

Richard Booker und Earl Boysen

Nanotechnologie für Dummies

*Übersetzung aus dem Amerikanischen
von Dr. Wilhelm Kulisch unter Mitarbeit
von Dr. Regine Freudenstein*



WILEY-
VCH

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Inhaltsverzeichnis

Über die Autoren	7
Über die Übersetzer	7
Einführung	19
Warum dieses Buch?	19
Warum Nanotechnologie?	19
Keine Angst!	20
Aufbau des Buches	20
Teil I: Nanotechnologie: Klein, aber fein	21
Teil II: Aufbau einer besseren Welt mit der Nanotechnologie	21
Teil III: Bessere Computer! Schnelleres Internet! Billigere Energie!	21
Teil IV: Gesünder leben	21
Teil V: Investitionen in die Nanotechnologie	22
Teil VI: Der Top-Ten-Teil	22
Symbole in diesem Buch	22
Teil I	
Nanotechnologie: Klein, aber fein	23
Kapitel 1	
Per Anhalter durch die Nanotechnologie	25
Das Wesen der Nanotechnologie	25
Was ist Nanotechnologie?	25
Nanotechnologie im täglichen Leben	30
Du sagst, du willst 'ne Revolution	32
Was können wir erwarten (und was nicht)?	34
Schneiden Sie sich selbst eine (kleine) Scheibe von der Nanowelt ab	38
Die Nanotech-Industrie	38
Der Kampf der Spekulationsblasen: Nanotechnologie gegen Internet	40
Caveat Emptor – Der Käufer muss Acht geben	41
Kapitel 2	
Nano im täglichen Leben	45
Vom Labor über die Fabrik zum Alltag	45
Was ist Kevlar?	45
Erster Schritt: Forschung	46
Zweiter Schritt: Der Herstellungsprozess	48

Dritter Schritt: Auf den Markt	48
Hürden auf dem Weg zum Erfolg	49
Ethische und soziale Fragen	50
Gefahren durch Nanomaterialien	51
Eine neue Teilung der Welt?	52

Kapitel 3

Die Werkzeuge der Nanotechnologie

Ein kleines bisschen Physik und Chemie	55
Molekulare Bausteine	55
Wir schalten das Licht ein	62
Spektroskopische Untersuchungsformen	67
Infrarot-(IR-)Spektroskopie	67
Raman-Spektroskopie	68
UV/Vis-Spektroskopie	69
Beobachtung von Molekülen mit mikroskopischen Verfahren	69
Raster-Kraft-Mikroskopie (AFM)	69
Raster-Elektronen-Mikroskopie (SEM)	71
Transmissions-Elektronen-Mikroskopie (TEM)	72
Raster-Tunnel-Mikroskopie (STM)	73
Magnetische-Resonanz-Kraft-Mikroskopie (MRFM)	74
Nanomanipulatoren: Mittel zum Aufbau einer neuen Welt	75
Stand der Technik	75
Blick in die Zukunft	76

Teil II

Aufbau einer besseren Welt mit der Nanotechnologie **79**

Kapitel 4

Nanomaterialien in Hülle und Fülle

Am Anfang war der Kohlenstoff	81
Kohlenstoff und die Nanotechnologie	81
Benzol: Delokalisierte Elektronen	82
Graphit und seine Gleitebenen	82
Fullerene: Nanofußbälle	83
Herstellung von Fullerenen	84
Anwendungen von Fullerenen in der wirklichen Welt	85
Fullerene wachsen zu Nanoröhrchen heran	86
Herstellung von Nanoröhrchen in verdünnten Gasen	89
Die Struktur von Nanoröhrchen	90
Eigenschaften von Nanoröhrchen	91
Anwendungen über Anwendungen	92
	94

