

Kommerzialisierung der Nanotechnologie

Analyse der Erfolgsfaktoren und Rahmenbedingungen

Wolfgang Luther, Gerd Bachmann, Axel Zweck
(Zukünftige Technologien Consulting der
VDI Technologiezentrum GmbH)

in Kooperation mit

Gunter Festel und Günter Klatt
(Festel Capital)

Herausgeber:
Zukünftige Technologien Consulting
der VDI Technologiezentrum GmbH
Graf-Recke-Str. 84
40239 Düsseldorf

im Auftrag und mit Unterstützung des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Diese Publikation entstand im Rahmen des Vorhabens „Innovationsbegleitende Maßnahmen zur Nanotechnologie“ (Förderkennzeichen BM1) der Abteilung Zukünftige Technologien Consulting der VDI Technologiezentrum GmbH im Auftrag und mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), Referat 511, und in Kooperation mit Festel Capital und dem Impulskreis Nanowelten.

Projektleitung: Dr. Dr. Axel Zweck
Durchführung: Dr. Wolfgang Luther (VDI TZ ZTC)
in Kooperation mit
Dr. Gunter Festel, Dr. Günter Klatt (Festel Capital)
Prof. Dr. Rüdiger Iden (Impulskreis Nanowelten)

Kontakt: Dr. Wolfgang Luther (luther@vdi.de)

Dank gilt einer Vielzahl von Experten, die wertvolle Beiträge und Anregungen geliefert haben. Frau Anja Ditfeld gilt Dank für die organisatorische und redaktionelle Unterstützung bei der Durchführung der Studie und Frau Eva Cebulla für die Unterstützung bei der Datenauswertung.

Zukünftige Technologien Nr. 65
Düsseldorf, im Juni 2006
ISSN 1436-5928

Für den Inhalt zeichnen die Autoren verantwortlich. Die geäußerten Auffassungen stimmen nicht unbedingt mit der Meinung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung überein.

Außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte sind alle Rechte vorbehalten, auch die des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen photomechanischen Wiedergabe (Photokopie, Mikrokopie) und das der Übersetzung.

Titelbild:

links oben: Siliziumchip auf flexiblem Substrat (Quelle: FhG-ISIT)
rechts oben: Effektlackierung mit Interferenzpigmenten (Quelle: DuPont Deutschland)
links unten: Farbstoffsolarzelle (Quelle: Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme)
rechts unten: Photochrome Scheibe (Quelle: INM GmbH Saarbrücken)

Zukünftige Technologien Consulting (ZTC)
der VDI Technologiezentrum GmbH

Graf-Recke-Straße 84
40239 Düsseldorf

Die VDI Technologiezentrum GmbH ist im Auftrag und mit Unterstützung des
Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) tätig.

Vorwort

Die Nanotechnologie gilt als eine der aussichtsreichsten Querschnittstechnologien und darf als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts verstanden werden. Zwar hat die Kommerzialisierung der Nanotechnologie gerade erst begonnen, ihre Erkenntnisse tragen aber schon heute zur Optimierung bestehender Produkte wie auch zur Öffnung neuer Märkte bei. Das Weltmarktvolumen von Produkten, in denen nanotechnologische Herstellungsverfahren oder Komponenten einen wesentlichen Beitrag liefern, liegt bereits heute in der Größenordnung von etwa 100 Mrd. Euro. Und dies mit stark steigender Tendenz!

Das BMBF hat diesen sich langfristig entwickelnden Trend bereits Anfang der 90er Jahre erkannt. Früh wurden erste Verbundprojekte gefördert und ab Mitte der 90er Jahre der Aufbau der für dieses interdisziplinäre Themenfeld nötigen Infrastruktur mit der Einrichtung von Netzwerken und Koordinationsstellen forciert. Ziel dieser Netzwerkarbeit ist das Vorantreiben einer anwendungsorientierten Kooperation aller relevanten Akteure der Wertschöpfungskette. Möglichst frühzeitig sollen die Erkenntnisse der Grundlagenforschung in vermarktbare Produkte gelangen. Der Markterfolg nanotechnologischer Produkte hängt hierbei entscheidend vom strategischen Zusammenspiel staatlicher F&E-Maßnahmen, wirtschaftspolitischer Rahmenbedingungen sowie den entlang der Wertschöpfungskette beteiligten Akteuren ab. Das BMBF hat durch die angestoßenen Leitinnovationen oder Projekte wie ‚Nanochance‘ erneut Akzente gesetzt.

Vor diesem Hintergrund ist es nach einer Analyse des wirtschaftlichen Potenzials der Nanotechnologie (Band 53) entscheidend, die Rahmenbedingungen für Innovationen und Unternehmensgründungen im Feld Nanotechnologie näher zu betrachten und zu verbessern. Die vorliegende Studie befasst sich daher mit dem Stand der Nanotechnologie in deutschen Unternehmen und mit Fragen geeigneter und praktizierter Kommerzialisierungsmodelle für Start-ups und junge Unternehmen. Die vorliegenden Ergebnisse sind vor allem für den Finanzsektor von Bedeutung und sollen auch dazu beitragen, ihr Interesse an der Nanotechnologie zu verstärken. Hierbei gilt es, auch die im Rahmen der Innovationsinitiative der Bundesregierung geschaffenen Chancen wie den High-Tech-Gründerfond zur weiteren Entwicklung und Entfaltung der Nanotechnologie in Deutschland intensiv zu nutzen.



Dr. Dr. Axel Zweck

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	9
1.1	Ausgangslage und Ziel der Studie	9
1.2	Methodisches Vorgehen	11
1.3	Aufbau des Berichtes	13
2	SITUATION DER NANOTECHNOLOGIE AUS SICHT BETEILIGTER STAKEHOLDER	15
2.1	Bedeutung und Potenzial der Nanotechnologie	15
2.2	Start-up-Szene	17
2.3	Staatliche Fördermaßnahmen und Rahmenbedingungen	18
2.4	Einschätzung von Investoren	20
3	NANOTECHNOLOGIE START-UP UNTERNEHMEN IN DEUTSCHLAND	23
3.1	Charakterisierung der Start-up-Szene	23
3.2	Gründungsdynamik	24
3.3	Mitarbeiter und Umsatz	25
3.4	Finanzierungsformen	28
3.5	Art der Unternehmensgründung	31
3.6	Nanotechnologieaktivitäten in den Unternehmen	34
3.7	Innovationshemmnisse und Standortfaktoren	37
3.8	Regionale Nanotechnologie-Schwerpunkte in Deutschland	39
4	STRATEGIEN ZUR KOMMERZIALISIERUNG DER NANOTECHNOLOGIE	43
4.1	Großunternehmen	44
4.2	Public-Private-Partnership-Modelle	46
4.3	Start-up Unternehmen	50
5	FAZIT UND AUSBLICK	59
5.1	Rahmenbedingungen für Start-up Gründungen	62
5.2	Public-Private-Partnership-Projekte	63
5.3	Öffentliche Fördermaßnahmen	63
6	QUELLENVERZEICHNIS	67
7	INTERNETLINKS	69
8	VERZEICHNIS DER NANOTECHNOLOGIE START-UPS IN DEUTSCHLAND	71

1 EINLEITUNG

1.1 Ausgangslage und Ziel der Studie

Die öffentlichen Investitionen im Bereich der Nanotechnologie summieren sich mittlerweile weltweit auf ca. 4 Mrd. Euro pro Jahr, wobei Europa (Europäische Kommission und Mitgliedstaaten) mit ca. 1,3 Mrd. Euro, die USA (Bundesebene und Bundesstaaten) mit ca. 1,2 Mrd. Euro sowie Japan mit ca. 750 Mio. Euro die führenden drei Regionen bilden.¹ Der Trend ist weiter ansteigend und insbesondere Südostasien, China und Indien verstärken ihr Engagement erheblich. Dieses enorme staatliche Engagement wird getrieben von hohen Erwartungen hinsichtlich des volkswirtschaftlichen Nutzens in Form von Umsätzen und Arbeitsplätzen, die unmittelbar an nanotechnologische Entwicklungen gekoppelt sind.

Weltweit ansteigende öffentliche Investitionen in die Nanotechnologie

Doch wie steht es mit der kommerziellen Umsetzung der Nanotechnologie? Eine Studie zum wirtschaftlichen Potenzial belegt, dass nanotechnologisches Know-how bereits heute die Wettbewerbsfähigkeit einer Vielzahl von Produkten bestimmt² – dies insbesondere in den Massenmärkten der Elektronik, der Chemie und der Optischen Industrie. Mittel- bis langfristig wird die Nanotechnologie auch in den Bereichen Automobilbau sowie Life Sciences erheblichen kommerziellen Einfluss entfalten. Das Weltmarktvolument von Produkten, in denen nanotechnologische Herstellungsverfahren oder Komponenten einen wesentlichen Beitrag zur Wettbewerbsfähigkeit liefern, liegt derzeit in der Größenordnung von über 100 Mrd. Euro. Und dies mit stark steigender Tendenz. Bereits für das Jahr 2010 prognostizieren aktuelle Marktstudien für nanotechnologische Produkte einen Marktwert von 1.000 Mrd. US \$.³ Diese Zahlen stellen aufgrund des Fehlens einer eindeutigen Definition, der Heterogenität des Technologiefeldes und der Vielschichtigkeit der adressierten Märkte eher Schätzgrößen dar. Doch unabhängig von einer exakten Quantifizierung des Marktpotenzials ist die enorme wirtschaftliche Bedeutung der Nanotechnologie als Schlüssel- und Querschnittstechnologie unbestritten.

Nanotechnologie als entscheidender Wettbewerbsfaktor in den Weltmärkten

¹ Europäische Kommission 2005: „Some Figures about Nanotechnology R&D in Europe and Beyond“ (www.cordis.lu/nanotechnology/src/pe_reports_studies.htm)

² VDI Technologiezentrum GmbH 2004: „Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt“, Reihe Zukünftige Technologien, Bd. 53, ISSN-1436-5928

³ Research and Consultancy Outsourcing Services 2005: „The World Nanotechnology Market 2005“ (www.researchandmarkets.com)

Nanotechnologie setzt häufig in frühen Phasen der Wertschöpfungskette an. Dadurch ist es für Nanotechnologie-Unternehmen schwierig, an der Wertschöpfung in Endprodukten zu partizipieren.

Es stellt sich jedoch die Frage, inwieweit die Unternehmen, die sich mit der Entwicklung von Nanotechnologien befassen, an der Wertschöpfung durch die Vermarktung nanotechnologischer Produkte beteiligt sind. Hierbei ist festzustellen, dass nanotechnologisches Know-how überwiegend in frühen Stadien der Wertschöpfungskette eingesetzt wird, d. h. auf der Stufe von Komponenten und Zwischenprodukten oder Herstellungs- und Analysetools. Die eigentliche Wertschöpfung lässt sich jedoch häufig nur durch Performance-Gewinne im Gesamt-System bzw. Endprodukt erzielen, deren Vermarktung von Systemanbietern in den jeweiligen Wirtschaftszweigen vorgenommen wird. Der Wertschöpfungsanteil und damit auch der wirtschaftliche Erfolg bei der Kommerzialisierung nanotechnologischer Produkte fallen demnach nur zu einem geringen Maße den Unternehmen zu, die die Nanotechnologieentwicklungen vorantreiben.

Dieses Hemmnis bei der Kommerzialisierung von Nanotechnologien wird häufig dadurch verstärkt, dass der Einsatz nanotechnologischer Komponenten und Verfahren z. T. neuartige Produktionstechniken beim Systementwickler erforderlich machen, die einen entsprechenden Investitionsaufwand nach sich ziehen und daher die Umsetzung nanotechnologischer Innovationen erschweren. Zudem verzögern oftmals lange Entwicklungs- und Testzeiträume die Kommerzialisierung nanotechnologischer Produkte. Dies ist mit ein Grund dafür, dass derzeit die Mehrzahl junger Nanotechnologieunternehmen in Deutschland noch nicht in der Lage ist, wirtschaftliche Gewinne zu erzielen.

Ein weiteres Hemmnis bei der Kommerzialisierung der Nanotechnologie ist die derzeitige Zurückhaltung von Investoren im Risikokapitalbereich. Insbesondere im Bereich der Frühphasen- und Gründungsfinanzierung stand in Deutschland in den letzten Jahren kaum VC-Kapital zur Verfügung. Etwas positiver ist die Situation in den USA, wo im Jahr 2005 ca. 375 Mio. US \$ VC-Kapital in der Nanotechnologie investiert worden ist, davon ca. 90 Mio. US \$ im Bereich der Seedfinanzierung. Obwohl die Summe nur ca. 1,6 % der Gesamtsumme der VC-Investitionen in den USA entspricht, liegt das Volumen der VC-Investitionen im Bereich der Nanotechnologie in den USA damit ungefähr 6 mal höher als in Europa.⁴ Generell ist festzustellen, dass das privatwirtschaftliche Engagement in der Nanotechnologie in Nordamerika und Asien – speziell in den USA und Japan – deutlich größer ist als in Europa bzw. Deutschland. Von den weltweiten Firmen-Investitionen in Höhe von 3,8 Mrd. US \$ im Jahr 2004 im Bereich der Nanotechnologie wurden 45 % von nordamerikanischen Firmen, 37 % von asiatischen Firmen und nur 17 % von europäischen Firmen getätigt.⁵

⁴ Cientifica 2006: „VC to Nanotech: Don't call us“ White Paper

⁵ Lux Research 2004

Doch nicht nur wirtschaftliche Faktoren sondern auch politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen spielen eine Rolle bei der kommerziellen Umsetzung der Nanotechnologie.

Zu betrachtende Rahmenbedingungen in diesem Zusammenhang sind beispielsweise staatliche Fördermaßnahmen und Technologie-Transferprozesse, Normungs- und Standardisierungsfragen, die Wirtschafts- und Steuergesetzgebung, kulturelle Eigenheiten sowie die Wahrnehmung und Einstellung der Bevölkerung gegenüber Chancen und Risiken der Nanotechnologie. Speziell zu den möglichen toxikologischen und ökotoxikologischen Risiken von Produkten, die nanopartikuläre Materialien enthalten, hat in den letzten Jahren eine intensiv geführte Stakeholder-Diskussion eingesetzt, an der sich eine Vielzahl von Interessengruppen wie Umweltschutzorganisationen, Arbeitsschutz- und Verbraucherverbände, Versicherungen, Industrieverbände, Gewerkschaften sowie öffentliche Behörden und Gesetzgeber insbesondere in den USA, England, Deutschland, der Schweiz und zunehmend auch in Asien beteiligen.^{6,7} Es ist anzunehmen, dass Fragen der Verbraucherakzeptanz bei der Vermarktung nanotechnologischer Produkte in Zukunft eine wachsende Rolle spielen werden – dies auch vor dem Hintergrund, dass mittlerweile eine Vielzahl von Alltagsprodukten mit dem Label „nano“ vermarktet wird, wobei ein Bezug zum Technologiefeld z. T. nicht nachvollziehbar dargestellt wird.⁸

Intensive
Stakeholder-
Diskussion um
mögliche Risiken
nanopartikulärer
Materialien

1.2 Methodisches Vorgehen

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Ursachen für die Defizite im Bereich der Kommerzialisierung der Nanotechnologie in Deutschland zu analysieren und daraus Optionen für Maßnahmen zum Abbau der identifizierten Innovationshemmnisse abzuleiten. Im Rahmen der Untersuchungen sollten insbesondere folgende Fragestellungen beantwortet werden:

- Welche Faktoren sind für eine erfolgreiche Kommerzialisierung der Nanotechnologie relevant (u. a. Standort, Netzwerke, Humankapital, Finanzierung, gesetzliche Rahmenbedingungen)?
- Welche Maßnahmen können seitens des Staates / des Finanzsektors / der Forschungsinstitutionen / der Industrie unternommen werden, um die Kommerzialisierung der Nanotechnologie in Deutschland voranzutreiben?

⁶ UK Department for Environment, Food and Rural Affairs 2005: „Characterising the potential risks posed by engineered nanoparticles“, UK Government research report

⁷ Allianz/OECD 2005: „Opportunities and risks of Nanotechnologies“ Juni 2005

⁸ Eine Sammlung mit über 200 Nanotechnologieprodukten im Konsumer-Bereich findet sich beispielsweise in einer Datenbank des Woodrow Wilson International Center for Scholars in den USA (www.nanotechproject.org)

Hierzu wurden explorative Interviews mit insgesamt 29 Experten aus den Bereichen Industrie, Wissenschaft, Investoren und Staat geführt. Abbildung 1 gibt einen Überblick zu den befragten Institutionen.

Industrie	Investoren	Wissenschaft
<ul style="list-style-type: none"> • BASF • Bayer • Bosch • Carl Zeiss • Degussa • Merck • Philips • Roche • Siemens 	<ul style="list-style-type: none"> • 3i • Bayern Kapital • BMP • Earlybird • Enjoyventure • Equinet • Erfindungsverwertungs AG Basel • NanoStart • Polytechnos • Technostart • Ventizz 	<ul style="list-style-type: none"> • Ludwig-Maximilians-Universität München • Universität Erlangen • TU Darmstadt • Universität Marburg • Universität Münster
		Staat
		<ul style="list-style-type: none"> • Bundesministerium für Bildung und Forschung • Bundesminister für Wirtschaft und Technologie

Abbildung 1: Übersicht der im Rahmen der Experteninterviews befragten Institutionen

Ein besonderer Schwerpunkt der Untersuchung sollte auf Start-up Unternehmen gelegt werden, die einen wichtigen Faktor bei der Entwicklung und Kommerzialisierung von Hochtechnologiebereichen wie der Nanotechnologie spielen. Start-ups sind in der Lage, Technologieentwicklungen voranzutreiben, die mit einem hohen unternehmerischen Risiko behaftet sind oder beispielsweise nicht zum Kerngeschäft eines Großunternehmens passen. Zum Teil ist der Trend zu beobachten, dass sich Bereiche von Großunternehmen, die sich mit der Entwicklung neuer Technologien befassen, ausgegründet werden und eigenständige Forschung betreiben können. Start-ups leisten hierbei eine Schrittmacherfunktion für die technologische Innovationsfähigkeit der gesamten Branche, entweder indem sie sich selber am Markt etablieren oder aber von anderen Unternehmen als ganzes oder in Form von Technologie- und Patent-Portfolios übernommen werden.

