

Andreas Kalweit
Christof Paul
Sascha Peters
Reiner Wallbaum
Herausgeber

Handbuch für Technisches Produktdesign

Material und Fertigung
Entscheidungsgrundlagen für Designer und Ingenieure

2., bearbeitete Auflage



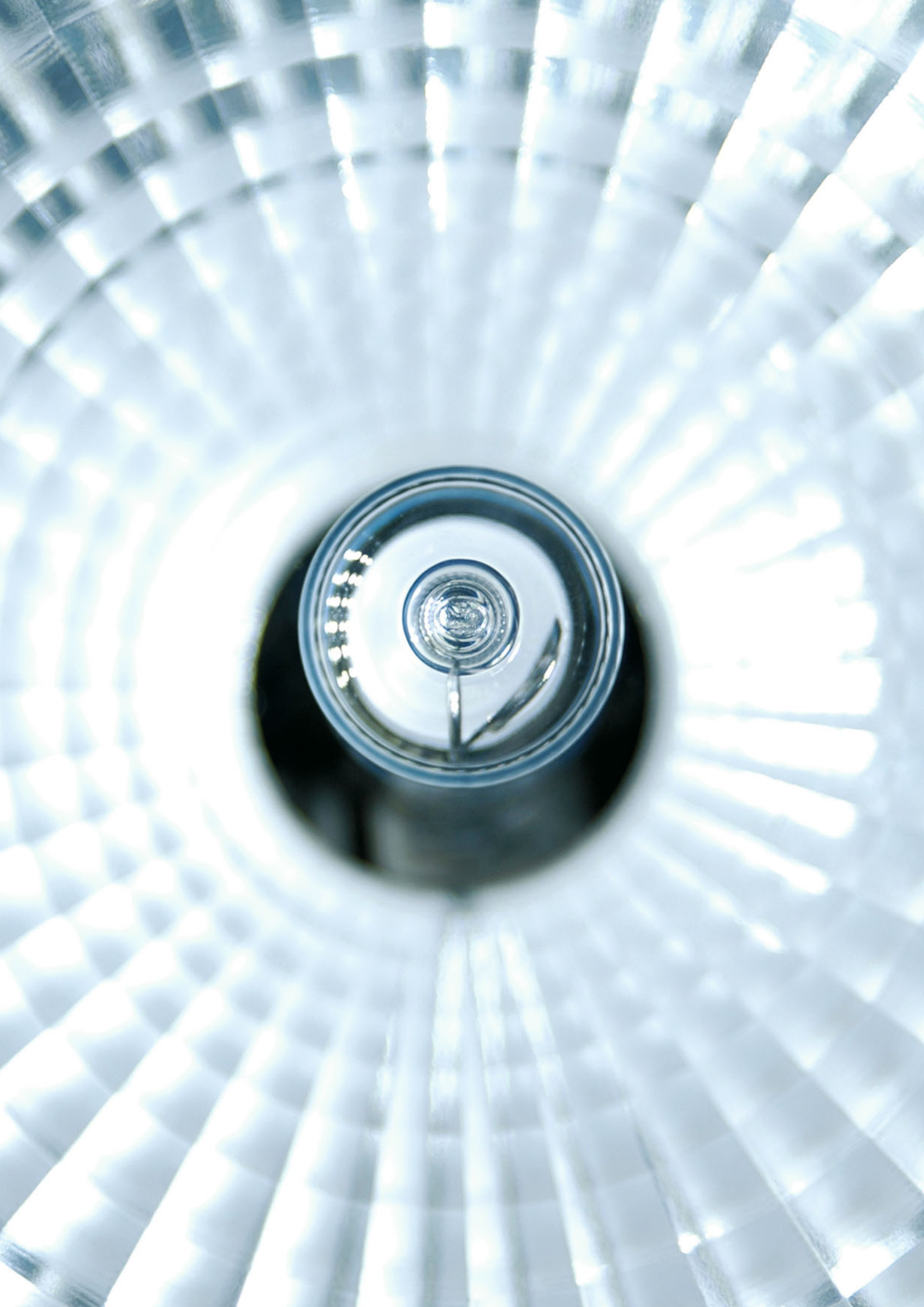
 Springer

Handbuch für Technisches Produktdesign

Andreas Kalweit, Christof Paul, Sascha Peters, Reiner Wallbaum
Herausgeber

Handbuch für Technisches Produktdesign

Material und Fertigung
Entscheidungsgrundlagen für Designer und Ingenieure



IMPRESSUM

Herausgeber:

Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Des. Andreas Kalweit,
Dipl.-Des. Christof Paul,
Dr. phil. Dipl.-Ing. Dipl.-Des. (BA) Sascha Peters,
Reiner Wallbaum

ISBN 978-3-642-02641-6
e-ISBN 978-3-642-02642-3
DOI 10.1007/978-3-642-02642-3
Springer Heidelberg Dordrecht London New York

Autor (Text):

Dr. phil. Dipl.-Ing. Dipl.-Des. (BA) Sascha Peters

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Autoren (Grafiken/ Bilder):

Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Des. Andreas Kalweit,
Dipl.-Des. Christof Paul,
Reiner Wallbaum

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Andreas Kalweit

Konkordiastraße 58
40219 Düsseldorf
andreas@andreaskalweit.com

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012

Christof Paul

Brunnenstraße 23
40223 Düsseldorf
christof@uniteddesignworkers.com

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Dr. Sascha Peters

Tempelherrenstraße 15
10961 Berlin
peters@haute-innovation.com

Einbandentwurf: eStudioCalamar Girona | Berlin
nach Vorschlägen von www.uniteddesignworkers.com
Layout/ Satz: www.uniteddesignworkers.com, Düsseldorf

Reiner Wallbaum

Brunnenstraße 23
40223 Düsseldorf
reiner@uniteddesignworkers.com

Gedruckt auf säurefreiem Papier

Herausgeber und Verlag danken den Sponsoren für die Unterstützung bei der Veröffentlichung des Werkes.

Springer ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)



GELEITWORT

Interdisziplinarität schafft Innovationen

Die deutsche und europäische Hochleistungsmedizin genießt weltweit einen hervorragenden Ruf. Grundlage hierfür ist ihre Innovationsfähigkeit. Wichtige Entwicklungen der letzten Jahrzehnte stammen aus Deutschland, wie beispielsweise die Endoskopie, der Ballonkatheter und nicht zuletzt die Mikrotherapie. Auf dem Weltmarkt Gesundheit haben unsere Produkte gute Chancen, denn unsere Medizin hat hochwertige Ware zu bieten und der Bedarf danach wächst rasant. Wir sollten gerade diese Innovationsstärke erhalten und fördern, damit nicht auch künftig medizinische Neuerungen, wie die oben genannten, hier entwickelt werden, aber anderswo vermarktet. Jeder profitiert von Investitionen in die medizinische Forschung, denn letztlich sind wir alle irgendwann Patienten. Aber finanzieller Aufwand allein reicht nicht aus. Notwendig ist auch eine Vernetzung der verschiedenen Fachdisziplinen. Die Interdisziplinarität ist das Modell der Zukunft.

Viele Ideen und Innovationen verdanken ihre Entstehung dem Austausch von Wissen. Der neue Blick auf das eigene Fachgebiet und die Verbindung mit fachfremden Methoden führen oft fast automatisch zu innovativen Techniken. Auch die Verbindung von Medizin und Design bietet diese Chance. Wurden in der Vergangenheit medizinische Geräte meist nach funktionalen Gesichtspunkten entworfen, hat man heute die positive Wirkung des Designs entdeckt.

Design als strategisches Instrument und Wirtschaftsfaktor in einem Unternehmen kann einen Stellenwert einnehmen, der neue Entwicklungspotenziale aus den verschiedenen Disziplinen zusammenführend erschließen kann. Patienten können durch freundliche Form und Farbgebung beruhigt werden. Monströse Apparaturen sind oft schlecht handhabbar, können Angstgefühle hervorrufen und werden zunehmend aus modernen Praxen verschwinden, da sich mittlerweile hierfür eine Wahrnehmung entwickelt hat. So ergibt sich, bei gleicher Technik, aber anderem Erscheinungsbild, ein nicht zu unterschätzender Wettbewerbsvorteil. Es geht also nicht nur um Abbau von Ängsten. Qualitativ hochwertiges und ergonomisches Design ist zusätzlich im Hinblick auf die Benutzerfreundlichkeit und einfache Handhabbarkeit sehr wichtig, da die Behandlungsqualität erhöht werden kann. Auch die Wahl des Materials kann den positiven Einfluss des Design steigern. Zum Einsatz sollten vor allem Stoffe kommen, die den Körper des Patienten nicht zusätzlich belasten. Außerdem kann die verstärkte Verarbeitung von wiederverwertbaren Materialien in der Medizin, aber nicht nur dort, sondern auch in allen anderen Lebensbereichen, wesentlich zur Entlastung der Umwelt beitragen.

Prof. Dr. Dietrich Grönemeyer

Vorsitzender des Wissenschaftsforums Ruhr e.V.





VORWORT

Innovationen sind zum entscheidenden Schlüssel für Unternehmen in einer post-industriellen Gesellschaft geworden. Marktfähige Produkte entstehen heute aus einer Synthese von technologischem Wissen einerseits und der Fähigkeit zur frühzeitigen Identifikation sozioökonomischer Trends andererseits. Die Schnittstelle zwischen Design und Technik hat sich zum Inkubator für Produktideen entwickelt, von dem bedeutende Innovationsimpulse ausgehen.