Verdrahtung mit Nanodrähten	96
Herstellung von Nanodrähten	96
Nanodrähte im Einsatz	96
Kapitel 5	
<i>Festigkeit durch Verbundstoffe</i>	99
Verbundstoffe	99
Leichter, fester und billiger	100
Die Faser/Matrix-Grenzfläche	100
Nur ein Wort: Kunststoffe	100
Ableitung statischer Elektrizität	102
Verbesserte Bildschirme	107
Nanofasern machen das Leben leichter	111
Nanoröhrchen	111
Es kommt auf die Ausrichtung an	113
Anwendungen von Nanoröhrchen: Kleider machen Leute	114
Anwendungen von Nanoröhrchen: In den weiten blauen Himmel	117
Die Messlatte höher legen: Intelligente Materialien	120
Zurück zur Normalität	120
Messung von Dehnungen	124
Selbstheilung	127
Teil III	
<i>Bessere Computer! Schnelleres Internet!</i>	
<i>Preiswertere Energie!</i>	131
Kapitel 6	
<i>Auf dem Weg zu besseren digitalen Gehirnen</i>	133
Gehirn und Computer – ein Vergleich	134
Schnell ist gut, weil ...	135
Sackgasse Transistor?	136
Vom FET zum SET	138
Herstellung von Computerchips	144
Vergisst ein Nano-Elefant jemals etwas?	152
Magnetische RAMs	152
Wir sollten allerdings nicht vergessen ...	157
Quantensprünge	167

Kapitel 7

Informationen mit Lichtgeschwindigkeit verteilen

177

Kristalle zur Beeinflussung von Licht	177
Süchtig nach Photonik	179
Die Steuerung von Licht: Photonische Bandlücken	181
Optische Schalter mit Hilfe von Nanodefekten	186
Photonen auf der Nano-Autobahn: Auf- und Abfahrten	187
Magische Spiegel	189
Lichtsteuerung: Nanotechnologie am Steuer	191
Spieglein, Spieglein an der Wand! Wer liefert die schärfsten Bilder im Land? Natürlich Nano!	194
Mit den Augen der Nanotechnologie	196

Kapitel 8

Nanoelektronik

199

Die Zukunft wird erhellt	199
Quantensprünge mit Quantenpunkten	199
Leuchtende Nanoröhrchen	201
Die Umwelt wird wahrgenommen	203
Nachweis von Chemikalien	203
Biosensoren	205
Mechanisierung der Mikrowelt	206
Mikroelektromechanische Maschinen	206
Aufbau molekularer Computerhirne	208
Wo liegen die Probleme?	209
Problemlösung Nano	209
Problemlösung organische Moleküle	210
Problemlösung Nanoröhrchen und Nanodrähte	212
Selbst ist das Molekül: Spontan-Aggregation	213
Verbindungen	214

Kapitel 9

Energiegewinnung und Umweltschutz durch Nanotechnologie

215

Das Energie-Problem	215
Erschwingliche Solarzellen mit Hilfe der Nanotechnologie	216
Solarzellen sind zu teuer!	216
Nano-Solarzellen	217
Wie kann man Nano-Solarzellen bauen?	217
Wasserstoff-Brennstoffzellen	218
Eine Frage der Dichte	218
Erzeugung von Wasserstoff	219
Speicherung von Wasserstoff	222

Bessere Batterien mit Hilfe der Nanotechnologie	223
Verringerung des Energieverbrauchs durch die Nanotechnologie	225
Erzeugung von Licht mit Hilfe der Nanotechnologie	225
Herstellung von Chemikalien mit Nanokatalysatoren	225
Umweltschutz mit Hilfe der Nanotechnologie	227
Reinhaltung der Luft mit Hilfe der Nanotechnologie	227
Kristallklares Wasser mit Hilfe der Nanotechnologie	228
Preiswertes sauberes Wasser	229
Teil IV	
Gesünder leben	231
Kapitel 10	
Schnelle, einfache und schmerzfreie Gesundheitsdiagnosen	233
Das Scheckkartenlabor	233
Weiche Lithographie	235
Zäh wie Honig	237
Biosensoren mit Nanodrähten	248
Röntgen-Visionen	251
Marker in Fullerenen	252
Quantenpunkte	252
Kartieren von Genen	254
Microarrays	257
Arbeiten mit DNA-Strängen	259
Kapitel 11	
Die phantastische Reise zu medizinischen Anwendungen	261
Medikamentenentwicklung in der pharmazeutischen Industrie	262
Nano-Wege zur Verabreichung von Medikamenten	263
Wie Öl und Wasser	264
Mizellen	265
Sonderzustellung	268
Fortschritt durch C-Moleküle	270
Krebsbekämpfung mit Nanoschalen	273
Biomimetik	280
Verbesserte Sauerstoffzufuhr	281
Arterienerweiterung von innen	285
Materialien für bessere Gelenke	287