Zur Analyse der Nanotechnologie Start-up-Szene in Deutschland wurden deutsche Nanotechnologie-Unternehmen identifiziert und anhand der Informationen in Wirtschaftsdatenbanken (Genios) und öffentlich zugänglichen Firmenprofilen analysiert. Der Kategorie Start-ups wurden kleine Unternehmen zugeordnet, die 1995 oder später gegründet worden sind. Insgesamt wurden so aus einer Gesamtmenge von über 500 Nanotechnologie KMU⁹ in Deutschland ca. 200 Start-ups ermittelt.

Im Fokus der Untersuchung lagen Start-up Unternehmen als Schrittmacher für Innovationen

Derzeit gibt es ca. 200 junge Nanotechnologieunternehmen in Deutschland

⁹ Als Datenquelle zur Ermittlung der Nanotechnologie-Unternehmen in Deutschland wurde der Nanotechnologie-Kompetenzatlas www.nano-map.de verwendet.

Eine Übersicht der Nanotechnologie Start-ups findet sich im Anhang. Nach diesen vorbereitenden Arbeiten erfolgte eine Befragung der identifizierten Start-up Unternehmen mittels standardisiertem Fragebogen. Die Unternehmensbefragung wurde mittels des Statistikprogramms SPSS ausgewertet. Es beteiligten sich 62 Unternehmen an der Befragung, d. h. die Rücklaufquote lag bei 31 %. Weiterhin wurden 10 vertiefende Interviews mit Vertretern der beteiligten Unternehmen geführt.

1.3 Aufbau des Berichtes

In Kapitel 2 werden Resultate einer Stakeholderbefragung aus den Bereichen Industrie, Investoren, Wissenschaft und Staat zur Situation der Nanotechnologie in Deutschland zusammengefasst. In Kapitel 3 folgt eine detaillierte Analyse der Nanotechnologie Start-up Unternehmen in Deutschland. Strategien für die Kommerzialisierung von Nanotechnologien werden beispielhaft anhand ausgewählter Start-up Unternehmen sowie einiger Beispiele für Public-Private-Partnership-Modelle in Kapitel 4 dargestellt. Ein Fazit und mögliche Handlungsoptionen für Maßnahmen hinsichtlich einer Verbesserung der Rahmenbedingungen zur Kommerzialisierung der Nanoechnologie finden sich im Abschnitt 5.

2 SITUATION DER NANOTECHNOLOGIE AUS SICHT BETEILIGTER STAKEHOLDER

Zunächst werden die Ergebnisse einer Stakeholder-Befragung zur Situation der Nanotechnologie in Deutschland zusammengefasst, an der sich insgesamt 29 Experten und Entscheider aus den Bereichen Industrie, Investoren, Wissenschaft und Staat beteiligt haben. Die Befragung wurde anhand offener und geschlossener Fragen durchgeführt, die sich auf die drei Themenbereiche *Bedeutung und Potenzial der Nanotechnologie*, *Kommerzialisierungssituation* und *Rahmenbedingungen* bezogen. Investoren wurden auch Fragen zu den Investmentmöglichkeiten und zur Durchführung und Betreuung von Investitionen gestellt. Bei der Beantwortung der geschlossenen Fragen konnten die Teilnehmer ihre Einschätzung auf einer Skala von 1 bis 6 plazieren, wobei der Wert 1 mit „sehr gering“ oder „sehr niedrig“ gleichzusetzen ist. Dabei waren auch Zwischenwerte zugelassen, die zur Darstellung in der ganzzahligen Skala, wie sie in den Abbildungen dieses Kapitels verwendet wird, jeweils hälftig den benachbarten ganzzahligen Werten zugeschlagen wurden.

2.1 Bedeutung und Potenzial der Nanotechnologie

Der Nanotechnologie wird als einer der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts große Bedeutung für Deutschland zugemessen. Wie aus Abbildung 2 hervorgeht, sehen die Teilnehmer aus Industrie und Wissenschaft das größte Potenzial in den Bereichen Chemieindustrie, Medizintechnik und Elektronikindustrie. Nach Einschätzung der Experten aus Industrie, Investment und Wissenschaft ist Deutschland in vielen Bereichen der Nanotechnologieforschung international gut positioniert. 95 % der Befragten schätzen die Kompetenz in der Forschung als hoch oder sehr hoch ein. Bei Publikationen und Patenten wird Deutschland in Europa als führend, international aber hinter Japan und den USA eingeschätzt.¹⁰ In Deutschland sei der überwiegende Teil der Nanotechnologie-Aktivitäten allerdings Grundlagenforschung ohne ausreichenden Bezug zu möglichen Anwendungen und Produkten. Die Kompetenz bei der Kommerzialisierung im Bereich der Nanotechnologie wird eher durchschnittlich bewertet (Abbildung 3). Nur 4 % der Interviewpartner halten sie für hoch. So finde die Umsetzung in marktfähige Produkte eher in den USA und Asien statt. Diese Einschätzung wird von Ergebnissen einer Marktstudie untermauert¹¹, nach der von den weltweiten Firmen-Investitionen in Höhe von 3,8 Mrd. US \$ im Jahr

Deutschland ist in der Nanotechnologieforschung international gut platziert, in der Kommerzialisierung eher durchschnittlich

¹⁰ Ein Vergleich mit Untersuchungen des Europäischen Patentamtes zeigt, dass ca. 8 % der Nanotechnologie-Patente aus Deutschland, 49 % aus den USA und 25 % aus Japan stammen (Europäisches Patentamt 2004).

¹¹ Lux Research 2004

2004 im Bereich der Nanotechnologie 45 % von nordamerikanischen Firmen, 37 % von asiatischen Firmen und nur 17 % von europäischen Firmen getätigt werden.

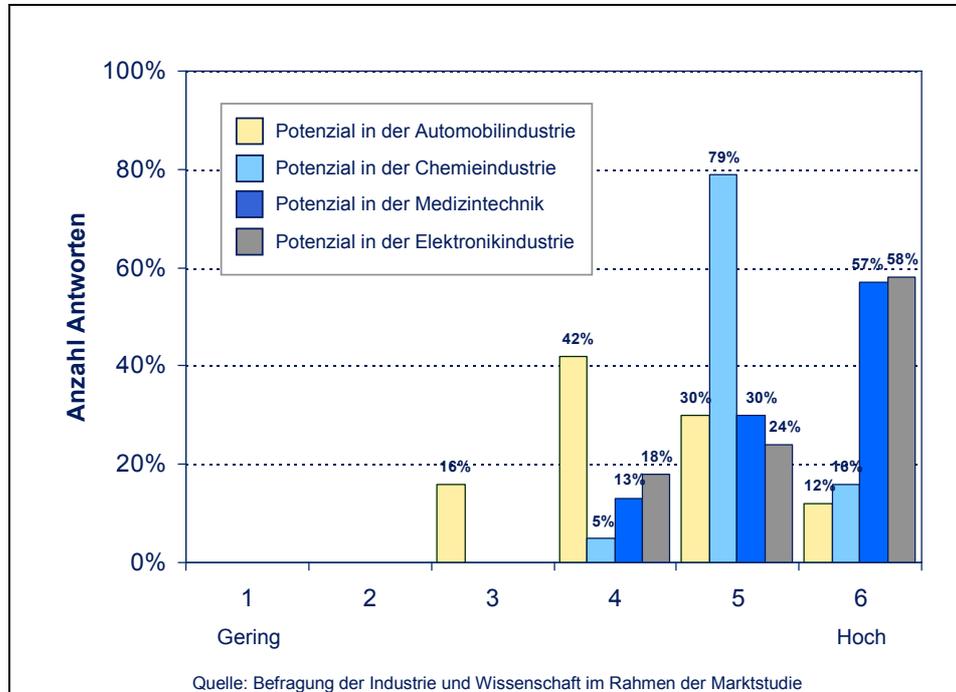


Abbildung 2: Einschätzung des Potenzials der Nanotechnologie für verschiedene Branchen (n=15)

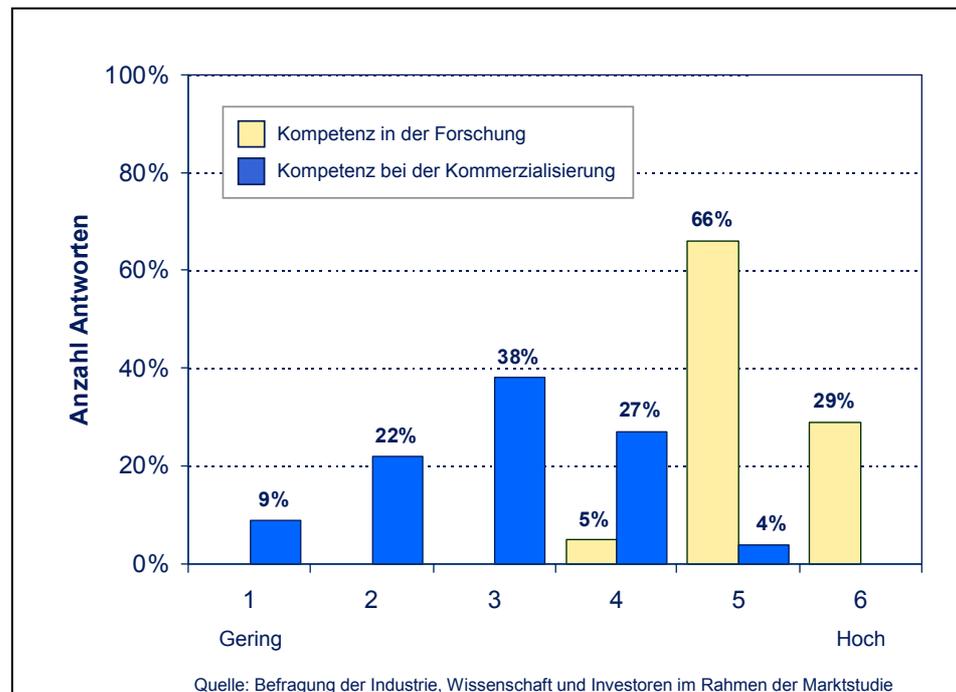


Abbildung 3: Einschätzung der Kompetenz in der nanotechnologischen Forschung und bei der Kommerzialisierung (n=26)

2.2 Start-up-Szene

Wie aus Abbildung 4 hervorgeht, wird der Aufbau einer funktionierenden Start-up-Szene übereinstimmend als wichtiger Faktor für die erfolgreiche Entwicklung der Nanotechnologie gesehen. 86 % der Teilnehmer ordnen ihr einen hohen oder sehr hohen Stellenwert zu. Start-up Unternehmen kommt eine zentrale Rolle bei der Verbesserung des Transfers von Forschungsergebnissen in Produkte zu, z. B. in Form von akademischen und industriellen Spin-offs. Interessante Projekte, deren Thematik nicht ins Kerngeschäft eines Großunternehmens passt, können ausgegründet werden, so dass die Forscherteams die Chance zur eigenständigen Entwicklung erhalten. Der Vorteil von Start-ups liegt dabei generell in der schnellen Ideenumsetzung und den kurzen Entwicklungswegen.

Funktionierende Start-up-Szene als wesentlicher Faktor für die kommerzielle Entwicklung der Nanotechnologie

Der Reifegrad der in Deutschland existierenden Start-up-Szene und die Erfolgswahrscheinlichkeit beim Aufbau werden dagegen eher durchschnittlich beurteilt. Der Reifegrad bzw. die Erfolgswahrscheinlichkeit zum Aufbau einer Start-up-Szene wird nur von 8 % bzw. 18 % der Beteiligten als hoch eingeschätzt. Diese Aussagen müssen im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Unternehmensbefragung (vgl. Abschnitt 3.2) allerdings differenziert betrachtet werden. Immerhin gibt es in Deutschland mittlerweile ca. 200 Nanotechnologie-Start-up Unternehmen. Im europäischen Vergleich ist Deutschland damit in führender Position, wenn man beispielsweise die in der europäischen Nanoforum-Datenbank aufgeführten Unternehmen als Vergleich heranzieht. Gegenüber den USA mit ca. 670 Start-ups¹² ist Deutschland hier schlechter positioniert, was angesichts der deutlich höheren Fördergelder und VC-Investitionen in den USA allerdings durchaus nachvollziehbar ist. Dennoch ist gerade der in den letzten Jahren zu beobachtende Rückgang der Nanotechnologie-Neugründungen als kritisch zu bewerten.

Nach Aussagen der Interviewpartner sollte für die Förderung der deutschen Start-up-Szene vor allem das universitäre Umfeld ausgründungsfreundlicher gestaltet werden. In diesem Zusammenhang spielen insbesondere die Patentsituation im Moment eine bremsende Rolle. Universitätsmitarbeiter müssen gegenwärtig bei einer Firmengründung ihre Patente von der Hochschule in der Regel zurückkaufen. Die hier bestehende Gesetzgebung wird als hinderlich empfunden, weil sie den oft noch weiten Weg bis zur erfolgreichen Umsetzung unberücksichtigt lässt. Die zahlreichen Kooperationen zwischen Universitäten und der Industrie können dazu beitragen, Ausgründungen zu ermutigen, wobei insbesondere das Science-to-Business-Konzept der Degussa AG für Erfolg versprechend gehalten wird (vgl. Abschnitt 4.2.1). Zwar fürchten einige Firmen bei Kooperationen Know-how-Abfluss; die Industrie gewinnt bei solchen Kontakten aber mehr als sie verliert.

¹² vgl. Lux Research 2004

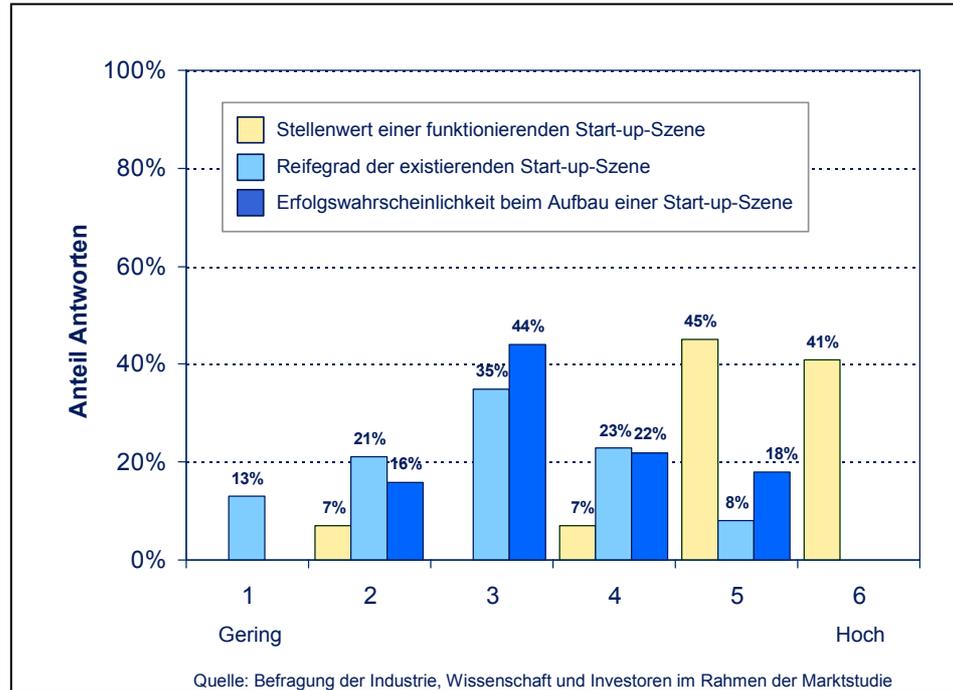


Abbildung 4: Einschätzung der deutschen Start-up-Szene (n=26)

2.3 Staatliche Fördermaßnahmen und Rahmenbedingungen

Das BMBF spielt in der Nanotechnologieförderung eine wichtige Rolle. So bietet ein Nachwuchswettbewerb jungen Wissenschaftlern die Chance, vor einem Gutachtergremium Ideen vorzustellen, um über 5 Jahre mit 5–7 Mitarbeitern in entsprechenden Einrichtungen anwendungsnah arbeiten zu können. Dieses Konzept hat seine Funktionsfähigkeit bereits in der Biotechnologie bewiesen.

Mit „NanoChance“ als weiterer Fördermaßnahme werden Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU) unterstützt, die auf dem Gebiet der Nanotechnologie tätig sind bzw. ihr Geschäftsfeld durch den Einsatz von Nanotechnologie erweitern und stärken wollen.

Das BMBF hat sich zudem in der Netzwerkförderung stark engagiert und 1998 eine Reihe von Kompetenzzentren als grundlagennahe Einrichtungen etabliert. Derzeit existieren auf Bundesebene 9 öffentlich geförderte Kompetenzzentren¹³ sowie weitere regionale Nanotechnologienetzwerke. In Zukunft sollen sich die Kompetenzzentren zunehmend über regionale Förderung, Mitgliedsbeiträge und Dienstleistungen finanzieren. Als ein Positivbeispiel für diesen Transformationsprozess gilt die Gründung der CeNTech GmbH in Münster auf Basis des Kompetenzzentrums für Nanoanalytik. CeNTech hat Inkubatorfunktion

„NanoChance“
als spezifische
Fördermaßnahme
des BMBF für KMU

¹³ vgl. www.nanonet.de

und unterstützt Ausgründungen im Bereich der Nanotechnologie, beispielsweise bei der Suche nach Investoren.

Teilnehmer aus Industrie und Wissenschaft halten staatliche Maßnahmen zur Förderung der Nanotechnologie für unverzichtbar (Abbildung 5). Über 60 % sehen ihre Bedeutung als hoch oder sehr hoch. Für die Industrie hat besonders die Entwicklung interdisziplinärer Zusammenarbeit innerhalb der BMBF-Verbundprojekte einen hohen Stellenwert. 86 % der Experten sehen allerdings auch ein hohes oder sehr hohes Verbesserungspotenzial. Wünschenswert wären stärker zielorientierte Projektausschreibungen, bei denen die Kopplung von Nanotechnologie an bestimmte Branchen im Vordergrund steht, um gesamte Wertschöpfungsketten abzudecken. Die öffentliche Förderung der Nanotechnologie könnte zudem durch die Verlängerung der Laufzeiten von individuellen Fördermaßnahmen verbessert werden. Weiter wird aus der Industrie empfohlen, die Förderung der Großforschungseinrichtungen zugunsten der unbürokratischeren Projektförderung zurückzufahren. Auch eine verstärkte Förderung der Hochschulen gegenüber den reinen Forschungsinstituten wäre sinnvoll, um Studenten frühzeitig einzubeziehen.

