

Inhalt

1.	Die Technik wird durch Werkstoffe bestimmt . . .	1			
1.1.	Werkstoffe und technischer Fortschritt	1	2.1.8.1.	Elektrobleche	23
1.2.	Struktur- und Funktionswerkstoffe	2	2.1.8.2.	Eisenlegierungen mit Formgedächtnis	24
1.3.	Neue Werkstoffe – neue Technologien	2	2.1.9.	Fortschritte in der Stahlerzeugung	24
1.4.	Werkstoffe im Wettbewerb	3	2.1.9.1.	Schmelzen und Erstarren	24
			2.1.9.2.	Umformen und Glühen	25
			2.1.10.	Zusammenfassung	27
2.	Der heutige Stand der Werkstoffentwicklung – eine systematische Darstellung der wichtigsten technischen Werkstoffe	5	2.2.	Die Pulvermetallurgie und Sintertechnik.	28
2.1.	Eisenwerkstoffe, Gußeisen und Stahl	5	2.2.1.	Einleitung	28
2.1.1.	Einleitung	5	2.2.2.	Das Metallpulver	29
2.1.2.	Der Einfluß des Gefüges auf die Stoffeigenschaften.	6	2.2.2.1.	Die Zerkleinerungsverfahren	29
2.1.3.	Gußeisen mit verbesserten Eigenschaften	8	2.2.2.2.	Das Verdüsen	29
2.1.4.	Festigkeitssteigerung bei Baustählen	10	2.2.2.3.	Chemische Verfahren	30
2.1.4.1.	Feinblech	12	2.2.3.	Pulvermetallurgische Formgebungsverfahren.	30
2.1.4.2.	Bewehrungsstähle.	14	2.2.3.1.	Koaxiales Verdichten	30
2.1.4.3.	Schmiedestücke	14	2.2.3.2.	Kaltisostatisches Pressen	30
2.1.5.	Formgebung durch Werkzeugstähle	14	2.2.3.3.	Heißisostatisches Pressen.	31
2.1.5.1.	Härten mit Stickstoff.	15	2.2.3.4.	Schüttsintern	31
2.1.5.2.	Harte Phasen gegen Verschleiß	15	2.2.3.5.	Schlickergießen	31
2.1.5.3.	Stähle für Großwerkzeuge	16	2.2.3.6.	Pulverspritzgießen	31
2.1.6.	Edelstahl rostfrei	16	2.2.3.7.	Konsolidierungsverdüsen (Ospreyverfahren).	32
2.1.6.1.	Martensitische nichtrostende Stähle.	17	2.2.3.8.	Sinterschmieden.	32
2.1.6.2.	Ferritische nichtrostende Stähle	17	2.2.4.	Das Sintern	32
2.1.6.3.	Austenitische nichtrostende Stähle	19	2.2.5.	Die Legierungstechnik.	33
2.1.6.4.	Ferritisch-austenitische nichtrostende Stähle.	20	2.2.6.	Sintermetalle, die metallischen Werkstoffe „nach Maß“	34
2.1.7.	Warmfeste Stähle	21	2.2.7.	Charakteristische Eigenschaften pulvermetallurgischer Werkstoffe und daraus erwachsende Anwendungen	34
2.1.7.1.	Stähle für Kraftwerke	21	2.2.8.	Zusammenfassung.	36
2.1.7.2.	Stähle für die Kohlevergasung.	22	2.3.	Aluminium und seine Verbundwerkstoffe	37
2.1.7.3.	Andere Sonderstähle.	23	2.3.1.	Einleitung: Aluminium und seine Legierungen	37
2.1.8.	Eisenlegierungen als Funktionswerkstoffe.	23	2.3.2.	Das Entwicklungspotential bei Aluminiumlegierungen	37
			2.3.3.	Metallkundliche Grundlagen zur Entwicklung neuer Aluminiumwerkstoffe	39
			2.3.3.1.	AlLiCuMg, ein neues Legierungssystem.	39
			2.3.3.2.	Neue, dispersionsgehärtete Legierungen	39

