

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	9
Abbildungsverzeichnis	10
Anlagen	13
Tabellen	14
1 Stand der Technik	15
2 Forschungsziel	21
3 Lösungsweg	22
4 Herstellung des Verbundes, Werkstoffauslegung und Kennwertermittlung (ITV)	24
4.1 Herstellung der Verbundwerkstoffe und Analyse für den Serieneinsatz	24
4.1.1 Herstellung versickter Verbundwerkstoffe	24
4.1.2 Herstellung unversickter Verbundwerkstoffe	26
4.2 Voruntersuchungen für das Tiefziehen	26
4.3 Auslegung von drei Varianten	28
4.4 Kennwertermittlung	30
4.4.1 3-Punkt-Biegeversuch	30
4.4.2 Scherzug	33
4.4.3 Zugversuch der Zwischenschicht	35
4.4.4 Biegeschwingversuch	35
4.4.5 Schälzugversuch	37
4.4.6 Dauerscherschwingversuch	38
4.4.7 Dynamisch-Mechanische-Analyse	39
4.4.8 Akustische Untersuchungen	40
4.4.9 Korrosion und Alterung	42
4.4.10 Zusammenfassung der Versuche am ITV	43
4.5 Kostenanalyse	43
5 Entwicklung von FEM - Berechnungen auf Basis phänomenologischer Erkenntnisse für eine einfache Bauteilberechnung (ITV)	45
6 Ermittlung der Umformeigenschaften (IFU)	47
6.1 Untersuchung der Biegeumformung	47
6.2 Aufnahme der Grenzformänderungskurve	49
6.3 Untersuchung des Tiefziehens	49
6.4 Umformung der Demonstratorgeometrien	58
6.5 Untersuchung der Delamination	63
6.5.1 Streifentiefziehversuch mit Zug-Druckbelastung	63
6.5.2 Entwicklung einer mehrachsigen Delaminationsprüfung	64

6.6	Stanz- bzw. Scherschneiduntersuchungen.....	69
6.7	Einseitige Versteifung	70
7	Entwicklung eines Modells für die Umformsimulation (IFU).....	74
7.1	Simulative Voruntersuchung an Schichtverbunden mit dünnen Klebstoffzwischen-schichten	74
7.1.1	Aufbau des dreischichtigen Modells und Auswahl der Zwischenschichtmodelle	75
7.1.2	Validierung der Simulation des Scherzugversuchs	77
7.1.3	Validierung von Tiefziehsimulationen.....	80
7.2	Simulative Untersuchung an Schichtverbunden mit textilen Zwischenschichten	84
7.2.1	Validierung der Simulation des Scherzugversuchs	84
7.2.2	Validierung von Tiefziehsimulationen.....	86
7.2.3	Fazit der Umformsimulation	88
8	Konstruktions- und Gestaltungsrichtlinien.....	89
9	Ergebnisse und Ausblick	92
10	Darstellung des wissenschaftlich-technischen und wirtschaftlichen Nutzen der Ergebnisse für KMU	93
11	Literatur	94
12	Anlagen	98