

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Fertigungsverfahren, Fügeverfahren und Verbindungsarten	11
1.1 Kleben und Dichten	14
1.2 Chronik des Klebens	14
1.2.1 Kleben – Vorbild Natur	16
1.2.2 Kleben – Begriffe und Definitionen	17
1.2.3 Vor- und Nachteile des Klebens	18
2 Grundlagen des Klebens	25
2.1 Voraussetzungen für das Kleben	25
2.1.1 Oberflächenenergie, Oberflächenspannung und Benetzung	26
2.1.2 Oberflächenrauigkeit	38
2.1.3 Bindungskräfte in Klebungen	40
2.2 Versagensarten von Klebungen (Brucharten)	44
2.2.1 Adhäsionsbruch	47
2.2.2 Kohäsionsbruch	48
2.2.3 Grenzschichtbruch	50
2.2.4 Mischbruch	51
3 Aufbau, Einteilung und Arten von Klebstoffen	55
3.1 Aufbau von Klebstoffen	55
3.2 Einteilung von Klebstoffen	60
3.3 Arten von Klebstoffen	62
3.3.1 Lösemittelhaltige Klebstoffe	65
3.3.2 Dispersionsklebstoffe (Leime / Weißleime)	71
3.3.3 Thermoplastische Schmelzklebstoffe (Hotmelts und Lowmelts)	74
3.3.4 Reaktionsklebstoffe	78
3.3.4.1 Reaktive Schmelzklebstoffe	79
3.3.4.2 Cyanacrylat-Klebstoffe (CA-Klebstoffe, «Sekundenkleber»)	80
3.3.4.3 Strahlungshärtende Klebstoffe	82
3.3.4.4 Anaerob härtende Klebstoffe	89
3.3.4.5 Reaktionsklebstoffe auf Methylmethacrylat-Basis (MMA)	92
3.3.4.6 Durch Polyaddition härtende Reaktionsklebstoffe	96
3.3.4.7 Silikone	108
3.3.5 Haftklebstoffe	111
3.3.6 Zusatzprodukte (Haftvermittler und Primer)	113
3.4 Klebstoff(vor-)auswahl	115
4 Technologie des Klebens	117
4.1 Vorbereitung der Fügeteile	118
4.1.1 Oberflächenvorbereitung	118
4.1.1.1 Säubern und Entfetten	119
4.1.1.2 Passendmachen	122
4.1.2 Oberflächenvorbehandlung	122

4.1.2.1	Mechanische Oberflächenvorbehandlung	122
4.1.2.2	Physikalische Oberflächenvorbehandlung	123
4.1.2.3	Chemische Oberflächenvorbehandlung	129
4.1.2.4	Elektrochemische Oberflächenvorbehandlung	129
4.1.3	Oberflächennachbehandlung	130
4.1.3.1	Klimatisierung	130
4.1.3.2	Einsatz von Haftvermittlern	130
4.1.3.3	Auftrag von Primern	130
4.1.3.4	Applikation von Oberflächenschutzfolien	131
4.2	Vorbereitung des Klebstoffs	131
4.2.1	Bevorraten und Lagern	131
4.2.2	Fördern	133
4.2.3	Mischen	138
4.2.3.1	Statisches Mischen	138
4.2.3.2	Statisch-dynamisches Mischen	145
4.2.3.3	Dynamisches Mischen	145
4.3	Klebstoffauftrag und Fixierung der Fügeteile	146
4.3.1	Dispenser-Dosiersysteme	147
4.3.2	Ventilformen	148
4.3.3	Schmelzeaufbereitung und Schmelzedosierung	149
4.3.3.1	Schmelzeaufbereitung	149
4.3.3.2	Schmelzedosierung	153
4.3.4	Elektronikverguss	154
4.3.4.1	Glob-Top	154
4.3.4.2	Dam & Fill	155
4.3.4.3	Underfill	156
4.3.5	Fixierung der Fügeteile	158
4.4	Abbinden / Aushärten des Klebstoffs	159
5	Kleben metallischer und nichtmetallischer Werkstoffe	161
5.1	Allgemeine konstruktive Richtlinien	161
5.2	Berechnung von Klebverbindungen	172
5.3	Kleben unterschiedlicher Substrate	176
5.3.1	Kleben von Metallen	176
5.3.2	Kleben von Kunststoffen	186
5.3.3	Kleben von Glas	190
6	Anwendungen der Klebtechnik	193
6.1	Luft- und Raumfahrt	194
6.1.1	Flugzeugbau	194
6.1.2	Raumfahrt	195
6.2	Fahrzeugbau	195
6.2.1	Personenkraftwagen	196
6.2.2	Nutzfahrzeuge und Lastkraftwagen	202
6.2.3	Schienenfahrzeuge	206
6.3	Maschinen- und Anlagenbau	210
6.4	Elektrotechnik / Elektronik	211
6.5	Medizintechnik	211

7 Prüfung und Qualitätssicherung	215
7.1 Zerstörende Prüfverfahren für Klebungen	216
7.2 Zerstörungsfreie Prüfverfahren für Klebungen	225
7.3 Prüfung von Klebstoffeigenschaften	228
7.4 Normen, Technische Regeln, Richtlinien und Merkblätter	231
7.4.1 DIN 2304: Klebtechnik – Qualitätsanforderungen an Klebprozesse	234
7.5 Qualitätssicherung	237
8 Kleben in Kombination mit anderen Fügeverfahren (Hybridfügen)	241
8.1 Schrauben und Kleben	241
8.2 Nieten und Kleben	242
8.3 Clinchen und Kleben	243
8.4 Clipsen und Kleben	245
8.5 Punktschweißen und Kleben	245
8.6 Bördeln / Falzen und Kleben	246
8.7 Schrumpfen / Pressen und Kleben	247
Abkürzungsverzeichnis	249
Formelzeichen	253
Quellenverzeichnis	255
Stichwortverzeichnis	267