Öffentliche Fördermaßnahmen unverzichtbar für Nanotechnologie-Entwicklungen

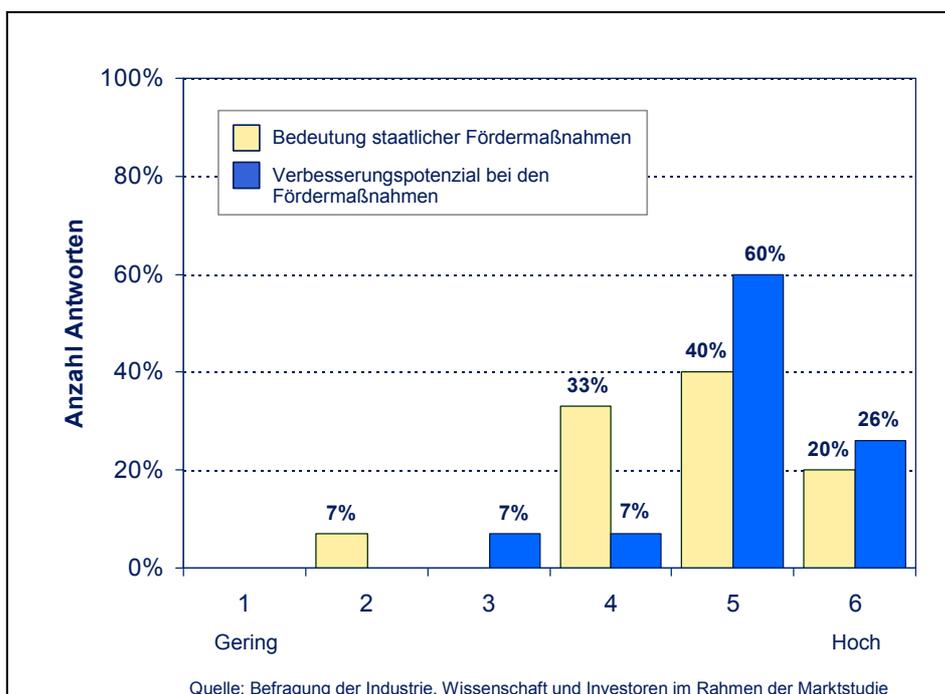


Abbildung 5: Einschätzung von Bedeutung und Verbesserungspotenzial staatlicher Fördermaßnahmen (n=15)

Abbildung 6 illustriert die Rolle, welche die Befragten den Rahmenbedingungen für die Nanotechnologie zumessen. Die Mehrheit der Interviewpartner beurteilt die Rahmenbedingungen zur Kommerzialisierung der Nanotechnologie in Deutschland als durchschnittlich. Insbesondere Entscheidungsträger aus der Industrie halten günstigere

Rahmenbedingungen grundsätzlich für notwendig. Vor allem die gegenwärtigen operativen Rahmenbedingungen für Start-ups sind nicht optimal. Unternehmensgründung und -aufbau müssten entbürokratisiert werden. Unter Investoren wird hingegen vielfach die Meinung vertreten, erfolgreiche Exits seien der mit Abstand wichtigste Faktor, um Gründer zu ermutigen. Zu Besorgnis gebe daher vor allem die Tatsache Anlass, dass in den letzten Jahren in Deutschland nahezu keine erfolgreichen Börsengänge mehr stattfanden.

Akzeptanzprobleme werden derzeit als gering eingeschätzt

Akzeptanzprobleme für die Nanotechnologie sind nach Ansicht der überwiegenden Mehrheit aller Teilnehmer derzeit kaum erkennbar. 66 % der Befragten schätzen die Behinderung durch Akzeptanzprobleme als gering oder sehr gering ein. Die Thematik der Nanotechnologie beinhaltet z. B. Energiesparen und Biokompatibilität und ist daher positiv besetzt. Öffentlichkeitsarbeit sei aber dennoch nötig, auch weil bestimmte Interessengruppen versuchen könnten, Ängste in der Bevölkerung zu schüren.

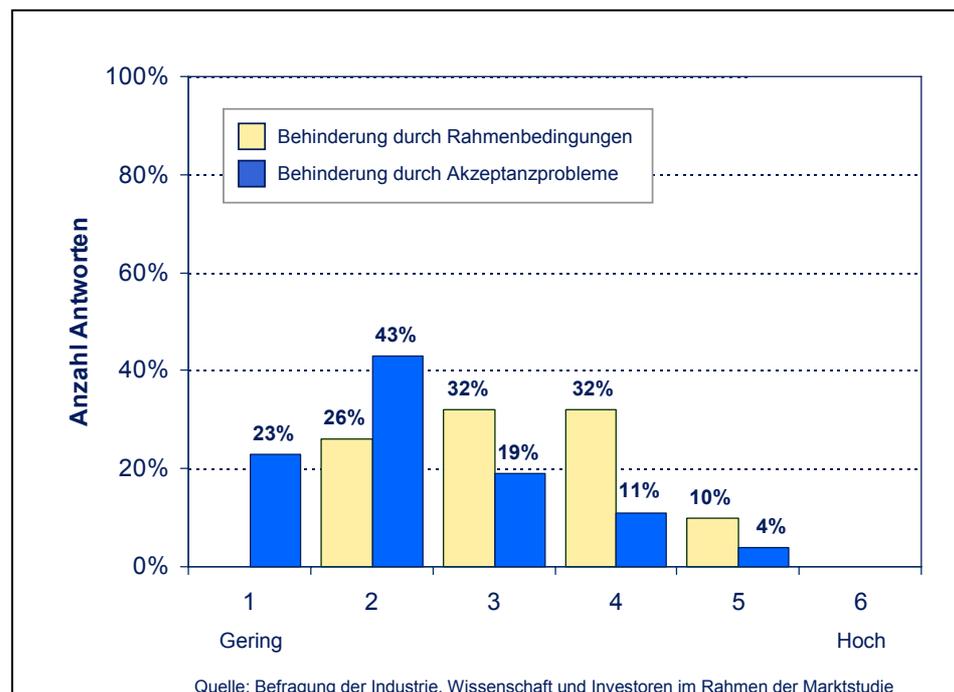


Abbildung 6: Einschätzung der Behinderung der Nanotechnologie durch Rahmenbedingungen und Akzeptanzprobleme (n=26)

2.4 Einschätzung von Investoren

Wie in Abbildung 7 dargestellt, sehen viele der an der Umfrage beteiligten Investmentexperten hohe Chancen bei Nanotechnologieinvestitionen. Dies ist nicht zuletzt auf die gegenwärtige Knappheit an Finanzmitteln für Start-ups zurückzuführen. Seit dem Einbruch des Neuen Marktes ist in den USA die Investitionsbereitschaft von Venture Capital- (VC-) Investoren bereits wieder deutlich gestiegen, während in

Deutschland oftmals noch starke Risikoaversion vorherrscht. Nachdem sich viele deutsche Risikokapitalgeber bei der Frühphasenfinanzierung während der letzten Boomphase „die Finger verbrannt“ haben, konzentrieren sie sich derzeit bevorzugt auf reifere Projekte, bei denen die Vermarktung kurz bevorsteht. Im Bereich der Frühphasenfinanzierung gibt es in Deutschland daher einen Engpass, der durch den kürzlich aufgelegten High-Tech-Gründerfonds¹⁴ mittelfristig entschärft werden soll. Momentan haben selbst Start-ups in der Wachstumsphase Schwierigkeiten bei der Finanzierung, so dass hier attraktive Beteiligungsmöglichkeiten existieren. Folglich ist zu befürchten, dass sich US-Investoren zunehmend als Aufkäufer bestehender und niedrig bewerteter deutscher Nanotech-Unternehmen betätigen, so dass massiv öffentlich gefördertes Know-how ins Ausland abfließen könnte. Viele Investoren sehen aber durchaus auch Risiken bei Investitionen in Nanotechnologiefirmen. 54 % der Befragten schätzen diese als hoch oder sehr hoch ein.

High-Tech-Gründerfonds soll Finanzierungseingänge in der Gründungsphase entschärfen

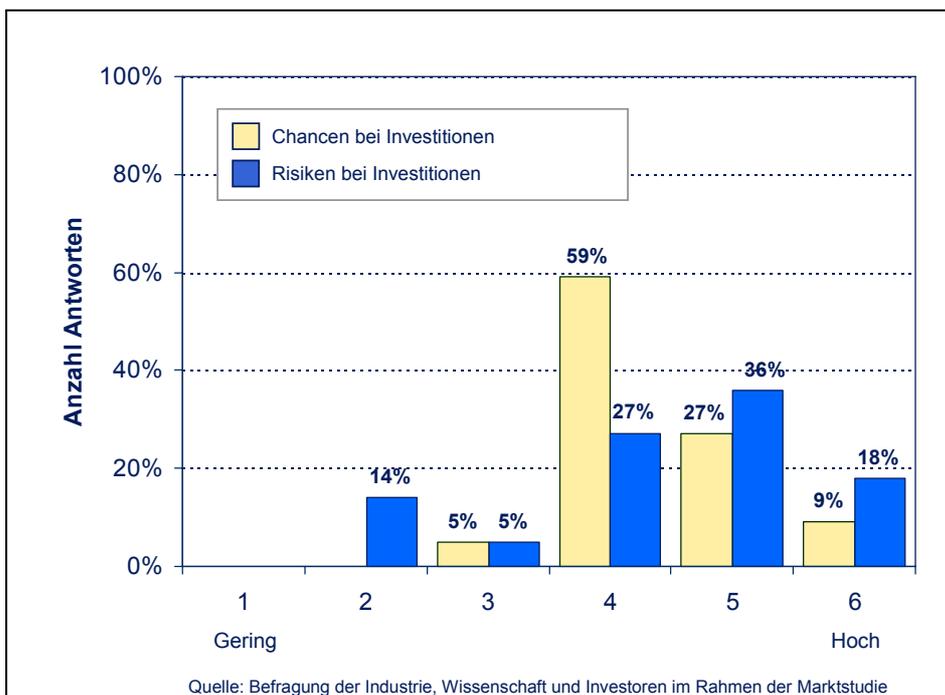


Abbildung 7: Einschätzung der Chancen und Risiken bei Nanotechnologieinvestitionen (n=11)

Nach Ansicht der befragten Investoren gibt es bei deutschen Nanotechnologie-Start-ups ein großes Verbesserungspotenzial, wie Abbildung 8 zeigt. Über 80 % halten dieses für hoch oder sehr hoch. Vor allem die Qualität der eingereichten Businesspläne könnte wesentlich erhöht werden. Nur 10 % der Befragten halten diese für hoch. Zwar habe sich die Qualität im Verlauf der letzten Jahre bereits verbessert, aller-

¹⁴ www.high-tech-gruenderfonds.de

dings haben viele Gründer mit ihrer meist sehr technologischen Sichtweise immer noch Probleme bei der Marktbeurteilung. Bei der Zusammenarbeit von VC-Gesellschaften mit Start-ups besteht auf Investorensseite der Wunsch nach einer sehr starken Anwendungsorientierung mit Fokus auf Produkten in ein bis zwei Anwendungen und Märkten. Auch sollte stärker auf weniger kapitalintensive Businessmodelle (mit z. B. ausgelagerter Fertigung) gesetzt werden.

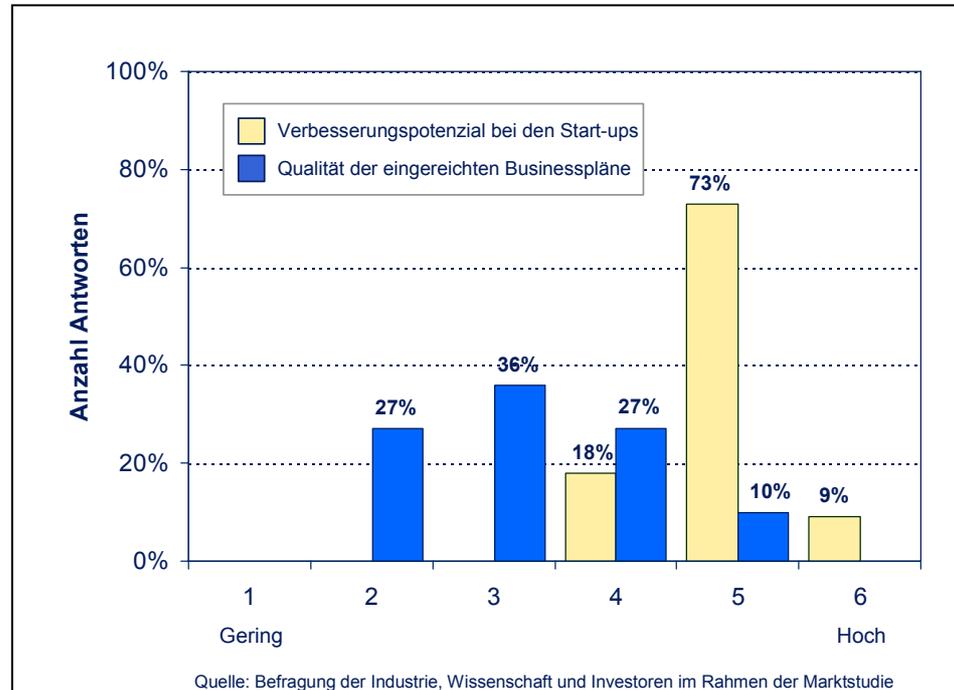


Abbildung 8: Einschätzung des Verbesserungspotenzials bei den Start-ups und der Qualität der Businesspläne (n=11)

Die identifizierten Start-up Unternehmen wurden zur vertiefenden Charakterisierung u. a. hinsichtlich Gründungsjahr, Umsatz- und Mitarbeiterzahlen, Branchenschwerpunkten, Risikokapitalbeteiligung etc. schriftlich befragt. 62 Start-up Unternehmen beteiligten sich an der Befragung und bildeten die Datenbasis für die folgenden Analysen.

3.2 Gründungsdynamik

Wie aus Abbildung 10 hervorgeht, hat die Gründungsdynamik von Nanotechnologie-Unternehmen in Deutschland in den Jahren von 1995 bis 2000 erheblich zugenommen. In den Folgejahren war ein deutlicher Einbruch bei den Unternehmensgründungen zu verzeichnen. Auch wenn die Anzahl der neu gegründeten Unternehmen in der Stichprobe möglicherweise nicht repräsentativ erfasst worden ist, ist der Trend einer sinkenden Zahl von Unternehmensneugründungen eindeutig.

In den letzten Jahren ist ein rückläufiger Trend bei Nanotechnologie-Unternehmensgründungen zu verzeichnen

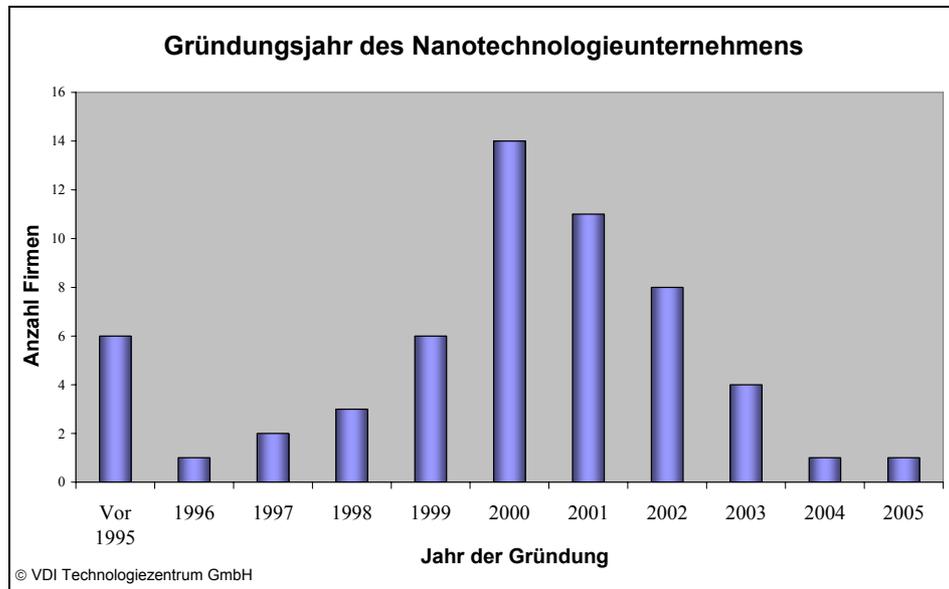


Abbildung 10: Aufschlüsselung der Nanotechnologieunternehmen nach dem Gründungsjahr (n=62)

Die Ursachen für diesen Verlauf der Gründungsdynamik sind vielschichtig und nicht eindeutig zu bestimmen. Der Trend rückläufiger Unternehmensgründungen ist jedenfalls nicht nur im Bereich der Nanotechnologie festzustellen, sondern gilt allgemein für Spitzentechnologien in Deutschland.¹⁵ Als Beispiel kann die Biotechnologie genannt werden, bei der sich die Anzahl der Neugründungen in 2004 im Vergleich zum Jahr 2000 mehr als halbiert hat. Ein wesentlicher Einflussfaktor für diesen Trend ist sicherlich die Entwicklung des Kapitalmarktes in den letzten Jahren, insbesondere in den Bereichen Risikokapital und börsennotierte Technologieunternehmen. Durch den dramatischen Einbruch des Neuen Marktes

¹⁵ vgl. ZEW Gründungsreport Nr.1, 2005

nach den Höchstständen in den Jahren 1999/2000 wurde ein wichtiger Exit-Kanal für VC-Kapital finanzierte Investitionen versperrt und somit das gesamte Umfeld der Gründung risikoreicher Technologie-Unternehmen beeinträchtigt. Der rückläufige Trend in den VC-Investitionen in Deutschland hält nach Untersuchungen von Ernst & Young weiter an.¹⁶ Für 2006 wird jedoch mit einer Trendwende auf dem VC-Markt in Deutschland gerechnet.¹⁷ Ein positives Signal könnten hier insbesondere die von deutschen Nanotechnologieunternehmen vorgenommenen Börsengänge setzen. Aber nicht allein das finanzielle Umfeld ist entscheidend für die Entwicklung der Unternehmensgründungen in der Nanotechnologie. Wesentlichen Einfluss haben hier auch andere Faktoren, z. B. staatliche Fördermaßnahmen, Gründer-Wettbewerbe und sonstige Rahmenbedingungen wie die Regelung der Patentverwertung in Hochschulen.

