

Inhaltsverzeichnis

Veröffentlichungen	III
Vorwort	V
Abkürzungen, Symbole	XIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Problemstellung.....	1
1.2 Zielsetzung.....	3
2 Festigkeitsberechnung von Klebverbindungen.....	5
2.1 Kurzüberblick zur Historie der Spannungsanalyse an Klebverbindungen.....	5
2.2 Festigkeitshypothesen für Fügeiterteilwerkstoffe und Klebstoffe.....	10
2.2.1 Kurzer Einblick in die Kontinuumsmechanik.....	11
2.2.2 Aluminium.....	11
2.2.3 Klebstoffe.....	12
2.2.4 Faser-Kunststoff-Verbund.....	13
3 Experimentelle Erfassung des Werkstoffverhaltens von Fügeiterteil und Klebstoff.....	17
3.1 Herstellerbeschreibungen der untersuchten Klebstoffe.....	17
3.2 Zugversuche an Klebstoffsubstanzproben.....	18
3.3 Zug- Torsionsversuche an geklebten Rohrproben.....	20
3.4 Zugversuche an Aluminium-Substratproben.....	24
3.5 Zugversuche an Faserverbund-Substratproben.....	24
4 Experimentelle Untersuchung überlappter CFK-Aluminium-Klebverbindungen.....	27
4.1 Probengeometrie, Probenfertigung, Prüfverfahren.....	27
4.1.1 Probengeometrie und Probenfertigung.....	27
4.1.2 Prüfmaschine.....	28
4.1.3 Quasistatische Prüfung.....	31
4.1.4 Schwingfestigkeitsprüfung.....	32
4.2 Ergebnisse quasistatische Prüfung.....	33
4.3 Ergebnisse Schwingfestigkeitsprüfungen.....	37
4.3.1 Wöhlerdiagramm.....	37
4.3.2 Amplituden und Verformungen.....	42
4.3.3 Hysteresen, Energien, Steifigkeiten.....	49
5 Numerische Untersuchung überlappter CFK-Aluminium-Klebverbindungen.....	55
5.1 Überprüfung des Materialmodells Schlimmer/Mahnken am Zug-/Torsionsring.....	55
5.2 Modelllaufbau und Auswertungsmethodik der einfach überlappten Proben.....	59
5.3 Numerische Einflüsse auf Verformungen und lokale Beanspruchungen.....	66

5.3.1	Diskretisierung der Klebschicht	66
5.3.2	Elementauswahl für Klebschicht und Fügeteile	70
5.3.3	Geometrisch lineare und geometrisch Nichtlineare Berechnung	73
5.4	Vergleich experimenteller und numerischer Ergebnisse	74
5.4.1	Verformungen	74
5.4.2	Festigkeitsanalyse des Verbundwerkstoffes.....	78
5.4.3	Lokale Dehnungen an der Anrissstelle	82
6	Festigkeitsberechnung einer Klebverbindung am Beispiel eines CFK-Daches	85
6.1	Beschreibung der Fahrzeugstruktur	85
6.2	Vorgehensweise bei der Festigkeitsberechnung	86
6.2.1	Identifizierung festigkeitskritischer Bereiche der Klebschicht im Gesamtmodell.....	86
6.2.2	Submodell festigkeitskritischer Bereiche	87
7	Zusammenfassung.....	91