

Inhaltsverzeichnis

I. Kurzfassung

1	Gegenstand, Zielsetzungen und Methodik	K-1
1.1	Zielsetzungen.....	K-1
1.2	Ausgangslage.....	K-3
1.3	Methodischer Ansatz.....	K-4
2	Neue Materialien – Trends und Entwicklungen	K-7
2.1	Bedeutung Neuer Materialien.....	K-7
2.2	Materialforschung in ausgewählten Bereichen.....	K-8
2.3	Fallbeispiele materialwissenschaftlicher Entwicklungen.....	K-18
3	Materialwissenschaften im gesellschaftlichen Kontext	K-21
3.1	Beurteilungen und Konsequenzen.....	K-21
3.2	Zusammenfassende Empfehlungen.....	K-24
4	Ausblick	K-27

II. Memorandum

1	Einführung	1
1.1	Ausgangslage und Zielsetzungen.....	3
1.2	Aufbau und Vorgehen dieser Untersuchung.....	7
1.3	Methodischer Ansatz und Struktur der Resultate.....	9
2	Technikfolgenbeurteilung und Materialwissenschaft	11
2.1	Gesellschaftliche Bedeutung der Materialentwicklung.....	11
2.1.1	Ökonomische Bedeutung.....	12
2.1.2	Bedeutung für den Umweltschutz.....	14
2.1.3	Bedeutung in der Lebenswelt.....	16

2.2	Technikfolgenbeurteilung und Materialentwicklung.....	17
2.2.1	Rationale Technikfolgenbeurteilung	17
2.2.2	Staatliches Handeln in der Technikgestaltung	20
2.2.3	Technikfolgenreflexion in den Materialwissenschaften.....	23
2.2.4	Bedarfs- oder angebotsorientierte Technikfolgenbeurteilung?	27
2.2.5	Rationalität und Akzeptanz	29
2.3	Bisherige Arbeiten auf diesem Gebiet.....	31
3	Stand und Entwicklung ausgewählter Materialklassen	39
3.1	Klassifizierung.....	39
3.2	Materialentwicklungen.....	43
3.2.1	Entwicklungstrends bei Stählen.....	46
3.2.1.1	Wirtschaftliche Bedeutung der Stähle.....	46
3.2.1.2	Entwicklung der metallurgischen Prozeßtechnik zur Reduzierung der Emissionen und des Energieeinsatzes	48
3.2.1.3	Verkürzung von Prozeßketten.....	50
3.2.1.4	Trends der Werkstoffentwicklung bei Stählen.....	52
3.2.1.5	Neue Produktformen	54
3.2.1.6	Neue Verarbeitungsverfahren	56
3.2.1.7	Werkstoffkreislauf	56
3.2.1.8	Schlußfolgerungen	57
3.2.2	Nichteisenmetalle	57
3.2.2.1	Aluminium-Legierungen.....	58
3.2.2.2	Titan-Legierungen.....	66
3.2.2.3	Magnesium-Legierungen	72
3.2.2.4	Kupfer-Legierungen.....	75
3.2.2.5	Schlußfolgerungen	80
3.2.3	Polymerwerkstoffe	83
3.2.3.1	Trends in der Polymerforschung.....	84
3.2.3.2	Schlußfolgerungen	96
3.2.4	Keramische Werkstoffe.....	97
3.2.4.1	Konstruktion und Design	99
3.2.4.2	Kostensenkung.....	100
3.2.4.3	Faserverbundwerkstoffe mit Keramikmatrix	101
3.2.4.4	Funktionskeramik.....	102
3.2.4.5	Keramik im MaTech-Programm	102
3.2.4.6	Keramik in der DFG.....	103
3.2.4.7	Schlußfolgerungen	103
3.2.5	Glas.....	104
3.2.5.1	Sol-Gel-Verfahren zur Herstellung oxidischer Gläser ..	105
3.2.5.2	Herstellung und Eigenschaften nicht-oxidischer Gläser	105
3.2.5.3	Glasmatrixkomposite	106
3.2.5.4	Mikrostrukturierung von Glas.....	107
3.2.5.5	Glaskeramik	109
3.2.5.6	Ausblick	110
3.2.5.7	Schlußfolgerungen	110