3.3 Mitarbeiter und Umsatz

Bei ungefähr der Hälfte der Nanotechnologie Start-ups handelt es sich um Kleinstunternehmen mit weniger als 10 Mitarbeitern. Ca. ein Drittel der Unternehmen hat mittlerweile einen Personalbestand von über 20 Mitarbeitern aufgebaut. Die Gesamtzahl der Mitarbeiter der an der Umfrage beteiligten Unternehmen liegt bei 1.635. Extrapoliert man diese Zahl auf die Gesamtsumme der 200 identifizierten Nanotechnologie Start-ups, so ist von einer Beschäftigtenzahl von ca. 5.000 auszugehen. Bei einer geschätzten Gesamtbeschäftigtenzahl von 20.000 bis 32.000 im Bereich der Nanotechnologie in Deutschland (vgl. VDI TZ GmbH 2004), liegt der Anteil von Start-up Unternehmen somit ca. zwischen 15–25 %. Start-ups stellen somit einen erheblichen Faktor hinsichtlich der Arbeitsplatzeffekte der Nanotechnologie dar, zumal davon auszugehen ist, dass es sich hierbei um neu geschaffene Arbeitsplätze handelt.

Ca. 5.000 Mitarbeiter
sind in deutschen
Nanotechnologie
Start-up Firmen
beschäftigt

¹⁶ Ernst & Young 2005: Venture Capital Barometer 2004

¹⁷ Deloitte 2006: Venture Capital Barometer Q4 2005

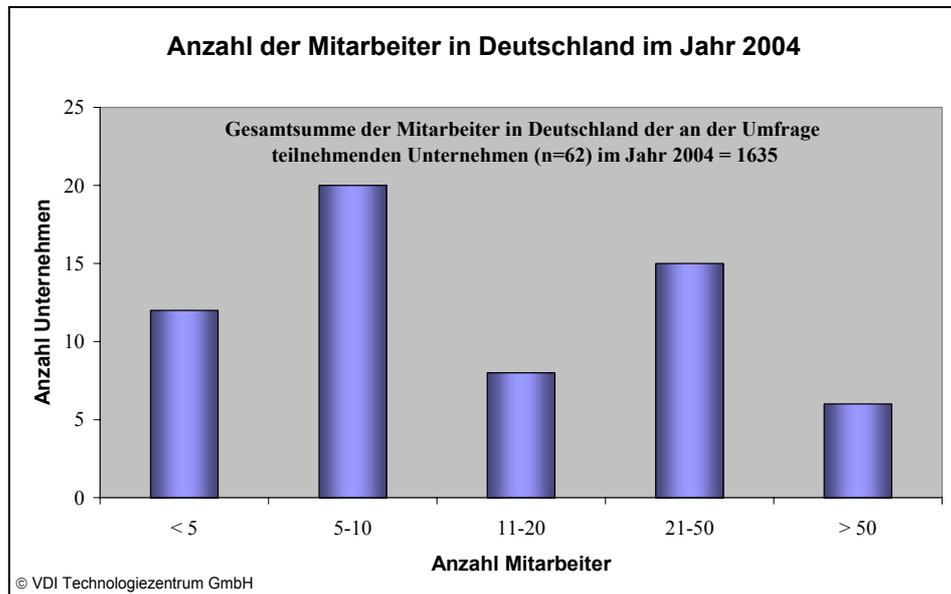


Abbildung 11: Anzahl der Mitarbeiter der Nanotechnologie Unternehmen in Deutschland (n=62)

Bezüglich der erzielten Jahresumsätze ist für knapp die Hälfte der Start-ups ein Wert von weniger als 0,5 Mio. Euro zu verzeichnen. Eine Korrelation des Umsatzes mit dem Gründungsjahr zeigt, dass die überwiegende Anzahl von Start-up Unternehmen einen Zeitraum von 3 bis 4 Jahren benötigt, um ein Umsatzwachstum auf mehr als 0,5 Mio. Euro zu erzielen. Von den Firmen, die im Jahr 2000 oder früher gegründet worden sind, stagniert nur ca. ein Viertel bei einem Jahresumsatz von weniger als 0,5 Mio. Euro. Bei der Mehrzahl der Unternehmen ist jedoch ein deutliches Umsatzwachstum zu verzeichnen. Bei den Start-up Unternehmen, die einen Umsatz von mehr als 10 Mio. Euro erzielen, handelt es sich um Ausgründungen größerer Unternehmensteile als Tochterunternehmen (z. B. der im Jahr 2002 ausgegründeten Evotec Technologies GmbH oder der 1999 ausgegründeten Ecka Granulate MicroMet GmbH).

Ca. die Hälfte der Nano Start-ups hat einen geringeren Jahresumsatz als 0,5 Mio. €

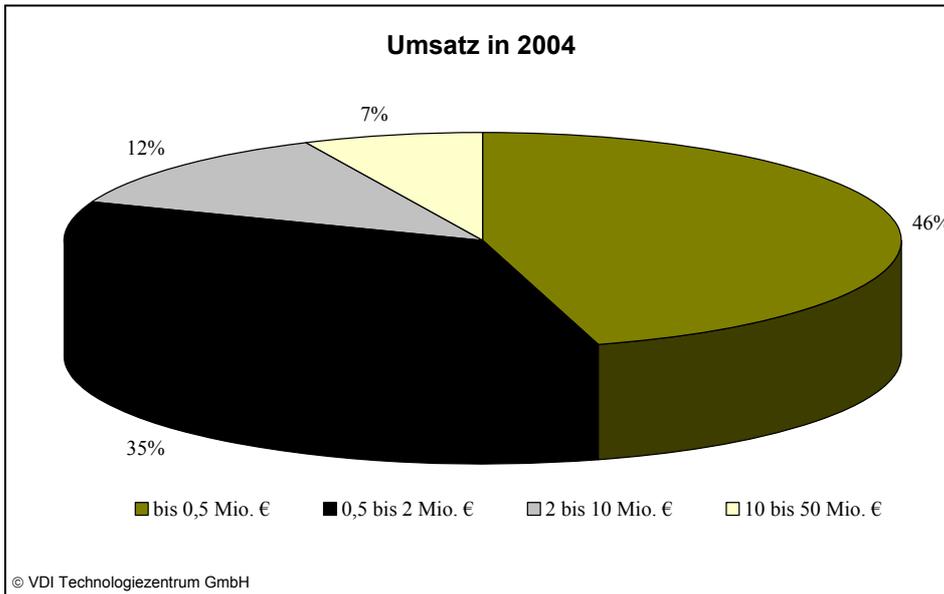


Abbildung 12: Aufschlüsselung der Nanotechnologieunternehmen nach erzieltm Jahresumsatz im Jahr 2004 (n=62)

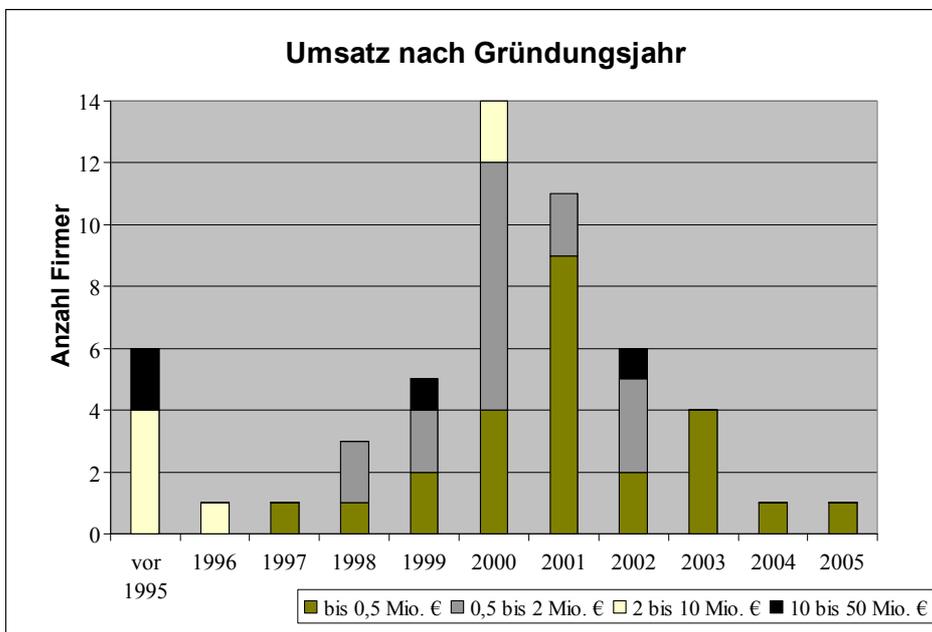


Abbildung 13: Nanotechnologieunternehmen aufgeschlüsselt nach Gründungsjahr und Umsatzhöhe im Jahr 2004 (n=62)

3.4 Finanzierungsformen

Ca. ein Drittel der Start-up Unternehmen sind VC finanziert

Bei der Frage der Finanzierungsformen der Start-up-Unternehmen war zunächst der Anteil der Firmen von Interesse, die Risikokapital in Anspruch nehmen. Ca. ein Drittel der an der Befragung beteiligten Unternehmen verwenden Venture-Capital. Weitere 18 % der Unternehmen besitzen grundsätzliches Interesse an VC-Finanzierung.

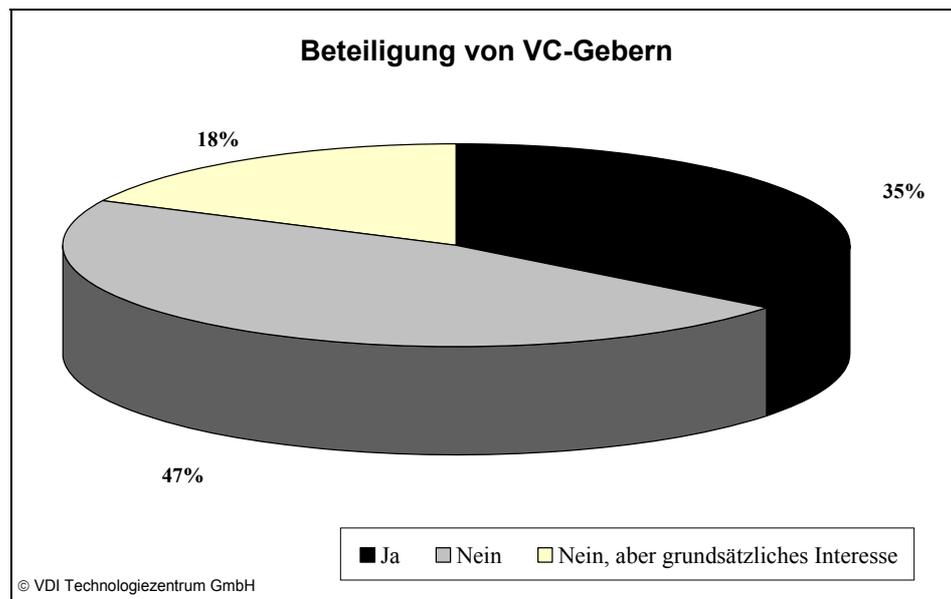


Abbildung 14: Anteil der Nanotechnologie Start-ups mit VC-Beteiligung (n=62)

Diese Zahlen entsprechen weitgehend den Verhältnissen im Bereich der Biotechnologie mit einem Anteil von ca. 34 % VC-finanzierten Unternehmen.¹⁸ Von befragten Unternehmen, die bislang kein VC in Anspruch nehmen, wurden als Gründe gegen eine Venture-Capital-Beteiligung vor allem die damit verbundene Einschränkung der unternehmerischen Freiheit genannt. Weiterhin wurden Befürchtungen geäußert, dass eine VC-Finanzierung nicht zu einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung führt, sondern im Hinblick auf einen möglichst kurzfristigen Exit des Investors ein risikoreiches Wachstum forciert wird. Ein weiteres Problem sei eine mögliche Weitergabe interner Firmeninformationen durch den Investor an andere beteiligte Unternehmen. Bei den befragten Unternehmen mit einer VC-Beteiligung gab es hingegen z. T. sehr positive Einschätzungen bezüglich der Zusammenarbeit mit den Investoren. Hervorgehoben wurden hierbei u. a. die hohe Fachkenntnis, gute Beratungsleistungen und die Vermittlung nützlicher Geschäftskontakte durch den VC-Geber. Durch Beteiligung mehrerer Investoren kann eine Risikostreuung erzielt werden.

¹⁸ Ernst & Young 2005: „Kräfte der Evolution“, Deutscher Biotechnologie-Report 2005

Bei der Mehrzahl der VC finanzierten Firmen liegt der Anteil des Risikokapitals im Verhältnis zum Gesamtkapital unter 50 %. Mehr als 80 % der VC-Geber stammen aus Deutschland, der übrige Teil aus Europa und nur ein VC-Geber aus einem außereuropäischen Land. Auch dies entspricht weitgehend den Verhältnissen im Bereich der Biotechnologie, wobei hier in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme ausländischer VC-Investoren in Deutschland verzeichnet werden konnte (vgl. Ernst & Young 2004, S. 110).

Mehr als 80 % der VC-Geber stammen aus Deutschland

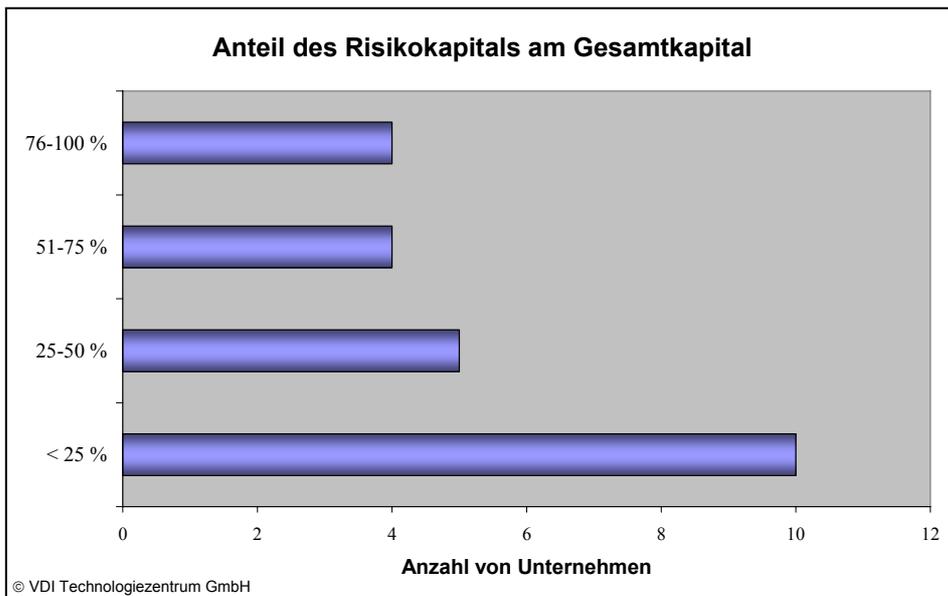


Abbildung 15: Anteil des VC-Kapitals im Verhältnis zum Gesamtkapital (n=23)

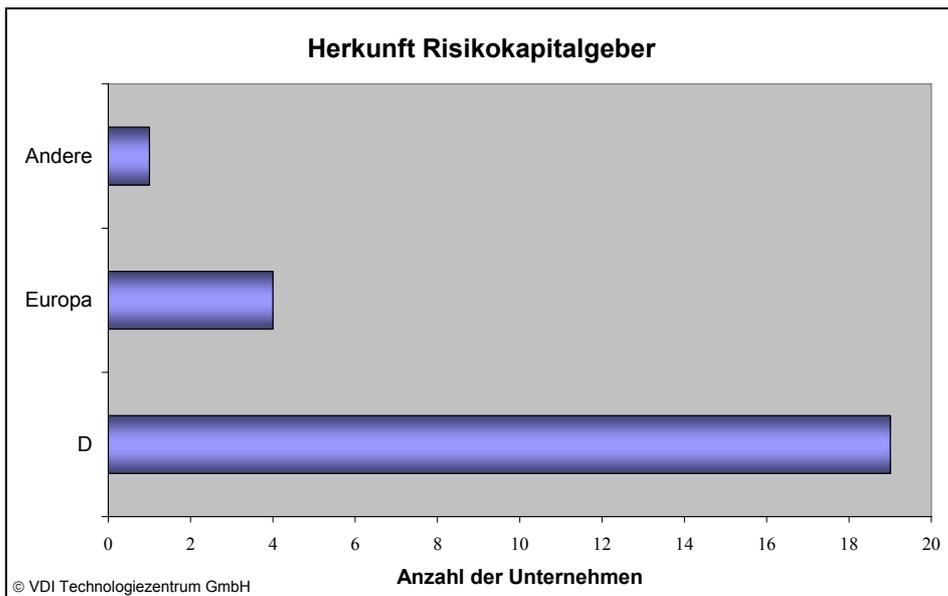


Abbildung 16: Herkunft der VC-Geber (n=23, Mehrfachnennung bei mehreren VC-Gebern des Unternehmens aus verschiedenen Regionen möglich)

Bei den sonstigen Finanzierungsformen dominieren staatliche Fördergelder. Über die Hälfte der befragten Unternehmen finanzieren sich zumindest teilweise über staatliche Zuschüsse. Ca. ein Viertel der Unternehmen verwendet Kredite als Finanzierungsquelle. Ein Viertel der Unternehmen verwendet Kredite als Finanzierungsquelle.

