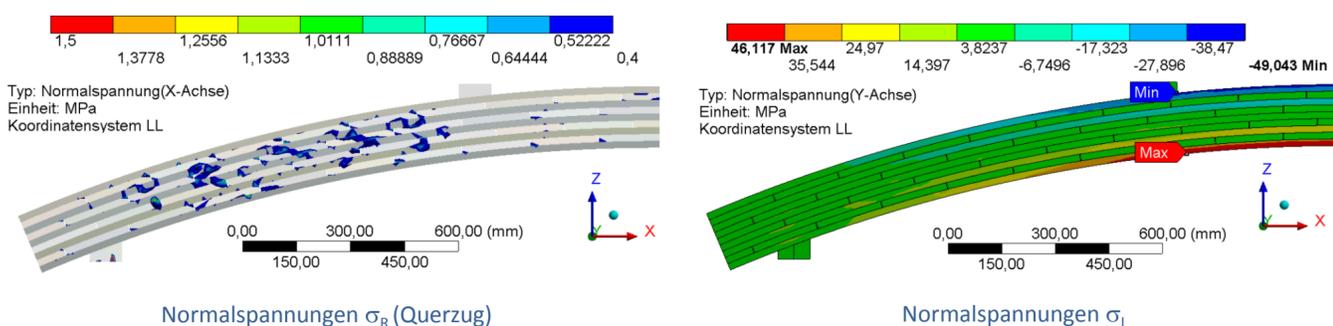


Problemstellung und Zielsetzung

Das Ziel dieser Masterarbeit liegt vor allem darin, herauszufinden, welche Detaillierungsstufe der Simulation noch sinnvoll ist. Damit ist gemeint, ob sich der Aufwand der genauen Abbildung der unterschiedlichen Faserorientierungen sowie der Jahrringe, wie sie bei einem realistischen Brettsperrholzquerschnitt auftreten, lohnt. Einführend soll das Produkt Brettsperrholz kurz beschrieben werden. Ebenfalls wird das Verbindungsmittel Klebstoff näher betrachtet. Darüber hinaus wird auch ein grober Überblick über die aktuellen Berechnungsmethoden, sowie deren Vergleich mit einer exakten Lösung angeführt. Zur numerischen Simulation sollte ein passendes Materialmodell gefunden werden, welches die Orthotropie des Holzes möglichst genau abbildet. Um die verschiedensten Faktoren für die Simulation des gekrümmten Brettsperrholzelementes zu untersuchen, werden diverse Detailsimulationen vorab durchgeführt. Mit Hilfe der daraus gewonnen Erkenntnisse sollte dann ein 3D-Modell erstellt werden, mit welchem die Spannungen sowie die Durchbiegungen berechnet werden können. Additiv soll auch der Einfluss der Schmalseitenverklebung auf die Ergebnisse ermittelt werden, da dies bei einfachen Modellen oftmals nicht ohne übermäßigen Mehraufwand abgebildet werden kann.

Kurzfassung

Immer wieder werden neue Produkte durch die Verleimung von Holz und die daraus nicht mehr beschränkte Größe der Holzprodukte auf ihre natürlich gewachsene Form auf den Markt gebracht. Da jedoch nicht immer zeitgleich Berechnungsverfahren in die Norm aufgenommen werden können bzw. noch nicht bestehen, sind für die Verwendung dieser Produkte im europäischen Raum technische Zulassungen (ETA-European Technical Approval) erforderlich. Dazu sind umfangreiche Versuche notwendig. In dieser Arbeit handelt es sich um das maschinell neu hergestellte Produkt "gekrümmtes Brettsperrholz", mit welchem Tonnendächer, bis hin zu wellenförmigen Tragkonstruktionen realisiert werden können. Für die Berechnungen bestehen derzeit einige Näherungsverfahren, welche jedoch die Krümmung der Brettsperrholzelemente nicht berücksichtigen. In dieser Arbeit werden diese kurz vorgestellt, untereinander verglichen und auf die Anwendbarkeit geprüft. Des Weiteren wird die exakte Lösung der Biegelinie mit Hilfe einer in der Literatur angegebenen Lösung angeführt. Mit Hilfe der Finiten Elemente Methode wird versucht, ein gekrümmtes Brettsperrholz numerisch zu berechnen. Dabei wird ein möglichst realitätsnahes Modell entwickelt, welches mit wenig Rechenaufwand genaue Ergebnisse liefert sollte.



Schlussfolgerung und Ausblick

Einfluss des Zylinderkoordinatensystems: Es zeigte sich, dass die Lage des Koordinatensystems nur geringfügige Auswirkungen auf die erhaltenen Ergebnisse hat, welche daher durchaus als vernachlässigbar angenommen werden dürfen. Das verwendete zylindrische bzw. kartesische Koordinatensystem hat im Gegensatz dazu jedoch merkbar Einfluss auf die Ergebnisse. Wie die Untersuchungen zeigen erhält man durch Verwendung des oftmals weniger zeitaufwendigen kartesischen Koordinatensystems kleinere Durchbiegungen und Spannungen.

Querzug: Der Sachverhalt, dass gekrümmte Brettsperrholzelemente aufgrund von Querzug versagen können, konnte bei der numerischen Simulation ebenfalls verifiziert werden. Wie sich zeigte, sind die charakteristischen Querzugspannungen von C24 in vielen Bereichen des Brettsperrholzelementes überschritten worden.