Teil V

Investitionen in die Nanotechnologie

291

Kapitel 12

Die Industrie wird klein

293

Die Halbleiterindustrie ist schon im Nano-Reich angekommen	293
Nanotechnologie und Medizin	295
Vom Reifen zur Kleidung: Bessere Materialien	296
Nanomaterialien für die Weiterverarbeitung	298
Software für die Nanotechnologie	299
Messen und Testen	299
Technologie, die die Telekommunikation verändert	300
Energieerzeugung auf Nano-Basis	301
Schönheit durch Nanotechnologie	302

Kapitel 13

Alle Länder investieren in die Nano-Zukunft

303

Deutschland will Weltmeister werden	303
Die Europäische Nano-Union	305
Die Europäische Kommission	306
Informationsfluss durch das Thematische Netzwerk	307
Die Nano-Initiativen der US-amerikanischen Regierung	308
Zwei nationale Nanotechnologie-Gruppen, ein Ziel	308
Asien springt auf den Nano-Zug auf	309
Japan	309
Auch China entdeckt Nano	310
Nano in Indien	310
Israel: Große Zeiten für kleine Dinge	311

Kapitel 14

Die Nanotechnologie geht zur (Hoch-)Schule

313

Klein, aber fein: Kassel	313
Nano in Weiß-Blau: Die LMU München	314
Natürlich Harvard!	315
Klein wie Rice	316
Kleine Dinge in einer großen Stadt: Columbia	316
Wie wäre es mit Cornell?	317
Draußen in der Prärie: Northwestern University	318
»Kleine« Fortschritte in Rennselaer	319
Nano an der Ben Gurion University	319
Made in Japan: The University of Tokyo	320

California Dreaming: Nano in Berkeley	320
Nano studieren	321
Nano-Studium in Deutschland	321
Nano-Studium in den Vereinigten Staaten	322
Und noch viel, viel mehr ...	323

Teil VI

Der Top-Ten-Teil 325

Kapitel 15

Zehn und mehr Leute, die die Nano-Welt bewegen 327

Richard Smalley	327
Charles Lieber	328
Herbert Gleiter	328
Hongjie Dai	328
James Heath	329
James Van Ehr II	329
George Whitesides	330
Paul Alivisatos	330
Angela Belcher	331
Gerd Binnig und Heinrich Rohrer	331
Visionäre: Richard Feynman und Eric Drexler	332
Nanoschalen: Naomi Halas und Jennifer West	332
Molekulare Logik: James Tour und Mark Reed	333
Investoren: Steve Jurvetson und Josh Wolfe	333

Kapitel 16

Lesen Sie im Internet und in Ihrer Bibliothek weiter 335

Internetseiten	335
www.techportal.de	335
www.nanotruck.de	335
www.nanoreisen.de	336
http://nano.ivcon.org/index.php	336
nanobot.blogspot.com	336
www.azonano.com	336
www.nano.gov	336
www.forbesnanotech.com	337
www.fda.gov/nanotechnology	337
www.nano.org.uk	337
www.foresight.org	337
Weitere gute Seiten	338

Nanotechnologie für Dummies

Zeitschriften	
Technology Review	338
Weitere gute deutsche Zeitschriften	338
Small Times	339
Science, Small, Nature und Nano Letters	339
Anhang A	
Glossar	341
Stichwortverzeichnis	351

Nanotechnologie für Dummies

Zeitschriften	338
Technology Review	338
Weitere gute deutsche Zeitschriften	339
Small Times	339
Science, Small, Nature und Nano Letters	339
<i>Anhang A</i>	
<i>Glossar</i>	341
<i>Stichwortverzeichnis</i>	351