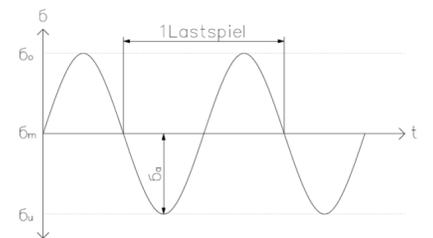


Miteinbeziehung des Ermüdungsverhaltens von Holz und Holzverbindungen zur Bemessung von Holzkonstruktionen unter nicht ruhenden Einwirkungen

Problemstellung und Zielsetzung

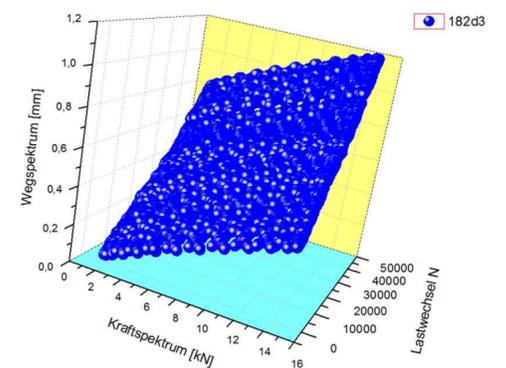
Ziel dieser Arbeit ist es, das Ermüdungsverhalten von Holz, bzw. die Dauerschwingfestigkeit von Holz und Holzverbindungen unter wiederholter Beanspruchung zu charakterisieren. Dabei werden Erkenntnisse gesammelt und ausgewertet. Aus den daraus resultierenden Aspekten, können Rückschlüsse gezogen werden, wo Forschungsbedarf von Nöten ist. Die Ergebnisse der bisherigen Forschungsarbeiten wiederum, werden mit dem Nachweisverfahren und Ermüdungsverhalten des Stahlbaus verglichen. Abschließend wird ein Druckschwellversuch im Labor durchgeführt, dessen Resultate den bisherigen Forschungsergebnissen und den Werten der Norm gegenübergestellt werden.



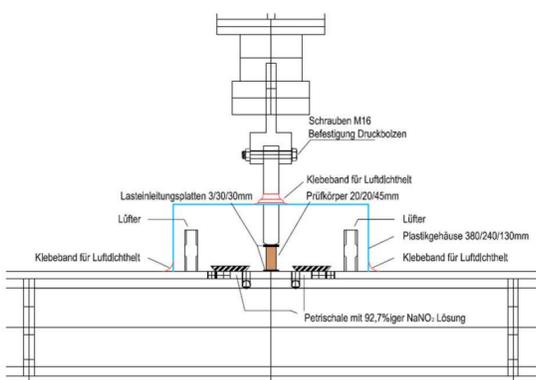
sinusförmige Belastung

Kurzfassung

Holzkonstruktionen werden häufig durch dynamische Lasten beansprucht, wie z.B. Brücken durch Fahrzeuge oder Glockentürme durch das Pendeln der Glocke. Tritt diese dynamische Beanspruchung wiederholt auf, können Schädigungen in den Mikrostrukturen des Holzes auftreten. Sie treten bereits bei geringeren Spannungen, als jene der statischen Festigkeit auf und so kann es zum Versagen des Bauteils kommen. Diese Versagensart wird als Materialermüdung bezeichnet. Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel. Im ersten Kapitel wird kurz auf die Geschichte der Materialermüdung eingegangen und das Ziel dieser Arbeit erläutert. Der Unterschied zwischen statischen und dynamischen Lasten wird im zweiten Kapitel beschrieben, in welchem zudem dynamische, veränderliche Lasten vorgestellt und in vier Kategorien unterteilt werden. Des Weiteren werden grundlegende Begriffe, die für die Erstellung eines Wöhlerdiagrammes oder eines Dauerfestigkeitsschaubildes benötigt werden, definiert. Das dritte Kapitel beschäftigt sich mit dem Nachweisverfahren bezüglich Ermüdung im Stahlbau nach ÖNORM EN 1993-1-9, welches an einem konkreten Beispiel demonstriert wird. In Kapitel vier werden Ergebnisse zu bereits durchgeführten Dauerschwingversuchen an Holz und Holzverbindungen zusammengestellt. Ebenso werden die vereinfachten Ermüdungsnachweise für den Holzbau nach ÖNORM EN 1995-2 und DIN 1074, sowie der Ermüdungsnachweis der SIA265 angeführt und interpretiert. Kapitel fünf stellt den Kernbereich dieser Arbeit dar. Es beinhaltet die Dokumentation und Auswertung der Messdaten der Dauerschwingversuche im Labor. Abschließend folgen im sechsten und letzten Kapitel einige Schlussbemerkungen.



