

FH JOANNEUM
Studiengang Fahrzeugtechnik / Automotive Engineering

Untersuchung der Betriebsfestigkeit von Verklebungen durch Versuch und Simulation

Exposé

Prommegger Lukas

MAE 18

Graz, Februar 2020

Antrag auf Genehmigung der Masterarbeit:

Untersuchung der Betriebsfestigkeit von Verklebungen durch Versuch und Simulation

Antragsteller:

Lukas Prommegger
[REDACTED]
8020 Graz
lukas.prommegger@edu.fh-joanneum.at
1810680031

Auftraggeber:

Mubea Carbo Tech GmbH
Eugen-Müller-Straße 16
5020 Graz

Betreuer:

DI Dr. mont. Markus Lengauer

DI Dr. techn. Peter Loidolt

Beschreibung der Arbeit:

Verklebungen werden mit steigender Häufigkeit als strukturelle Verbindungsmethode im Automobilbau eingesetzt. Um die Lebensdauer der Verklebung gewährleisten zu können, muss diese einer Betriebsfestigkeitsuntersuchung unterzogen werden.

Im kommerziellen FEM Programm ABAQUS kann die Betriebsfestigkeit im Post-Processing anhand des vorherrschenden Spannungszustands abgeschätzt werden. Dabei wird jedoch die Steifigkeitsänderung in Abhängigkeit von der Lastspielzahl nicht berücksichtigt. Die Steifigkeitsänderung führt zur Änderung der Spannungen in der Verklebung. Dies wiederum kann in einer frühzeitigen Schädigung resultieren.

Um diese Problematik zu lösen, gibt es grundsätzlich drei verschiedene Ansätze. **Hadavinia et al. 2003** sowie **Curley et al. 2000** wählen einen bruchmechanischen Ansatz zur Ermittlung der Lebensdauer. Die Ergebnisse sind dabei von Risslänge und Position abhängig. **Shenoy et al. 2010** zieht die plastische Dehnung zur Schädigungsabschätzung heran. Dieser Ansatz setzt das Wissen über zulässige Dehnungen in Abhängigkeit der Lastspielzahl voraus. Diese sind aufgrund der mangelnden Zugänglichkeit zur Verklebung schwierig zu ermitteln. Der dritte Ansatz zieht die lokal auftretenden Spannungen in Betracht

(Çavdar *et al.* 2020 und Jen 2012). Im Unternehmen wird bereits zur Untersuchung der Betriebsfestigkeit von faserverstärkten Kunststoffen ein spannungsbasierter Ansatz verwendet. Da diese Methode gemeinsam mit der neu zu implementierenden Methode verwendet werden sollte, wird dieser Ansatz herangezogen.

Um Materialdaten zu sammeln und die vorgehenden Mechanismen besser zu verstehen, werden quasistatische Versuche und Schwingversuche für den Klebstoff PliogripTM 7779 von *Ashland* bei Raumtemperatur durchgeführt. Um verschiedene Spannungszustände abbilden zu können, werden Kopfzug-, Scher- und Zugversuche mit unterschiedlichen Winkeln der Klebefläche zur Belastungsrichtung durchgeführt. Als Substrat wird Aluminium verwendet.

Die durchgeführten Versuche werden in der FEM-Berechnung dargestellt. Basierend auf den Versuchen wird eine Gesetzmäßigkeit zwischen Lastspielzahl, Belastung, Steifigkeitsänderung und Versagen gesucht. Um dies auch in der Simulation abbilden zu können, wird das Verfahren zum Suchen der kritischen Schnittebene verwendet und mittels Python-Skripts im Post-Processing ABAQUS implementiert. Dieses Skript wird nach einer gewissen Anzahl an Lastspielen ausgeführt, die Steifigkeit und Streckgrenze je Element für das nächste Lastspielintervall berechnet und das Input-Deck dementsprechend verändert. Dies wird so lange gemacht, bis es entweder zum Versagen des Bauteils oder Überschreiten der geforderten Anzahl an Lastspielzahlen kommt. Der beschriebene Algorithmus wird im Unternehmen bereits zur Betriebsfestigkeitsbewertung von faserverstärkten Kunststoffen verwendet und kann dementsprechend mit Modifikationen übernommen werden.

Ziel dieser Arbeit ist die Implementierung eines Python-Skripts in ABAQUS, welche die Steifigkeitsänderung von Klebeschichten in Abhängigkeit von der Anzahl an Lastspielen berücksichtigt. Damit sollte eine detaillierte Aussage über die Betriebsfestigkeit einer Verklebung getroffen werden können.

Zeitplan

Die Dauer der Masterarbeit wird auf einen Zeitraum von 4 Monaten festgelegt, von Anfang April 2020 bis Ende August 2020. Als Termin für die Masterprüfung ist der Haupttermin im Oktober 2020 vorgesehen.

Der grobe Zeitplan sieht folgende Zeiträume für die Bearbeitung der verschiedenen Aufgaben vor:

1. Literaturrecherche:	2 Wochen
2. Versuchsaufbau:	1 Woche
3. Modellierung der Versuche:	2 Wochen
4. Datenaufbereitung:	2 Wochen
5. Ermittlung Schädigungsgesetzmäßigkeiten:	1 Woche
6. Python Integration:	4 Wochen
7. Auswertung der Simulationen:	2 Wochen
8. Schriftstück:	5 Wochen
9. Gesamtdauer:	19 Wochen

Geheimhaltung wird von der Firma gefordert!

Sprache der Arbeit: Deutsch

Literatur

- Çavdar *et al.* (2020) ÇAVDAR, S.; TEUTENBERG, D.; MESCHUT, G.; WULF, A.; HESEBECK, O.; BREDE, M.; MAYER, B.: Stress-based fatigue life prediction of adhesively bonded hybrid hyperelastic joints under multiaxial stress conditions. In: *International Journal of Adhesion and Adhesives* 97 (2020), S. 102483
- Curley *et al.* (2000) CURLEY, A. J.; HADAVINIA, H.; KINLOCH, A. J.; TAYLOR, A.C: Predicting the service-life of adhesively-bonded joints. In: *International Journal of Fracture* (2000) Nr. 103, S. 41–69

- Hadavinia et al. (2003)** HADAVINIA, H.; KINLOCH, A.J; LITTLE, M.S.G; TAYLOR, A.C: The prediction of crack growth in bonded joints under cyclic-fatigue loading I. Experimental studies. In: *International Journal of Adhesion and Adhesives* 23 (2003) Nr. 6, S. 449–461
- Jen (2012)** JEN, Yi-Ming: Fatigue life evaluation of adhesively bonded scarf joints. In: *International Journal of Fatigue* 36 (2012) Nr. 1, S. 30–39
- Shenoy et al. (2010)** SHENOY, V.; ASHCROFT, I. A.; CRITCHLOW, G. W.; CROCOMBE, A. D.: Unified methodology for the prediction of the fatigue behaviour of adhesively bonded joints. In: *International Journal of Fatigue* 32 (2010) Nr. 8, S. 1278–1288