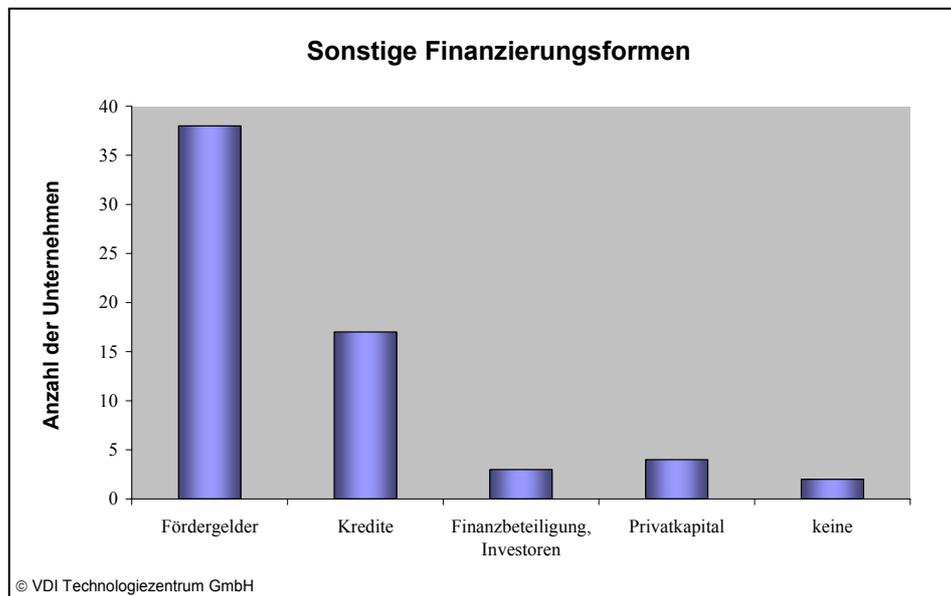


Abbildung 17: Finanzierungsformen von Nanotechnologie Start-ups außer VC (n=55, Mehrfachnennung möglich)

92 % der befragten Unternehmen planen kurz- bis mittelfristig Investitionen im Bereich der Nanotechnologie. Die große Mehrheit der Nanotechnologie Start-ups wird demnach ihr Engagement in Zukunft weiter verstärken und Wachstumsimpulse setzen, die einen entsprechenden Finanzierungsbedarf generieren werden.

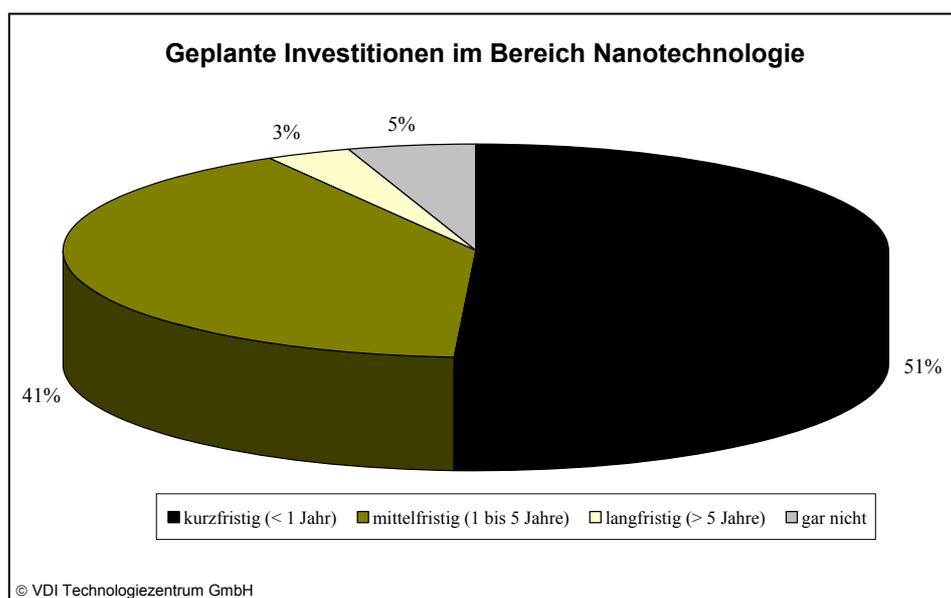


Abbildung 18: Zeithorizont geplanter Investitionen der Nanotechnologie-Unternehmen (n=62)

3.5 Art der Unternehmensgründung

Hinsichtlich der Art der Unternehmensgründung wurde zunächst die Frage untersucht, ob es sich beim jeweiligen Start-up um eine Ausgründung aus einer anderen Institution handelt. Mit 63 % Anteil spielen Ausgründungen für die Entwicklung einer Nanotechnologie Start-up-Szene in Deutschland eine erhebliche Rolle. Bei der ausgründenden Institution handelte es sich zum überwiegenden Teil um Universitäten und Fachhochschulen. Aber auch Unternehmen und andere Forschungseinrichtungen, wie Fraunhofer- oder Max-Planck-Institute, sind vertreten. Die Art der Ausgründungen ist hierbei sehr unterschiedlich. Während bei Unternehmensausgründungen z. T. ganze Geschäftseinheiten ausgegliedert werden, kann sich im universitären Bereich die Form der Ausgründung beispielsweise nur auf die Übernahme von Patenten beschränken.

Knapp zwei Drittel der Nano Start-ups sind Ausgründungen aus Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen

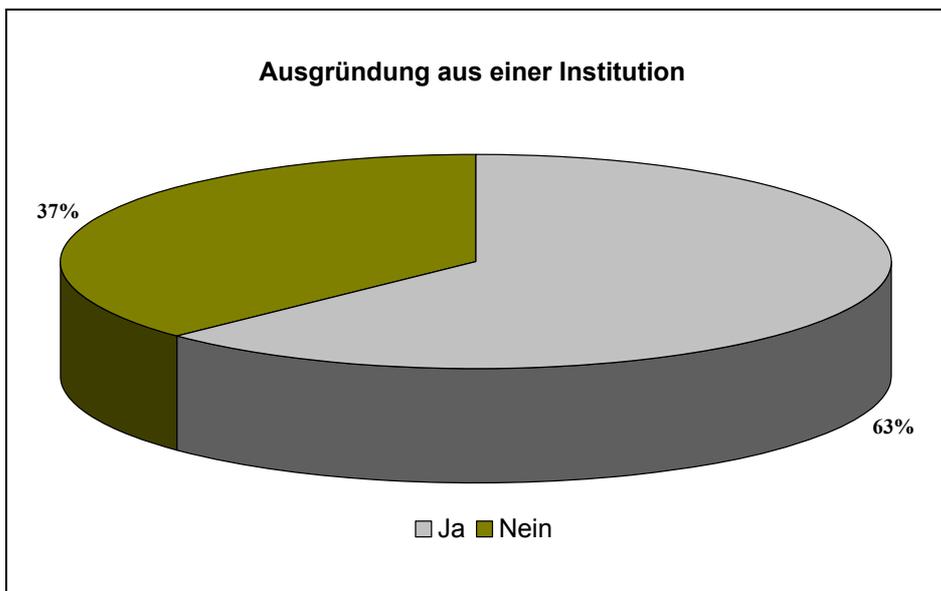


Abbildung 19: Anteil von Ausgründungen an der Gesamtzahl der Nanotechnologie Start-ups

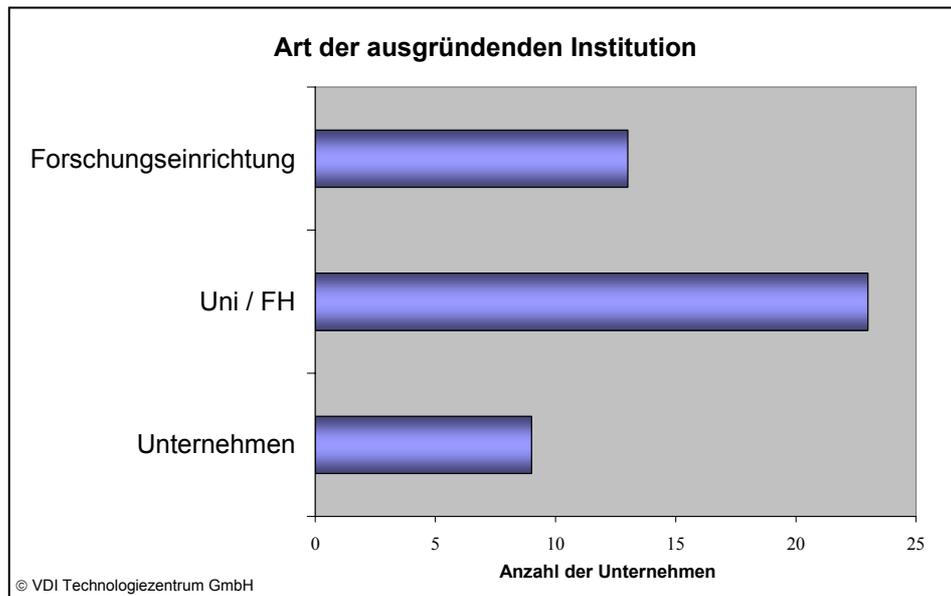


Abbildung 20: Art der Institution, aus der das Unternehmen ausgegründet wurde (n= 45, Mehrfachnennung möglich, falls mehrere Institutionen beteiligt waren)

Gründerwettbewerbe und Existenzgründerprogramme spielen eine wesentliche Rolle bei Neugründungen in der Nanotechnologie

Ca. ein Viertel der Unternehmen geben an, die Gründung ohne Unterstützung von externen Institutionen durchgeführt zu haben. Bei den übrigen Unternehmen spielten als Unterstützungsmaßnahmen vor allem Gründerwettbewerbe und Existenzgründerprogramme auf Landes- und Bundesebene sowie Business Angels und Industrie- und Handelskammern eine Rolle. Insbesondere die Beratungsleistungen von IHKs (z. B. Gründerveranstaltungen und Gründungsscouts) wurden von einigen der befragten Unternehmen positiv hervorgehoben, auch wenn z. T. die Transparenz des Angebots verbessert werden könnte. Gute Bedingungen für Unternehmensgründungen bieten nach Aussagen der befragten Unternehmen die Bundesländer Bayern (u. a. durch das Flügel-Existenzgründerprogramm), das Saarland sowie Sachsen-Anhalt (Zuschüsse des Landes und der EU). Die vom BMBF eingerichteten Nanotechnologie-Kompetenzzentren waren bei den befragten Unternehmen in vier Fällen an der Gründung beteiligt.

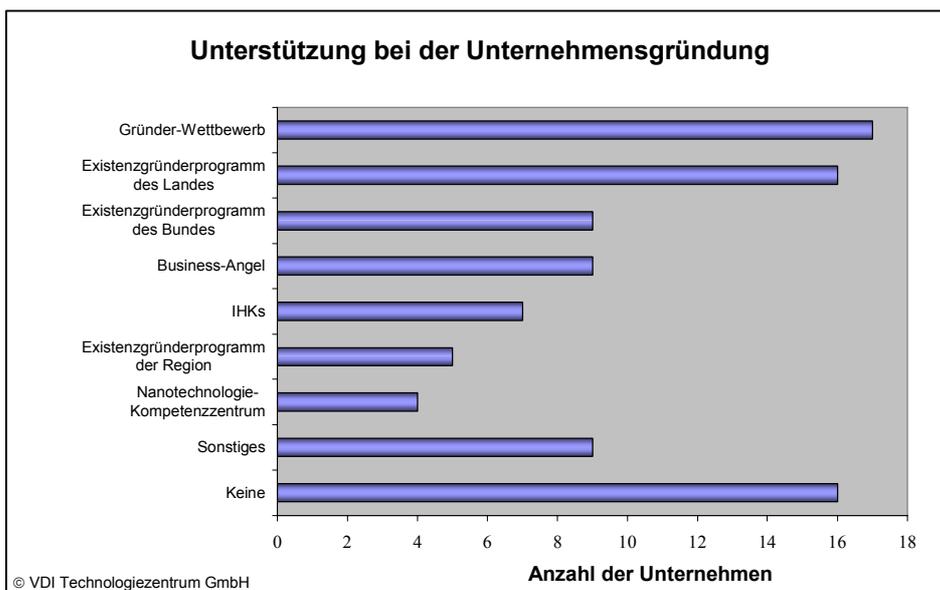


Abbildung 21: Unterstützende Institutionen und Maßnahmen bei der Unternehmensgründung (n=44, Mehrfachnennungen möglich)

Ca. zwei Drittel der befragten Unternehmen hatten Schwierigkeiten bei der Unternehmensgründung, 58 % finanzielle und 23 % bürokratische Schwierigkeiten. Als finanzielle Schwierigkeiten wurden u. a. eine mangelnde Liquidität in der Gründungsphase sowie Probleme bei der Vorfinanzierung von Entwicklungsarbeiten genannt. Als Beispiele für bürokratische Schwierigkeiten wurden u. a. lange Wartezeiten bei Handelsregistereinträgen sowie bürokratische Formalismen z. B. mit Berufsgenossenschaften genannt.

Auf die Frage nach wünschenswerten Unterstützungsleistungen in der Gründungsphase wurde von den befragten Unternehmen u. a. eine bessere Beratung bei der Antragsstellung für Fördermaßnahmen sowie bei betriebswirtschaftlichen Fragestellungen genannt. Ebenso besteht in einigen Branchen Beratungsbedarf hinsichtlich der Produktkennzeichnung auf EU-Ebene, die z. T. als komplex und intransparent bewertet wird.

Die Mehrzahl der befragten Nano Start-ups hatte finanzielle Schwierigkeiten bei der Gründung

3.6 Nanotechnologieaktivitäten in den Unternehmen

Die Art der Geschäftstätigkeit der befragten Unternehmen im Bereich der Nanotechnologie umfasst ein breites Spektrum an Aktivitäten, die die gesamte Wertschöpfungskette abdecken. Hier wurden in etwa gleichem Umfang die Bereiche Auftragsforschung und Consulting, die Herstellung von Nanotechnologie-Equipment, die Analyse nanotechnologischer Komponenten sowie die Herstellung von Nanotechnologie-Produkten auf der Wertschöpfungsstufe von Grundstoffen, Zwischenprodukten und Endprodukten genannt.

Nanotechnologie Unternehmen sind demnach durchaus auch an der Endstufe der Wertschöpfungskette beteiligt, auf der die Gewinnmargen in der Regel höher liegen als am Anfang der Wertschöpfungskette. Hierbei sind allerdings Unterschiede hinsichtlich der verschiedenen Teilbereiche der Nanotechnologie zu verzeichnen. Insbesondere für Hersteller von Nanomaterialien ist es häufig schwierig, sich an nachfolgenden Bereichen der Wertschöpfungsketten zu beteiligen. Dies ist darin begründet, dass Nanomaterialien zwar ein branchenübergreifendes Anwendungsspektrum besitzen, aber in der Regel nur als Zusatzstoffe zur Verbesserung von Komponenten des Endproduktes eingesetzt werden. Eine Vorwärtsintegration in der Wertschöpfungskette ist angesichts der Vielzahl unterschiedlicher Anwendungsfelder und des unverhältnismäßig hohen Investitionsaufwandes zum Aufbau branchenspezifischer Produktionslinien oftmals nicht möglich. Vielversprechender sind hier Ansätze gemeinsamer Produktentwicklungen mit Systemherstellern, bei denen der Nanomaterialhersteller direkt an den Umsätzen des Endproduktes beteiligt ist.

Nanomaterialhersteller haben als Zulieferer häufig Probleme, an der Wertschöpfung in Endanwenderprodukten zu partizipieren

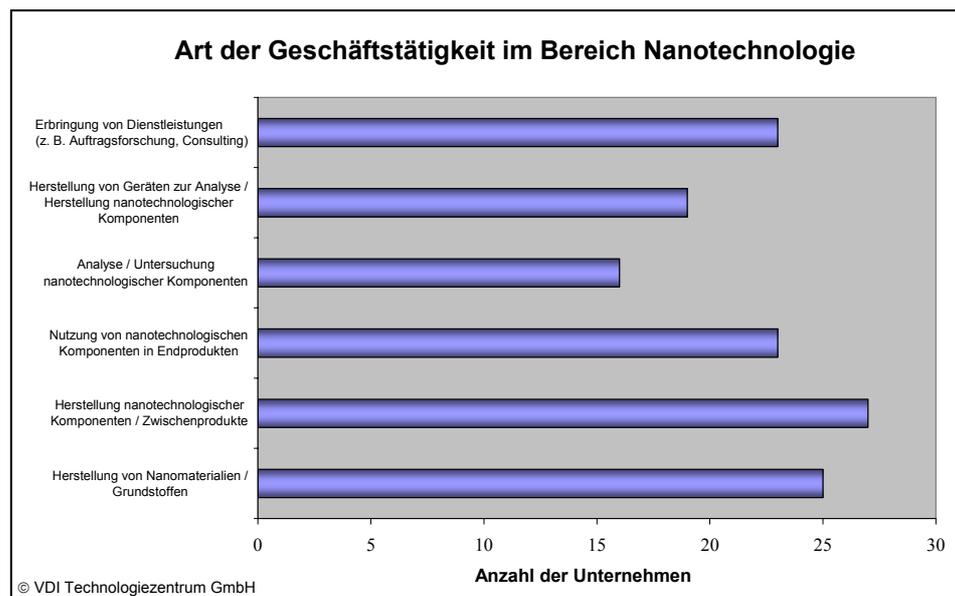


Abbildung 22: Art der Geschäftstätigkeit im Bereich Nanotechnologie (n=62)

Eine weitere Fragestellung betraf, welchen Anteil Nanotechnologie-Aktivitäten an der gesamten Geschäftstätigkeit des Unternehmens einnehmen. Hierbei ergab sich, dass ca. zwei Drittel der Unternehmen ihren Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit im Bereich der Nanotechnologie sehen. Diese Unternehmen betreiben Nanotechnologieentwicklungen als Kerngeschäft und können demnach als Nanotechnologie-Kernunternehmen bezeichnet werden. Bei ca. einem Drittel der Unternehmen macht Nanotechnologie weniger als die Hälfte des gesamten Geschäftsfeldportfolios aus.

