

Bachelorarbeit

von Christian Nitschke

Finite-Elemente-Modellierung makroinhomogener Faserverbundstrukturen

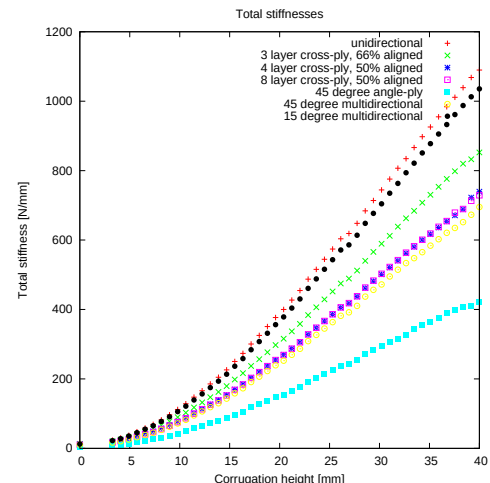
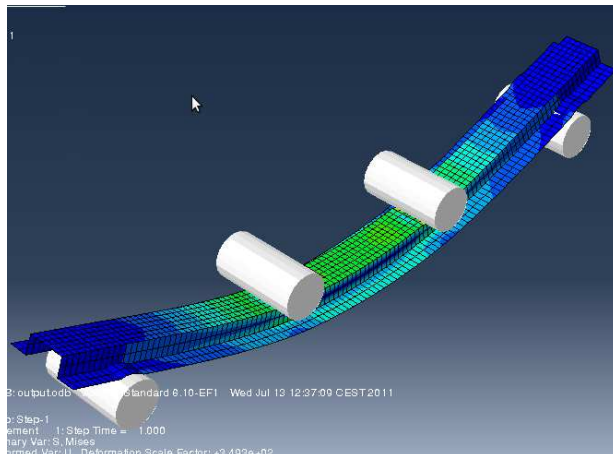


Abb.: Sickengeometrie unter 4-Punktbiegung, Sickensteifigkeit über Sickenhöhe

Problemstellung

Eigenschaften von Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen hängen neben der Bauteilgeometrie stark von der Materialausrichtung ab, sodass das Materialverhalten bei Inhomogenitäten nicht mehr einfach vorhersagbar ist. Zur Untersuchung sollen Vierpunktbiegeproben für eine FEM-Analyse in Abhängigkeit von Geometrieparametern für verschiedene Konfigurationen desselben faserverstärkten Polymers mittels FEM modelliert werden. Insbesondere die Gesamtsteifigkeit und die inneren Spannungsverläufe sollen untersucht werden.

Lösungsansatz

Es werden Programme implementiert, die nach Vorgaben automatisiert Geometrie- und Netzparameter erzeugen, die Materialparameter vorbereiten, daraus Eingabedateien für das FEM-Programmpaket ABAQUS erzeugen und die Berechnung in ABAQUS starten. Die Auswertung der Berechnungsergebnisse aus der FEM-Analyse wird ebenfalls über ein im Rahmen der Arbeit implementiertes Programm automatisiert, das die Python-Schnittstelle von ABAQUS nutzt. Aus den Daten werden Diagramme der Gesamtsteifigkeit über die Geometrieparameter sowie Diagramme der Spannung über die Laminatdicke generiert, die anschließend übereinandergelegt und verglichen werden. Vergleiche der Trends mit einem isotropen Material, für das auch eine analytische Lösung erstellt wird, helfen bei der Beschreibung des Materialverhaltens.

Ergebnisse

Die gewonnenen Daten zeigen deutlich die verschiedenen Einflüsse von Geometrie und Material auf die Gesamtsteifigkeit des Bauteils im Biegeversuch.

Hauptaugenmerk muss darauf gelegt werden, wie das Material relativ zum Spannungszustand ausgerichtet ist. Liegt das Material mit seiner Vorzugsrichtung zur Last, ist das Bauteil erheblich steifer als bei Schichtungen mit Winkelversatz. Wie stark die Steifigkeit einbricht, hängt einerseits von der Anisotropie des Materials ab, andererseits aber auch vom Betrag des Winkelversatzes und vom Volumenanteil der ausgerichteten Schichten am Laminat.

Darüberhinaus spielt die Anordnung der Volumenanteile der Schichten ausgerichteter Fasern eine Rolle. Liegen Schichten mit zum Lastzustand passend ausgerichteten Fasern in Bereichen, in denen durch die Geometrie eine hohe Spannung vorgegeben ist, steigt die Steifigkeit des Bauteils.

Zudem darf der Einfluss der Bauteilgeometrie nicht unterschätzt werden, der in Bauteilen eines Materials zur Steifigkeit wesentlich beiträgt. Die untersuchten Geometrien unterscheiden sich hier innerhalb eines Materials in der Steifigkeit um den Faktor 20.

Literatur

- [2] Ishai, Ori und Daniel, Isaac: *Engineering Mechanics of Composite Materials*. Oxford University Press, New York, 2006
- [3] Bower, Allan F.: *Applied Mechanics of solids*. solidmechanics.org/CRC Press, Boca Raton, 2009
- [3] Böhlke, T.: *Mathematische Methoden der Festigkeitslehre* ITM, Karlsruhe, 2010

Betreuer

Dipl.-Ing. B. Brylka
Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Böhlke

brylka@itm.uni-karlsruhe.de
boehlke@itm.uni-karlsruhe.de