Jede Produktentwicklung verlangt von den beteiligten Disziplinen umfangreiches Fachwissen. Kenntnisse über Materialien und Fertigung sind zentrale Themen, die vom Designer bis zum Ingenieur vorausgesetzt werden. Das vorliegende »Handbuch für Technisches Produktdesign« befasst sich mit diesen zwei Themenfeldern. Vertreter kreativer Disziplinen werden umfassend über technologisches Wissen zu den bedeutendsten Werkstoffgruppen und Produktionsmöglichkeiten informiert. Wichtige Zusammenhänge werden anschaulich und wissenschaftlich fundiert in Form eines umfassenden Nachschlagewerks aufbereitet. Die Informationen sind zahlreichen Veröffentlichungen entnommen und wurden um die Erfahrungen der Herausgeber ergänzt. Das Wissen ist dabei in einer Art präsentiert, die die Denkweise von Designern und Ingenieuren anspricht und unterstützt. Eine schnelle und umfassende Informationsaufnahme der technologischen Rahmenbedingungen für einen Produktentwurf wird auf diese Weise in kürzester Zeit möglich.

Das Buch gibt Anstoß, um über den eigenen Horizont hinauszublicken, kreativ mit Materialien und Fertigungsmethoden umzugehen, Belange anderer Disziplinen besser zu verstehen und der Forderung nach Innovation gerecht zu werden. Die umfangreiche und übersichtliche Sammlung von Informationen erweitert den Möglichkeitsspielraum bei der Produktentwicklung. Weitreichende Innovationen und wirtschaftlich erfolgreiche Produkte werden ebenso gefördert wie eine effiziente Kooperation zwischen Designern und Technologen.

Wir wünschen allen Lesern viel Freude bei einer Entdeckungsreise durch die Welt der Werkstoffe und Produktionstechniken und viel Erfolg bei der Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse im interdisziplinären Innovationsprozess!!

Die Herausgeber

August 2011

INHALT

EINLEITUNG	19
MET METALLE	29
MET 1 Charakteristika und Materialeigenschaften	31
MET 1.1 Zusammensetzung und Struktur	31
MET 1.2 Physikalische Eigenschaften	33
MET 1.3 Mechanische Eigenschaften	34
MET 1.4 Chemische Eigenschaften	34
MET 2 Prinzipien und Eigenheiten der Metallverarbeitung	35
MET 3 Vorstellung einzelner Metallsorten	36
MET 3.1 Eisenwerkstoffe	36
MET 3.1.1 Eisenwerkstoffe – Gusseisen	40
MET 3.1.2 Eisenwerkstoffe – Stahl	41
MET 3.1.3 Eisenwerkstoffe – Edelstahl	46
MET 3.2 Nichtisenleichtmetalle	47
MET 3.2.1 Aluminiumlegierungen	47
MET 3.2.2 Nichtisenleichtmetalle – Magnesiumlegierungen	49
MET 3.2.3 Nichtisenleichtmetalle – Titanlegierungen	50
MET 3.3 Nichteisen-schwermetalle	51
MET 3.3.1 Nichteisen-schwermetalle – Kupferlegierungen	51
MET 3.3.2 Nichteisen-schwermetalle – Bronzelegierungen	53
MET 3.3.3 Nichteisen-schwermetalle – Messinglegierungen	54
MET 3.3.4 Nichteisen-schwermetalle – Zinklegierungen	55
MET 3.3.5 Nichteisen-schwermetalle – Zinnlegierungen	56
MET 3.3.6 Nichteisen-schwermetalle – Nickellegierungen	57
MET 3.3.7 Nichteisen-schwermetalle – Bleilegierungen	58
MET 3.3.8 Nichteisen-schwermetalle – Chromlegierungen	59
MET 3.4 Edelmetalle	60
MET 3.4.1 Edelmetalle – Gold	60
MET 3.4.2 Edelmetalle – Silber	62
MET 3.4.3 Edelmetalle – Platin	64
MET 3.5 Halbmetalle – Silizium	65
MET 4 Eigenschaftsprofile der wichtigsten Metallwerkstoffe	66
MET 5 Besonderes und Neuheiten im Bereich der Metalle	68
MET 5.1 Metallschaum	68
MET 5.2 Formgedächtnislegierungen (shape memory alloys)	69
MET 5.3 Metallische Gläser (amorphe Metalle)	70
MET 5.4 Nanopartikel	70
MET Literatur	72
KUN KUNSTSTOFFE	75
KUN 1 Charakteristika und Materialeigenschaften	77
KUN 1.1 Zusammensetzung und Struktur	77
KUN 1.2 Einteilung der Kunststoffe	78
KUN 1.3 Physikalische Eigenschaften	79
KUN 1.5 Chemische Eigenschaften	80
KUN 1.6 Additive und Faserzumischung	80
KUN 2 Prinzipien und Eigenheiten der Kunststoffverarbeitung	83
KUN 2.1 Herstellung einer Silikonform	84
KUN 2.2 Verfahren zur Herstellung faserverstärkter Kunststoffe	85
KUN 2.3 Kunststoffrecycling	87
KUN 3 Kunststoffgerechte Konstruktion	88

KUN 4	Vorstellung einzelner Kunststoffe	91
KUN 4.1	Thermoplaste	91
KUN 4.1.1	Thermoplaste – Polyethylen (PE)	91
KUN 4.1.2	Thermoplaste – Polypropylen (PP)	92
KUN 4.1.3	Thermoplaste – Polystyrol (PS)	93
KUN 4.1.4	Thermoplaste – Polycarbonat (PC)	95
KUN 4.1.5	Thermoplaste – Polyvinylchlorid (PVC)	96
KUN 4.1.6	Thermoplaste – Polyamid (PA)	98
KUN 4.1.7	Thermoplaste – Polymethylmethacrylat (PMMA)	99
KUN 4.1.8	Thermoplaste – Polyoxymethylen/ Polyacetal (POM)	100
KUN 4.1.9	Thermoplaste – Ethylenvinylacetat (EVA)	101
KUN 4.1.10	Thermoplaste – Fluorpolymere	102
KUN 4.1.11	Thermoplaste – Polyester	103
KUN 4.1.12	Thermoplaste – Zelluloseester	104
KUN 4.1.13	Thermoplaste – Polyimide	105
KUN 4.1.14	Thermoplaste – Polymerblends	106
KUN 4.2	Duroplaste	107
KUN 4.2.1	Duroplaste – Polyesterharze	107
KUN 4.2.2	Duroplaste – Epoxidharze (EP)	108
KUN 4.2.3	Duroplaste – Phenolharze (PF)	109
KUN 4.2.4	Duroplaste – Aminoplaste	110
KUN 4.2.5	Duroplaste/Elastomere – Polyurethan (PUR)	111
KUN 4.3	Elastomere	113
KUN 4.3.1	Elastomere – Gummi-Elastomere	113
KUN 4.3.2	Elastomere – Silikone	116
KUN 4.3.3	Elastomere – Thermoplastische Elastomere (TPE)	117
KUN 4.4	Polymerschäume	118
KUN 4.5	Faserverstärkte Kunststoffe	119
KUN 4.6	Teilchenverstärkte Kunststoffe	120
KUN 5	Eigenschaftsprofile der wichtigsten Kunststoffe	122
KUN 6	Besonderes und Neuheiten im Bereich der Kunststoffe	124
KUN 6.1	Elektrizität leitende Kunststoffe (Polymerelektronik)	124
KUN 6.2	Biokompatible Kunststoffe	125
KUN 6.3	Biokunststoffe	126
KUN 6.4	Hochtemperaturbeständige Kunststoffe	127
KUN	Literatur	128
KER	KERAMIKEN	135
KER 1	Charakteristika und Materialeigenschaften	138
KER 1.1	Einteilung keramischer Werkstoffe	138
KER 1.2	Bindungstyp und Eigenschaftsprofil	141
KER 2	Prinzipien und Eigenheiten der Verarbeitung von Keramiken	142
KER 2.1	Aufbereitung der Ausgangsmaterialien	142
KER 2.2	Formen silikatkeramischer Tonmassen	142
KER 2.3	Formen pulverbasierter keramischer Ausgangsmassen	144
KER 2.4	Brandvorbereitung	145
KER 2.5	Hochtemperaturprozess	145
KER 2.6	Oberflächenveredelung	145
KER 2.7	Fügen keramischer Bauteile	147
KER 3	Keramikgerechte Gestaltung	148
KER 4	Vorstellung einzelner keramischer Werkstoffe	150
KER 4.1	Silikatkeramik – Porzellan	150
KER 4.2	Silikatkeramik – Steinzeug und keramische Baustoffe	153
KER 4.3	Silikatkeramik – Irdenware	154
KER 4.4	Hochleistungssilikatkeramik	155
KER 4.5	Oxidkeramik – Aluminiumoxid	156