Für die Mehrzahl der befragten Start-ups ist Nanotechnologie das Kerngeschäft

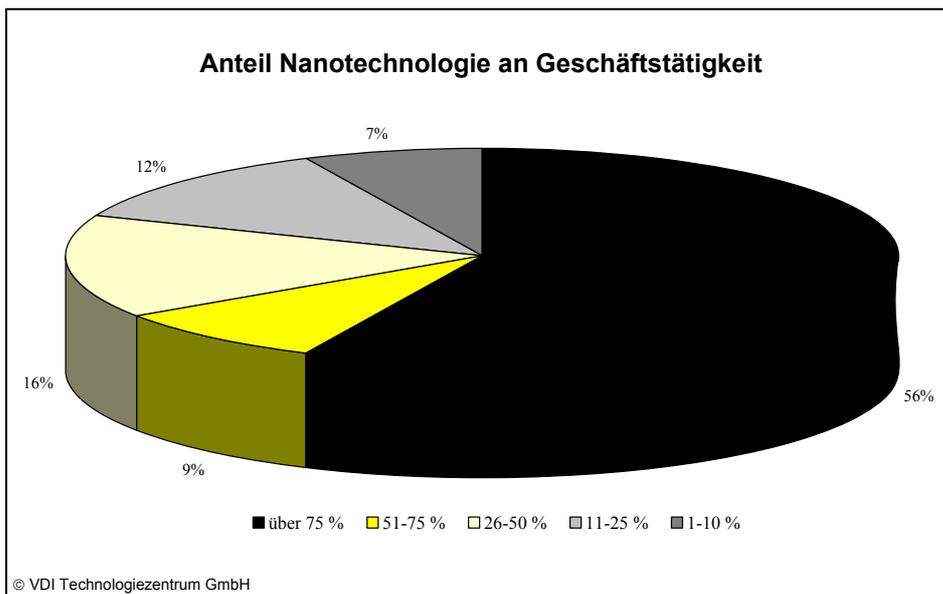


Abbildung 23: Anteil der Nanotechnologie-Aktivitäten an der Gesamtgeschäftstätigkeit (n=62)

Hinsichtlich der Schwerpunkte im Bereich der Nanotechnologieforschung liegen Nanomaterialien an der Spitze gefolgt von Nanobiotechnologie, Nanotools und -analytik sowie Nanooptik und Nanoelektronik.

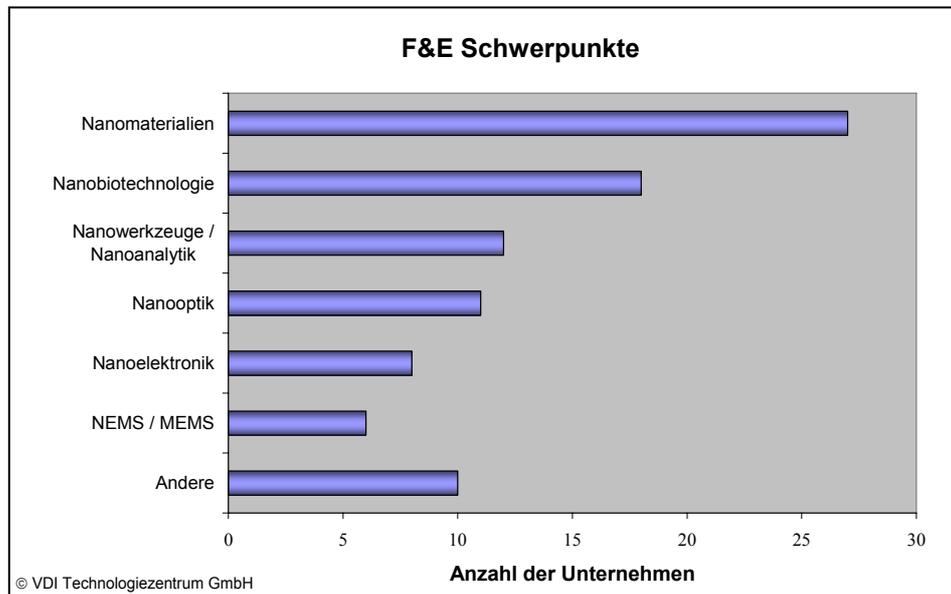


Abbildung 24: F&E Schwerpunkte im Bereich Nanotechnologie (n=62, Mehrfachnennungen möglich)

Die wesentlichen Anwendungsfelder nanotechnologischer Produkte der befragten Start-ups sind die Life Sciences (Biotech, Medizintechnik und Gesundheit), Chemie / Werkstoffe und der Bereich Mikroelektronik / Informationstechnik. Deutlich wird weiterhin der Querschnittscharakter der Nanotechnologie, da Anwendungen nahezu alle Industriebranchen betreffen.

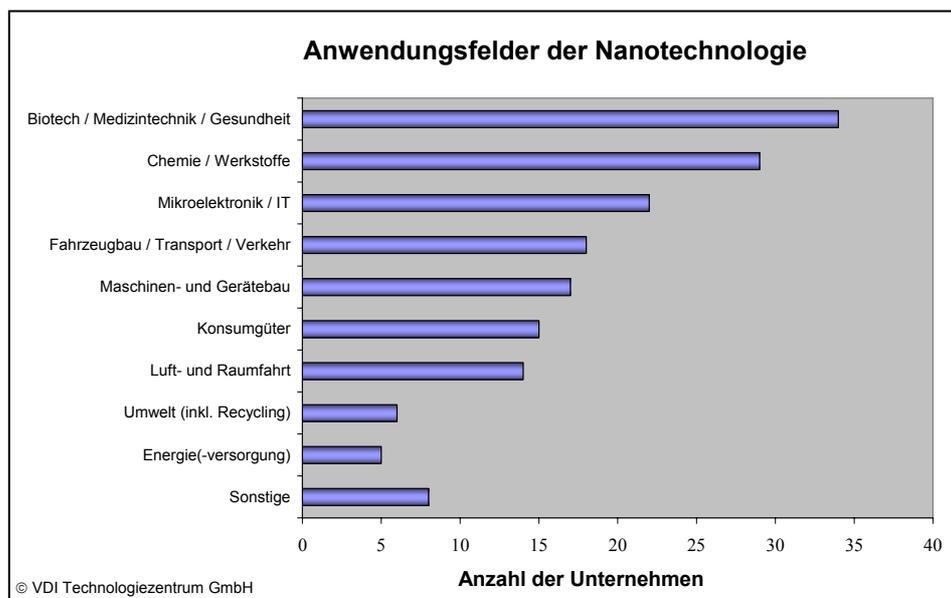


Abbildung 25: Anwendungsfelder der Nanotechnologie (n=62, Mehrfachnennungen möglich)

3.7 Innovationshemmnisse und Standortfaktoren

Innovationshemmnisse bei der Produktentwicklung werden von den Unternehmen insgesamt als relativ gering bewertet. Lediglich Hemmnisse finanzieller Art in Form von hohen Investitionskosten, fehlenden Fördermitteln sowie eines Mangels an Finanzierungsquellen werden als hinderlich eingestuft. Der Bereich Gesetzgebung und Regulierung wird derzeit nicht als wesentliche Einschränkung wahrgenommen. Dies ist insofern nachvollziehbar, als dass derzeit noch keine Nanotechnologie spezifischen staatlichen Regulierungsmaßnahmen existieren. Momentan fehlt hierfür die erforderliche Datenbasis zur Einschätzung eines möglichen Gefährdungspotenzials durch Nanotechnologie basierte Produkte und Verfahren. Auf nationaler Ebene ist vom BMBF das Projekt NanoCare initiiert worden, um mögliche Risiken von Nanomaterialien frühzeitig zu untersuchen und damit die notwendige Verbraucherakzeptanz für Nanotechnologie basierte Produkte zu schaffen. Zum jetzigen Zeitpunkt sind allerdings noch keine Einschränkungen bei der Vermarktung Nanotechnologie basierter Produkte absehbar, die über die bereits bestehenden Reglementierungen in den Bereichen der Chemie, Pharmazie / Medizin oder Kosmetik hinausgehen. In den genannten Anwendungsbereichen existieren etablierte Test- und Zulassungsprozeduren, mit denen mögliche Produktrisiken minimiert werden sollen. Ob darüber hinaus Nanotechnologie spezifische Reglementierungen hinsichtlich Verbraucher-, Arbeits- und Umweltschutz erforderlich sind, wird derzeit auf internationaler Ebene intensiv diskutiert. Hieraus könnten sich in Zukunft höhere Anforderungen für die Vermarktung nanotechnologischer Produkte ergeben, die über die bislang angewendeten Zulassungskriterien hinausgehen. Als weiteres Kommerzialisierungshemmnis wurde von einigen Unternehmen die Vorsichtsmentalität in Deutschland gegenüber neuartigen Produkten genannt. Die Vermarktung neuartiger Produkte sei in asiatischen Ländern z. T. einfacher, was teilweise auch durch geringere regulatorische Produktionsauflagen bedingt ist.

Der Bereich Gesetzgebung und Regulierung wird derzeit nicht als gravierendes Kommerzialisierungshemmnis gesehen

Derzeit findet eine intensive Stakeholder-Diskussion über mögliche Regulierungsmaßnahmen in der Nanotechnologie statt



Abbildung 26: Einschätzung von Innovationsbarrieren bei der Entwicklung und Vermarktung nanotechnologischer Produkte (n=62)

Hinsichtlich der Standortbedingungen äußern sich die Nanotechnologie-Unternehmen überwiegend positiv. Als relevante Standortfaktoren wurden die Nähe zu Forschungseinrichtungen, die spezifische Forschungsinfrastruktur, die regionale Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte, finanzielle staatliche Unterstützung sowie Kosten und Angebot von Gewerbeflächen genannt. Defizite bei den relevanten Standortfaktoren wurden insbesondere bei der finanziellen staatlichen Unterstützung gesehen. Auch die regionale Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte wird nur als durchschnittlich bewertet. Diese Einschätzung muss allerdings durch die Ergebnisse der vertiefenden Interviews relativiert werden, da von den befragten Unternehmen das Vorhandensein hochqualifizierter Mitarbeiter als wesentlicher Standortvorteil in Deutschland gesehen wurde. Hinsichtlich der Attraktivität des Unternehmensstandortes Deutschland wurden weiterhin als positive Standortbedingungen u. a. ein ausgezeichnetes Technologie-Know-how und eine gute Forschungsinfrastruktur genannt. Als negativ wurden hohe Lohnkosten, ein unflexibler Kündigungsschutz sowie ein hohes Steuerniveau eingeschätzt. Keines der befragten Unternehmen hat jedoch eine Verlagerung des Unternehmenssitzes ins Ausland erwogen. Als Grund hierfür wurde genannt, dass die Lohnkosten in Hightech-Bereichen eine untergeordnete Rolle gegenüber Vorteilen beim technologischen Know-how und einer guten Forschungsinfrastruktur spielen. Hinzu kommt häufig eine persönliche Verwurzelung der Unternehmensgründer in Deutschland. Steuerliche Aspekte spielen insbesondere bei Start-up Unternehmen eine eher untergeordnete Rolle, da in den ersten Geschäftsjahren in der Regel Verluste gemacht werden.

Ausgezeichnetes
Technologie-
Know-how und
gute Forschungs-
infrastruktur als
Standortvorteile in
Deutschland

Allerdings sollte die Steuergesetzgebung mehr Spielräume für die Bildung von Cash-Reserven bieten, um Liquiditätsengpässe bei negativer Geschäftsentwicklung besser ausgleichen zu können.

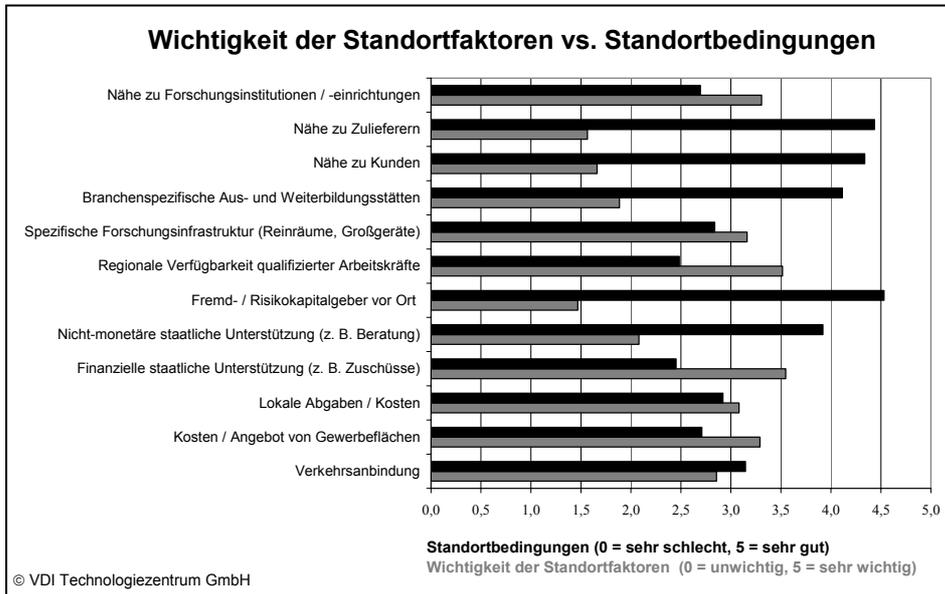


Abbildung 27: Wichtigkeit von Standortfaktoren und Bewertung der Standortbedingungen (n=62)

3.8 Regionale Nanotechnologie-Schwerpunkte in Deutschland

Die beteiligten Unternehmen wurden hinsichtlich einer Einschätzung zu den führenden Nanotechnologieregionen befragt. Mit höchster Priorität wurde hier das Bundesland Bayern gefolgt vom Saarland, NRW, Baden-Württemberg und Sachsen bewertet.

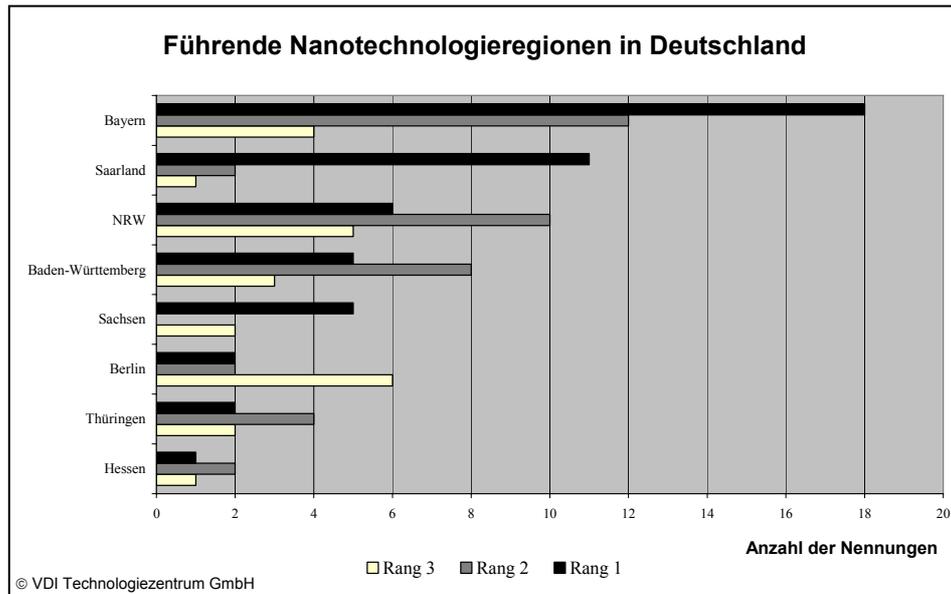


Abbildung 28: Bewertung führender Nanotechnologieregionen in Deutschland durch die beteiligten Unternehmen (n=50)

Vergleicht man diese Einschätzung mit der Darstellung einer quantitativen Erfassung der Nanotechnologie-Institutionen in Deutschland ergibt sich ein etwas modifiziertes Bild. Zumindest hinsichtlich der Gesamtzahl der Akteure liegt NRW hier vor Bayern gefolgt von Sachsen, Baden-Württemberg und Hessen (vgl. Abbildung 29). Das in der Unternehmensbefragung als führend eingestufte Saarland liegt hier mit 28 Institutionen deutlich abgeschlagen, kann aber im Teilbereich der Chemischen Nanotechnologie dennoch als bedeutender Nanotechnologie-Standort gesehen werden aufgrund des renommierten Institutes für Neue Materialien in Saarbrücken und einer in dessen Umfeld entstandenen innovativen Start-up Szene.

