

Programmierung eines einfachen Zylindermodells zur Parameteridentifikation von Kohäsivzonenmodellen

Hintergrund:

Strukturbauteile aus faserverstärkten Kunststoffen (FKV) haben sich in den letzten Jahren zunehmend in diversen Ingenieurdisziplinen (z. B. allgemeiner Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt, Automobilbau) etabliert. Besonders ihre hervorragenden mechanischen Eigenschaften (z.B. hohe Festigkeiten bei geringer Dichte) bieten Vorteile gegenüber metallischen Werkstoffen.

Um schadenstolerante Strukturen aus FKV zu konstruieren, ist es notwendig, detaillierte Kenntnisse über die Schadens- und Ermüdungsmechanismen zu besitzen, die zum Versagen führen können. Aufgrund der schwachen interlaminaren Festigkeit der FKV sind Delaminationen eine häufige und kritische Art der auftretenden Schäden.

Eine geeignete Methode zur numerischen Untersuchung von Delaminationen mit Hilfe der Finiten-Elemente-Methode (FEM) sind sogenannte Kohäsivzonenmodelle (CZM). Mit Hilfe dieser kann deren Risinitiiierung- und Wachstum innerhalb einer vordefinierten Kohäsivzone analysiert werden. Hierfür werden Materialparameter benötigt, die durch Anpassung der Simulation an experimentelle Ergebnisse identifiziert werden müssen. Dieser iterative Prozess kann eine Vielzahl an FE-Simulationen erfordern und ist daher sehr zeitaufwändig.

Das von Lopez Armas [1] entwickelte Zylindermodell (Abb.1) bietet die Möglichkeit, in deutlich kürzerer Zeit Materialparameter für CZM unter Mode I Rissöffnung (Abb.2) zu bestimmen, da es keine aufwändigen FE-Simulationen erfordert. Es eignet sich daher besonders zur Parameteridentifikation von CZM, die das Delaminationsverhalten unter zyklischer Belastung beschreiben. Das Zylindermodell wurde bereits im Rahmen einer Benchmark-Studie von Bak et al [2] zum Vergleich mehrerer bestehender zyklischer CZM angewendet.

Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit sollen für ein neues CZM von Joosten et al. [3] die notwendigen Materialparameter mithilfe des Zylindermodells identifiziert werden. Hierzu ist ein Simulationstool zu programmieren, welches die Kinematik des Zylindermodells mit dem Materialverhalten des CZM von Joosten et al nachbildet. Die Parameteridentifikation soll durch Anpassung an die Ergebnisse gegebener experimenteller Ermüdungsversuche (DCB-Tests) erfolgen.

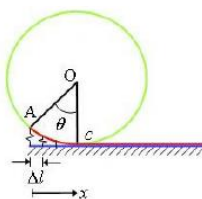


Abb.1: Zylindermodell.

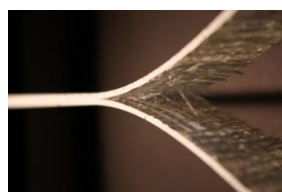


Abb.2: Mode I Rissöffnung.

Die Aufgabenstellung gliedert sich wie folgt:

1. Einarbeitung in die theoretischen Grundlagen der Kohäsivzonenmodellierung und des Zylindermodells.
2. Programmierung eines Simulationstools, welches die Kinematik des Zylindermodells mit dem Materialverhalten des Kohäsivzonenmodells von Joosten et al. nachbildet.
3. Parameteridentifikation für das Kohäsivzonenmodell durch Anpassung der Simulation an experimentelle Ergebnisse
4. Schriftliche und grafische Darstellung sowie kritische Diskussion der Ergebnisse

Voraussetzungen:

- Kenntnisse in mindestens einer der Programmiersprachen Fortran, Python, oder Matlab
- Kenntnisse in objektorientierter Programmierung vorteilhaft

Quellen:

- [1] Lopez Armas CA. Evaluation of Constitutive Laws for the Computer Simulation of Fatigue-Driven Delamination in Composite Materials. Imperial College London Department of Aeronautics, 2008
- [2] Bak B, Turon A, Lindgaard E, Lund E. A benchmark study of simulation methods for high-cycle-fatigue-driven delamination based on cohesive zone models. Composite Structures 164, 2017
- [3] Joosten M, Davila C, Yang Q. Predicting fatigue damage in composites subjected to general loading conditions. Composites: Part A 156, 2022

Kontakt:

Gereon Hacker, M.Sc.

Institut für Statik und Dynamik

Appelstr. 9A

30167 Hannover

Email: g.hacker@isd.uni-hannover.de