Zusammenhang Kraft-Wegspektrum-Lastspielzahl



Versuchssetup



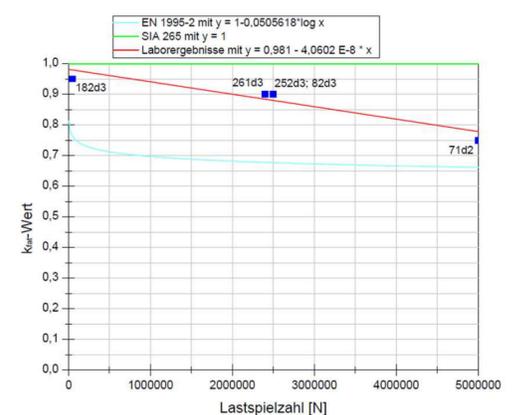
Versuchsaufbau mit Klimatisierung



Probekörper nach Versuch

Schlussfolgerung und Ausblick

Die Nachweisverfahren der DIN und des Eurocodes bezüglich Ermüdung, sind sehreinfach aufgebaut und leicht verständlich. Zieht man einen Vergleich mit dem Nachweisverfahren des Stahlbaus, ist klar zu erkennen, dass dieses wesentlich ausgereifter ist, als jenes des Holzbaues. Dies spiegelt sich in erste Linie mit dem Vorhandensein von Kerbfällen wieder. Das Nachweisverfahren im Stahlbau unterscheidet zahlreiche Standardkerbfälle, welche im Bauwesen häufig gebraucht werden und geben dazu zulässige Kerbspannungen an. Diese sind in Nachweisverfahren von DIN und Eurocode 5 nicht enthalten. Es wäre daher sinnvoll, auch im Holzbau solche Kerbfälle bzw. Kerbfallkategorien für gebräuchliche Holzquerschnitte einzuführen, damit dem Ingenieur eine fundierte Grundlage zur Durchführung eines Ermüdungsnachweises an Kritischen Punkten zur Verfügung steht. Ebenso erscheint es sinnvoll, gängige Stahlbauteile, welche im Holzbau verwendet werden zu optimieren, auf ihre Dauerschwingfestigkeit zu prüfen und als eigene Kerbfallkategorie in die Norm einzubinden. Wie in Abbildung [1] zu entnehmen ist, sind auch Unterschiede zwischen den Normen der jeweiligen Länder zu erkennen. So wird beispielsweise in der Schweiz, für eine zyklische Druckbeanspruchung keine Abminderung der Festigkeiten vorgeschlagen und somit ein k_{fat} - Wert von 1,0 angenommen. Eurocode und DIN hingegen geben sehr wohl eine Abminderung der Festigkeit in Abhängigkeit der Lastspielzahl N und dem Spannungsverhältnis R vor. Dies ist wiederum ein Indiz, dass die Ermüdungsnachweise der Normen noch nicht genügend ausgereift sind. Der Unterschied von 33% zwischen Eurocode 5 und der Schweizer Norm SIA 265 ist doch beträchtlich hoch. Die in Abbildung [1] dargelegte logarithmische Funktion (cyan-farbene Linie), stellt die Wöhlerlinie des Eurocode 5 für ein Spannungsverhältnis R von 0,1 dar. Vergleicht man diese mit den Ergebnissen aus dem Labor, liegen die Werte der Norm auf der konservativen Seite. Trotzdem sind Unterschiede zwischen den Normen und den Versuchsergebnissen klar zu erkennen und demonstrieren den Forschungsbedarf bezüglich der Dauerschwingfestigkeit von Holz. Nur durch gezielte und aufwendige Forschungsarbeit können Normwerte wiederlegt, bzw. bewiesen werden, sodass eindeutige Wöhlerlinien für Holz und Holzverbindungen aufzeigbar sind. Ebenso sollte das Ermüdungsverhalten von Bauteilen untersucht werden, damit man zur Erkenntnis gelangt, welche Auswirkungen Fehlstellungen im Holz wie z.B. Äste oder Risse haben können.



[1] Vergleich der Normwerte mit den Versuchsergebnissen