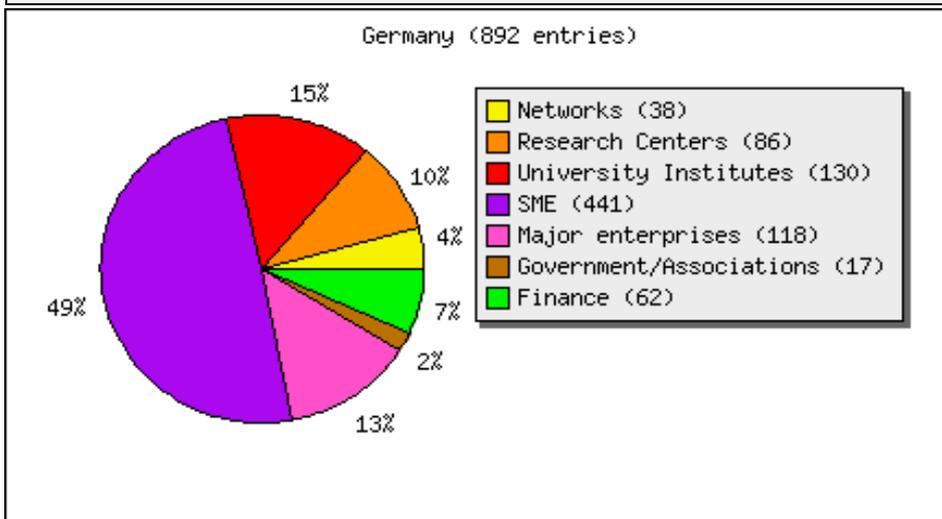
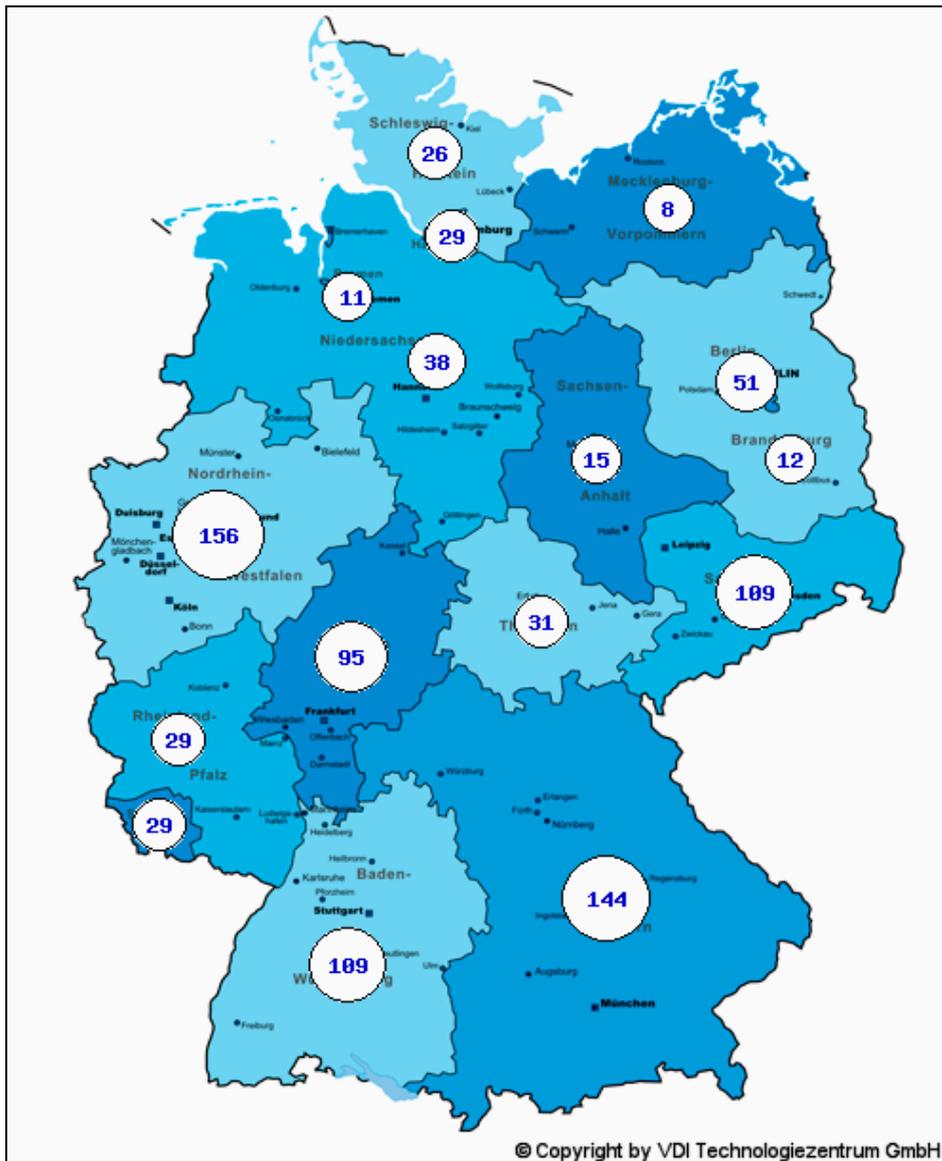


Abbildung 29: Anzahl, regionale Verteilung und Aufschlüsselung der Nanotechnologieinstitutionen in Deutschland (Quelle: www.nano-map.de Stand April 2006)

4 STRATEGIEN ZUR KOMMERZIALISIERUNG DER NANOTECHNOLOGIE

Die Kommerzialisierung der Nanotechnologie in Deutschland wird durch Großunternehmen, KMU, Start-ups mit einem breiten Spektrum unterschiedlicher Strategien vorangetrieben. In Deutschland sind ca. 550 Unternehmen mit der Entwicklung, Anwendung und dem Vertrieb nanotechnologischer Produkte befasst, darunter ca. 120 Großunternehmen und 430 KMU, von denen ca. 200 nach 1995 gegründet worden sind und somit als junge Nanotechnologieunternehmen bezeichnet werden können. Auch wenn das privatwirtschaftliche Engagement in der Nanotechnologie in den letzten Jahren stark zugenommen hat, ist der Großteil der Forschungsaktivitäten weiterhin im Bereich der Hochschulen und öffentlicher Forschungsinstitutionen angesiedelt. Ein wichtiges Bindeglied zwischen grundlagenorientierter Nanotechnologie-Forschung und kommerziellen Anwendungen stellt hierbei die BMBF-geförderte anwendungsorientierte Projektförderung dar. Die BMBF-Fördermaßnahmen werden hierbei zunehmend auf Innovationsschwerpunkte mit hoher gesellschaftlicher und wirtschaftlicher Relevanz fokussiert. Als Beispiel sind hier die BMBF-Leitinnovationen zu nennen, die als Verbundprojekte zwischen Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft gefördert werden. Diese adressieren Wertschöpfungsketten in Wirtschaftsbranchen mit besonders großer Hebelwirkung auf Wachstum und Beschäftigung wie z. B. die Automobilbranche (NanoMobil), die optische Industrie (NanoLux), Pharma und Medizintechnik (NanoForLife) sowie die Nanoelektronik (NanoFab).¹⁹ Weitere Verbundprojekte konzentrieren sich auf die Bereiche Werkstoffe, Produktion, Kommunikation, Mikrosystemtechnik und Biotechnologie. Durch die seit Anfang der 90er Jahre kontinuierlich ausgebaute Verbundprojektförderung des BMBF wurde die Basis für die Etablierung einer breiten industriellen Nanotechnologie-Szene gelegt, womit Deutschland im europäischen Bereich an der Spitze liegt.

Der Großteil der Nanotechnologie-Forschungsaktivitäten ist im öffentlichen Bereich angesiedelt

Im Folgenden werden Kommerzialisierungsstrategien der Nanotechnologie anhand einiger Beispiele praktizierter Modelle von Großunternehmen, Public-Private-Partnerships sowie junger Nanotechnologie Unternehmen in Deutschland erläutert. Die Auswahl der Start-up Firmen erfolgte unter dem Gesichtspunkt eines möglichst breiten Spektrums unterschiedlicher Geschäftsmodelle und Phasen der Unternehmensentwicklung sowie der Bereitschaft der Firmenvertreter, sich für ein vertiefendes Interview zur Verfügung zu stellen. Die ausgewählten Beispiele umfassen sowohl Start-ups in der Gründungsphase als auch in Later-Stage-Phasen. Um das Bild abzurunden, wird auch auf Exitformen

¹⁹ BMBF 2004: „Nanotechnologie erobert Märkte“

von Nanotechnologie-Unternehmen wie Firmenübernahme, Börsengang oder im Negativfall auch der Firmeninsolvenz eingegangen.

4.1 Großunternehmen

Großunternehmen spielen bei der Kommerzialisierung der Nanotechnologie eine wichtige Rolle. Nur sie haben in der Regel ausreichende Ressourcen um investitionsintensive Nanotechnologieentwicklungen voranzutreiben und in den Markt zu bringen. Ein klassisches Beispiel ist hier die Elektronikindustrie, bei der zur Einführung neuer Produktzyklen für Speicherchips Milliardeninvestitionen für Fabrikationsstätten im Bereich der Nanoelektronik erforderlich sind, die weltweit nur von wenigen Global Players geleistet werden können. Die technologischen Entwicklungsziele in der Halbleiterindustrie werden hierbei durch die regelmäßig aktualisierte ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors) vorgegeben²⁰, die sämtliche Aspekte der Chipherstellung von der Realisierung der Bauelementestrukturen bis zum Packaging und den Mess- und Qualitätssicherungsprozessen umfasst.²¹ Die sich abzeichnenden immer kürzeren Technologiezyklen und steigende FuE-Kosten verschärfen hierbei das Risiko für die einzelnen Wettbewerber. In der Elektronikbranche ist daher ein Trend zur Bildung z. T. internationaler Industriekonsortien (z. B. Sematech²² in den USA, Medea²³ in Europa oder MIRAI²⁴ in Japan) festzustellen, die ein eng abgestimmtes Handeln aller an der Wertschöpfungskette beteiligten Akteure auf dem Weg zum jeweils nächsten Meilenstein der ITRS-Roadmap ermöglichen sollen. Eine wichtige Komponente stellt ebenfalls die Einrichtung einer Forschungsinfrastruktur dar, die gemeinsam von industriellen und öffentlichen Forschungsinstitutionen genutzt wird, um den Technologietransfer in der Halbleitertechnik zu beschleunigen (vgl. Abschnitt 4.2.1).

Darüber hinaus ist die Großindustrie der Elektronikbranche auch in F&E-Vorhaben engagiert, die auf die Entwicklung und Kommerzialisierung von Nanotechnologieansätzen fokussieren, die Alternativlösungen zur derzeit dominierenden Silizium-Elektronik darstellen. Ein Beispiel ist der von IBM im Züricher Forschungslabor entwickelte Millipede-Chip, einem auf der Rastersondentechnik basierenden Speicherchip mit Speicherdichten von über 100 Terabit pro Quadratzoll, der in den nächsten Jahren als Alternative zu Flashspeichern vermarktet werden soll. Auch Infineon verfolgt alternative Nanotechnologieansätze in der Elektronik. Geforscht wird hier an Kohlenstoffnanoröhren basierten Verbindungsleitungen und Schaltelementen für Computerchips. Dieser

Kürzere
Technologiezyklen
und steigende FuE-
Kosten in der
Nanoelektronik
führen zur Bildung
internationaler
Konsortien

²⁰ <http://public.itrs.net>

²¹ BMBF 2002: „Förderprogramm IT-Forschung 2006 Förderkonzept Nanoelektronik“

²² www.sematech.org

²³ www.medeas.org

²⁴ www.miraipj.jp/en

Bereich der sogenannten Molekularelektronik ist allerdings eher der Grundlagenforschung zuzuordnen, wobei eine kommerzielle Anwendungsperspektive derzeit noch nicht gegeben ist.

Die chemische Großindustrie setzt ebenfalls in zunehmenden Maße auf die Nanotechnologie. Dies betrifft zum Teil das direkte Kerngeschäft der chemischen Industrie, nämlich die Herstellung chemischer Grundstoffe wie Kunststoffe oder anorganische Pigmente und Additive. Zu nennen sind hier bereits lang etablierte Substanzklassen wie Polymerdispersionen, nanostrukturierte Pulver und Pigmente (z. B. Kieselsäure, Carbon Black oder Titandioxid), die beispielsweise von Großunternehmen wie BASF und Degussa vermarktet werden. Auf der anderen Seite umfassen Nanotechnologieentwicklungen auch die Herstellung neuartiger Nanomaterialien wie Kohlenstoffnanoröhren, funktionalisierte Nanopartikel, nanoporöse Schäume oder nanopartikuläre Beschichtungsmaterialien. Als Beispiel ist hier die BASF AG zu nennen, die Nanotechnologie z. B. in den Bereichen nanoporöse Schäume als Isolations- oder Gasspeichermedien sowie der Anwendung von Nanokompositen als Bindemittel, Dispersionen oder polymere Werkstoffe entwickelt und vermarktet. Z. T. wird die Entwicklung neuartiger Nanomaterialien in Großunternehmen durch Tochtergesellschaften oder internen Start-up Organisationen mit weitgehend eigenständigen Verantwortungs- und Kompetenzbereichen durchgeführt. Zu nennen ist hier die Bayer AG, die eigene Nanotechnologieentwicklungen u. a. in den Tochtergesellschaften Bayer Material Science GmbH und Bayer Technology Services vorantreibt. Schwerpunkte liegen hierbei in den Bereichen Nanopartikel und Komposite (z. B. Nanophosphore, Kohlenstoffnanoröhren, Polymerkomposite) der Oberflächenfunktionalisierung, Materialien für die Nanoelektronik sowie Anwendungen in den Life Sciences. Ein anderes Beispiel für eine eigenständige Geschäftseinheit innerhalb eines Großunternehmens, die sich mit der Herstellung von Nanomaterialien zur Erschließung neuer Geschäftsfelder befasst, ist die Degussa Advanced Nanomaterials in Hanau. Die Degussa Advanced Nanomaterials ist als internes Start-up Unternehmen im Jahr 2003 aus den von der DFG und dem BMBF geförderten Projekthaus „Nanomaterialien“ hervorgegangen, das in dreijähriger Projektlaufzeit Technologieentwicklungen zur Herstellung neuartiger Nanomaterialien vorangetrieben hat. Die Bildung eines internen Start-ups hat hierbei die Zielsetzung, eine flexible, dynamische Struktur mit dem Kommerzialisierungs-Know-how eines Großunternehmens zu kombinieren, um mit innovativen Nanomaterialien neue Geschäftsfelder zu erschließen. Das Modell sieht vor, dass das interne Start-up nach einer dreijährigen Pilotphase in eine Geschäftseinheit der Degussa integriert wird, um die Vermarktung der neu entwickelten Materialien weiter zu führen. Auch die BASF AG verfolgt den Ansatz, interne Start-ups bei der Erschließung neuer Geschäftsfelder mit Bezug zur Chemie zu etablieren. Hierfür wurde die BASF Future Business

F&E im Bereich
Nanomaterialien wird
in Großunternehmen
z. T. in internen
Start-up Strukturen
oder Tochter-
unternehmen
vorangetrieben

GmbH gegründet, mit der Aufgabe geeignete Geschäftsmodelle für interne Start-ups zu entwickeln, um aus Schlüsseltechnologien der BASF neue Systemlösungen für Wachstumsmärkte in den Bereichen Energie-Management, Lebensqualität und organische Elektronik zu generieren. Darüber hinaus investiert die BASF Venture Capital GmbH, eine Tochtergesellschaft der BASF Future Business GmbH, in zukunftsfähige Start-Up-Unternehmen u. a. im Bereich der Nanotechnologie.

Nanotechnologie-
Entwicklungen
bergen häufig ein
hohes Entwick-
lungsrisiko

Doch nicht alle Großunternehmen betreiben eigene Forschungs- und Entwicklungs-Aktivitäten im Bereich der Nanotechnologie. Dies liegt u. a. darin begründet, dass nanotechnologische Entwicklungen wegen ihres Grundlagen- und Querschnittscharakters eher außerhalb des Kerngeschäftes von Großunternehmen liegen oder aufgrund langer Entwicklungszeiten für neue technologische Ansätze und schwer abschätzbarer Vermarktungschancen als zu risikoreich gelten. Zur Risikominderung werden daher seitens der Großindustrie, die zunehmend auf kurzfristigen Return-on-Investment nach dem Prinzip des Shareholder-Values orientiert ist, differenzierte Kommerzialisierungsstrategien im Bereich der Nanotechnologie verfolgt, u. a.:

- Akquisition von Nanotechnologie-Know-how durch finanzielle und unternehmerische Beteiligung an jungen Nanotechnologieunternehmen (z. B. Übernahme der Firma Covion²⁵ durch Merck, Übernahme von NaWoTec²⁶ durch Zeiss oder die Beteiligung von BASF an der britischen Firma Oxonica Ltd.²⁷)
- Ausgründung von F&E Aktivitäten als eigenständige Geschäftseinheiten (u. a. Ausgründungen der NaWoTec GmbH durch die Telekom, Team Nanotec GmbH²⁸ durch IBM, responsif GmbH²⁹ durch die November AG)
- Kooperationen mit Forschungspartnern aus Universitäten und Forschungsinstitutionen, häufig mit Unterstützung durch öffentliche Fördermittel (PPP-Modelle, siehe Abschnitt 4.2)

4.2 Public-Private-Partnership-Modelle

Public-Private-
Partnership-
Projekte haben in
Deutschland deutlich
zugenommen

Der Trend zu Public-Private-Partnership(PPP)-Projekten hat in Deutschland in den letzten Jahren stark zugenommen. Im Jahr 2006 werden in Deutschland über 2 Mrd. Euro in Form von PPP-Projekten auf kommunaler, Landes- und Bundesebene investiert.³⁰ Auch für die

²⁵ www.covion.de

²⁶ www.nawotec.de

²⁷ www.oxonica.com

²⁸ www.team-nanotec.de

²⁹ www.responsif.de

³⁰ Grabow et al. 2005: „Public Private Partnership Projekte – Eine aktuelle Bestandsaufnahme in Bund, Ländern und Kommunen“, Deutsches Institut für Urbanistik

Kommerzialisierung der Nanotechnologie bieten PPP-Modelle erfolgversprechende Ansätze wie z. B. die Gründung gemeinsamer Unternehmen oder den Betrieb gemeinschaftlich finanzierter Forschungs- und Gründer-Zentren.

4.2.1 F&E-Zentren

Die Einrichtung von F&E-Zentren, die gemeinsam von öffentlichen und privaten Institutionen finanziert und genutzt werden, sind für komplexe Forschungs- und Entwicklungsaufgaben im Bereich der Nanotechnologie ein aussichtsreicher Ansatz, um einen effizienten Technologietransfer und verkürzte Time-to-Market Zeiträume zu erzielen. Derartige Modelle sind insbesondere in der Nano- / Mikroelektronik verbreitet. Als ein Beispiel für dieses Modell auf europäischer Ebene ist das Center of Excellence MINATEC³¹ in Grenoble zu nennen, in dem öffentliche Forschungsinstitutionen (CEA-LETI, INPG) gemeinsam mit Industriepartnern Technologieentwicklungen im Bereich der Mikroelektronik und der Nano- / Mikrosystemtechnik vorantreiben. In Deutschland entsteht in Dresden ein ähnlich ausgerichtetes Forschungscluster im Bereich der Nano- / Mikroelektronik, das mit der Gründung des Fraunhofer-Center Nanoelektronische Technologien CNT einen neuen Schub bekommen hat. Das FHG-CNT ist unter Beteiligung der Partner Fraunhofer-Gesellschaft, Infineon Technologies AG und Advanced Micro Devices Inc. (AMD) mit Förderung des Bundesforschungsministeriums sowie des Freistaates Sachsen im Jahr 2005 eingerichtet worden. Der Freistaat Sachsen und das BMBF unterstützen die neue Fraunhofer-Einrichtung mit Zuschüssen von insgesamt 80 Mio. Euro. Die Industriepartner planen bis 2010 die Durchführung von Forschungsprojekten in Höhe von rund 170 Mio. Euro. Im Zusammenspiel von Wissenschaft und Wirtschaft werden im FHG-CNT neue Prozesstechnologien für die Nanoelektronik entwickelt. Damit wurde ein weiterer Schritt vollzogen, um Dresden als einen der wichtigsten Standorte der europäischen Spitzenforschung auf dem Gebiet der Nanoelektronik zu etablieren.

