

Inhalt

1.	Vorwort.....	6
2.	Geltungs- und Anwendungsbereich.....	6
3.	Begriffe und ihre Definitionen	7
3.1.	Abminderung	7
3.2.	Abminderungsfaktor	7
3.3.	Alterung	7
3.4.	Analytische Lösungen	7
3.5.	Anstrengungshypothesen.....	8
3.6.	Außergewöhnliche Einwirkung	8
3.7.	Beanspruchbarkeit	8
3.8.	Beanspruchbarkeitsverfahren	8
3.9.	Beanspruchung	8
3.10.	Beanspruchungsgeschwindigkeit	9
3.11.	Belastung	9
3.12.	Bemessung.....	9
3.13.	Bemessungsniveau	9
3.14.	Bemessungsprinzip	9
3.15.	Bemessungswerte.....	9
3.16.	Betriebsfestigkeit.....	10
3.17.	Charakteristischer Wert	10
3.18.	Dauerfestigkeit.....	10
3.19.	Dehnung	10
3.20.	Dehnungsenergie.....	10
3.21.	Dehnungsenergiedichte.....	11
3.22.	Dehnungsenergiedichtefunktion.....	11
3.23.	Deviatorischer Anteil.....	11
3.24.	Einwirkungen	11
3.25.	Gestaltung	11
3.26.	Globales Sicherheitskonzept.....	11
3.27.	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	11
3.28.	Grenzzustand der Tragfähigkeit	12
3.29.	Gummiartig.....	12
3.30.	Haftung.....	12
3.31.	Haftungsverhalten	12
3.32.	Hauptstreckung	12
3.33.	Ideal-plastisch	12
3.34.	Interaktionsnachweis.....	13
3.35.	Klebfuge	13
3.36.	Klebfugendicke.....	13
3.37.	Klebstoff	13
3.38.	Klebsystem	13
3.39.	Klebung	13
3.40.	Klebbaugruppe	14
3.41.	Kohäsion.....	14
3.42.	Kohäsionsbruch	14
3.43.	Kombinationsbeiwert.....	14

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Dieser Text richtet sich an Männer und Frauen in gleichem Maße. Zur besseren Lesbarkeit wurde im Text jedoch auf die durchgängige Formulierung in männlicher/weiblicher Form verzichtet und es wird nur die männliche Form genannt.

3.44.	Konstitutivmodell.....	14
3.45.	Konvergenz.....	14
3.46.	Kriechen	14
3.47.	Lastannahmen	14
3.48.	Lastfall	14
3.49.	Lastkombination	15
3.50.	Materialeigenschaften	15
3.51.	Methodenbeiwert	15
3.52.	Modellierung.....	15
3.53.	Modul	15
3.54.	Mullins-Effekt.....	15
3.55.	Nennfestigkeit.....	15
3.56.	Nichtmechanische Einwirkungen	16
3.57.	Nominale Dehnung	16
3.58.	Nominale Spannung.....	16
3.59.	Normalkrafttrichtung.....	16
3.60.	Partieller Sicherheitsbeiwert.....	16
3.61.	Probabilistisches Berechnungsmodell	16
3.62.	Querdehnungsbehinderung.....	16
3.63.	Relaxation.....	16
3.64.	Semiprobabilistisches Sicherheitskonzept.....	17
3.65.	Sicherheitsfaktor.....	17
3.66.	Ständige Einwirkung.....	17
3.67.	Structural Sealant Glazings	17
3.68.	Teilsicherheitsbeiwert	17
3.69.	Tragwerk	17
3.70.	Vergleichsspannung	17
3.71.	Verschiebungsfeld	17
3.72.	Verzerrung	17
3.73.	Viskoelastisches Verhalten	18
3.74.	Viskoplastisches Verhalten	18
3.75.	Viskoses Verhalten	18
3.76.	Werkstoffanstrengung	18
4.	Grundlagen	18
4.1.	Konstruktionsprozess.....	18
4.2.	Klebstoffe	19
4.3.	Klebflächenzustand	19
5.	Festigkeitsnachweis	21
5.1.	Anforderungsliste	22
5.2.	Ermittlung von Einwirkungen.....	23
5.2.1.	Ermittlung von Einwirkungen nach Eurocode (EC).....	23
5.3.	Konstruktive Gestaltung der Klebverbindung	24
5.4.	Sicherheitskonzept.....	24
5.4.1.	Konzept der Teilsicherheitsbeiwerte nach Eurocode (DIN EN 1990 ff.).....	26
5.4.2.	Übertragbarkeit von Sicherheitsfaktoren.....	26
5.5.	Lastfälle	26
5.5.1.	Schritt 1 – Analyse der geometrischen Situation	26
5.5.2.	Schritt 2 – Analyse möglicher mechanischer Einwirkungen.....	27
5.5.3.	Schritt 3 – Analyse möglicher nichtmechanischer Einwirkungen.....	28
5.5.4.	Schritt 4 – Ermittlung gleichzeitig auftretender Einwirkungen (Lastfälle).....	28
5.5.5.	Schritt 5 – Definition der relevanten/dimensionierenden Lastfälle	28
5.5.6.	Grenzzustände (Lastfälle) für Bauanwendungen.....	28
5.5.6.1.	Grenzzustand der Tragfähigkeit (GZT).....	28
5.5.6.2.	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG).....	29

