

Klaus Jopp

# **Nanotechnologie - Aufbruch ins Reich der Zwerge**

2., überarbeitete Auflage



**FINANCIAL TIMES**

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort . . . . .	.11
Einleitung: Das Orakel von Delphi. . . . .	.15
Zwischen Science-Fiction und Wirklichkeit. . . . .	.15
Deutschlands Straßennetz auf einem Fingernagel. . . . .	.17
Nano - ein Thema mit überragender Querschnittsfunktion. . . . .	.18
Strukturen nach dem Plopp-Effekt. . . . .	.19
Erfolgskonzept Miniaturisierung. . . . .	.21
Wie die Nadel eines Plattenspielers. . . . .	.22
Auf dem Sprung in die Kommerzialisierung. . . . .	.23
Kapitel 1: Vorbild Natur - Vorbild Zelle. . . . .	.27
Die effektivste Fabrik ist winzig klein. . . . .	.27
Der Evolution auf der Spur - Selbstorganisation und Replikation. . . . .	.28
Erfolgsstrategie Miniaturisierung - der Abstieg vom Mikro- in den Nanokosmos. . . . .	.29
Der Nanokosmos hat eigene Spielregeln. . . . .	.31
Effekte und ihre Grundlagen. . . . .	.32
Der interdisziplinäre Ansatz. . . . .	.34
Kapitel 2: Kleinste Teilchen - größte wirtschaftliche Bedeutung. . . . .	.37
Alte Märkte mit neuen Lösungen. . . . .	.37
Mit Nanopartikeln und -composites wird schon Geld verdient. . . . .	.39
Die Banken haben das Thema Nano entdeckt. . . . .	.40
Flache Displays vor weiterem Boom. . . . .	.44
Neue Märkte durch neue Lösungen. . . . .	.45
Ultrafeine Pulver für Pigmente, Katalysatoren und Keramiken. . . . .	.46
Kapitel 3: Der Forschungswettlauf. . . . .	.51
Das Gerangel um die Poleposition in den Märkten der Zukunft. . . . .	.51
Überraschend großes Innovationspotenzial in Deutschland. . . . .	.52
Die nächste Industrielle Revolution. . . . .	.53
Die meisten US-Fördermittel gehen in die Grundlagenforschung. . . . .	.55

Stärken und Schwächen der Triade . . . . .	56
Die japanische Herausforderung . . . . .	57
Bei Patenten USA und Deutschland vorn. . . . .	59
Europäische Programme. . . . .	62
Europa in der Nanotechnologie schon stark vernetzt . . . . .	63
Förderung durch das BMBF. . . . .	64
Nachwuchswettbewerb Nanotechnologie. . . . .	65
Netzwerk für den Fortschritt - die deutschen Kompetenzzentren. . . . .	67
„Magnete des Wissens“. . . . .	68
Die deutschen Kompetenzzentren im Überblick . . . . .	74
„Projekthaus Nanomaterialien“ - eine neuartige Kooperation. . . . .	76
Start für das Start-up „Degussa Advanced Materials“. . . . .	78
Schneller zu neuen Nanoprodukten. . . . .	79
Kapitel 4: Einsatz der Zwerge in Medizin, Pharmazie und Biologie. . . . .	83
Spannende Überschneidungen zwischen Nano- und Biotechnologie. . . . .	83
Neuartige medizinische Heinzelmännchen. . . . .	85
Perfekte Biowerkstoffe. . . . .	86
Mit winzigen Magneten gegen den Krebs. . . . .	87
Medikamente mit Tarnkappe. . . . .	89
Biokompatible Nanoschichten für Implantate. . . . .	89
Maßgeschneiderte neue Wirkstoffe. . . . .	91
Verbesserte Analyse von DNA-Proben. . . . .	93
Nanosilber statt Antibiotika. . . . .	94
Neuartiges Werkzeug zur Entwicklung von Diagnostika. . . . .	97
Nanotechnologie in aller Munde. . . . .	98
Grundsätzlicher Technologiewandel bei der Zahnpflege. . . . .	99
Kapitel 5: Inspiration für Chemie und neue Materialien. . . . .	103
Schlüsselbranche für Nanowerkstoffe und -Strukturen. . . . .	103
Polymerdispersionen - Nanoteilchen in Megatonnen. . . . .	103
Nanocomposite mit unterschiedlichen Morphologien. . . . .	105
Neue Katalysatoren für getaktete Polymere. . . . .	106
Organische Metalle - eine ganz neue Werkstoffklasse. . . . .	108
Wenn Weißmacher durchsichtig werden. . . . .	111
Die Erfolgsstory vom Sand . . . . .	114
Nanostrukturen mit Lotus-Effekt - Bausteine für superhydrophobe Beschichtungen . . . . .	116
Doppelte Struktur gegen den Schmutz. . . . .	117
Lotus-Spray in der Pipeline. . . . .	118
Kunststoffe mit Lotus-Effekt . . . . .	119
Extrem wasserabweisende Zeltbahnen und Textilien. . . . .	121

