

**Klaus Jopp**

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



**FINANCIAL TIMES**

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> . . . . .	<b>9</b>
<b>Einleitung: Das Orakel von Delphi</b> . . . . .	<b>13</b>
Zwischen Science-Fiction und Wirklichkeit . . . . .	13
Deutschlands Straßennetz auf einem Fingernagel . . . . .	15
Nano - ein Thema mit überragender Querschnittsfunktion. . . . .	16
Strukturen nach dem Plopp-Effekt . . . . .	17
Erfolgskonzept Miniaturisierung . . . . .	19
Wie die Nadel eines Plattenspielers. . . . .	20
Auf dem Sprung in die Kommerzialisierung . . . . .	21
<b>Kapitel 1: Vorbild Natur - Vorbild Zelle</b> . . . . .	<b>25</b>
Die effektivste Fabrik ist winzig klein . . . . .	25
Der Evolution auf der Spur - Selbstorganisation und Replikation. . . . .	26
Erfolgsstrategie Miniaturisierung - der Abstieg vom Mikro- in den Nanokosmos. . . . .	27
Der Nanokosmos hat eigene Spielregeln. . . . .	29
Effekte und ihre Grundlagen. . . . .	30
Der interdisziplinäre Ansatz. . . . .	32
<b>Kapitel 2: Kleinste Teilchen - größte wirtschaftliche Bedeutung</b> . . . . .	<b>35</b>
Alte Märkte mit neuen Lösungen . . . . .	35
Mit Nanopartikeln und -composites wird schon Geld verdient. . . . .	36
Nano-Start-ups nehmen stark zu. . . . .	38
Schaltbare Lichtquellen für die Datenübertragung per Glasfaser. . . . .	42
Neue Märkte durch neue Lösungen . . . . .	43
Ultrafeine Pulver für Pigmente, Katalysatoren und Keramiken. . . . .	44
<b>Kapitel 3: Der Forschungswettlauf</b> . . . . .	<b>49</b>
Das Gerangel um die Poleposition in den Märkten der Zukunft . . . . .	49
Überraschend großes Innovationspotenzial in Deutschland. . . . .	50
Die nächste Industrielle Revolution. . . . .	51
Die meisten US-Fördermittel gehen in die Grundlagenforschung . . . . .	52

Stärken und Schwächen der Triade. . . . .	54
Die japanische Herausforderung . . . . .	55
Bei Patenten USA und Deutschland vorn. . . . .	57
Europäische Programme. . . . .	59
Europa in der Nanotechnologie schon stark vernetzt . . . . .	60
Förderung durch das BMBF. . . . .	61
Nachwuchswettbewerb Nanotechnologie. . . . .	63
Netzwerk für den Fortschritt - die deutschen Kompetenzzentren . . . . .	64
„Magnete des Wissens“. . . . .	65
Die deutschen Kompetenzzentren im Überblick . . . . .	70
„Projekthaus Nanomaterialien“ - eine neuartige Kooperation. . . . .	73
Start für das Start-up „Degussa Advanced Materials“. . . . .	75
<b>Kapitel 4: Einsatz der Zwerge in Medizin, Pharmazie und Biologie. . . . .</b>	<b>77</b>
Spannende Überschneidungen zwischen Nano- und Biotechnologie. . . . .	77
Neuartige medizinische Heinzelmännchen. . . . .	79
Perfekte Biwerkstoffe. . . . .	80
Mit winzigen Magneten gegen den Krebs. . . . .	81
Medikamente mit Tarnkappe. . . . .	83
Biokompatible Nanoschichten für Implantate. . . . .	83
Maßgeschneiderte neue Wirkstoffe. . . . .	85
Verbesserte Analyse von DNA-Proben. . . . .	87
Nanosilber statt Antibiotika . . . . .	88
Neuartiges Werkzeug zur Entwicklung von Diagnostika . . . . .	90
Nanotechnologie in aller Munde. . . . .	91
Grundsätzlicher Technologiewandel bei der Zahnpflege. . . . .	93
<b>Kapitel 5: Inspiration für Chemie und neue Materialien. . . . .</b>	<b>97</b>
Schlüsselbranche für Nano Werkstoffe und -Strukturen. . . . .	97
Polymerdispersionen - Nanoteilchen in Megatonnen . . . . .	97
Nanocomposite mit unterschiedlichen Morphologien. . . . .	99
Neue Katalysatoren für getaktete Polymere. . . . .	100
Organische Metalle - eine ganz neue Werkstoffklasse. . . . .	102
Wenn Weißmacher durchsichtig werden. . . . .	105
Die Erfolgsstory vom Sand. . . . .	108
Nanostrukturen mit Lotus-Effekt - Bausteine für superhydrophobe Beschichtungen. . . . .	110
Doppelte Struktur gegen den Schmutz. . . . .	111
Lotus-Spray in der Pipeline. . . . .	112
Kunststoffe mit Lotus-Effekt . . . . .	113
Extrem wasserabweisende Zeltbahnen und Textilien. . . . .	115
Katalysatoren, Zeolithe und Klebstoffe. . . . .	116