3.2.6	Faserverbundwerkstoffe mit Polymermatrix	111
3.2.6.1	Polymermatrix.....	112
3.2.6.2	Fasern.....	113
3.2.6.3	Grenzfläche	115
3.2.6.4	Herstellung von Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen	115
3.2.6.5	Faserverbundwerkstoffe für Transportsysteme	121
3.2.6.6	Recycling von Faserverbundwerkstoffen	126
3.2.6.7	Schlußfolgerungen	128
3.2.7	Werkstoffe auf der Basis von pflanzlichen und tierischen Substanzen.....	129
3.2.7.1	Klassifizierung	132
3.2.7.2	Werkstoffe auf der Basis von pflanzlichen Substanzen (Nachwachsende Rohstoffe).....	135
3.2.7.3	Schlußfolgerungen	149
3.2.8	Holz – ein nachwachsender Rohstoff für Ingenieurwerkstoffe	150
3.2.8.1	Holz als nachwachsender Rohstoff	151
3.2.8.2	Die Strukturelemente des natürlichen Verbundwerkstoffes Holz.....	152
3.2.8.3	Holzwerkstoffe.....	153
3.2.8.4	Bindemittel.....	154
3.2.8.5	Strukturbildung und mechanische Eigenschaften	155
3.2.8.6	Zukünftige Aufgaben der Holzwerkstoffentwicklung..	157
3.2.8.7	Ökologische Bedeutung	159
3.2.8.8	Ausblick	160
3.2.8.9	Schlußfolgerungen	160
3.2.9	Nanostrukturierte Funktionswerkstoffe	161
3.2.9.1	Erzeugung von Nanostrukturen.....	163
3.2.9.2	Beschichtungen	166
3.2.9.3	Nanokompositwerkstoffe	167
3.2.9.4	Nanoporöse Materialien	168
3.2.9.5	Nanoelektronik.....	169
3.2.9.6	Schlußfolgerungen	169
3.2.10	Entwicklungstrends bei Beschichtungen	170
3.2.10.1	Dünnschichttechnologie und Oberflächenmodifikation	170
3.2.10.2	Einsatzfelder für Dünnschichttechnologie und Oberflächenmodifikation.....	172
3.2.10.3	Dickschichttechnologie	183
3.2.10.4	Schlußfolgerungen	187
3.3	Einfluß von Meßmethoden und Charakterisierung auf die Werkstoffentwicklung und -anwendung anhand ausgewählter Beispiele	189
3.3.1	Rastersondenmethoden.....	190
3.3.2	Zerstörungsfreie Materialprüfung mittels Lockin-Thermographie.....	192

3.3.3	Anwendungsbeispiel der Analytischen Transmissions- elektronenmikroskopie: Entwicklung langzeitstabiler Hochdruckkompressoren.....	193
3.3.4	Schlußfolgerungen.....	197
3.4	Einfluß von Modellierung und Simulation auf die Werkstoff- entwicklung und -anwendung anhand ausgewählter Beispiele	198
3.4.1	Atomarer Bereich	199
3.4.2	Mikroskopischer Bereich.....	199
3.4.3	Simulation und Visualisierung von Bauteilen	201
3.4.4	Schlußfolgerungen.....	204
4	Ausgewählte Beispiele materialwissenschaftlicher Entwicklungen	207
4.1	Keramikventil im Verbrennungsmotor.....	209
4.1.1	Die Entwicklung.....	210
4.1.1.1	Pulverherstellung	210
4.1.1.2	Werkstoffentwicklung.....	212
4.1.1.3	Prozeßtechnik.....	213
4.1.1.4	Bearbeitung	213
4.1.1.5	Prüfung.....	214
4.1.2	Stand der Technik – Die Situation 1998.....	214
4.1.3	Umfrageergebnisse – Die Situation 1998	215
4.1.3.1	Delphi-Studie	215
4.1.3.2	Umfrage der Europäischen Akademie	215
4.1.4	Schlußfolgerungen.....	217
4.2	Der Einfluß von nanostrukturierten Werkstoffen auf die Entwick- lung von Batterien für elektrische Antriebe von Fahrzeugen.....	220
4.2.1	Das Umfeld.....	221
4.2.2	Elektroantriebe und Batteriesysteme	223
4.2.3	Situation in der Batterieforschung.....	226
4.2.4	Auswertung des Fragebogens	229
4.2.5	Schlußfolgerungen.....	230
4.3	Glasmatten- und langfaserverstärkte Thermoplaste für das Automobil.....	230
4.3.1	Glasmattenverstärkte Thermoplaste (GMT).....	230
4.3.2	Langfaserverstärkte Thermoplaste (LFT).....	231
4.3.3	Schlußfolgerungen.....	234
4.4	Heimische Pflanzenfasern für das Automobil.....	235
4.4.1	Naturfasern im Automobilbau	235
4.4.2	Rohstoffherzeugung und Rohstoffbereitstellung heimischer Pflanzenfasern	239
4.4.2.1	Flachs	239
4.4.2.2	Hanf	243
4.4.2.3	Nessel.....	247
4.4.3	Anmerkungen zur Förderpolitik	248
4.4.4	Schlußfolgerungen.....	250

