

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	III
Kurzfassung & Vorveröffentlichungen	V
Inhaltsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	XI
Abbildungsverzeichnis	XIII
Nomenklatur	XVII
Abkürzungen	XXIII
1 Einleitung	1
2 Stand der Technik	3
2.1 Klebtechnik in der Automobilproduktion	3
2.2 Prüfverfahren zur Ermittlung von Verbindungseigenschaften	5
2.3 Simulation von Klebverbindungen	6
2.4 Nichtlinear-elastische Materialmodellierung	9
2.4.1 Kontinuumsmechanische Definitionen	9
2.4.2 Spannungszustände und Triaxialität	10
2.4.3 Hyperelastische Materialmodelle	12
Analytische Verzerrungsenergie-dichte-Funktionen	13
Inkrementelle Implementierung – MARLOW-Modell	14
2.4.4 Klassische Festigkeitshypothesen	15
3 Zielstellung	17
3.1 Ziele	17
3.2 Vorgehensweise zur Erreichung der Ziele	18
4 Versuchswerkstoffe	21
4.1 Einordnung des untersuchten PU-Klebstoffes	21

4.1.1	Chemischer Aufbau	22
4.1.2	Spannungs-Dehnungs-Verhalten	23
4.1.3	MULLINS-Effekt	24
4.1.4	Kompressibilität	26
4.1.5	Temperatur- und Geschwindigkeitsabhängigkeit	27
4.1.6	Einfluss der Interphase auf die Verbindungseigenschaften	29
4.2	Charakterisierung des verwendeten Stahl-Fugeteilwerkstoffes	32
5	Weiterentwicklung von Methoden zur Materialmodellierung	35
5.1	Zuordnung von Triaxialitätsbereichen zu idealen Spannungszuständen	35
5.2	Kombinierte Festigkeitsannahmen	37
6	Identifikation eines geeigneten hyperelastischen Materialmodells	41
6.1	Materialmodelle für den untersuchten PU-Klebstoff	43
6.2	Flachschulterzugprobe (FSZ)	47
6.2.1	Experimentell: Proben, Versuchseinrichtung und -ergebnisse	47
6.2.2	Numerisch: Modellbildung, Simulationsergebnisse im Vergleich zum Experiment. Überprüfung der Forderungen an den Versuch	50
6.3	Planarzugprobe (PZ)	52
6.3.1	Experimentell: Proben, Versuchseinrichtung und -ergebnisse	52
6.3.2	Numerisch: Modellbildung, Simulationsergebnisse im Vergleich zum Experiment, Überprüfung der Forderungen an den Versuch	55
6.4	Hydrostatische Druckprobe (HSD)	56
6.4.1	Experimentell. Proben, Versuchseinrichtung und -ergebnisse	57
	Charakteristik der Volumenkompression	58
6.4.2	Numerisch: Modellbildung, Simulationsergebnisse im Vergleich zum Experiment. Überprüfung der Forderungen an den Versuch	59
6.5	Stumpfgeklebte Vollzylinderzugprobe (SVZ)	60
6.5.1	Experimentell: Proben, Versuchseinrichtung und -ergebnisse	61
	Charakteristik der Volumenexpansion	63
	Einfluss der Klebschichtdicke	64
6.5.2	Numerisch: Modellbildung, Simulationsergebnisse im Vergleich zum Experiment. Überprüfung der Forderungen an den Versuch	66
6.6	Dicke Scherzugprobe (DSZ)	69
6.6.1	Experimentell: Proben, Versuchseinrichtung und -ergebnisse	69
6.6.2	Numerisch: Modellbildung, Simulationsergebnisse im Vergleich zum Experiment. Überprüfung der Forderungen an den Versuch	71
6.7	Uniaxiale Druckprobe (UAD)	73
6.7.1	Experimentell: Proben, Versuchseinrichtung und -ergebnisse	73
6.7.2	Numerisch: Modellbildung, Simulationsergebnisse im Vergleich zum Experiment. Überprüfung der Forderungen an den Versuch	75

6.8	Zwischenfazit und Diskussion des Einflusses der Materialkompressibilität	77
7	Validierung des Marlow-Modells an einfachen Proben und Prinzipbauteilen	79
7.1	Scherzugproben	81
7.1.1	Experimentell: Proben, Versuchseinrichtung und -ergebnisse	81
7.1.2	Numerisch: Modellbildung, Validierung am Experiment und Untersuchung der Spannungszustände	84
7.2	Kopfzugproben	86
7.2.1	Experimentell: Proben, Versuchseinrichtung und -ergebnisse	86
7.2.2	Numerisch: Modellbildung, Validierung am Experiment und Untersuchung der Spannungszustände	90
7.3	Doppelhutprofile unter Schalzugbelastung	92
7.3.1	Experimentell: Proben, Versuchseinrichtung und -ergebnisse	92
7.3.2	Numerisch: Modellbildung und Validierung am Experiment	96
7.4	Zusammenfassende Diskussion der Ergebnisse aus Verifikation und Validierung	98
8	Zusammenfassung	101
	Literaturverzeichnis	103
	Lebenslauf	111