KER 4.6	Oxidkeramik – Zirkondioxid.....	157
KER 4.7	Nichtoxidkeramik – Siliziumkarbid.....	158
KER 4.8	Nichtoxidkeramik – Siliziumnitrid.....	159
KER 4.9	Keramische Beschichtungen	160
KER 5	Eigenschaftsprofile der wichtigsten Keramiken.....	161
KER 6	Besonderes und Neuheiten im Bereich keramischer Werkstoffe	162
KER 6.1	Keramikschaum	162
KER 6.2	Biokeramiken	163
KER 6.3	Biomorphe Keramik	164
KER 6.4	Porzellanfolien	165
KER	Literatur	166
HOL	HÖLZER	169
HOL 1	Charakteristika und Materialeigenschaften	171
HOL 1.1	Holzarten und deren Einteilung	171
HOL 1.2	Zusammensetzung und Struktur	171
HOL 1.3	Physikalische Eigenschaften	173
HOL 1.4	Mechanische Eigenschaften	174
HOL 2	Prinzipien und Eigenheiten der Holzverarbeitung.....	176
HOL 2.1	Materialaufbereitung	176
HOL 2.2	Fügen von Holz.....	177
HOL 2.3	Biegen von Holz	179
HOL 2.4	Oberflächenbehandlung	180
HOL 3	Holzwerkstoffe	182
HOL 3.1	Massivhölzer	182
HOL 3.2	Furniere.....	184
HOL 3.2.1	Besondere Furniere.....	186
HOL 3.3	Lagenholz	186
HOL 3.3.1	Lagenholz – Furnierplatten (Sperrholz).....	187
HOL 3.3.2	Lagenholz – Besondere Furnierplatten	187
HOL 3.3.3	Lagenholz – Schichtholz.....	188
HOL 3.3.4	Lagenholz – Besonderes Schichtholz	189
HOL 3.3.5	Lagenholz – Kunstharzpressholz.....	189
HOL 3.4	Verbundplatten	189
HOL 3.4.1	Besondere Verbundplatten	190
HOL 3.5	Holzspan- und Holzfaserplatten	190
HOL 3.5.1	Besondere Holzspan- und -faserplatten	191
HOL 3.6	Biegbare Werkstoffplatten	193
HOL 4	Vorstellung einzelner Holzarten	195
HOL 5	Ersatzholzarten und Besonderes im Bereich der Hölzer.....	200
HOL 5.1	Flüssigholz.....	200
HOL 5.2	Engineered Wood Products	201
HOL 5.3	Kork	202
HOL 5.4	Rindentuch	203
HOL 5.5	Rattan	204
HOL	Literatur	205
PAP	PAPIERE	207
PAP 1	Charakteristika und Herstellungsprozess	209
PAP 1.1	Zusammensetzung und Struktur	209
PAP 1.2	Herstellungsprozess von Papier	210
PAP 1.3	Papiereigenschaften	213
PAP 1.3.1	Laufriichtung	213

PAP 1.3.2	Hygroskopie	214
PAP 1.3.3	Festigkeit	215
PAP 1.3.4	Alterungsbeständigkeit	215
PAP 2	Prinzipien und Eigenheiten der Papierveredelung und -verarbeitung.....	215
PAP 2.1	Imprägnieren	215
PAP 2.2	Lackieren und Bedrucken	215
PAP 2.3	Kaschieren	216
PAP 2.4	Falzen	217
PAP 3	Vorstellung einzelner Papiere, Kartons und Pappen	217
PAP 4	Papierformate und Maßeinheiten	222
PAP 5	Besonderes und Neuheiten im Bereich der Papiere.....	223
PAP 5.1	Papiertextilien	223
PAP 5.2	Papier im Wohnbereich	224
PAP 5.3	Papier in der Architektur	225
PAP 5.4	Technische Papiere – Faserwabenstrukturen.....	226
PAP 5.5	Technische Papiere – Papiervlies.....	226
PAP 5.6	Technische Papiere – Keramikpapier.....	227
PAP 5.7	Technische Papiere – Papierschaum	227
PAP	Literatur	228
GLA	GLÄSER	233
GLA 1	Charakteristika und Herstellung	236
GLA 1.1	Struktur und Eigenschaften von Gläsern	236
GLA 1.2	Besondere Kenngrößen für Glaswerkstoffe.....	237
GLA 1.3	Einteilung der unterschiedlichen Glassorten.....	238
GLA 1.4	Zusammensetzung und Herstellung	239
GLA 2	Prinzipien und Eigenheiten der Glasherstellung- und -verarbeitung.....	240
GLA 2.1	Verfahren der Glasherstellung	240
GLA 2.1.1	Floatverfahren	240
GLA 2.1.2	Gussglasverfahren	241
GLA 2.1.3	Ziehverfahren	242
GLA 2.1.4	Mundblasverfahren	242
GLA 2.1.5	Maschinelle Blasverfahren	243
GLA 2.1.6	Pressen	244
GLA 2.2	Prinzipien der Glasverarbeitung	244
GLA 2.2.1	Zerspanende Glasbearbeitung	244
GLA 2.2.2	Umformende Glasbearbeitung	246
GLA 2.2.3	Fügen	247
GLA 2.2.4	Oberflächenbehandlung und -beschichtung.....	248
GLA 2.2.5	Herstellung von Spiegelflächen	249
GLA 2.2.6	Entspiegelte Gläser	250
GLA 3	Vorstellung einzelner Glaswerkstoffe	251
GLA 3.1	Kalknatronglas	251
GLA 3.2	Borosilikatglas	252
GLA 3.3	Bleiglas	253
GLA 3.4	Kieselglas (Quarzglas)	254
GLA 3.5	Glaskeramik	255
GLA 3.6	Naturgläser	256
GLA 3.7	Obsidian	257
GLA 4	Spezialgläser	258
GLA 4.1	Sicherheitsgläser	258
GLA 4.2	Schutzgläser	260
GLA 4.3	Bauglas – Glasbausteine	262
GLA 4.4	Bauglas – Profilbaugläser	263
GLA 4.5	Bauglas – Glaswolle	264

GLA 4.6	Bauglas – Schaumglas	265
GLA 4.7	Glasfasern	266
GLA 5	Eigenschaftsprofile wichtiger Glaswerkstoffe.....	267
GLA 6	Besonderes und Neuheiten im Bereich der Gläser.....	268
GLA 6.1	Bioglas	268
GLA 6.2	Dünngläser	269
GLA 6.3	Selbstreinigende Gläser	270
GLA 6.4	Intelligente Gläser	271
GLA	Literatur	272
TEX	TEXTILIEN.....	275
TEX 1	Charakteristika und Materialeigenschaften.....	277
TEX 1.1	Einteilung textiler Werkstoffe	277
TEX 1.2	Eigenschaften textiler Werkstoffe.....	278
TEX 1.3	Internationale Größentabellen für Bekleidungen.....	279
TEX 1.4	Textilpflegekennzeichnung	279
TEX 2	Textilprodukte und ihre Herstellung	280
TEX 2.1	Fadenherstellung	280
TEX 2.2	Textile Flächen und Strukturen	284
TEX 2.2.1	Textile Flächen und Strukturen – Gewebe.....	286
TEX 2.2.2	Textile Flächen und Strukturen – Vlies, Filz.....	288
TEX 2.2.3	Textile Flächen und Strukturen – Maschenware	289
TEX 2.2.4	Textile Flächen und Strukturen – Nähwirkware, Tufting, Lamine.....	292
TEX 3	Prinzipien der Textilienveredelung	293
TEX 4	Vorstellung einzelner Textilfasern	296
TEX 4.1	Pflanzliche Naturfasern	296
TEX 4.1.1	Pflanzliche Naturfasern – Baumwolle.....	296
TEX 4.1.2	Pflanzliche Naturfasern – Kapok.....	296
TEX 4.1.3	Pflanzliche Naturfasern – Leinen (Flachs).....	297
TEX 4.1.4	Pflanzliche Naturfasern – Hanf.....	297
TEX 4.1.5	Pflanzliche Naturfasern – Jute.....	298
TEX 4.1.6	Pflanzliche Naturfasern – Ramie.....	298
TEX 4.1.7	Pflanzliche Naturfasern – Sisal.....	299
TEX 4.1.8	Pflanzliche Naturfasern – Manila.....	299
TEX 4.1.9	Pflanzliche Naturfasern – Kokos.....	300
TEX 4.2	Tierische Naturfasern	300
TEX 4.2.1	Tierische Naturfasern – Wolle.....	300
TEX 4.2.2	Tierische Naturfasern – Seide.....	302
TEX 4.3	Zellulosefasern	303
TEX 4.3.1	Zellulosefasern – Viskose, Modal.....	303
TEX 4.3.2	Zellulosefasern – Lyocell.....	303
TEX 4.3.3	Zellulosefasern – Cupro.....	304
TEX 4.3.4	Zellulosefasern – Acetat, Triacetat.....	304
TEX 4.4	Synthesefasern	305
TEX 4.4.1	Synthesefasern – Polyamid.....	305
TEX 4.4.2	Synthesefasern – Aramid.....	305
TEX 4.4.3	Synthesefasern – Polyester.....	306
TEX 4.4.4	Synthesefasern – Polyurethan.....	306
TEX 4.4.5	Synthesefasern – Polyacryl.....	307
TEX 4.4.6	Synthesefasern – Polytetrafluorethylen.....	307
TEX 4.4.7	Synthesefasern – Polyvinylchlorid.....	308
TEX 4.4.8	Synthesefasern – Polyolefine.....	308
TEX 4.5	Anorganische Chemiefasern	309
TEX 4.6	Hochleistungsfasern für technische Textilien.....	310
TEX 4.7	Leder	311
TEX 4.8	Pelz	312