2.3.3.3.	Verbundwerkstoffe mit einer Aluminiummatrix	41	2.5.2.3.	Faser/Matrix-Grenzschicht	78
2.3.3.4.	Hochtemperaturwerkstoffe auf der Basis intermetallischer Verbindungen des Aluminiums	41	2.5.3.	Mechanische Eigenschaften	80
2.3.4.	Technische AlLi-Legierungen	42	2.5.3.1.	Steifigkeit und Festigkeit	80
2.3.5.	Entwicklung neuer pulvermetallurgisch hergestellter Aluminiumwerkstoffe	44	2.5.3.2.	Schadenstoleranz- und Impactverhalten	81
2.3.5.1.	Herstellung des Ausgangsmaterials	44	2.5.3.3.	Langzeit- und Ermüdungsverhalten	82
2.3.5.2.	Konsolidierung und Weiterverarbeitung zu Halbzeug	46	2.5.3.4.	Thermische Einsatzgrenzen	82
2.3.5.3.	Werkstoffeigenschaften von pulvermetallurgisch hergestelltem Halbzeug	48	2.5.4.	Werkstoffgerechte Konstruktion und Bauteilauslegung	83
2.3.5.4.	Sprühkompaktierverfahren	50	2.5.5.	Herstellen, Verarbeiten und Anwenden von Verbundwerkstoffen	86
2.3.6.	Faserverstärkte Verbundwerkstoffe mit einer Aluminiummatrix	51	2.5.5.1.	Kurzfaserverstärkte Thermoplaste	86
2.3.6.1.	Langfaserverstärkte, endkonturnahe Teile.	53	2.5.5.2.	Glasmatteverstärkte Thermoplaste (GMT).	87
2.3.6.2.	Halbzeug aus Aluminiummatrix mit Kurzfaserverstärkung	53	2.5.5.3.	Bulk Molding Compounds (BMC)	89
2.3.6.3.	Verbundwerkstoffe mit Laminataufbau	54	2.5.5.4.	Sheet Molding Compounds (SMC)	89
2.3.7.	Hochtemperaturwerkstoffe aus intermetallischen Verbindungen	55	2.5.5.5.	Hochleistungs-Prepregs	90
2.3.8.	Ausblick	55	2.5.5.6.	Wickeltechnik	91
2.4.	Der heutige Stand und spezielle Entwicklungstendenzen bei Kunststoffen	57	2.5.5.7.	Strangziehen	92
2.4.1.	Einleitung	57	2.5.5.8.	Harzinjektionsverfahren (Resin Transfer Molding).	92
2.4.2.	Thermoplastische Kunststoffe.	57	2.5.6.	Zusammenfassung und Ausblick	93
2.4.2.1.	Aufbau und Eigenschaften	57	2.6.	Das Glas	95
2.4.2.2.	Hochtemperaturbeständige Thermoplaste (HT-Thermoplaste).	61	2.6.1.	Einleitung: Die Geschichte des Glases	95
2.4.2.3.	Flüssigkristalline Polymere (LCP)	62	2.6.2.	Physikalisch-chemische Grundlagen der Glastechnik	96
2.4.2.4.	Morphologische Struktur	63	2.6.3.	Entwicklung der Glastechnologie	97
2.4.2.4.1.	Amorphe und kristalline Strukturen	63	2.6.4.	Glasfamilien und ihre Produkte.	98
2.4.2.4.2.	Besondere kristalline Strukturen	66	2.6.4.1.	Alkali-Erdalkali-Silicatgläser	98
2.4.3.	Technologien zum Herstellen eigenverstärkter Kunststoffteile	68	2.6.4.2.	Borosilicatgläser	102
2.4.3.1.	Festphasendeformationsprozesse	68	2.6.4.3.	Alumosilicatgläser	102
2.4.3.2.	Schmelze- und Lösungsdeformationsprozesse	71	2.6.4.4.	Bleioxid-Silicatgläser	102
2.4.3.3.	Flüssigkristalline Polymere	73	2.6.4.5.	Optische Gläser	102
2.4.4.	Zusammenfassung	75	2.6.4.6.	Silicatglas	104
2.5.	Faserverstärkte Polymerwerkstoffe	76	2.6.5.	Veredelungsverfahren für Gläser	104
2.5.1.	Einleitung	76	2.6.5.1.	Thermische Nachbehandlung von Glas	105
2.5.2.	Werkstoffaufbau und Einsatzstoffe	77	2.6.5.1.1.	Vorspannen von Gläsern	105
2.5.2.1.	Verstärkungsfasern	77	2.6.5.1.2.	Gezieltes Entmischen von Gläsern	106
2.5.2.2.	Polymermatrizes	78	2.6.5.2.	Beschichten von Glas	106
			2.6.5.2.1.	Beschichten in flüssigen Medien	107
			2.6.5.2.2.	Beschichten im Vakuumverfahren	108
			2.6.5.2.3.	Beschichten durch Gasreaktionen	108
			2.6.6.	Sintergläser	109
			2.6.6.1.	Sinterglas als Verbindungsmaterial (Glaslot) und als Werkstoff	109
			2.6.6.2.	Offenporige Sinterkörper	109
			2.6.6.3.	Verbundwerkstoffe	109
			2.6.6.3.1.	Glas-Kunststoff-Verbund	109
			2.6.6.3.2.	Komposite-Werkstoffe.	112

