

# Inhaltsverzeichnis

|   |    |
|---|----|
| Vorwort .....                                     | 5  |
| Einleitung .....                                  | 13 |
| Geschichte des Klebens .....                      | 15 |
| Kleben in vorindustrieller Zeit .....             | 15 |
| Schritte zur heutigen Klebtechnologie .....       | 16 |
| Grundlagen und Begriffe .....                     | 19 |
| Definitionen und Fachausdrücke .....              | 19 |
| Klebstoff als polymeres Material .....            | 20 |
| Mechanismen der Haftwirkung .....                 | 22 |
| Benetzungsvermögen und Viskosität .....           | 23 |
| Klassifizierung der Adhäsionsarten .....          | 25 |
| Systematik der Klebstoffe .....                   | 27 |
| Kriterien zur Einteilung .....                    | 27 |
| Klebstoffe in Lösungsform .....                   | 29 |
| Wäßrige Klebstoffe .....                          | 29 |
| Lösemittelhaltige Klebstoffe .....                | 29 |
| Klebstoffe aus Dispersionen .....                 | 30 |
| Thermisch abbindende Klebstoffe .....             | 31 |
| Schmelzklebstoffe .....                           | 31 |
| Plastisole .....                                  | 31 |
| Haftklebstoffe .....                              | 31 |
| Chemisch abbindende Klebstoffe .....              | 32 |
| Reaktionsklebstoffe, einkomponentig .....         | 33 |
| Reaktionsklebstoffe, zweikomponentig .....        | 35 |
| Die Chemie der Klebstoffe .....                   | 36 |
| Ursachen der Bindungskräfte .....                 | 36 |
| Auswirkung der Atom- und Molekularstruktur .....  | 36 |
| Bindungskräfte als Funktion der Polarität .....   | 37 |
| Leimharze, Aufbau und Merkmale .....              | 39 |
| Formaldehydeinsatz und seine Konsequenzen .....   | 39 |
| Reaktion mit Phenol- und Harnstoffderivaten ..... | 40 |
| Klebstofftypen pflanzlichen Ursprungs .....       | 40 |
| Stärke- und Cellulose-Abkömmlinge .....           | 40 |
| Unterschiede in der Löslichkeit .....             | 41 |

|   |    |
|---|----|
| Klebstoffe auf Kautschukbasis .....                       | 42 |
| Merkmale der Molekularstruktur .....                      | 42 |
| Synthese- und Naturkautschuktypen .....                   | 42 |
| Isopren- und Butadien-Polymerisate .....                  | 43 |
| Blockcopolymere .....                                     | 44 |
| Eigenschaften und Nutzungsprofil .....                    | 45 |
| Klebstoffe auf Polyolefin-Basis .....                     | 46 |
| Polyvinylazetat-Systeme für Klebstoffe .....              | 47 |
| Struktureller Aufbau und Lieferformen .....               | 48 |
| Copolymerisate mit Polyvinylazetat .....                  | 48 |
| Klebstoffe auf Polyacrylat-Basis .....                    | 49 |
| Polymerisationsmöglichkeiten .....                        | 50 |
| Herstellungsformen und Nutzungsmerkmale .....             | 51 |
| Acrylate für Spezialanwendungen .....                     | 52 |
| Produkte auf Cyanacrylatbasis .....                       | 53 |
| Polykondensat-Systeme für Klebstoffe .....                | 54 |
| Herstellungsreaktionen und Strukturvielfalt .....         | 54 |
| Einsatzgebiete und Nutzungsprofil .....                   | 55 |
| Klebstoffe auf Epoxidharz-Basis .....                     | 57 |
| Reaktionsvarianten bei der Härtung von Epoxidharzen ..... | 57 |
| Topfzeit und Gelpunkt .....                               | 59 |
| Strukturen und Reaktionsmerkmale .....                    | 60 |
| Anwendbarkeit der Epoxidharzklebstoffe .....              | 61 |
| Polyurethanharze zur Klebstoffformulierung .....          | 63 |
| Möglichkeiten der Polyurethansynthese .....               | 63 |
| Diverse Polyurethan-Verwendungsformen .....               | 66 |
| Reaktive Hot-Melts auf Polyurethanbasis .....             | 67 |
| Nutzungsaspekte der Polyurethanklebstoffe .....           | 68 |
| Klebstoffe mit spezieller Harzbasis .....                 | 70 |
| Klassifizierung der Hilfs- und Zusatzstoffe .....         | 71 |
| <br>  |    |
| Polymerstruktur und Kohäsion .....                        | 73 |
| Bedeutung des Aggregatzustands .....                      | 73 |
| Verhalten linear-molekularer Klebstofftypen .....         | 74 |
| Merkmale und Auswirkung der Klebstoffvernetzung .....     | 75 |
| Die Glasübergangstemperatur bei Klebstoffen .....         | 77 |
| Flexibilität oder Härte bzw. Sprödigkeit? .....           | 77 |
| Energieaufnahme-Vermögen des Klebstofffilms .....         | 78 |
| Viskoelastisches Verhalten von Klebstoffen .....          | 78 |
| Morphologische Eigenarten im Klebstoffaufbau .....        | 80 |
| Amorphe oder kristalline Struktur? .....                  | 80 |
| Vorteile der Kristallinität .....                         | 80 |