TEX 5	Eigenschaftsprofile der wichtigsten Faserwerkstoffe und Verwendung.....	313
TEX 6	Verwendungsbereiche und Innovationsfelder technischer Textilien.....	315
TEX 6.1	Schutz- und Sicherheitstextilien	315
TEX 6.2	Intelligente Textilien (smart textiles).....	316
TEX 6.3	Sport- und Fahrzeugtextilien	317
TEX 6.4	Bautextilien	318
TEX 6.5	Textilien im Medizin- und Hygienebereich.....	319
TEX 6.6	Reflektionsgewebe.....	320
TEX	Literatur	321
MIN	MINERALISCHE WERKSTOFFE UND NATURSTEINE.....	325
MIN 1	Charakteristika und Materialeigenschaften	328
MIN 1.1	Zusammensetzung und Struktur	328
MIN 1.2	Eigenschaften	332
MIN 1.3	Einteilung natürlicher Gesteine	334
MIN 1.4	Industriesteine und Gesteinswerkstoffe	338
MIN 2	Prinzipien und Eigenheiten der Verarbeitung mineralischer Werkstoffe.....	339
MIN 3	Konstruktionsregeln für Natursteinmauerwerke.....	341
MIN 4	Vorstellung wichtiger Gesteinswerkstoffe	344
MIN 4.1	Mineralien	344
MIN 4.1.1	Mineralien – Siliziumdioxide	344
MIN 4.1.2	Mineralien – Silikate	345
MIN 4.1.3	Mineralien – Sulfate	347
MIN 4.1.4	Mineralien – Oxide	348
MIN 4.1.5	Mineralien – Karbonate	348
MIN 4.1.6	Mineralien – Ton	349
MIN 4.2	Magmagesteine	350
MIN 4.2.1	Magmagesteine – Tiefengesteine	350
MIN 4.2.2	Magmagesteine – Erdgussgesteine	351
MIN 4.3	Metamorphe Gesteine	352
MIN 4.3.1	Metamorphe Gesteine – Gneise, Serpentin, Dachschiefer.....	352
MIN 4.3.2	Metamorphe Gesteine – Marmor.....	353
MIN 4.4	Sedimentgesteine	354
MIN 4.4.1	Sedimentgesteine – Kalksteine, Dolomite, Kreide.....	354
MIN 4.4.2	Sedimentgesteine – Sandsteine.....	355
MIN 4.4.3	Sedimentgesteine – Lehm.....	357
MIN 4.5	Natursteine	359
MIN 4.5.1	Natursteine – Edel- und Schmucksteine.....	359
MIN 4.5.2	Natursteine – Kohlewerkstoffe.....	361
MIN 4.6	Mineralische Bindemittel	362
MIN 4.7	Mörtel	364
MIN 4.8	Beton	365
MIN 4.9	Bitumenhaltige Werkstoffe	368
MIN 4.10	Industriesteine mit mineralischem Binder.....	369
MIN 4.11	Harzgebundene Industriesteine	370
MIN 5	Eigenschaftsprofile wichtiger mineralischer Werkstoffe und Natursteine.....	371
MIN 6	Besonderes und Neuheiten im Bereich mineralischer Werkstoffe.....	372
MIN 6.1	Lichtdurchlässiger Beton	372
MIN 6.2	Synthetische Diamanten	373
MIN 6.3	Kohlenstoffnanoröhren (CNT)	374
MIN	Literatur	376

VER	VERBUNDWERKSTOFFE	379
VER 1	Einteilung und Aufbau	380
VER 2	Vorstellung einzelner Verbundwerkstoffe	382
VER 2.1	Schichtverbunde	382
VER 2.1.1	Schichtverbunde – Plattierte Bleche	382
VER 2.1.2	Schichtverbunde – Thermobimetalle	382
VER 2.1.3	Schichtverbunde – Verbundrohre	383
VER 2.1.4	Schichtverbunde – Verbundkartons	384
VER 2.1.5	Schichtverbunde – Sandwichstrukturen	384
VER 2.1.6	Schichtverbunde – Biegeurniere	385
VER 2.1.7	Schichtverbunde – Steinfurnier	385
VER 2.1.8	Schichtverbunde – Aluminiumschichtverbunde	386
VER 2.1.9	Schichtverbunde – Akustikplatten	387
VER 2.2	Teilchenverbundwerkstoffe	388
VER 2.2.1	Teilchenverbundwerkstoffe – Hartmetalle	388
VER 2.2.2	Teilchenverbundwerkstoffe – Kork-Polymer-Komposite (CPC)	388
VER 2.3	Faserverbundwerkstoffe	389
VER 2.3.1	Faserverbundwerkstoffe – Keramik-Faserverbunde (CMC)	389
VER 2.3.2	Faserverbundwerkstoffe – Glasfaserverstärktes Aluminium (GLARE®)	390
VER	Literatur	391
FLU	FLÜSSIGKEITEN UND SUBSTANZEN	393
FLU 1	Einteilung und Eigenschaften	395
FLU 2	Vorstellung einzelner Flüssigkeiten	396
FLU 2.1	Farben, Lacke, Anstriche	396
FLU 2.2	Säuren und Basen	398
FLU 2.3	Lösungsmittel und Weichmacher	399
FLU 2.4	Kraftstoffe	400
FLU 2.5	Schmiermittel	401
FLU 2.6	Harze	402
FLU 2.7	Fette, Wachse und fette Öle	403
FLU 2.8	Kerzen	404
FLU 2.9	Seifen und Tenside	406
FLU	LITERATUR	407
FOR	FORMEN UND GENERIEREN	409
FOR 1	Urformen – Gießen	411
FOR 1.1	Gießen – Gestaltungsregeln	414
FOR 1.2	Gießen – Spritzgießen	417
FOR 1.2.1	Spritzgießen - Sonderverfahren	418
FOR 1.2.2	Spritzgießen - Hinterspritzverfahren	421
FOR 1.3	Gießen – Feingießen	423
FOR 1.4	Gießen – Druckgießen	424
FOR 1.5	Gießen – Gießen unter Vakuum	425
FOR 1.6	Gießen – Schleuder- und Rotationsgießen	426
FOR 1.7	Gießen – Stranggießen	427
FOR 1.8	Gießen – Polymergießen	428
FOR 1.9	Gießen – Tauchformen	429
FOR 2	Urformen – Sintern	430
FOR 2.1	Sintern – Gestaltungsregeln	431
FOR 3	Urformen – Schäumen	432
FOR 4	Urformen – Extrudieren	434
FOR 4.1	Extrudieren – Gestaltungsregeln	435

FOR 5	Urformen – Blasformen	436
FOR 5.1	Blasformen – Gestaltungsregeln	438
FOR 5.2	Blasformen – Maschinelles Glasblasformen	439
FOR 5.3	Blasformen – polymerer Werkstoffe	440
FOR 6	Druckumformen	441
FOR 6.1	Druckumformen – Einpressen	441
FOR 6.2	Druckumformen – Walzen	441
FOR 6.3	Druckumformen – Schmieden	443
FOR 6.3.1	Schmieden – Gestaltungsregeln	444
FOR 6.3.2	Schmieden – Sonderverfahren	446
FOR 6.4	Druckumformen – Pressformen	447
FOR 6.5	Druckumformen – Fließpressen	448
FOR 6.6	Druckumformen – Strangpressen	449
FOR 7	Zugdruckumformen	450
FOR 7.1	Zugdruckumformen – Tiefziehen	450
FOR 7.2	Zugdruckumformen – Superformen	452
FOR 7.3	Zugdruckumformen – Durchziehen	453
FOR 7.4	Ziehen – Gestaltungsregeln	454
FOR 7.5	Zugdruckumformen – Innenhochdruckformen	455
FOR 7.6	Zugdruckumformen – Drücken	456
FOR 7.7	Zugdruckumformen – Hochgeschwindigkeitsumformen	457
FOR 7.8	Zugdruckumformen – Wölbstrukturieren	458
FOR 8	Zugumformen – Streckziehen	459
FOR 9	Biegen	460
FOR 9.1	Biegen – Gestaltungsregeln	462
FOR 10	Generative Verfahren	463
FOR 10.1	Gestaltungsregeln und Prototypenarten	464
FOR 10.2	Generative Verfahren – Stereolithographie (SL)	466
FOR 10.3	Generative Verfahren – Lasersintern (LS)	467
FOR 10.4	Generative Verfahren – Lamine-Verfahren	468
FOR 10.5	Generative Verfahren – Extrusionsverfahren	469
FOR 10.6	Generative Verfahren – 3D-Printing (3D-P)	470
FOR 10.7	Auswahl generativer Techniken	471
FOR 11	Fabber – Personal Fabrication	473
FOR	Literatur	474
TRE	TRENNEN UND SUBTRAHIEREN	477
TRE 1	Zerspanen	479
TRE 1.1	Zerspanen – Strahlen	482
TRE 1.2	Zerspanen – Schleifen	483
TRE 1.2.1	Schleifen – Gestaltungsregeln	486
TRE 1.3	Zerspanen – Polieren	487
TRE 1.4	Zerspanen – Sägen	488
TRE 1.5	Zerspanen – Drehen	489
TRE 1.5.1	Drehen – Gestaltungsregeln	491
TRE 1.6	Zerspanen – Fräsen	492
TRE 1.6.1	Fräsen – Gestaltungsregeln	495
TRE 1.7	Zerspanen – Bohren	496
TRE 1.7.1	Bohren – Gestaltungsregeln	499
TRE 1.8	Zerspanen – Räumen, Hobeln, Stoßen	500
TRE 1.8.1	Räumen, Hobeln, Stoßen – Gestaltungsregeln	500
TRE 1.9	Zerspanen – Honen	502
TRE 1.10	Zerspanen – Läppen	503
TRE 2	Schneiden	504
TRE 2.1	Schneiden – Scherschneiden	504

