

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	10
Abbildungsverzeichnis	11
Tabellenverzeichnis	13
Abkürzungsverzeichnis	15
1 Einleitung	17
1.1 Problemstellung	17
1.2 Motivation und Zielsetzung	18
2 Stand der Technik	20
2.1 Faser-Kunststoff-Verbunde	20
2.1.1 Verstärkungsfasern und Halbzeuge	20
2.1.2 Matrixsysteme	20
2.2 Grundlagen der Metallbeschichtungen	21
2.3 Oberflächenmodifikation von Substratoberflächen	22
2.4 Hybridsysteme aus Metall und Faser-Kunststoff-Verbund	22
2.4.1 Hybridherstellung im Pressverfahren	23
2.4.2 Alterung	24
3 Versuchswerkstoffe und Verfahren	25
3.1 Materialien, Kleb- und Hilfsstoffe	25
3.1.1 Vorimprägniertes Kohlenstofffasergelege	25
3.1.2 Dualphasenstahl HCT780XD + Z100 (DP800)	25
3.1.3 Klebstoff SikaPower® -533 MBX	25
3.2 Nasschemische Tauchbeschichtung von Metallsubstraten	26
4 Methodische Bauteilauslegung in Hybridbauweise	28
4.1 Bauteilsichtung und Auslegung	28
4.2 Ableitung eines generischen Versuchskörpers	31
5 Versuchseinrichtungen und Prüfverfahren	32
5.1 Raster-Elektronen-Mikroskopie (REM)	32
5.2 Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS)	33
5.3 Ramanspektroskopie	33
5.4 Raster Kelvin Sonde (SKP)	34
5.5 Korrosionsprüfungen	35
5.5.1 Elektrochemische Oberflächenanalytik	35
5.5.2 Klimakammerwechseltest	37
5.6 90°-Schältests	39
5.7 Kurzbalkenbiegeversuche zur Bestimmung der scheinbaren interlaminaren Scherfestigkeit	39

5.8	Bruchmechanische Prüfungen zur Bestimmung der Energiefreisetzungsrate unter Mode I und Mode II Belastung	40
5.9	Einfach überlappte Scherzugprüfungen unter quasistatischer Belastung	42
5.10	Einfach überlappte Scherzugprüfungen unter zyklischer Belastung	43
5.11	Fallmassenprüfungen.....	44
6	Versuchsergebnisse	45
6.1	Entwicklung des Beschichtungsverfahrens	45
6.1.1	Oberflächenmorphologie	50
6.1.2	Bewertung der Haftung.....	55
6.1.3	Elektrochemisches Verhalten	59
6.1.4	Zusammensetzung der Substratoberflächen	64
6.2	Prüfkörperherstellung im Pressverfahren.....	64
6.3	Quasistatische Prüfungen der Grenzschicht	65
6.3.1	Kurzbalkenbiegeversuche zur Bestimmung der scheinbaren interlaminaren Scherfestigkeit	65
6.3.2	Bestimmung der interlaminaren Bruchzähigkeit	68
6.3.3	Quasistatische Haftungsprüfungen.....	69
6.4	Zyklische Haftungsprüfungen.....	71
6.5	Schlagartige Bauteilprüfungen	74
6.6	Analyse des Versagensverhaltens (Korrosions- und Alterungsmechanismen)	76
6.6.1	Analyse der Bruchmechanik mittels der Kombination aus FIB und REM anhand von Querschliffproben.....	76
6.6.2	Untersuchung der Delaminationskinetik mittels Rasterkelvinsonde (SKP)	78
7	Ergebnisse und Ausblick	81
7.1	Wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen insbesondere für KMU sowie der innovative Beitrag und industrielle Anwendungsmöglichkeiten	83
8	Literaturverzeichnis	84
9	Anhang	87
9.1	Anhang A: Methodischen Bauteilauslegung.....	87
9.1.1	Anhang A.1: Teilergebnisse der Sensitivitätsanalyse	87
9.2	Anhang A.2: Gegenüberstellung der Struktursimulationen	88
9.3	Anhang B: Bruchbilder der zyklischen Versuche	89
9.3.1	Anhang B.1: Bruchbilder der zyklischen Versuchsreihe ZnO_Referenz	89
9.3.2	Anhang B.2: Bruchbilder der zyklischen Versuchsreihe ZnO_In Situ	89
9.3.3	Anhang B.3: Bruchbilder der zyklischen Versuchsreihe ZnO_Gealtert.....	89
9.3.4	Anhang B.4: Bruchbilder der zyklischen Versuchsreihe Sika_Referenz	90

9.3.5	Anhang B.5: Bruchbilder der zyklischen Versuchsreihe Sika_In Situ	90
9.3.6	Anhang B.6: Bruchbilder der zyklischen Versuchsreihe Sika_Gealtert	90
9.4	Anhang C: Bruchbilder der Kurzbalkenbiegeversuche nach Alterung	91