Inhaltsverzeichnis

Formelzeichen und Abkürzungen IV

1 Einleitung 1

2 Aufgabenstellung 2

3 Stand der Erkenntnisse 4

3.1 Werkstoffleichtbau 4

3.2 Fertigungsbedingter und konstruktiver Leichtbau 4

3.3 Karosseriekonzepte im Fahrzeugbau 6

3.4 Innenhochdruckumformung von Aluminiumstrangpressprofilen 10

3.5 Schweißen von Aluminium 11

3.6 Strukturelles Kleben von Aluminium 12

4 Versuchswerkstoffe 20

4.1 Klebstoffe 20

4.2 Fügeteile 22

5 Versuchseinrichtungen 23

5.1 Torsionspendel 23

5.2 Dynamisches Wärmestrom-Differenz-Kalorimeter 24

5.3 Klimawechsellagerung 26

5.4 Rasterelektronenmikroskop 27

5.5 Kontaktwinkelmessung an Fügeteiloberflächen 27

5.6 Rauheitsbestimmung der Fügeteiloberflächen 28

5.7 Optische Längenmessung 28

5.8 Quasistatischer Zugscherversuch 28

5.8.1 Zugscherversuch in Anlehnung an DIN 54 451 28

5.8.2 Zugscherversuch an Profilverbindungen 29

5.9 Einstufen-Dauerschwingversuch 32

5.10 Optische Verformungsmessung nach dem 3D-ESPI-Verfahren 33

6 Charakterisierung der eingesetzten Klebstoffsysteme 35

6.1 Reaktionsverhalten der Klebstoffe 35

6.2 Viskoelastisches Verhalten 38

6.3 Schubspannung-Gleitung-Verhalten 40

6.3.1 Einfluss der Temperatur 40

6.3.2 Einfluss einer Klimawechsellagerung 42

7 Oberflächenzustand und Benetzbarkeit der Fügeteilwerkstoffe 46

8 Möglichkeiten der Verbindungsgestaltung 50

8.1 Gestaltungsfälle 50

8.2 Positionierung der Fügeteile 51

8.2.1 Positionierung durch axiale Anschläge 51

8.2.2 Positionierung durch mechanische Fügeelemente 54

8.3 Zentrierung der Fügeteile 62

8.3.1 Zentrierung durch äußere Fixierung 62

8.3.2 Zentrierung durch Kugeln und Drähte 63

8.3.3 Aufdickung der Fügeteile 64

8.3.4 Dichtschnüre und Dichtraupen 64

8.3.5 Zentrierung durch den Klebstoff 66

8.3.6 Verformungen durch Klebstoffschwindung 66

8.4 Klebstoffapplikation 70

8.4.1 Injektionsverfahren 70

8.4.2 Klebstoffauftrag vor dem Zusammenschieben der Fügeteile 72

9 Profilverbindungen für experimentelle Untersuchungen 79

9.1 Oberflächenvorbehandlung der Fügeteile 79

9.2 Herstellung geklebter Profilverbindungen 81

9.3 Herstellung kombiniert gefügter Profilverbindungen 82

9.4 Herstellung von geschweißten Profilverbindungen 86

10 Quasistatische Belastung 88

10.1 Festigkeitsverhalten geklebter Profilverbindungen 88

10.1.1 Einfluss des Klebstoffauftrags 88

10.1.2 Einfluss der Klebschichtdicke 90

10.1.3 Einfluss der Überlappungslänge 91

10.1.4 Einfluss der Profilwandstärke 94

10.1.5 Einfluss der Temperatur 95

10.2 Festigkeitsverhalten kombiniert gefügter Al-Profilverbindungen 101

10.3 Einfluss einer Alterung auf die Festigkeit geklebter und kombiniert gefügter Profilverbindungen 104

10.4 Vergleich des Festigkeitsverhaltens von geschweißten und geklebten Profilverbindungen 108

11 Dynamisch-schwingende Belastung 111
11.1 Festigkeitsverhalten elementar geklebter Profilverbindungen 111
11.1.1 Einfluss der Klebschichtdicke 115
11.2 Festigkeitsverhalten kombiniert gefügter Profilverbindungen 116
11.3 Einfluss einer Alterung auf geklebte und kombiniert gefügte Profilverbindungen 117
11.4 Vergleich des Schwingfestigkeitsverhaltens geklebter und geschweißter Profilverbindungen 121
12 Hinweise zur Gestaltung und Fertigung 124
12.1 Konstruktion 124
12.2 Fertigung 127
12.3 Qualitätssicherung 128
13 Zusammenfassung 129
14 Literaturverzeichnis 133