TRE 2.1.1	Scherschneiden, Stanzen – Gestaltungsregeln	506
TRE 2.2	Schneiden – Strahlschneiden	508
TRE 2.3	Schneiden – Thermoschneiden	510
TRE 3	Abtragen	511
TRE 3.1	Abtragen – Funkenerosives Abtragen (EDM).....	512
TRE 3.2	Abtragen – Laserabtragen und -strukturieren.....	513
TRE 3.3	Abtragen – Chemisches Abtragen (Ätzen).....	515
TRE 3.4	Abtragen – Beizen	516
TRE 3.5	Abtragen – Elektrochemisches Abtragen (ECM).....	517
TRE	Literatur	518
FUE	FÜGEN UND VERBINDEN	521
FUE 1	An-/Einpress- und Schnappverbindungen	523
FUE 1.1	An-/Einpress- und Schnappverbindungen – Pressverbindungen.....	523
FUE 1.2	An-/ Einpress- und Schnappverbindungen – Schnappverbindungen.....	524
FUE 1.2.1	Schnappverbindungen – Gestaltungsregeln	525
FUE 1.3	An-/ Einpress- und Schnappverbindungen – Nieten	526
FUE 1.3.1	Nieten – Gestaltungsregeln	527
FUE 1.4	An-/Einpress- und Schnappverbindungen – Schrauben	528
FUE 1.4.1	Schrauben – Gestaltungsregeln	529
FUE 2	Fügen durch Einbetten und Ausgießen	531
FUE 3	Fügen durch Umformen	532
FUE 4	Kleben	533
FUE 4.1	Klebstoffarten	534
FUE 4.2	Kleben – Gestaltungsregeln	537
FUE 5	Schweißen	538
FUE 5.1	Schweißen – Gestaltungsregeln	539
FUE 5.2	Schweißen – Widerstandspunktschweißen.....	541
FUE 5.3	Schweißen – Lichtbogenhandschweißen	542
FUE 5.4	Schweißen – Schutzgasschweißen	543
FUE 5.5	Schweißen – Gasschmelzschweißen	544
FUE 5.6	Schweißen – Warmgasschweißen	545
FUE 5.7	Schweißen – Laserschweißen	546
FUE 5.8	Schweißen – Reibschweißen	547
FUE 5.9	Schweißen – Ultraschallschweißen	548
FUE 5.10	Schweißen – Heizelementeschweißen	549
FUE 6	Löten	550
FUE 6.1	Löten – Lötverfahren	551
FUE 6.2	Löten – Gestaltungsregeln	553
FUE 7	Nähen, Stricken, Weben	554
FUE 8	Wirtschaftlichkeit verschiedener Fügeverfahren und deren Kombinationen.....	555
FUE	Literatur	556
BES	BESCHICHTEN UND VEREDELN	563
BES 1	Beschichten aus flüssigem Zustand	564
BES 1.1	Beschichten aus flüssigem Zustand – Spritzen.....	564
BES 1.2	Beschichten aus flüssigem Zustand – Elektrostatisches Lackieren.....	566
BES 1.3	Beschichten aus flüssigem Zustand – Tauchen.....	567
BES 1.4	Beschichten aus flüssigem Zustand – Siebdruck.....	568
BES 1.5	Beschichten aus flüssigem Zustand – Tampondruck.....	570
BES 1.6	Beschichten aus flüssigem Zustand – Emaillieren (Glasieren).....	571

BES 2	Dekorationsverfahren	572
BES 2.1	Dekorationsverfahren – Wassertransferdruck	572
BES 2.2	Dekorationsverfahren – Heißprägen	573
BES 2.3	Dekorationsverfahren – In-Mold Decoration	574
BES 3	Beschichten aus breiigem Zustand – Putzen	575
BES 4	Beschichten aus festem Zustand	576
BES 4.1	Beschichten aus festem Zustand – Thermisches Spritzen	576
BES 4.2	Beschichten aus festem Zustand – Pulverbeschichten	577
BES 4.3	Beschichten aus festem Zustand – Elektrostatisches Pulverbeschichten	578
BES 4.4	Beschichten aus festem Zustand – Wirbelsintern	579
BES 4.5	Beschichten aus festem Zustand – Beflocken	580
BES 5	Beschichten durch Schweißen und Löten	582
BES 5.1	Beschichten durch Schweißen und Löten – Auftragschweißen	582
BES 5.2	Beschichten durch Schweißen und Löten – Auftragslöten	583
BES 6	Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand	584
BES 6.1	Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – PVD-Verfahren	584
BES 6.2	Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – CVD-Verfahren	585
BES 6.3	Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – Elektrolytisches Abscheiden	586
BES 6.4	Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – Chemisches Abscheiden	588
BES 6.5	Beschichten aus gasförmigem und ionisiertem Zustand – Anodisieren	589
BES 7	Beschichten aus gelförmigem Zustand – SolGel-Technik	590
BES 8	Diffusionsschichten	591
BES 9	Beschichten – Gestaltungshinweise	592
BES 10	Nanobeschichtungen	593
BES	Literatur	595
GES	KOSTENREDUZIERENDES GESTALTEN UND KONSTRUIEREN	599
GES 1	Fertigungsgerechte Gestaltung	601
GES 2	Montagegerechte Gestaltung	604
GES 3	Materialkosten reduzierende Gestaltung	606
GES 4	Recycling- und entsorgungsgerechte Gestaltung	607
GES 5	Lager- und transportkostengerechte Gestaltung	608
GES	Literatur	609
KEN	WERKSTOFFKENNWERTE	612
	SACHWORTVERZEICHNIS	614
	VITAE	634
	NACHWORT	635



EINLEITUNG

Die Revolution der Materie

Die Digitalisierung der Produktwelt ist in vollem Gange. Unser Leben findet in vielen Bereichen im virtuellen, im entmaterialisierten Raum statt und lässt eine große Distanz von den Dingen, vom Gegenständlichen erkennen. Mit den neuen elektronischen Medien, den digitalen Finanzströmen, der allgegenwärtigen Verfügbarkeit von Informationen scheint das Ende der guten alten mechanisierten Welt vorprogrammiert. Doch wenn man die steigende Bedeutung neuer Werkstoffe in den letzten Jahren verfolgt, scheint das Materielle mit voller Wucht zurückzukehren. Ein Paradoxon? Oder gar ein nächster Schritt in der Entwicklung unserer Produktwelten, die eine neue Qualität von Werkstoffen erforderlich macht?



Bild: Lichtdurchlässiger Beton macht surreales Kinoerlebnis möglich./ Foto: Dr. Sascha Peters

Denn das, was die Labors der Forschungseinrichtungen derzeit ausspucken, hat neben der materiellen Komponente nach einem mechanischen Verständnis auch immer eine virtuelle, weil intelligente, eine smarte Seite. Textilien reagieren auf Temperaturunterschiede und verändern ihre Form; Stein wird Durchlässigkeit für Lichtstrahlung und macht Bildsequenzen zu einem surrealen Filmerlebnis, und elektroaktive Polymere dehnen sich im elektrischen Feld und werden als »morphing materials« in Zukunft Form und Eigenschaften von Flugobjekten in der Luft beeinflussen ^{KUN 6.3.} Die neue Materie, nennen wir sie »reaktiv«, enthält unsichtbare Zusatzfunktionen, die sich erst in der eigentlichen Anwendung dem Nutzer erschließen. Beeindruckende Zukunftsvisionen werden möglich. Das längst überholte Verständnis von Materialität und die virtuelle Entmaterialisierung unserer Produktwelt scheinen von einer neuen Werkstoffkultur revolutioniert zu werden.

Und bei dieser Revolution wird Designern und Architekten eine besondere Bedeutung beigemessen. Denn wer sonst sollte einer unsichtbaren Funktion eine sinnvolle Anwendung geben und in die Wahrnehmung des Nutzers bringen. Yvonne Chan Vili war zum Beispiel eine der ersten, die die Möglichkeiten von Textilien mit eingewebten Drähten aus Formgedächtnislegierungen (FGL) ^{MET 5.2} für Raumteiler und Wandbehänge untersuchte. FGL-Materialien speichern Forminformationen in ihrem molekularen Gefüge. Bei niedrigen Temperaturen können sie scheinbar plastisch verformt werden. Nach Erwärmung nehmen die Drähte ihre ursprüngliche Form wieder an und sorgen für die Ausrichtung des textilen Gewebes. Daher eignen sich FGL-Textilien (shape memory textiles) bei starker Sonneneinstrahlung für eine automatische Verdunkelung von Räumen und die Erzeugung eines besonderen Licht- und Schattenspiels.



Bild: Wassersensitiver Beton./ Quelle: solidpoetry.com

Die niederländischen Gestalter Frederik Molenschot und Susanne Happle gehen sogar noch einen Schritt weiter. Mit einer besonderen Oberflächenbeschichtung geben sie Betonsteinen ^{MIN 4.8} bei Regen eine florale Ornamentik. Das natürliche Nass enthüllt versteckte Dekorationen auf öffentlichen Plätzen und Fußwegen und sorgt für eine neue Zeichensprache urbaner Qualität. Nachdem die Neuentwicklung mit Namen »Solid Poetry« bei Droog Design auf der Mailänder Möbelmesse in 2006 präsentiert wurde, ist jetzt das erste Bauvorhaben mit Blumenbeton in Eindhoven realisiert.

Auf Designer warten aber noch ganz andere reaktive Leckerbissen. Das Werkstoffinnovationszentrum Innovathèque aus Paris hat in der Ausstellung »Caméléon« in 2009 eine ganze Reihe dieser Materialien zusammengestellt. Zu sehen waren: Kunststoffe mit thermochromen Eigenschaften, die unter Temperatureinfluss die Farbe wechseln und den Eisgenuss in einem Kunststoffgefäß zu einem Farbenspiel werden lassen; Paneele die den Fußabdruck hell erleuchten lassen; Kunstleder, das bei Dehnung die Farbe wechselt oder Kunststoffe, die Wasser absorbieren und sich dabei ausdehnen. Sehr interessant für den Modebereich sind auch thermisch sensitive Anzugstoffe, die einen leichten Farbstich unter Wärmeeinfluss und somit eine variable Ästhetik erzeugen können. Der Stoff wurde jüngst von einem bekannten Modelabel genutzt, um seiner Herrenkollektion eine besondere Note zu geben.



Bild: thermochrome Kaffeetasse

Vor allem in der modernen Architektur spielen Glasfassaden eine immer wichtigere Rolle. Profitiert man im Winter von viel Licht und Wärme, kehrt sich die Durchlässigkeit für Strahlung im Sommer ins Gegenteil um. Abhilfe versprechen hier Verbundgläser mit thermotropen Eigenschaften, die abhängig von der Lichteinstrahlung ihre Transparenz und Reflexionseigenschaften reversibel verändern können. Das Fraunhofer IAP in Potsdam arbeitet derzeit an thermotropen und hochreaktiven Gießharzen, die für die Herstellung dieser Fenster benötigt werden und die Reflexion von Solarstrahlung bewirken. Unsichtbar und ohne aufwändige Steuerung! Die Revolution der Materie hat gerade erst begonnen.