Katalysatoren, Zeolithe und Klebstoffe. . . . .	.122
Schaltbare Kleber. . . . .	.123
Keine Mikrosysteme ohne geeignete Füge-technik. . . . .	.124
Nanomaterialien mit neuen funktionei-elen Eigenschaften. . . . .	.125
Das Geheimnis der Wunderskier. . . . .	.128
Geheimtinten aus Hamburg. . . . .	.128
Verbünde, Composite und Pulver. . . . .	.130
Fullerene - Fußbälle, Röhren und andere Merkwürdigkeiten. . . . .	.134
Nobelpreis für Chemie in nur elf Tagen. . . . .	.136
Künstliche Diamanten aus Fulleren. . . . .	.138
Heißes Eisen Supraleiter. . . . .	.139
Ionentriebwerke für Satelliten. . . . .	.140
Verbundwerkstoffe mit Nanoröhren. . . . .	.141
Energiesparende Styrolsynthese. . . . .	.142
Molekulare Drähte für die Mikroelektronik. . . . .	.143
<b>Kapitel 6: Neuer Schub für Elektronik und Informationstechnik. . . . .</b>	<b>.145</b>
Von den Energiemonstern zum Transistor. . . . .	.145
Durchbruch des PC per Bausatz. . . . .	.146
Strukturen immer kleiner, Wafer immer größer. . . . .	.148
Die „Pizza-Bäcker“ kommen. . . . .	.149
Miniaturmagneten als Datenspeicher. . . . .	.151
Auf dem Sprung zu postoptischen Lithographieprozessen. . . . .	.153
Nanoröhrchen in Y-Form aus Berlin. . . . .	.155
BSE-Erreger als Stromkabel. . . . .	.157
Baukasten für Nanowerkzeuge. . . . .	.157
Laser aus atomaren Schichtstapeln. . . . .	.159
<b>Kapitel 7: Heinzelmännchen für Feinmechanik, Optik und Analytik. . . . .</b>	<b>.161</b>
Hohe Ausgaben für Forschung und Entwicklung. . . . .	.161
Muskeln aus nanoporösem Metall. . . . .	.162
Das Photon als Technologieträger. . . . .	.162
Das Zeitalter der OLEDs hat begonnen. . . . .	.166
OLEDs auch für Beleuchtungszwecke. . . . .	.169
Polymerelektronik gewinnt an Gewicht. . . . .	.171
Technologiewechsel bei der Chipherstellung. . . . .	.172
Über 100 Schichten bis zum Spiegel. . . . .	.174
Meilenstein für neue Technologie zur Chipfertigung. . . . .	.175
Dosiersysteme für wenige Nanoliter. . . . .	.177
„Augen und Finger“ für die Nanotechnologie. . . . .	.179
Analytik - auch im Nanokosmos unverzichtbar. . . . .	.180

Zwergeninstrumente: Pinzetten, Heizer und Pipetten . . . . .	.180
Auf dem Weg zur magnetischen Nanofestplatte. . . . .	.181
<b>Kapitel 8: Potenzial für die Automobilindustrie. . . . .</b>	<b>.183</b>
Nanos im Fahrzeug - zum Teil ein „alter Hut“. . . . .	.183
Zwerge sollen helfen, den Flottenverbrauch zu senken. . . . .	.187
Leichtbau ist Trumpf. . . . .	.189
Endlich kratzfeste Lacke. . . . .	.190
Der Wettlauf zur Kratzfestigkeit ist noch nicht entschieden. . . . .	.191
Ferrite, Chamäleons und Lotus. . . . .	.192
<b>Kapitel 9: Auch die Umwelt profitiert. . . . .</b>	<b>.195</b>
Neue Chancen für die Ressourcenschonung. . . . .	.195
Warmes Wasser von der Sonne. . . . .	.195
Nanoporen und -membranen. . . . .	.196
Neue Technologie zur Salzgewinnung. . . . .	.197
Metallische Nanofilter. . . . .	.198
Automobillackierung: Es geht auch ohne Chrom. . . . .	.198
Halogenfreie Flammschutzmittel auf Nanobasis. . . . .	.200
Organisches Metall hilft auch im Umweltschutz. . . . .	.201
Ultimativer Roststopper. . . . .	.202
Baustoffe mit Nanoappeal: Beton und Lehm. . . . .	.204
<b>Kapitel 10: Die Energie der Zukunft . . . . .</b>	<b>.207</b>
Von der Sonnenwärme bis zu hocheffizienten Dämmstoffen. . . . .	.207
Nanoskalige Solarzellen für mehr Power aus der Sonne. . . . .	.207
Die Nanobatterie. . . . .	.209
Der eigentliche Clou: Niedertemperatur-Sintern bei nur 250°C. . . . .	.210
Alle Sicherheitstests mit Bravour bestanden. . . . .	.211
Was die Brennstoffzelle mit Nanotechnologie zu tun hat. . . . .	.212
Nanoröhren als Wasserstoffspeicher - Wunsch und Wirklichkeit. . . . .	.213
Nanowürfel als Speichermedien. . . . .	.214
Hoffnungsträger Metal Organic Frameworks. . . . .	.215
Starkes Duo für die Wärmedämmung. . . . .	.216
<b>Kapitel 11: Die Visionen von der Nanomaschine. . . . .</b>	<b>.219</b>
Ray Kurzweil und K. Eric Drexler - Propheten oder Spinner?. . . . .	.219
Es geht um elementare Fragen der menschlichen Existenz. . . . .	.220
Nanoroboter, die sich selbst replizieren. . . . .	.222
Schwärme von künstlichen Kreaturen. . . . .	.224
Umweltschützer fordern ein Nano-Moratorium. . . . .	.225
EU-Projekte: NanoDerm, NanoSafe und NanoTox. . . . .	.227

Auch das Militär will Nanotechnik . . . . .	229
Ängste ernst nehmen . . . . .	230
Namenverzeichnis . . . . .	233
Stichwortverzeichnis . . . . .	237