Schaltbare Kleber . . . . .	.117
Keine Mikrosysteme ohne geeignete Füge­technik . . . . .	.118
Nanomaterialien mit neuen funktionellen Eigenschaften . . . . .	.119
Das Geheimnis der Wunderskier . . . . .	.122
Geheimtinten aus Hamburg . . . . .	.123
Verbünde, Composite und Pulver . . . . .	.124
Fullerene - Fußbälle, Röhren und andere Merkwürdigkeiten . . . . .	.129
Nobelpreis für Chemie in nur elf Tagen . . . . .	.131
Künstliche Diamanten aus Fulleren . . . . .	.132
Heißes Eisen Supraleiter . . . . .	.133
Ionentriebwerke für Satelliten . . . . .	.134
Verbundwerkstoffe mit Nanoröhren . . . . .	.135
Energiesparende Styrolsynthese . . . . .	.136
Molekulare Drähte für die Mikroelektronik . . . . .	.137
<b>Kapitel 6: Neuer Schub für Elektronik und Informationstechnik . . . . .</b>	<b>.139</b>
Von den Energiemonstern zum Transistor . . . . .	.139
Durchbruch des PC per Bausatz . . . . .	.140
Strukturen immer kleiner, Wafer immer größer . . . . .	.142
Die „Pizza-Bäcker“ kommen . . . . .	.143
Miniaturmagneten als Datenspeicher . . . . .	.145
Auf dem Sprung zu postoptischen Lithographieprozessen . . . . .	.147
Nanoröhrchen in Y-Form aus Berlin . . . . .	.149
BSE-Erreger als Stromkabel . . . . .	.150
Baukasten für Nanowerkzeuge . . . . .	.151
Laser aus atomaren Schichtstapeln . . . . .	.152
<b>Kapitel 7: Heinzelmännchen für Feinmechanik, Optik und Analytik . . . . .</b>	<b>.155</b>
Hohe Ausgaben für Forschung und Entwicklung . . . . .	.155
Muskeln aus nanoporösem Metall . . . . .	.156
Das Photon als Technologieträger . . . . .	.156
Das Zeitalter der OLEDs hat begonnen . . . . .	.159
OLEDs auch für Beleuchtungszwecke . . . . .	.161
Polymerelektronik gewinnt an Gewicht . . . . .	.164
Technologiewechsel bei der Chipherstellung . . . . .	.164
Über 100 Schichten bis zum Spiegel . . . . .	.167
Dosiersysteme für wenige Nanoliter . . . . .	.168
„Augen und Finger“ für die Nanotechnologie . . . . .	.169
Analytik - auch im Nanokosmos unverzichtbar . . . . .	.171
Zwergeninstrumente: Pinzetten, Heizer und Pipetten . . . . .	.171
Auf dem Weg zur magnetischen Nanofestplatte . . . . .	.172

Kapitel 8: Potenzial für die Automobilindustrie. . . . .	175
Nanos im Fahrzeug - zum Teil ein „alter Hut“. . . . .	175
Zwerge sollen helfen, den Flottenverbrauch zu senken. . . . .	178
Leichtbau ist Trumpf. . . . .	180
Endlich kratzfeste Lacke. . . . .	181
Der Wettlauf zur Kratzfestigkeit ist noch nicht entschieden. . . . .	182
Ferrite, Chamäleons und Lotus. . . . .	183
 Kapitel 9: Auch die Umwelt profitiert . . . . .	 187
Neue Chancen für die Ressourcenschonung. . . . .	187
Warmes Wasser von der Sonne. . . . .	187
Nanoporen und -membranen. . . . .	188
Neue Technologie zur Salzgewinnung. . . . .	189
Metallische Nanofilter. . . . .	190
Automobillackierung: Es geht auch ohne Chrom. . . . .	190
Halogenfreie Flammschutzmittel auf Nanobasis. . . . .	192
Organisches Metall hilft auch im Umweltschutz. . . . .	193
Ultimativer Roststopper. . . . .	194
Baustoffe mit Nanoappeal: Beton und Lehm. . . . .	196
 Kapitel 10: Die Energie der Zukunft . . . . .	 199
Von der Sonnenwärme bis zu hocheffizienten Dämmstoffen. . . . .	199
Nanoskalige Solarzellen für mehr Power aus der Sonne. . . . .	199
Die Nanobatterie. . . . .	201
Was die Brennstoffzelle mit Nanotechnologie zu tun hat. . . . .	202
Nanoröhren als Wasserstoffspeicher - Wunsch und Wirklichkeit. . . . .	203
Nanowürfel als Speichermedien. . . . .	203
Hoffnungsträger Metal Organic Frameworks. . . . .	204
Starkes Duo für die Wärmedämmung. . . . .	206
 Kapitel 11: Die Visionen von der Nanomaschine. . . . .	 209
Ray Kurzweil und K. Eric Drexler - Propheten oder Spinner?. . . . .	209
Es geht um elementare Fragen der menschlichen Existenz. . . . .	210
Nanoroboter, die sich selbst replizieren. . . . .	212
Schwärme von künstlichen Kreaturen. . . . .	214
Umweltschützer fordern ein Nano-Moratorium. . . . .	215
Große Bedenken im Europäischen Parlament. . . . .	217
Auch das Militär will Nanotechnik. . . . .	218
Ängste ernst nehmen. . . . .	219
 Namenverzeichnis. . . . .	 221
 Stichwortverzeichnis. . . . .	 225