Produktentwickler, Designer und Architekten sind aufgerufen, sich das Neue zunutze zu machen und die technischen Potenziale in sinnvolle Produktwelten zu überführen, als eine Art Demonstration gegen die Entmaterialisierung unseres Lebens (Peters 2009).

Die Bedeutung von professionellen Kreativen für technische Innovationsprozesse

Die Frage nach der Bedeutung von Design und den Einflüssen kreativer Dienstleistungen auf Wirtschafts- und Innovationsprozesse ist so alt wie die Professionen selber. Daran hat sich auch in den letzten Jahren wenig geändert, obwohl Publikationen, Konferenzen und Diskussionsrunden die typischen Fragestellungen immer wieder diskutieren. »Welchen Anteil hat Design am Erfolg von Innovationen?«, »Wie lässt sich die Qualität von Kreativleistungen messen?«, »Was dürfen diese kosten und wie kann man sie steuern?«. Das Unbehagen gegenüber Vertretern kreativer Disziplinen, gegenüber Designern, Werbern und Architekten, ist tief verwurzelt in einer Gesellschaft, deren wirtschaftlicher Erfolg seit jeher auf den Fundamenten technologischer Exzellenzen basiert (Peters 1/2008). Jüngster Beleg für die Situation ist die Berichterstattung zur jährlich stattfindenden Los Angeles Design Challenge, zu deren Anlass die in Kalifornien ansässigen Designstudios der Automobilkonzerne mit großem Aufwand zukunftsweisende Mobilitätskonzepte entwickeln. Wurde in 2006 der Artikel über die Beiträge zu natürlich abbaubaren Fahrzeugkarossen und ressourcenschonenden Antrieben von einem der hiesigen Blätter mit dem Titel »Ideen für den Komposthaufen« versehen (Grünweg 2006), so sprach man im Vorjahr gar vom »Amoklauf der Designer« (Kramper 2005). Also alles beim Alten? Die Kreativen, die Spinner, die Gestörten... (Lotter 2007). Sie haben anscheinend keinen Platz in unseren Strukturen, die auf sicheres Wachstum und die Wahrung von Statussymbolen ausgelegt sind (Peters 2/2008).

Bild rechts: Volkswagen Konzept »Slipstream«, Design Challenge anlässlich der LA Auto Show 2007./

Quelle: Volkswagen AG

Doch seit etwa 2 Jahren ist das Gefüge in Bewegung. Aufgeschreckt durch eine Reihe von Innovationsstudien (Booz 2006), in denen den deutschen Unternehmen, die Fähigkeit abgesprochen wird, technologische Neuerungen in marktfähige und gewinnbringende Produkte zu überführen, erhält die Diskussion um die Bedeutung professioneller Kreativer für Innovationsprozesse neues Futter. Hybrid-Motor, MP3-Format, Computer: Die Liste revolutionärer deutscher Erfindungen ist lang; doch die wirtschaftlicher Misserfolge ist es ebenso. Deutschland ist zwar das Land der Erfinder und nimmt bei den Patentanmeldungen im internationalen Vergleich einen Spitzenplatz ein (Peters 2/2007). Doch seitdem belegt ist, dass die Anzahl von Patenten nicht mehr gleichzeitig mit wirtschaftlichem Erfolg einhergeht, suchen Unternehmer und Politiker nach neuen Indikatoren. Denn auch die deutsche Wirtschaft kann es sich nicht länger erlauben, zwar revolutionäre Technologien wie das MP3 Format oder den GRM-Effekt, die Grundlage zur Speicherung großer Datenmengen auf Festplatten, hervorzubringen, die Vermarktung aber anderen Volkswirtschaften zu überlassen. Denn während sich das deutsche Fraunhofer-Institut, als Entwickler der MP3-Technologie, über Patent-Lizenzeneinnahmen in Millionenhöhe freut, kassiert ein amerikanischer Computerkonzern Milliarden.

Es reift die Erkenntnis, dass es nicht mehr ausreicht, Technologien und Werkstoffe mit Funktionalitäten im Promillebereich hinter dem Komma hervorzubringen. Die Menschen in den westlichen Nationen haben alles, was sie zum Leben brauchen und sehnen sich nach Produkten, die ihre Bedürfnisse befriedigen, noch bevor sie in der Lage sind, diese in Worte zu kleiden. Personen zur Frühindikation von gesellschaftlichen Entwicklungen sind demnach gefragt, die ob ihrer Ausbildung und Denkweise eine Fähigkeit mitbringen, die Vertretern technologischer Disziplinen in der Regel verborgen bleibt.

Technik- und Detailverliebtheit sind gar Hemmschuhe für den Produkterfolg (Bochumer Institut für angewandte Innovationsforschung, 1/2007). Das Verständnis für die Wünsche des Kunden und die frühzeitige Ausrichtung von Produktentwicklungen auf die Bedürfnisse des Marktes sind vielmehr die heutigen Indikatoren für den Erfolg. Eine Gleichberechtigung zwischen technologischen und kreativen Disziplinen ist daher erforderlich, die den marktzugewandten Disziplinen wie Design, Marketing und Architektur eine größere Bedeutung im Innovationsprozess beräumt (Peters 2004, Peters 2009).

Die Reaktionen auf diesen Sachverhalt sind bemerkenswert: So erkennt die Wirtschaftsförderung die professionellen Kreativen nicht mehr nur als Standortfaktor sondern auch als wichtige Komponente und Impulsgeber im Innovationsprozess. Nicht ohne Grund fragt auch die Konferenz »creative industries – made by design«, ob nach dem »Technology-Push« jetzt der »Kreativ Pull« kommt und sich somit der traditionelle Innovationsprozess umkehrt. Denn sind die kreativen Disziplinen meist erst am Ende einer Produktentwicklung gefragt, um einem technischen Produkt eine oberflächliche »Aufhübschung« zu geben und für den Markt vorzubereiten, wird von den Innovationsanalysten eine zentralere Bedeutung kreativer Disziplinen gefordert. Frühzeitig in Innovationsprozesse integriert, können insbesondere Designer bei der Entwicklung des Anwendungszusammenhangs für neue Produkte ein Wörtchen mitsprechen, so die Theorie. Sie sind es, die schlummernde Bedürfnisse beim Kunden wecken und den technologischen in einen emotionalen Mehrwert überführen (Peters 1/2007).



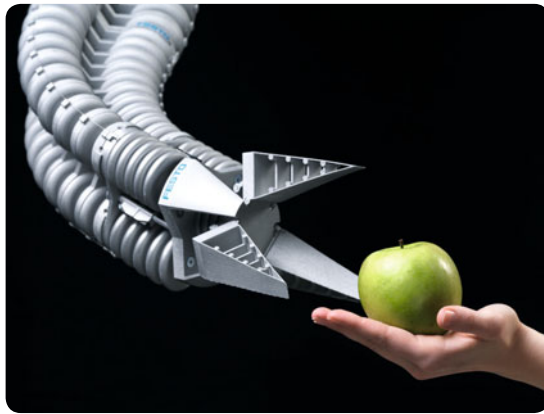


Bild: Bionischer »Handling-Assistent« bietet eine dritte Hand oder ermöglicht Arbeitsvorgänge in Gefahrenbereichen oder komplexen Situationen./ Foto: Festo



Bild: Funktionsweise und Struktur des Handling Assistenten sind durch einen Elefantenrüssel inspiriert. Als Basistechnologie dienen Mechatronik und Pneumatik. Generative Fertigungsverfahren ermöglichen die Herstellung./ Foto: Festo

In der Praxis machen einige aktuelle Entwicklungen Mut, dass sich tatsächlich nachhaltig etwas an der Wertstellung kreativer Disziplinen ändert. Das traditionelle Innovationsverständnis bricht auf! So bedienen sich Forscher den Fähigkeiten von Designern, um Anwendungsszenarien für neue Technologien zu konzipieren. Ein Beispiel ist der Löschroboter OLE, der von Designern aus Magdeburg als Einsatzgebiet für eine Laufmaschine des Fraunhofer IFF entwickelt wurde. Autonome Roboter sollen zur Überwachung von Waldflächen eingesetzt werden, um Brände zu verhindern und gefährliche Situationen für den Menschen auszuschließen. Die Wissenschaftler waren begeistert, denn ihre Entwicklung wurde mit diesem klaren Bild in der ganzen Welt diskutiert.

Ein anderes Projekt setzte gar die Robotertechnologie zum Rückbau von Plattenbauten in den ostdeutschen Gebieten ein. Damit reagieren die Kreativen auf die Tendenz sinkender Bevölkerung und auf eine Entwicklung, die weder von Bauwirtschaft noch von der Industrie bislang in größerem Umfang Berücksichtigung findet.

Eine weitere Tendenz wird bei den Produzenten deutlich. Unternehmen wie Bayer, BASF oder Degussa richten ihre Kommunikation gezielt auf die »Kreativen Klassen« aus und werben um die Aufmerksamkeit für ihre Materialien. Offensichtlich ist die Erkenntnis gereift, dass es Designer und Architekten sind, die in den Entwicklungsprozessen meist die Entscheidung über die Auswahl von Werkstoffen treffen und nicht mehr nur Konstrukteure und Ingenieure. Dies hängt zum einen mit dem Arbeitskräftemangel in den technischen Disziplinen zusammen, durch den Unternehmen gezwungen sind, auch Engineeringleistungen von Designern abzurufen. Zum anderen sehen Produzenten professionelle Kreative zunehmend als ihre Ansprechpartner an, wenn es darum geht, den Markt für technische Innovationen zu entwickeln und aus einer Erfindung ein marktfähiges Produkt zu machen. So ist Bayer MaterialScience seit 2004 mit einem Creative Center den zukünftigen Kunden von Kunststoffen auf der Spur, und das fächerübergreifend. Die Zukunftsanwendungen in der Bauindustrie, Robotik, Logistik und die Bereiche Optik und Licht sind dabei Scoutingfelder, in denen deutliche Entwicklungssprünge erwartet werden. Durch Vernetzung von Designern, Architekten, Trendforschern und Technologen werden hier Zukunftsszenarien entwickelt.