5.5.6.3.	Kombinationsregeln zur Ermittlung der Beanspruchungen.....	29
5.5.7.	Lastfälle im Schiffbau	29
5.5.8.	Lastfälle im Schienenfahrzeugbau	30
5.6.	Beanspruchung (Berechnung von Klebverbindungen).....	30
5.6.1.	Einführung in die Finite-Elemente-Methode (FEM).....	30
5.6.2.	Materialtheorie und -modellierung	32
5.6.2.1.	Allgemeine rheologische Modelle.....	34
5.6.2.2.	Geometrische Betrachtung	34
5.6.2.3.	Lineare Elastizität.....	35
5.6.2.3.1.	Vorgehen nach ETAG 002.....	37
5.6.2.3.2.	Vorgehen nach Merkblatt DVS 1618, Beispiel Anlage 2	38
5.6.2.3.3.	Erweiterte Beschreibung der Elastizität.....	38
5.6.2.3.4.	Vorgehen nach Guidance Note NI 613 DT	38
5.6.2.3.5.	Vorgehen nach VDI 2014 Blatt 3.....	38
5.6.2.4.	Materialmodellierung mittels Feder- oder Stabelementen	38
5.6.2.5.	Nichtlineare Elastizität (Hyperelastizität)	40
5.6.2.5.1.	Neo-Hooke	41
5.6.2.5.2.	Mooney-Rivlin.....	42
5.6.2.5.3.	Extended-Tube	42
5.6.2.5.4.	Ogden.....	42
5.6.2.5.5.	Marlow	42
5.6.2.6.	Visko-Elastizität – Verallgemeinertes Maxwell-Modell	42
5.6.2.6.1.	Prony-Reihe.....	43
5.6.2.7.	Weitere Materialmodelle	43
5.6.2.7.1.	Mullins-Effekt.....	44
5.6.2.7.2.	Kohäsivzonenmodell	44
5.6.3.	Bestimmung der Materialparameter.....	45
5.6.3.1.	Bestimmung der Kompressibilität	45
5.6.3.2.	Bestimmung von Materialkennwerten für Feder-/Stabelemente an Fugenabschnitten (H-Proben)	46
5.6.4.	Vernetzung und Elementauswahl	47
5.6.4.1.	Kontinuumselemente.....	47
5.6.4.2.	Strukturelemente (Feder-/Stabelemente)	48
5.6.5.	Anstrengungshypothesen	49
5.7.	Beanspruchbarkeit	51
5.7.1.	Verfahren 1 – Prüfung realer Einwirkkombinationen.....	51
5.7.1.1.	Verfahren 1.1 – Bauteilprüfung unter realen Einwirkkombinationen.....	52
5.7.1.2.	Verfahren 1.2 – Prüfen der relevanten Einwirkkombinationen.....	52
5.7.1.3.	Verfahren 1.3 – Zeitlich versetzte Prüfung der relevanten Einwirkkombinationen.....	53
5.7.2.	Verfahren 2 – Abminderungsfaktoren	53
5.7.2.1.	Verfahren 2.1 – Multiplikative Verknüpfung (Vorschlag basierend auf DVS 1618, ISO 11336)....	54
5.7.2.2.	Verfahren 2.2 – Einwirkungsbezogene Abminderungsfaktoren	55
5.7.2.3.	Verfahren 2.3 – Modifizierte Abminderungsfaktoren	56
5.7.3.	Verfahren 3 – Bauspezifisches Vorgehen	56
5.7.3.1.	Verfahren 3.1 – Vorgehen gemäß Vorgaben der ETAG 002	57
5.7.3.2.	Verfahren 3.2 – Vorgehen gemäß Federmodell	57
5.7.3.3.	Verfahren 3.3 – Vorgehen gemäß Eurocode	58
5.7.4.	Bestimmung der Vergleichskenngrößen.....	58
5.8.	Ermittlung von Kennwerten unter Berücksichtigung statistischer Auswertung	59
5.8.1.	Standardisierte Normalverteilung	59
5.8.2.	Student-Verteilung (t-Verteilung)	61
5.8.3.	Statistische Auswertung gemäß ISO 16269-6 (2014)	61
5.9.	Validierung.....	62
5.9.1.	Validierung der Modellierung zur Ermittlung der Beanspruchung.....	62
5.9.2.	Validierung der restlichen Elemente der Nachweisführung.....	62
5.10.	Fazit: Vergleich Beanspruchung zu Beanspruchbarkeit.....	62

5.10.1.	Eurocode – Nachweisformat	63
5.10.2.	Merkblatt Nr. 01/2021 „Kleben im konstruktiven Glasbau“	63
5.10.3.	Einwirkungsbezogene Abminderungsfaktoren.....	63
6.	Schrifttum	64