

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	1
2.	STAND DER ERKENNTNISSE.....	3
2.1.	Leichtbau	4
2.2.	Herstellungsprozess von Hybridstrukturen	5
2.3.	Grundlagen der Fügetechnik Kleben	7
2.3.1.	<i>Einteilung der Klebstoffe nach dem Abbindemechanismus.....</i>	<i>7</i>
2.4.	Umformen von geklebten Hybridstrukturen	11
2.4.1.	<i>Konventionelles Tiefziehen</i>	<i>11</i>
2.4.2.	<i>Die Ermittlung von Grenzziehverhältnissen.....</i>	<i>12</i>
2.5.	$\Delta\alpha$ -Problematik.....	16
2.6.	Berechnung von Klebverbindungen.....	19
2.6.1.	<i>Mechanische Grundlagen zur Berechnung von Klebverbindungen.....</i>	<i>20</i>
2.6.2.	<i>Theorie der Materialverhalten.....</i>	<i>22</i>
2.6.3.	<i>Viskoelastisches Materialgesetz mit Berücksichtigung des Aushärtvorgangs</i>	<i>23</i>
2.6.4.	<i>Viskoplastisches Materialgesetz für ausgehärtete Klebschichten</i>	<i>23</i>
2.6.5.	<i>Berechnung von Klebverbindungen mittels der Finite-Elemente-Methode</i>	<i>25</i>
3.	ZIEL UND VORGEHENSWEISE.....	27
4.	VERSUCHSEINRICHTUNGEN UND PRÜFVERFAHREN	29
4.1.	Zugprüfeinrichtung	29
4.2.	Hydraulische Presse für die Tiefziehversuche	30
4.3.	Optische Verformungsmessung nach dem Grauwertkorrelationsverfahren.....	30
4.4.	Schlittenprüfstand für Crashversuche	32
4.5.	CAE-System ABAQUS	33
5.	VERSUCHSWERKSTOFFE UND MATERIALEIGENSCHAFTEN ..	34
5.1.	Verwendete Versuchswerkstoffe.....	34
5.1.1.	<i>Klebstoffe</i>	<i>34</i>
5.1.2.	<i>Fügeteilwerkstoffe und Werkstoffkombinationen.....</i>	<i>35</i>
5.2.	Probenformen.....	37
5.3.	Verbindungsfestigkeiten.....	38

6.	QUALIFIZIERUNG DER UMFORMBARKEIT VON TAILORED BLANKS	39
6.1.	Verwendete Werkstoffe und ihre Grenzziehverhältnisse	39
6.2.	Probenformen und -herstellung	40
6.3.	$\Delta\alpha$ -Problematik bei der Probenherstellung.....	41
6.4.	Ergebnisse der Tiefziehversuche	43
6.4.1.	<i>Werkstoffkombination A: DC05 (0,8 mm) – AA6016 (1,15 mm) - Überlappstoß.....</i>	<i>43</i>
6.4.2.	<i>Werkstoffkombination B2: H320LA (1 mm) – AA6016 (1,15) – Überlappstoß</i>	<i>46</i>
6.4.3.	<i>Werkstoffkombination B2: H320LA (1 mm) – AA6016 (1,15) – vollflächige Klebung..</i>	<i>46</i>
6.4.4.	<i>Überblick über die Ergebnisse der Umformversuche.....</i>	<i>51</i>
6.5.	Numerische Simulation des Tiefziehprozesses.....	52
6.5.1.	<i>Berechnete Kraft-Stempelweg-Verläufe</i>	<i>53</i>
6.5.2.	<i>Beanspruchung der Klebschicht.....</i>	<i>54</i>
6.6.	Zusammenfassung der Ergebnisse der Tiefziehversuche.....	57
7.	BEPLANKUNG VON PROFILRAHMENSTRUKTUREN	59
7.1.	$\Delta\alpha$ -Problematik bei beplankten Profilrahmenstrukturen	60
7.2.	Fügetellwerkstoffe und Nitelemente.....	63
7.3.	Probenformen und -herstellung	64
7.4.	Versuchsaufbau und -durchführung.....	66
7.5.	Experimentelle Ergebnisse der Verformungsmessungen.....	67
7.5.1.	<i>Elementar geklebter Schubfelddemonstrator.....</i>	<i>67</i>
7.5.2.	<i>Hybrid gefügte Schubfelddemonstratoren.....</i>	<i>69</i>
7.6.	Verformungssimulation mittels der Finite-Elemente-Methode	73
7.6.1.	<i>Finite-Elemente-Modell des Demonstratorbauteils.....</i>	<i>73</i>
7.6.2.	<i>Verformungssimulation des elementar geklebten Bauteils.....</i>	<i>75</i>
7.6.3.	<i>Ergebnisse der Verformungsanalyse am hybridgefügteten Bauteil.....</i>	<i>78</i>
7.7.	Verifikation der Ergebnisse aus der numerischen Simulation	80
7.7.1.	<i>Linear-elastisches Werkstoffverhalten von Aluminium und Stahl.....</i>	<i>81</i>
7.7.2.	<i>Einbeziehung eines elastisch-plastisches Materialgesetzes für die Fügeteile und die Fügeelemente.....</i>	<i>83</i>
7.7.3.	<i>Anpassung der Nietgeometrie</i>	<i>84</i>
7.8.	Zusammenfassung der Analyse des Demonstratorbauteils	85
7.8.1.	<i>Vergleich elementar geklebtes und hybridgefügetes Bauteil.....</i>	<i>85</i>
7.8.2.	<i>Einflüsse charakteristischer Parameter und Konstruktionshinweise.....</i>	<i>88</i>

8.	CRASHVERSUCHE	89
8.1.	Crash-Prüfung von Referenzproben aus Aluminium.....	91
8.2.	Crash-Prüfung von geklebten Tailored Hybrid Blanks	91
8.2.1.	<i>Prüfgeschwindigkeit 3 m/s</i>	<i>91</i>
8.2.2.	<i>Prüfgeschwindigkeit 4 m/s</i>	<i>93</i>
9.	ZUSAMMENFASSUNG	95
10.	LITERATURVERZEICHNIS	98