Bild: Fahrzeug mit transparenter Karosserie (Quelle: Bayer MaterialScience, Rinspeed AG, Frank M. Rinderknecht)

Ein weiteres Beispiel für die steigende Bedeutung von Designern im Innovationsprozess ist die Entwicklungsgeschichte des Stuhls »Myto«, den Konstantin Grcic für die BASF AG entworfen hat. Ziel war es, die Funktionsweise eines Zusatzes für PBT ^{➔ KUN 4.1.12} zur Verbesserung der Fließfähigkeit bei der Verarbeitung deutlich werden zu lassen. Das dies mit einem Möbelentwurf eines bekannten Designers geschah war ein Novum in der Materialszene und zeigt das Umdenken vieler Materialproduzenten in der Kommunikation ihrer eigenen Produkte.



Bild: Freischwinger MYTO (Quelle: Konstantin Grcic)

»70% aller neuen Produkte basieren auf neuen Materialien!«: So lautet das Ergebnis einer Studie (Höcker 2007), in der Werkstoffe zum »Motor für Innovationen« erhoben werden. Das Thema gewinnt immer mehr an Bedeutung und die Kenntnis um Materialität und Verarbeitung wird zum Schlüssel-KnowHow für Designer und Architekten. Dass diese Entwicklung den Kreativen durchaus bewusst ist, spiegelt sich vor allem an der erfolgreichen Etablierung zahlreicher Datenbanken, Messen, Publikationen und Wettbewerben wider. Aber auch die Kreativdienstleister selber werden mehr und mehr zu Innovatoren für neue Materialien. So machte die Designerin Alexa Lixfeld mit einer besonderen Beschichtung die Verwendung von Beton für dünnwandiges Geschirr erst möglich ^{➔ MIN 4.8.}



Bild: Geschirr aus Beton (Quelle: Alexa Lixfeld)

Und die Ideen für den traditionellen Bauwerkstoff scheinen nicht auszugehen. Denn auch der ungarische Architekt Aron Losonczy experimentierte bereits 2005 mit Beton und machte ihn durch Integration von Glasfasern durchlässig für Licht und Schatten ^{➔ MIN 6.1.} Damit löste er einen Trend in der Zementindustrie aus, der eine Vielzahl von Nachahmerprodukten zur Folge hatte.

Die Entwicklungstätigkeit von Designern und Architekten ist aber nicht nur auf den Werkstoffbereich begrenzt. Neuerdings gehen auch vollkommen neuartige Fertigungsverfahren auf professionelle Kreative zurück. So entwickelte der Architekt Oskar Zieta ein freies Aufblasverfahren für metallische Möbel mit individuellem Charakter oder für Leichtbaukonstruktionen (Brückenelemente, Hausfassaden). Da er keinen Abnehmer für seine Technologie fand, vermarktet er das Ganze jetzt einfach selbst.



Bild: Freie Innenhochdruckumformung (Quelle: Oskar Zieta)

Einen ähnlichen Weg gingen die Verantwortlichen von designtoproduction mit dem »ZipShape«, einem Verfahren zum einfachen Biegen von Holzflächen, das ohne komplizierte Formwerkzeuge auskommt

 HOL 3.6.

Wir sind Zeuge einer Entwicklung, die vor Jahren noch undenkbar gewesen wäre und an deren Ende vielleicht die Aussöhnung zwischen den kreativen und technischen Disziplinen steht, zwischen Design und Engineering. Es bewegt sich etwas, im Land der Ideen...

Low Tech meets High Tech – Das Jahrzehnt der Materialien

Er sieht aus wie ein ganz normaler Flieger. Mit wenigen Handgriffen faltet Takuma Toda ein Blatt Papier zu einem funktionstüchtigen Flugobjekt. Lediglich der Name »Orispace« und die Ähnlichkeit zur Form des amerikanischen Space Shuttles deuten darauf hin, dass es sich um etwas Besonderes handeln könnte. Der Vorsitzende der Origami Airplane Association hat eine Vision, die auf den ersten Blick völlig absurd erscheint. Er will seinen Papierflieger aus der Raumstation ISS werfen und sicher auf der Erde landen lassen. Jedes Kind weiß doch, dass Materie beim Eintritt in die Atmosphäre verglüht. Doch was zunächst erstaunlich klingt, kann der Japaner ganz einfach erklären. Die langsame Sinkgeschwindigkeit bei einer Flugdauer von 3 Tagen bewirke nur wenig Reibung, so dass die Wärmeentwicklung deutlich geringer ausfallen wird als beim Space Shuttle. Verwendung findet zudem ein Papier aus langen Zuckerrohr-Fasern, das sehr viel schwerer und stärker ist als normales Büropapier und nach einer chemischen Behandlung der thermischen Belastung standhalten wird.

Dass wir einem Papierflieger den Flug durchs All gar nicht zugetraut hätten, liegt auf der Hand. An dem Projekt lässt sich aber eine Tendenz ableiten, die man aktuell in vielen Produktbereichen erkennen kann. Neben High-Tech-Innovationen in Feldern wie der Robotik oder Bionik werden bewährte Konstruktionen und Materialien genutzt und in fachfremden Kontexten zu neuen Anwendungen entwickelt. Einfache, aber intelligente Lösungen stehen auf Augenhöhe zu technisch hochkomplexen Produkten.

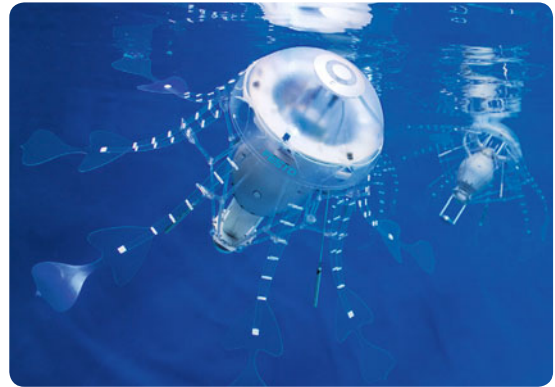


Bild: Roboterqualle AquaJelly (Quelle: Festo)

Während Festo die Entwicklung quallenartiger Robotersysteme (»AquaJelly«) mit autonomer Schwarmintelligenz verkündet, wird die Verwendung eines Segels zum Antrieb von Frachtschiffen als revolutionäre Innovation gefeiert (SkySails®).



Bild: Frachtschiff mit Luftsegl (Quelle: SkySails)

Da treffen sich Experten zu einer Fachkonferenz und diskutieren über die Nachhaltigkeit des natürlichen aber antiken Bauwerkstoffs Lehm. Zeitgleich lässt das steigende Umweltbewusstsein die Forderung nach biologisch abbaubaren Kunststoffen Realität werden, die man »einfach« so auf den Komposthaufen werfen kann. Verbundwerkstoffe wie Hylite® oder Hybrix® finden Einsatz im Flugzeugbau, können aber auch bei der Anfertigung von Koffern und zum Aufziehen von Bildern genutzt werden. Und für die Zukunft ist die Verwendung recyclebarer Platinen aus Zellulose in der Elektroindustrie geplant. Der Unterschied zwischen »high tech« und »low tech« scheint als Qualitätsmerkmal nicht mehr zu funktionieren. Eine Erkenntnis, die sich branchenübergreifend durchzusetzen scheint.

Denn auch Designer und Architekten lassen derzeit eine ausgesprochene Ambivalenz in ihren Arbeiten erkennen: zwischen sehr simplen Konzepten und hochkomplexen Produkten. Ein Paradebeispiel für die neue Einfachheit ist das »100-Dollar-Laptop« des Designers Yves Béhar. Angetrieben von einem Seilzuggenerator und einer Handkurbel soll dieses die digitale Wissensvermittlung für Kinder auch in den entlegendsten Gegenden dieser Welt gewährleisten. »One Laptop per Child« lautet der eingängige Titel des Projekts. Dass die Kinder mit dem Rechner dann erst mal vornehmlich spielen, war wohl zu erwarten, ändert aber am Prinzip nichts.



Bild: 100-Dollar-Laptop (Quelle: Yves Béhar)

Einfache und nachvollziehbare Lösungen haben wieder Platz gefunden in einer Gesellschaft, die nach Verlagerung ganzer Industriebereiche in Billiglohnländer das Gefühl für die Entstehungsprozesse von Produkten und die Möglichkeit zur individuellen Einflussnahme auf Form und Materialität, auf Farbe und Charisma verloren hat. Längst vergessene Herstellungstechniken erleben aktuell in der »NeoCraft«-Bewegung eine Renaissance. Und die Verwendung herkömmlicher Materialien in vollkommen neuen Kontexten wandelt unsere Umwelt in riesige Möglichkeitsräume. Pflaster werden zu Schmuckstücken, Laternen erhalten ein flauschiges Textilkleid und Hotels wirken wie monolithische Eiswürfel.



Bild: Laterne mit Textilkleid (Quelle: Friederike Kersten)

Der Flagship-Store des Labels Freitag® ist gar nur aus verrosteten Containern zusammengesetzt und ragt mit einem besonderen Markenversprechen in den Züricher Himmel empor.



Bild: Freitag® Flagship-Store in Zürich

Dass sich hinter einfachen Lösungen häufig langjährige Entwicklungen verbergen, zeigen nicht erst die Angebote selbsthaftender Textilien (Gecko Multifix®) ^{TEX 6.7}, die seit einigen Monaten am Markt verfügbar sind. Offensichtlich wird dies vor allem bei Produkten aus so genannten »smart materials«, bei denen man die Funktionskomplexität von außen gar nicht mehr erkennen kann. Elektrisch leitfähige Textilien machen den mobilen Mediengenuss möglich (»wearable computers«); thermochrome Beschichtungen ^{FLU 3.3} sorgen für Sonnenstrahlen reflektierende Glasfassaden und für optimale klimatische Bedingungen im Innenraum.

