

Inhaltsverzeichnis

Seite

Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen	VI
1. Einleitung	1
2. Stand der Erkenntnisse	2
2.1 Oberflächenveredelungen für Feinbleche und ihre Eigenschaften	2
2.2 Klebschichtspezifische Polymermorphologie	8
2.3 Ermittlung beanspruchungsabhängiger Versagensvorgänge	11
3. Aufgabenstellung	13
4. Versuchswerkstoffe	16
4.1 Klebstoffe	16
4.2 Fügeteilwerkstoffe und Zinküberzüge	17
5. Probenformen und Probenfertigung	18
5.1 Zugproben aus den Fügeteilwerkstoffen	18
5.2 Einschnittig überlappte Zugscherproben	18
5.2.1 Feinblechklebungen	18
5.2.2 "Dicke" Zugscherproben	19
5.3 Zugproben aus geklebten Verbindungen	19
5.4 Winkelschälproben	20
5.5 Proben für Morphologieanalysen mit dem Rasterelektronenmikroskop	20
5.6 Klebverbindungen und Klebstoffproben für Sorptionsversuche	21
5.7 Oberflächenvorbehandlung	23

6.	Untersuchungsmethoden, Versuchseinrichtungen und Ergebnisdokumentation	25
6.1	Zugprüfeinrichtung	25
6.1.1	Versuchsaufbau für Zugversuche mit den Füge- werkstoffen	25
6.1.2	Versuchsaufbau zur Bestimmung der Klebfestigkeit	26
6.1.3	Versuchsaufbau zur Ermittlung von Schubspannung- Gleitung-Kurven in Verbindung mit der Schall- emissionsanalyse	26
6.1.4	Versuchsaufbau zur Bestimmung der Zugfestigkeit	29
6.1.5	Versuchsaufbau zur Bestimmung der Schäl- festigkeit	30
6.2	Versuche bei statischer Belastung	31
6.3	Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen und Mikroanalysen	32
6.4	Torsionsschwingungsversuche	34
6.5	Einrichtungen zur Durchführung differenzkalori- metrischer Messungen	34
6.6	Versuche zur Feuchteaufnahme von Klebverbindungen	34
6.7	Einrichtungen zur Bestimmung der Benetzbarkeit von Oberflächen	35
6.8	Einrichtungen für Klimaversuche	35
7.	Experimentelle Ermittlung des Schädigungsverhal- tens von Zinküberzügen	36
7.1	Mechanisch-technologische Prüfung der Haftfestig- keit	36
7.2	Haftungsuntersuchungen mit der Schallemissions- analyse	40
7.2.1	Schallemissionsverhalten feuerverzinkter Stahl- bleche	41
7.2.2	Schallemissionsverhalten elektrolytisch verzink- ter Stahlbleche	46
7.2.3	Signalanalysen zur Schädigungsbewertung	47

8.	Oberflächenanalysen	50
8.1	Oberflächenbeschaffenheit und Eigenschaften elektrolytisch abgeschiedener Zinküberzüge	50
8.2	Oberflächenbeschaffenheit und Eigenschaften von Feuerverzinkungen	52
9.	Untersuchungen zur inneren Struktur polymerer Bindeschichten von Feinblechverbindungen	56
9.1	Morphologie ausgehärteter Klebstoffe	56
9.2	Einfluß der Fügeiteiloberflächen auf die Klebschichtrandzonenorientierung	59
9.2.1	Fügeiteilabhängige Grenzschichtstrukturierung bei verschiedenen Oberflächenvorbehandlungen	59
9.2.1.1	Grenzschichtstrukturen in Klebfugen mit elektrolytisch verzinkten Fügeiteilen	60
9.2.1.2	Grenzschichtstrukturen in Klebfugen mit feuerverzinkten Fügeiteilen	62
9.2.1.3	Einfluß physikalisch-elektrischer Oberflächenaktivierung auf die Grenzschichtmorphologie	66
9.2.1.4	Einfluß einer Chromatpassierung auf die Grenzschichtmorphologie	69
9.2.2	Klebstoffspezifische Grenzschichtstrukturierung	71
9.2.3	Einfluß zeitlich veränderlicher Oberflächenenergien auf die Klebstoffstrukturierung	72
9.2.4	Grenzschichtschädigungen durch Klimaeinwirkung	76
9.3	Bedeutung des Klebstoffrandzonengefüges für die Grenzschichtalterung	84
10.	Kurzzeitfestigkeit von Stahlblechklebungen	87
10.1	Klebfestigkeiten und Bruchflächenanalysen	87
10.2	Einfluß der Oberflächenvorbehandlung auf die Klebfestigkeit	95
10.2.1	Chemische Vorbehandlung	95
10.2.2	Physikalische Vorbehandlung	97
10.3	Zugfestigkeiten von Feinblechklebungen	105
10.4	Einfluß der Fügeiteiloberfläche auf die Schälfestigkeit	108

11. Schädigungsverhalten von Stahlblechklebungen bei Zugbeanspruchung	110
11.1 Ermittlung des Versagensablaufs mit der Schallemissionsprüfung	110
11.2 Mikroskopische Untersuchungen zum Schädigungsablauf	114
11.2.1 Deformations- und Schädigungsverhalten bei Zugbeanspruchung	114
11.2.2 Deformations- und Schädigungsverhalten nach Klimialagerung	122
12. Untersuchungen zum Deformations- und Festigkeitsverhalten von Klebverbindungen während und nach hygrothermischer Beanspruchung	126
12.1 Mechanische Klebstoffeigenschaften nach Klimialagerung	127
12.2 Festigkeits- und Schädigungsverhalten von Stahlblechklebungen nach Klimialagerung	132
12.2.1 Einfluß der Fügeteiloberfläche auf die Langzeitbeständigkeit	132
12.2.2 Ursachen des Strukturversagens nach Klimialagerung	140
12.2.3 Deformationsvorgänge unter hygrothermischem und mechanischem Einfluß	145
12.3 Sorptionsverhalten der Klebschichten	149
13. Zusammenfassung	157
14. Literatur	162