4.5	Nanotechnologie – Zwischen Grundlagenforschung und Anwendung	251
4.5.1	Nanotechnologisch basierte Beschichtungen	252
4.5.2	Kohlenstoffnanomaterialien	256
4.5.3	Schlußfolgerungen	260
4.6	Wärmedämmschichten auf Turbinenschaufeln	262
4.6.1	Das technische System Gasturbine und werkstoffkundliche Fragestellungen	263
4.6.2	Das Vorgehen in Ländern der Europäischen Union	265
4.6.3	Das Vorgehen in den USA und Ländern der ehemaligen Sowjetunion	267
4.6.4	Analyse der Entwicklungsförderung	269
4.6.5	Schlußfolgerungen	271
5	Europäische Aktivitäten	273
5.1	Die technische Leistungsfähigkeit Europas	274
5.2	Die europäischen Patentaktivitäten	276
5.3	Verhältnis der öffentlichen zur privaten Forschung	278
5.4	Relation Humankapital zur Innovationsfähigkeit	280
5.5	Zukünftige Entwicklung oder die „Philosophie der Materialforschung“	282
5.6	Europäische Arbeitsteilung	284
5.7	Schlußfolgerungen	287
6	Materialwissenschaften im gesellschaftlichen Kontext	289
6.1	Ziele in Materialforschung und -entwicklung	289
6.1.1	Materialforschung und -entwicklung für Systeminnovationen	292
6.1.2	Materialforschung und -entwicklung für Substitutionen	293
6.1.3	Materialwissenschaft und umweltbezogene Nachhaltigkeit	294
6.1.4	Integration der Materialforschung	297
6.1.5	Zielfindung und -definition in den Materialwissenschaften	298
6.2	Zeitskalen in der Materialforschung und -entwicklung	300
6.3	Optionen staatlichen Handelns in der Materialforschung und -entwicklung	305
6.3.1	Inkrementalistische Option	306
6.3.2	Option „Leitbildsteuerung“	308
6.3.3	Option „Marktplatz für Forschung“	311
6.3.4	Fazit	313
6.4	Beurteilung und Konsequenzen	315
6.5	Zusammenfassende Empfehlungen	321
7	Technikfolgenbeurteilung und Materialentwicklung – ein Ausblick	323
7.1	Technikfolgenbeurteilung in der Materialwissenschaft	323
7.2	Prognosen als Planungsgrößen	324
7.3	Technikfolgenbeurteilung als begleitendes Controlling?	325

Anhang: Umfrage zur Materialforschung in Europa	329
A.1 Teilnehmer der Umfrage	329
A.1.1 Adressenrecherche.....	329
A.1.2 Antwortraten.....	331
A.1.3 Institutionelle Angehörigkeit.....	332
A.1.4 Verteilung der Fachkenntnis.....	333
A.2 Statistische Auswertung ausgewählter Fragen	334
A.2.1 Keramik	335
A.2.2 Werkstoffe für Batterien	338
A.2.3 Nachwachsende Rohstoffe.....	341
A.2.4 Nanostrukturierte Werkstoffe	347
A.2.5 Hochtemperaturwerkstoffe	349
A.2.6 Verhältnis von öffentlichen und privaten Aufwendungen für die Materialforschung	351
Literaturverzeichnis	355
Autorenverzeichnis	377