

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	xv
Tabellenverzeichnis	xix
Abkürzungen und Formelzeichen	xxi
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit	2
2 Mechanische Grundlagen	7
2.1 Allgemeine Bemerkungen	7
2.2 Kinematik	7
2.2.1 Deformation	7
2.2.2 Verzerrungsmaße	10
2.2.3 Lineare Theorie	11
2.3 Spannung	12
2.3.1 Spannungsvektor	12
2.3.2 Spannungstensoren	14
2.4 Konstitutivgleichung	15
2.4.1 Elastizitätsgesetz	15
2.4.2 Linear elastisches, isotropes Materialverhalten	16
2.4.3 Hyperelastizität	17
2.4.4 Lineare Viskoelastizität	22
2.5 Linear elastisches Konstitutivgesetz von Scheiben	27
2.6 Mechanische Beschreibung von Rissen	29
2.6.1 Linear elastische Bruchmechanik	29
2.6.2 K-Konzept	30
2.6.3 Energetische Konzepte	31
2.6.4 Kohäsivzonenmodelle	33
3 Werkstoffgrundlagen	39
3.1 Glas	39
3.1.1 Amorphes Material	39

3.1.2	Glasoberfläche	41
3.1.3	Kalk-Natronsilikatglas	41
3.1.4	Basisprodukt Floatglas	42
3.2	Kunststoffe.....	45
3.2.1	Molekulare Struktur und Materialverhalten von Polymeren	45
3.2.2	Polyvinylbutyral-Folie	49
3.2.3	Ionoplast.....	55
3.2.4	Zusammenstellung der untersuchten Zwischenmaterialien	57
3.3	Verbundglas und Verbund-Sicherheitsglas	59
3.3.1	Begriffbestimmung und Anforderungen	59
3.3.2	Herstellung.....	62
4	Resttragfähigkeit von Verbund-Sicherheitsglas	65
4.1	Verbundwirkung.....	65
4.2	Bruchzustände	67
4.2.1	Einteilung	67
4.2.2	Bruchzustand I: Intaktes VSG.....	68
4.2.3	Bruchzustand II: Teilweise zerstörtes Glas des VSG	69
4.2.4	Bruchzustand III: Vollständig zerstörtes Glas des VSG	72
4.3	Normative Umsetzung der Resttragfähigkeit.....	74
4.4	Stand der Forschung hinsichtlich Resttragfähigkeit	76
4.4.1	Charakterisierung	76
4.4.2	Stand der Forschung.....	78
5	Klassifizierung der Zwischenschicht von VSG hinsichtlich der Resttragfähigkeit	83
5.1	Einführung und Zielsetzung	83
5.2	Stoßartige Prüfungen am Verbund-Sicherheitsglas (VSG).....	84
5.3	Standardisierte Prüfmethoden zur Beurteilung des Verbundes von VSG.....	85
5.3.1	Allgemeines	85
5.3.2	Feuchtemessung	85
5.3.3	Prüfung bei hoher Temperatur	86
5.3.4	Bestimmung der Glashaftung	86
5.4	Phänomenologisch motivierte Versuche.....	89
5.5	Betrachtete Versuchsanordnungen und Zwischenschichten	91
5.6	Nicht anwendbare Versuchsanordnungen	92
5.6.1	Begründungen.....	92
5.6.2	End Notched Flexure Test.....	92
5.6.3	Double Cantilever Beam Test	95
5.7	Haftzug- und Haftscherversuch.....	100
5.7.1	Probekörper.....	100

5.7.2	Haftzugversuch (VW-Pull Test)	100
5.7.3	Haftscherversuch	102
5.7.4	Interpretation	104
5.8	Through-Cracked-Tensile Test	105
5.8.1	Versuchsaufbau und Durchführung	105
5.8.2	Ergebnisse und Auswertung	107
5.8.3	Interpretation	112
5.9	Through-Cracked-Bending Test	112
5.9.1	Versuchsapparatur	112
5.9.2	Versuchsdurchführung	113
5.9.3	Vorgehen bei der Auswertung der mechanischen Größen	116
5.9.4	Ergebnisse und Auswertung	123
5.9.5	Interpretation	126
5.10	Referenzversuche zur Resttragfähigkeit	127
5.10.1	Bauteilversuche als Referenzversuche	127
5.10.2	Versuchsaufbau und Durchführung	128
5.10.3	Ergebnisse und Auswertung	131
5.11	Vergleich und Beurteilung der untersuchten Prüfmethode	134
5.12	Empfehlungen	138
6	Delaminationsverhalten von PVB im gebrochenen VSG	143
6.1	Delaminationsvermögen	143
6.1.1	Begriffbestimmung	143
6.1.2	Stand der Forschung	144
6.2	Energiefreisetzungsrate	145
6.3	Versuchsdurchführung und -programm	148
6.3.1	Versuchsaufbau und Probenvorbereitung	148
6.3.2	Probekörper	149
6.3.3	Versuchsprogramm	150
6.3.4	Versuchsdurchführung	151
6.4	Beurteilung der Haftfestigkeit	153
6.5	Vorgehen bei der Auswertung	155
6.6	Ergebnisse und Auswertung	157
6.7	Interpretation und Vergleich mit der Literatur	162
6.8	Zusammenfassung und Empfehlungen	164
7	Numerische Berechnungsansätze der Delamination	167
7.1	Umsetzung mit der Methode der finiten Elemente	167
7.1.1	Allgemeine Bemerkungen	167
7.1.2	Kontinuums-elemente	168
7.1.3	Grenzflächenelemente	168

7.2	Materialgesetze	170
7.3	Kohäsivgesetz der Grenzfläche	173
7.4	Through-Cracked-Tensile Test.....	175
7.4.1	Modellierung	175
7.4.2	Numerische Untersuchungen.....	176
7.4.3	Validierung des numerischen Modells	182
7.4.4	Auswertung und Interpretation.....	185
7.5	Beurteilung der numerischen Untersuchungen	187
8	Zusammenfassung und Ausblick	191
8.1	Zusammenfassung der Erkenntnisse	191
8.2	Weiterer Forschungsbedarf	193
	Literaturverzeichnis	197
	Anhangsverzeichnis	205

<http://www.springer.com/978-3-662-48555-2>

Untersuchungen zur Resttragfähigkeit von
gebrochenen Verglasungen
Investigation of the residual load-bearing behaviour of
fractured glazing

Franz, J.

2015, XXIII, 240 S. 120 Abb., 42 Abb. in Farbe.,

Softcover

ISBN: 978-3-662-48555-2