Materialität bedeutet heute also Hochtechnologie und Einfachheit zugleich. Alles scheint möglich in einer Zeit der großen Umbrüche und riesigen Herausforderungen. »Low Tech meets High Tech«: Die nächste Dekade gehört den Material- und Technologieinnovationen sowie Designern und Architekten, die es verstehen, Werkstoffe auf intelligente Weise einzusetzen (Peters 3/2008).

Technologie-KnowHow wird Schlüssel-qualifikation für professionelle Kreative

Innovationen sind zum entscheidenden Schlüssel für Unternehmen in einer post-industriellen Gesellschaft geworden. Marktfähige Produkte entstehen heute aus einer Synthese von technologischem Wissen einerseits und der Fähigkeit zur frühzeitigen Identifikation sozioökonomischer Trends andererseits. Die Schnittstelle zwischen Design und Technik hat sich zum Inkubator für Produktideen entwickelt, von dem bedeutende Innovationsimpulse ausgehen. Damit es zu einer effizienten Kooperation bei der Produktentwicklung kommt, benötigen die beteiligten Disziplinen umfangreiches Fachwissen. Vor allem die Kenntnisse über Materialien und Fertigung sind zentrale Themen, die von Designer und anderen professionellen Kreativen mittlerweile vorausgesetzt werden.

Dass dies der Kreativbranche auch bewusst ist, erkennt man am steigenden Interesse für technische Themen. Und auch die Design-Ausbildung kommt in Bewegung. An vielen Hochschulen wurden in den vergangenen Jahren Programme und Professuren an den Schnittstellen zwischen Kreation und Technologie eingerichtet (z. B. UDK Berlin, HfG Offenbach). Die Kreativbranche bereitet sich also auf einen Veränderungsprozess vor, der auf die steigende Bedeutung kreativer Disziplinen für die Industrieunternehmen zurückzuführen ist. Technologie-KnowHow wird für die Kreativbranche mehr und mehr zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor.

Mit dem vorliegenden »Handbuch für Technisches Produktdesign« sollen die Vertreter kreativer Disziplinen umfassend über technologisches Wissen zu den bedeutendsten Werkstoffgruppen und Produktionsmöglichkeiten informiert werden. Wichtige Zusammenhänge sind anschaulich und wissenschaftlich fundiert in Form eines Nachschlagewerks aufbereitet. Die Informationen werden dabei in einer Art präsentiert, die die Denkweise von Designern und Ingenieuren anspricht und unterstützt. Eine schnelle und umfassende Informationsaufnahme der technologischen Rahmenbedingungen für einen Produktentwurf wird auf diese Weise in kürzester Zeit möglich. Das Buch gibt Anstöße, um über den eigenen Horizont zu blicken, auf ungewöhnliche Art und Weise mit Materialien und Fertigungsmethoden umzugehen, Belange anderer Disziplinen besser zu verstehen und der Forderung nach Innovation gerecht zu werden. Die umfangreiche und übersichtliche Sammlung von Informationen erweitert den Möglichkeitsspielraum bei der Produktentwicklung. Weitreichende Innovationen und wirtschaftlich erfolgreiche Produkte werden ebenso gefördert wie eine effiziente Kooperation zwischen Designern und Technologen. Wir wünschen allen Lesern viel Freude bei einer Entdeckungsreise durch die Welt der Werkstoffe und Produktionstechniken und viel Erfolg bei der Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse im interdisziplinären Innovationsprozess!

EIN

Literatur

[1] Booz Allen Hamilton: Innovationsstudie - Global Innovation 1.000, 12/2006.

[2] Grünweg, T.: Ideen für den Komposthaufen. Hamburg: Spiegel online, 30.10.2006.

[3] Höcker, H.: Werkstoffe als Motor für Innovationen - Gibt es eine Kluft zwischen Werkstoffentwicklung und Umsetzung in innovative Produkte?, 2008.

[4] Kramper, G.: Amoklauf der Designer. Hamburg: Stern online, 30.11.2005.

[5] Lotter, W.: Die Gestörten. brand eins 5/2007. Hamburg: brand eins Verlag.

[6] Peters, S.: Modell zur Beschreibung der kreativen Prozesse im Design vor dem Hintergrund ingenieurspezifischer Semantik, Dissertation: Universität Duisburg-Essen, 7/2004.

[7] Peters, S.: Kreative Industrien als Impulsgeber für eine erfolgreiche Innovationskultur. Keynote-Vortrag, Tagung: Erfolgsfaktor: Design & Engineering, Stuttgart. 15.02.2007.

[8] Peters, S.: Die Macht der Materialien. form 217, Leitartikel im Material-Sonderheft, Basel: Birkhäuser Verlag, 2007.

[9] Peters, S.: Nanotechnologie und Produktdesign, Essay im Buch »Nano Architektur - Anwendungen von Nanomaterialien in Design und Architektur«, Basel: Birkhäuser Verlag 2008.

[10] Peters, S.: Das Jahrzehnt der Materialien - Vom Technologie- zum Innovationsstandort dank professioneller Kreativer, Vortrag zur Konferenz: Creative Industries - Made by Design, Welterbe Zollverein, Essen, 16.10.2008.

[11] Peters, S.: Smarte Materialien – High Tech meets Low Tech. form 223, Leitartikel im Material-Sonderheft, Basel: Birkhäuser Verlag, 2008.

Peters, S.: Revolution der Materie. form 226, Leitartikel im Material-Sonderheft, Basel: Birkhäuser Verlag, 2009.

[12] Peters, S.: Die Bedeutung von Designern für technische Innovationsprozesse. 3. Symposium Industrie Design Dresden, 17./18.04.2009.

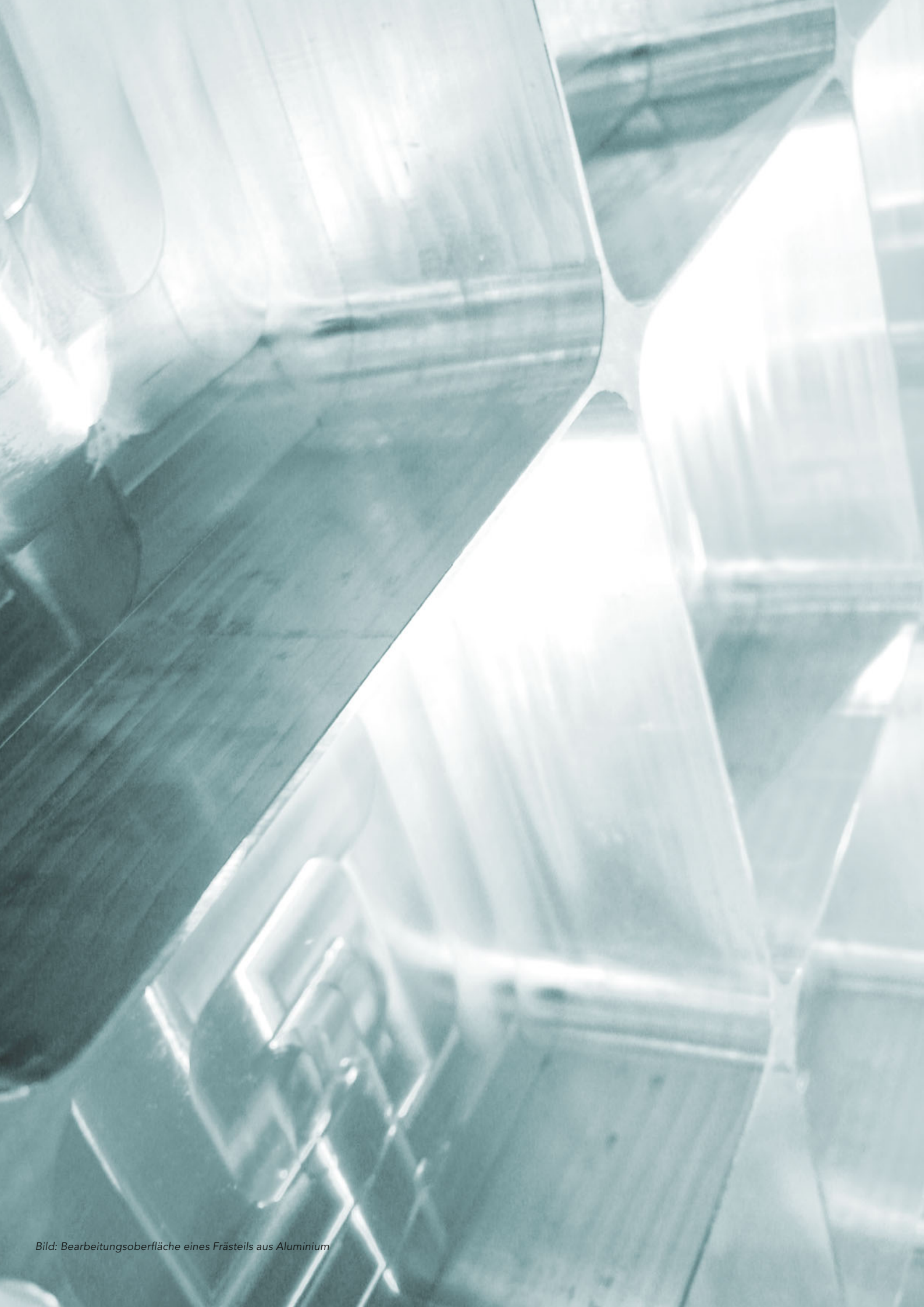


Bild: Bearbeitungsoberfläche eines Frästeils aus Aluminium