

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	1
1.2	Zielsetzung und Gültigkeitsbereich . . . . .	3
1.3	Gliederung der Arbeit . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Verbindungen in Sandwichplatten mit Wabenkern</b>	<b>5</b>
2.1	Sandwichstrukturen . . . . .	5
2.1.1	Mechanische Grundlagen der Sandwichstrukturen . . . . .	6
2.2	Gewindeeinsätze in Sandwichplatten . . . . .	10
2.2.1	Fertigung eines Lasteinleitungspunkts in einem Sandwichprofil . . . . .	12
2.2.2	Lastfälle . . . . .	15
2.2.3	Last normal zur Ebene . . . . .	16
2.2.4	Last parallel zur Ebene . . . . .	20
2.2.5	Ermittlung der Auslegungswerte $V_A$ und $V_B$ . . . . .	23
2.2.6	Kombinierter Lastfall . . . . .	25
<b>3</b>	<b>Versagensablauf von Verbindungen mit Gewindeeinsatz</b>	<b>27</b>
3.1	Experimentelle Untersuchung . . . . .	27
3.1.1	Verwendetes Sandwichmaterial und Gewindeeinsatz . . . . .	27
3.1.2	Versuchsaufbau . . . . .	28
3.1.3	Versuchsdurchführung und Untersuchung der getesteten Probekörper . . . . .	30
3.2	Numerische Verifikation . . . . .	35
3.3	Qualitative Beschreibung . . . . .	38
<b>4</b>	<b>Ermittlung der Einflussfaktoren auf den Versagensablauf</b>	<b>41</b>
4.1	Mechanische Grundlagen von Federn . . . . .	42
4.1.1	Federgesetz für verschiedene Federarten . . . . .	42
4.1.2	Schaltungsregeln für Federn . . . . .	44
4.2	Reduzierung der Verbindung . . . . .	45
4.3	Überführung der Komponenten in eine Federverschaltung . . . . .	46
4.3.1	Federmodell der Deckschicht . . . . .	46
4.3.2	Federmodell des Klebstoffes . . . . .	47
4.3.3	Zusammenführen der Federmodelle von Deckschicht und Klebstoff . . . . .	48
4.4	Implementierung des Ersatzmodells . . . . .	49
4.5	Weitere Tests . . . . .	51

4.6	Vergleich des Ersatzmodells mit den getesteten Kraft-Weg-Verläufen . . . . .	52
4.6.1	Variation der Ursprungslänge der Klebstoffzugfeder . . . . .	55
4.6.2	Verlängerung der Deckschichtzugfeder . . . . .	56
4.6.3	Variation der effektiven Klebstofflänge . . . . .	57
4.7	Experimentelle Validierung der Einflussfaktoren . . . . .	59
4.7.1	Probengeometrie und Herstellung . . . . .	60
4.7.2	Versuchsaufbau und Durchführung . . . . .	62
4.7.3	Versuchsergebnisse und Diskussion: Abstand zwischen den Platten . . .	63
4.7.4	Versuchsergebnisse und Diskussion: Einfluss der Klebstofftiefe . . . .	64
4.8	Schlussfolgerung aus dem Ersatzmodell . . . . .	65
<b>5</b>	<b>Vergleich der bisherigen Auslegungsverfahren mit dem Versagensablauf</b>	<b>69</b>
5.1	Vergleich der IDH Berechnungsmethode mit dem tatsächlichen Versagensablauf	69
5.2	Vergleich der IDH Berechnungsmethode mit Versuchsergebnissen . . . . .	71
5.3	Berechnung der Auslegungswerte $V_A$ und $V_B$ aus den Versuchsergebnissen . .	72
5.4	Zusammenfassung der Vergleichsergebnisse . . . . .	74
<b>6</b>	<b>Neue Auslegungsmethode für in der Ebene belastete Gewindeeinsätze</b>	<b>75</b>
6.1	Neuer Ansatz zur Berechnung von in der Ebene belasteten Gewindeeinsätzen .	75
6.2	Validierung der neuen Auslegungsmethode . . . . .	80
6.3	Gültigkeitsbereich der neuen Auslegungsmethode . . . . .	82
6.3.1	Halbhohe Sandwichstruktur . . . . .	82
6.3.2	Dünne Sandwichstruktur . . . . .	86
6.3.3	Grenzwertbestimmung für eine dünne Sandwichstruktur . . . . .	90
6.3.4	Numerische Verifizierung des Grenzwertes . . . . .	96
<b>7</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>101</b>
	<b>Bibliography</b>	<b>105</b>
<b>A</b>	<b>Kraft-Weg-Diagramme der Versuche mit den Verläufen des Ersatzmodells</b>	<b>111</b>
<b>B</b>	<b>Quellcode des federbasierten Ersatzmodells</b>	<b>119</b>