Ergebnisse: Bei der Simulation des Brettsperrholzelementes konnten durchaus gute numerische Ergebnisse im Vergleich zu experimentellen Versuchen erreicht werden. Man kann auch erkennen, dass die Berücksichtigung von Fugen zwischen den Querlamellen zu einem weicherem Verhalten des Brettsperrholzelementes führt und die Spannungen sowie die Verformungen zunehmen. Den größten Zuwachs erhalten dabei die Schubspannungen, da die Querlamellen hauptsächlich nur mehr auf Schub beansprucht werden. Die erhaltenen Ergebnisse liegen jedoch stets unter der charakteristischen Schubfestigkeit, womit das Versagen des Elementes aufgrund von Schub ausgeschlossen werden kann.

Spannungen im Bereich der Lasteinleitung: Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass sich unterhalb der Lasteinleitungsstellen größere Normalspannungen in Faserlängsrichtung der Längslamellen einstellen, als in der Mitte des Brettsperrholzelementes. Daher darf nicht von dem analytischen, entsprechend der Baustatik bekannten linearen Momentenverlauf zwischen den Lasteinleitungspunkten ausgegangen werden. Laut der numerischen Simulation stellt sich im Bereich der Lasteinleitungspunkte ein größeres Moment ein. Aufgrund dieser Tatsache konnte auch gezeigt werden, dass mit Hilfe der Näherungsverfahren zwar für den restlichen Bereich gut übereinstimmende Spannungsverteilungen berechnet werden können, jedoch für punktuelle Belastungen von höheren Spannungen ausgegangen werden muss, und damit die Näherungsverfahren ungenügende Ergebnisse liefern.

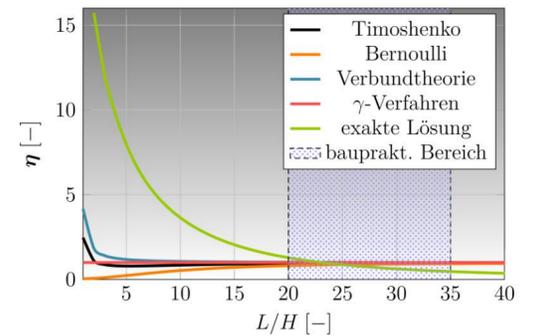
Aufgrund der angestellten Untersuchungen ergibt sich unter anderem folgender Bedarf an weiteren wissenschaftlichen Forschungsaufgaben:

Nachgiebiger Kontakt: Um noch genauere Ergebnisse zu erhalten, ist es erforderlich nachgiebige Kontakte einzufügen, welche den Leim zwischen den Brettern darstellen. Dafür braucht es jedoch diverse Versuche, um die Steifigkeit dieser Fugen zu ermitteln.

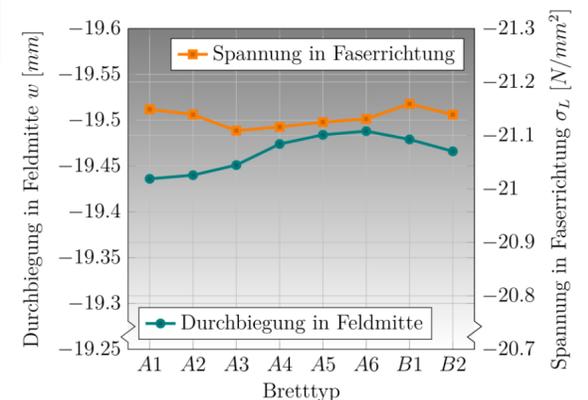
Parameterstudien: In dieser Arbeit wurde nur ein gekrümmtes Brettsperrholz simuliert. Um bessere Aussagen über das mechanische Verhalten sowie über die Spannungen treffen zu können, braucht es eine Vielzahl von Untersuchungen verschiedenster Brettsperrholzelemente unterschiedlichster Abmessungen.

	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[–]	
E_R	818	G_{RT}	42	ν_{RT}	0,6024
E_T	419	G_{LT}	743	ν_{TL}	0,0272
E_L	12048	G_{LR}	623	ν_{RL}	0,0417

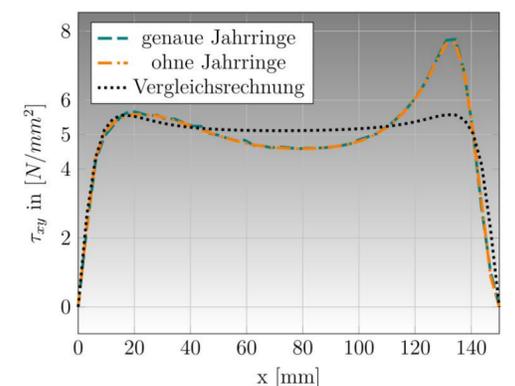
Ingenieurkonstanten nach Neuhaus in [N/mm²]



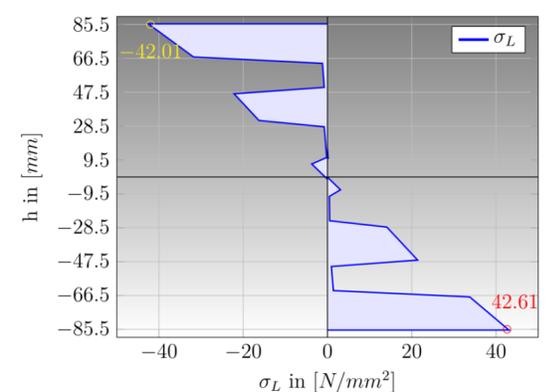
Vergleich der Durchbiegung für verschiedene Näherungsverfahren im Bezug auf die exakte Mehrschichtenbalkenlösung



Einfluss des Zylinderstrunges auf die Durchbiegung sowie auf die Spannungen eines 1,0 m langen Brettes



Schubspannungsverlauf τ_{xy} in der Mitte eines schubbelasteten Brettes



Spannungen σ_L in Feldmitte eines Brettsperrholzelementes in [N/mm²]