---

|  |     |
|--|-----|
| Praktische Auswirkungen struktureller Merkmale .....     | 81  |
| Der Klebstoff in Verbindung mit den Füge­teilen .....    | 84  |
| Abgrenzung zwischen Kleb- und Dichtstoffen .....         | 84  |
| Charakterisierungsmöglichkeiten .....                    | 84  |
| Beispiele praktischer Anwendungsfälle .....              | 86  |
| Die Klebfuge .....                                       | 88  |
| Wechselbeziehungen an der Grenzfläche .....              | 88  |
| Prognosen zur Verbindungsgüte .....                      | 91  |
| Kontrolle der Klebstoff/Füge­teil-Einflüsse .....        | 91  |
| Klebstech­nische Eigenschaften der Füge­teile .....      | 96  |
| Bedeutung der Festigkeitsmerkmale .....                  | 96  |
| Aufbau und Struktur der Oberflächen .....                | 97  |
| Beanspruchungsarten bei Verklebungen .....               | 99  |
| Mechanische Belastungen .....                            | 99  |
| Auswirkung von Temperaturänderungen .....                | 101 |
| Feuchtigkeits- und Chemikalien-Einflüsse .....           | 104 |
| Migrationsmechanismen .....                              | 104 |
| Substanzspezifische Permeabilität .....                  | 105 |
| Strukturbedingte Resistenzmerkmale .....                 | 106 |
| Prüfmethoden und Charakterisierung von Klebstoffen ..... | 108 |
| Kriterien zur Prüfmetho­denwahl .....                    | 108 |
| Meßtechnische Nachbildung typischer Belastungen .....    | 109 |
| Mechanische Klebfugen-Belastung .....                    | 109 |
| Alterungsprüfung bei Verklebungen .....                  | 112 |
| Deutung und Bewertung der Testresultate .....            | 113 |
| Analyse des Klebstoff-Verhaltens .....                   | 116 |
| Dynamisch-Mechanische Analyse (DMA) .....                | 117 |
| Spannungs-Dehnungs-Analyse .....                         | 119 |
| Verfahrensschritte bei der Verklebung .....              | 122 |
| Klebgerecht konstruieren .....                           | 122 |
| Last- und Spannungsverteilungen .....                    | 123 |
| Einfluß von Klebfugenform und -dicke .....               | 125 |
| Vorbehandlung von Klebeflächen .....                     | 127 |
| Reinigungsmaßnahmen .....                                | 128 |
| Universellere Vorbehandlungsmethoden .....               | 129 |
| Vorbehandlung in Spezialfällen .....                     | 130 |
| Methoden und Geräte zur Klebstoffverarbeitung .....      | 132 |
| Dosieren und Verteilen .....                             | 132 |
| Geräte zum Klebstoffauftrag .....                        | 134 |

|  |            |
|--|------------|
| Maschinelle Auftragsmethodik .....                             | 135        |
| Verarbeitung von Reaktionsklebstoffen .....                    | 136        |
| Schmelzklebstoff-Verarbeitung .....                            | 137        |
| <b>Klebertechnik bei typischen Fügebaumaterialien .....</b>    | <b>141</b> |
| Kleben von Metallen .....                                      | 141        |
| Klebtechnisch relevante Merkmale .....                         | 141        |
| Typische Metallklebstoffe .....                                | 142        |
| Kleben von Kunststoffen .....                                  | 143        |
| Verklebbarkeits-Kriterien .....                                | 143        |
| Klebstoff/Kunststoff-Wechselwirkungen .....                    | 145        |
| Typische Störmöglichkeiten .....                               | 146        |
| Kleben von Holz .....  | 149        |
| Feuchtigkeitsauswirkungen .....                                | 149        |
| Verarbeitungsvarianten .....                                   | 151        |
| Anforderungs-Klassifikation .....                              | 151        |
| <b>Haftklebstoffe und selbstklebende Artikel .....</b>         | <b>153</b> |
| Allgemeine Erfordernisse .....                                 | 153        |
| Geeignete Klebstofftypen .....                                 | 154        |
| Strukturelle Voraussetzungen .....                             | 154        |
| Spezielle Prüfmethode n .....                                  | 155        |
| Wichtige Einsatzgebiete .....                                  | 156        |
| <b>Überblick der Einsatzmöglichkeiten für Klebstoffe .....</b> | <b>159</b> |
| Anwendungsgebiete des Klebens .....                            | 159        |
| Fahrzeugbau .....  | 159        |
| Luft- und Raumfahrt .....                                      | 163        |
| Konsumartikel .....  | 165        |
| Inneneinrichtungen .....                                       | 166        |
| Verpackungen .....   | 166        |
| Schuhe, Textilien, Sportartikel .....                          | 169        |
| Elektro- und Haushaltsgeräte, Elektronik .....                 | 172        |
| Diverse Zwecke .....   | 173        |
| Medizinischer Bereich .....                                    | 173        |
| Vergleich zu anderen Fügebautechniken .....                    | 174        |
| Gebräuchliche Fügebautechniken .....                           | 175        |
| Kleben als Alternative .....                                   | 176        |
| <b>Arbeitssicherheit und Umweltschutz .....</b>                | <b>177</b> |
| Allgemeines Sicherheitskonzept .....                           | 177        |
| Schutzmaßnahmen beim Verarbeiten .....                         | 178        |

---

|   |            |
|---|------------|
| Schutz des Verbrauchers .....                       | 179        |
| Sicherheitsdatenblätter .....                       | 180        |
| Sicherheitstechnische Regeln .....                  | 180        |
| <b>Perspektiven für den Klebstoffanwender .....</b> | <b>183</b> |
| Auswahl des geeigneten Klebstoffs .....             | 183        |
| Art und Gestalt der Fügeteile .....                 | 183        |
| Verarbeitungsaspekte .....                          | 184        |
| Anforderungsprofile .....                           | 184        |
| Die deutsche Klebstoffindustrie .....               | 186        |
| <b>Schlußwort .....</b>                             | <b>188</b> |
| <b>Fachbücher .....</b>                             | <b>189</b> |
| Kleines Lexikon der Klebstofftechnologie .....      | 190        |
| Stichwortverzeichnis .....                          | 195        |