederum ab, sofern genügend Zyklen aufgebracht werden. Dies lässt sich durch einen erneuten Übergang vom linearen Bereich in eine Kurve erkennen. Durch legen einer linearen Regression können die Anzahl Zyklen bis zur Festigkeitsabnahme bestimmt werden. Auf diese Weise ergeben sich saubere Ermüdungskurven, welche als plausibel erachtet werden können. Ein Vergleich der Kurven lässt erkennen, dass durch die Wahl eines grösseren Gewindeaussendurchmessers die Ermüdungskurve flacher verläuft. Relativ zur statischen Festigkeit liegen dadurch die Ermüdungsfestigkeiten höher. Noch bessere Ergebnisse konnte die Wahl eines Einschraubwinkels von 45° anstelle 90° liefern. Durch die Anwendung des Nachweisverfahrens nach SIA 265:2021 kann für die Verschraubung des Perrondachs bestätigt werden, dass kein Ermüdungsversagen eintreten wird.



Jonas Eggenberger  
079 486 02 41  
jonas.eggenberger@hotmail.com



Weg-Zyklus-Verlauf des Prüfkörpers SK\_95\_10b.



Vergleich der Ermüdungskurven der drei untersuchten Verschraubungen ausgehend von den Bemessungswerten.