2.6.7.	Glaskeramiken	112	2.7.4.	Keramische Materialien in der Medizin	136
2.6.7.1.	Der Unterschied zwischen Glas, Glaskeramik, Keramik	112	2.7.4.1.	Einleitung	136
2.6.7.2.	Glaskeramiken mit niedriger Wärmeausdehnung.	114	2.7.4.2.	Dentalimplantate aus Keramik	136
2.6.8.	Lichtleitfasern	116	2.7.4.2.1.	Implantatform und knöcherne Integration	137
			2.7.4.2.2.	Die kritische Stelle des Schleimhautdurchschnitts.	137
2.7.	Keramische Materialien.	118	2.7.4.2.3.	Implantate für den nach Zahnverlust bereits ausgeheilten Kiefer	138
2.7.1.	Einleitung	118	2.7.4.3.	Weitere Anwendungen der Keramik in der Chirurgie	138
2.7.2.	Keramische Materialien für die Elektrotechnik (Funktionskeramik)	119	2.7.4.4.	Ausblick	138
2.7.2.1.	Substratkeramik	120	2.8.	Beschichtungen	139
2.7.2.2.	Ferroelektrische Keramik.	120	2.8.1.	Einleitung	139
2.7.2.2.1.	Dielektrische Anwendungen.	121	2.8.2.	Ein allgemeingültiges Modell des Beschichtens	139
2.7.2.2.2.	Piezoelektrische Anwendungen	122	2.8.3.	Verfahren, Beschichtungen, Anwendungen	140
2.7.2.2.3.	Pyroelektrische Anwendungen	123	2.8.3.1.	Ionenimplantation	141
2.7.2.2.4.	Elektrooptische Keramiken	124	2.8.3.2.	Thermochemische Verfahren	141
2.7.2.3.	Hochfrequenz-Dielektrika	125	2.8.3.3.	Elektrochemische und chemische Verfahren.	142
2.7.2.4.	Halbleitende Keramik	125	2.8.3.4.	Gasphaseabscheidung von Schichten	144
2.7.2.4.1.	Varistoren	125	2.8.3.4.1.	Chemische Gasphaseabscheidung (CVD).	144
2.7.2.4.2.	PTC-Widerstände	126	2.8.3.4.2.	Physikalisches Aufdampfen (PVD)	146
2.7.2.4.3.	Sperrschichtkondensatoren	126	2.8.3.5.	Thermische Spritzverfahren	149
2.7.2.4.4.	Keramische Sensoren	126	2.8.4.	Wirkungsweise von Schichten	151
2.7.2.5.	Supraleitende Keramik	127	2.8.4.1.	Schutzschichten gegen Oxidation und Heißgaskorrosion	151
2.7.2.6.	Keramische Magnetwerkstoffe	128	2.8.4.2.	Wärmedämmschichten	153
2.7.2.6.1.	Weichmagnetische Keramiken	128	2.8.4.3.	Verschleißschutzschichten	153
2.7.2.6.2.	Hartmagnetische Keramiken	128			
2.7.3.	Keramische Werkstoffe für den Maschinen- bau (Strukturkeramik).	129	3.	Die Ziele der Werkstoffentwicklung	155
2.7.3.1.	Die Stoffe und ihre Eigenschaften	129	3.1.	Steigerung der mechanischen Eigenschaften Festigkeit, Steifigkeit (E-Modul) und Zähigkeit	155
2.7.3.2.	Einflußmöglichkeiten auf die Materialeigenschaften	131	3.1.1.	Die gezielt eingesetzte Anisotropie als Werk- stoff- und Konstruktionsprinzip	156
2.7.3.2.1.	Maßnahmen zum Überwinden der Sprödigkeit	131	3.1.1.1.	Anisotrope Werkstoffe	156
2.7.3.2.2.	Hochfeste und bruchzähe Keramiken.	132	3.1.1.2.	Entkoppelung von Funktionen.	157
2.7.3.2.2.1.	Umwandlungsverstärkung	132	3.1.1.3.	Anisotrope Konstruktionen.	157
2.7.3.2.2.2.	Verstärkung durch Fasern und Whisker	132	3.1.1.4.	Analogie Technik und Natur	157
2.7.3.2.2.3.	Eigenschaftsverbesserungen durch Optimie- rung der Feinstpulvertechnologie	133	3.2.	Härte und Verschleißfestigkeit	158
2.7.3.3.	Anwendungen von Keramikwerkstoffen im Maschinenbau	134	3.3.	Verarbeitbarkeit	158
2.7.3.3.1.	Der heutige Stand	134			
2.7.3.3.2.	Keramik im Fahrzeugbau.	134			
2.7.3.3.3.	Keramische Schichten	134			
2.7.3.3.4.	Keramik in Gasturbinen	134			
2.7.3.3.5.	Chancen für keramische Werkstoffe bei der Kernfusion	135			
2.7.3.4.	Ausblick	135			

3.4.	Temperaturbeständigkeit	159
3.5.	Günstiger Preis	159
3.6.	Ressourcenschonung, Umwelt. Recycling als Werkstoffaufgabe	162
3.6.1.	Ressourcen.	162
3.6.2.	Recycling	162
3.6.2.1.	Spezielle Aspekte des Stoffrecyclings	163
3.6.2.2.	Spezielle Gesichtspunkte zum Recycling von Kunststoffen	163
3.6.2.3.	Abfälle von hartlegierten Werkstoffen, Keramiken, Verbundwerkstoffen	164

4.	Übersicht: Standardwerte der Atommassen . . .	166
5.	Adressen von Wirtschaftsverbänden	167
6.	Sachwortverzeichnis	168
7.	Bildnachweis	173
8.	Die Autoren	174