Ein Beispiel für ein PPP finanziertes F&E-Zentrum mit Bezug zur chemischen Industrie ist das von der Degussa AG mit Unterstützung durch Fördergelder des Landes Nordrhein-Westfalen und der EU in Höhe von 8,5 Mio. Euro im Jahr 2005 eingerichtete Science-to-Business Center Nanotronics in Marl, das auf die Entwicklung von innovativen, auf Nanomaterialien basierenden Systemlösungen für die Elektronikindustrie und Energietechnik fokussiert. Das Konzept beruht auf der vertikalen Integration aller F&E-Aktivitäten und Ressourcen entlang der Wertschöpfungskette von der Grundlagenforschung über die Produktentwicklung bis hin zur Pilotproduktion gebündelt an einem Standort. Eine Vernetzung mit Universitäten und Forschungsinstituten wird durch

Nanotronics Science-to-Business Center als Beispiel für PPP-Modell in der chemischen Industrie

³¹ www.minatec.com

zahlreiche Kooperationen und BMBF oder DFG geförderte Projekte erreicht. Thematische Schwerpunkte des Nanotronics Center sind Technologie- und Produktentwicklungen in den Bereichen druckbare Elektronik, Farbstoffsolarzellen, OLED und Li-Batterien.³²

Ein anderes aktuelles Beispiel für ein PPP-Modell im Bereich der Nanotechnologie wurde in Hamburg mit der Einrichtung des Centrums für Angewandte Nanotechnologie (CAN) im Februar 2006 realisiert, für das bis 2010 eine Investitionssumme von rund 9,5 Mio. Euro bereit gestellt wird. Das CAN ist als Public-Private-Partnership unter maßgeblicher Beteiligung der Hamburger Wirtschaft entstanden, die in einem Förderverein die Mehrheit an der GmbH hält. Die in dem Förderverein zusammengeschlossenen Unternehmen, die das CAN durch die Erteilung von Forschungsaufträgen und die Bereitstellung von Fördermitteln mittragen, werden das Nanotechnologiezentrum in enger Kooperation mit der Universität Hamburg betreiben. Dadurch soll eine markt- und produktorientierte Steuerung der Forschungsaktivitäten erreicht werden. Der Tätigkeitsschwerpunkt des neuen Nanotechnologiezentrums liegt in der Auftragsforschung und in Entwicklungsdienstleistungen für regionale und überregionale Firmen und Forschungseinrichtungen im Bereich der Nanobiotechnologie. Kunden von CAN werden voraussichtlich in erster Linie Life-Science-Unternehmen aus den Industriebereichen Pharmazie, Biotechnologie und Kontrastmittel, Pharmaforschung, Kosmetik sowie Medizin- und Bildgebungstechnik sein. Nach erfolgreicher Etablierung des CAN soll der Fokus auf die Bereiche Chemie und Werkstoffe sowie Fahrzeug- und Maschinenbau / Metallverarbeitung ausgeweitet werden. In der Startphase wird das CAN Flächen der Universität Hamburg mitnutzen, ab 2007 eigene Labore anmieten und etwa 60 Mitarbeiter beschäftigen.

Forschungskooperation von Merck mit der TU Darmstadt

Das Spezialchemie- und Pharmazieunternehmen Merck KGaA und die Technische Universität Darmstadt haben Anfang 2006 einen Vertrag zur Gründung eines gemeinsam betriebenen Forschungslaboratoriums unterzeichnet. In dem Labor sollen in den kommenden fünf Jahren neuartige anorganische Verbundmaterialien erforscht werden, die sich als druckbare Bauteile für hochleistungsfähige elektronische Anwendungen eignen. Merck investiert in den Aufbau des Laboratoriums rund eine Million Euro. Die laufenden Kosten teilen sich beide Partner zu gleichen Teilen. Die TU Darmstadt bringt ihren Anteil hauptsächlich über Personal- und Sachleistungen ein. Erfindungen aus der Kooperation wird Merck zum Patent anmelden und vermarkten. Beide Partner sind an Erlösen, die aus der Zusammenarbeit entstehen, beteiligt.

³² Lüthge 2005

4.2.2 Unternehmen als PPP

PPP-Modelle beschränken sich nicht nur auf die Errichtung und Nutzung von Forschungsinfrastrukturen, sondern umfassen auch die Gründung von Unternehmen mit öffentlichen und privaten Gesellschaftern. Ein Beispiel für ein derartiges PPP-Unternehmen zur Kommerzialisierung der Nanotechnologie ist die SusTech GmbH aus Darmstadt, die im Jahr 2000 von der Technischen Universität Darmstadt, der Henkel KGaA und sechs Professoren als Gesellschafter gemeinsam auf dem Campus der TU Darmstadt gegründet worden ist. Sustech ist ein F&E orientiertes Nanotechnologie Unternehmen mit derzeit ca. 30 Wissenschaftlern. F&E-Schwerpunkte sind innovative Materialien, Systeme und Produkte auf den Gebieten: Ferrite, Bond / Disbond-on-Demand, Ausrüstung von Oberflächen, Synthese von Nanopartikeln, anisotrope Nanopartikel, Partikelmodifizierung sowie Biokomposite. Durch die Verknüpfung des materialwissenschaftlichen Forschungs-Know-hows der TU Darmstadt mit den Management- und Vermarktungskompetenzen eines internationalen Konzerns soll eine beschleunigte Umsetzung von Forschungsergebnissen in wirtschaftlich verwertbare Produkte und Verfahren (time-to-market) erfolgen. Staatliche Unterstützung in Form von Projektförderung durch das BMBF bleibt jedoch ein unverzichtbarer Erfolgsfaktor für die Realisierung längerfristig angelegter Entwicklungen. Als erstes kommerzielles Produkt wird von Sustech ein Zusatzstoff für Zahncremes gegen empfindliche Zähne vermarktet, der auf biofunktionalisierten Kalziumphosphat-Nanopartikeln basiert.

4.2.3 PPP als Finanzierungsinstrument

Mit der Einrichtung des High-Tech-Gründer-Fonds ist ein neuartiges Finanzierungsinstrument für Technologie orientierte Start-up Unternehmen in Deutschland als Public-Private-Partnership des Bundes und der Großunternehmen BASF, Telekom und Siemens geschaffen worden. Der Fonds ist mit 270 Mio. Euro ausgestattet, von denen das BMWi mit 240 Mio. Euro den Großteil beisteuert. Der Fonds stellt für neugegründete Kleinunternehmen im High-Tech-Sektor Darlehen oder Beteiligungen für eine Gründungsfinanzierung in Höhe von bis zu 500.000 Euro bereit. Dadurch sollen finanzielle Engpässe in Start-ups, für die in der Seed-Phase derzeit kaum VC bereit steht, entschärft werden. Darüber hinaus wird bei einer Beteiligung eine Unterstützung durch akkreditierte Coaches sowie ein Zugang zu Netzwerken von Industrieinvestoren, Business Angels und VC-Gesellschaften geboten. Durch unternehmerfreundliche Finanzierungsbedingungen (Zinsstundung, Verzicht auf Sicherheiten) sollen risikobehaftete Unternehmensausgründungen auch im Bereich der Nanotechnologie forciert werden.³³

Hightech-
Gründerfonds als
PPP basiertes
Finanzierungs-
instrument

³³ Jahn 2005

4.3 Start-up Unternehmen

Start-up als
Innovationstreiber
für Technologie-
entwicklungen mit
hohem unterneh-
merischem Risiko

Trotz der unbestritten wichtigen Funktion der Großindustrie bei der Kommerzialisierung der Nanotechnologie kommen KMU und hier insbesondere Start-up Unternehmen eine Schlüsselrolle als Innovationstreiber zu. Start-up Unternehmen sind eher als Großunternehmen in der Lage, mit hohem unternehmerischem Risiko behaftete Technologieentwicklungen voranzutreiben und spezielle Nischenmärkte mit neu entwickelten Nanotechnologie-Produkten zu besetzen. Diese bilden wiederum als „enabling technology“ die Ausgangsbasis für neue Technologie- und Innovationspfade entlang der Wertschöpfungskette in einer Vielzahl industrieller Branchen wie der Elektronik, der Chemie, der Pharmazie, der Optik oder der Automobiltechnik.

4.3.1 Start-up Unternehmen in der Gründungsphase

Nanotechnologie-Start-ups werden häufig als Kleinstunternehmen mit weniger als 10 Mitarbeitern im Umfeld universitärer und anderer öffentlicher Forschungseinrichtungen gegründet. Größere Cluster von Nanotechnologie-Start-ups haben sich beispielsweise in folgenden Regionen gebildet:

- Saarbrücken (chemische Nanotechnologie)
- Berlin (Nano-Optik, Nanobiotechnologie)
- München (Nano-Analytik, Nanobiotechnologie)
- Dresden (Nanoelektronik, Oberflächentechnik)

Herausragende
Forschungsinstitu-
tionen sind oftmals
Ursache für die
Bildung regionaler
Gründungscluster

Wesentlichen Einfluss auf die Entstehung derartiger Cluster haben herausragende Forschungsinstitutionen, deren Forschungsaktivitäten häufig die Basis für Unternehmensneugründungen in der Region bildeten. Als Beispiele hierfür können genannt werden das Institut für Neue Materialien in Saarbrücken, die TU Berlin, die LMU München oder die Fraunhofer-Institute in Dresden. Die Anzahl der Gründungen im Nanotechnologie-Bereich ist seit dem Höhepunkt im Jahr 2000 jedoch deutlich zurückgegangen. In den letzten Jahren waren nur noch vereinzelt Neugründungen zu verzeichnen.

Als Beispiel für ein Nanotechnologie-Unternehmen in der Gründungsphase ist die Viking Advanced Materials GmbH aus Homburg zu nennen, die im August 2003 gegründet wurde und mit derzeit 2 Mitarbeitern im Bereich der Nanomaterialentwicklung tätig ist. Das Unternehmen hat einen eng definierten Fokus in der Entwicklung und Produktion und adressiert mit seinem Know-how im Bereich nanopartikulärer Beschichtungsmaterialien und Bindemitteln vor allem Anwendungen in der Baubranche. Zum Produktspektrum gehören u. a. Metallfarbsalze zum Färben von Keramiken, dekorative und funktionelle Ziegelbeschichtungen und Hochtemperatur- bzw. Brandschutzsysteme. Die auf nanopartikulären Zusätzen basierenden anorganischen

Beschichtungsmaterialien weisen gegenüber herkömmlichen Produkten eine bessere Witterungs- und UV-Beständigkeit auf und können mit weiteren Funktionen wie Selbstreinigung, Korrosionsschutz oder Farbeffekten ausgestattet werden. Die Produkte adressieren einen Markt für die Substitution herkömmlicher organischer Beschichtungsmaterialien (üblicherweise Acrylate) von Betondachsystemen und Ziegeln. Eine wesentliche Voraussetzung für die Vermarktung der Beschichtungsmaterialien ist eine enge Partnerschaft mit den jeweiligen Endproduktherstellern. Als Innovationshemmnis wirken sich insbesondere die erforderlichen langen Testzyklen für die Produkte aus, die eine schnelle kommerzielle Umsetzung erschweren. Die Kundenstruktur ist international ausgerichtet und umfasst mehr als 100 Baumaterialhersteller weltweit. Als Konkurrenten werden generell Hersteller von Spezialchemikalien und Sol-Gel-Materialien gesehen. Die Fremdkapitalfinanzierung erfolgt bei der Viking Advanced Materials GmbH über Kredite. Erste nennenswerte Umsätze werden seit Mitte 2005 generiert und die Gewinnschwelle soll in 2006 erreicht werden.

Weitere Beispiele für neugegründete Start-ups in den letzten Jahren sind die Firma Nextnano aus München, die Artoss GmbH aus Rostock oder die NanoDel Technologies GmbH aus Magdeburg. Die 2005 aus der TU München ausgegründete Firma Nextnano ist Anbieter einer Simulationssoftware für elektronische und optoelektronische Nano-Halbleiterbauelemente. Das Geschäftsmodell basiert auf der Entwicklung kundenspezifischer Lösungen. Auftraggeber sind bislang u. a. die ehemalige Motorola-Halbleitersparte Freescale oder auch die US-Marine.

Die 2003 gegründete Artoss GmbH fokussiert auf die Entwicklung von nanostrukturierten Biomaterialien für den Knochenersatz. Mit dem neuartigen Material erschließen sich neue Möglichkeiten zur Behandlung von Knochendefekten, die durch Entzündungen oder Tumore entstanden sind. Das Marktpotenzial für Knochenersatz wird derzeit auf ca. eine Milliarde Dollar geschätzt bei einem Wachstum von ca. 30 Prozent.³⁴ Der Entwicklung des mittlerweile Patent geschützten Knochenersatzmaterials, das seit 2005 auf europäischer Ebene vermarktet wird, ging eine sechsjährige Forschungsarbeit an der Universität Rostock sowie mehreren Kliniken in Rostock und Greifswald voraus.

Hohes Marktpotenzial
für Knochenersatz-
materialien

Die 2003 gegründete NanoDel Technologies GmbH entwickelt Drug-Delivery Systeme auf Basis polymerer Nanopartikel als Carrier-Systeme zur Überwindung biologischer Barrieren wie der Blut-Hirn-Schranke. Die oberflächenfunktionalisierten Nanopartikel lassen sich beispielsweise zur Verabreichung von Wirkstoffen oder zur Gentherapie im Bereich des zentralen Nervensystems einsetzen. Das Geschäftsmodell der NanoDel

³⁴ „Biotech-Firma geht an den Markt“, Ostseezeitung, Ausgabe vom Freitag, den 12. November 2004

Technologies, die mittlerweile 9 Mitarbeiter beschäftigt, basiert zum einen auf Lizenzeinnahmen durch die weltweit patentierte Technologie-Plattform und zum anderen auf der Entwicklung eigener Produktlinien.

4.3.2 Later-Stage Start-up Unternehmen

4.3.2.1 ITN Nanovation

Die im Jahr 2000 gegründete ITN Nanovation GmbH ist ein Erfolgsbeispiel eines Nanotechnologie Start-ups, das im mittlerweile ca. 15 Unternehmen umfassenden Gründungs- und Innovationscluster der chemischen Nanotechnologie im Saarland angesiedelt ist. Die ITN Nanovation ist im Bereich der Entwicklung und Herstellung von Nanomaterialien und deren Weiterverarbeitung zu innovativen keramischen Produkten tätig. Die Mitarbeiterzahl ist seit der Gründung kontinuierlich auf mittlerweile 60 angestiegen, wobei ca. ein Drittel der Stellen auf den Bereich Forschung und Entwicklung entfallen. Auch hinsichtlich des Umsatzes konnte ein Wachstum auf mittlerweile deutlich über 4 Mio. Euro pro Jahr erzielt werden. Neben dem Hauptsitz in Saarbrücken betreibt die ITN Nanovation GmbH einen weiteren Produktionsstandort in Halberstadt, an dem nanopartikuläre Materialien im Tonnenmaßstab hergestellt werden. Anwendungen finden die nanotechnologischen Produkte der ITN unter anderem in den Bereichen Katalyse, Filtersysteme, Oberflächenveredelung und Sensorik.

Eine der aussichtsreichsten Produktlinien des Unternehmens sind nanoporöse keramische Filtermodule, die u. a. in der Abwasseraufarbeitung, der Trinkwassergewinnung oder der Getränke- und Lebensmittelindustrie Einsatz finden. Die adressierten Märkte der Filtersysteme, z. B. in dezentralen Kläranlagen oder der Bierfiltration, liegen in einer Größenordnung von über 1 Mrd. Euro. Langfristig werden auch Anwendungen in der Elektronik, Optik und Sensorik eine Rolle spielen wie z. B. photonische Kristalle, elektronische Schichten und Gassensoren. Die Kommerzialisierungsstrategie der ITN Nanovation zielt darauf, durch Umsätze mit eingeführten Produkten die finanzielle Basis für den Ausbau der Geschäftstätigkeiten in andere Bereiche zu legen. In der Herstellung der nanotechnologischen Produkte wird soweit wie möglich eine Vorwärtsintegration in der Wertschöpfungskette betrieben. Beispielsweise sollen im Bereich Kleinkläranlagen Komplettsysteme hergestellt werden, während dies in anderen Anwendungsbereichen nicht möglich ist, wie bei der Beschichtung von Haushaltsgeräten (z. B. Backöfen). Die Kundenstruktur ist überwiegend auf Deutschland und z. T. auf den europäischen Raum ausgerichtet. Die Internationalisierung erfolgt in erster Linie durch Kontakte zu ausländischen Filialen deutscher Kundenunternehmen. In den USA beginnt der Vertriebsaufbau und auch Asien wird als interessanter Markt eingeschätzt. Die Konkurrenzsituation ist differenziert zu betrachten, relevant sind z. T. eher Firmen aus

anderen Branchen, die vergleichbare Produkte auf anderer Technologiebasis herstellen und in einem Preis-Performance-Wettbewerb konkurrieren. Im Bereich keramischer Beschichtungen besteht ein Alleinstellungsmerkmal. Die Fremdkapitalfinanzierung erfolgt bei der ITN Nanovation GmbH überwiegend durch Venture Capital, u. a. durch die Nanostart AG. Für 2006 hat die ITN Nanovation den Börsengang für den Frankfurter Entry Standard angekündigt.

4.3.2.2 Magforce Nanotechnologies AG

Die Berliner MagForce Nanotechnologies AG gilt als ein weltweit führendes Unternehmen im Bereich der nanotechnologischen Krebsbekämpfung. Mit seiner patentierten Therapie können Tumore durch magnetische Nanopartikel gezielt zerstört werden. Seit März 2003 wird die neuartige Krebstherapie in mehreren Studien durchgeführt und erfolgreich getestet. Die Markteinführung wird bereits in den nächsten 2–3 Jahren angestrebt. Die Nano-Krebstherapie ist eine der ersten nanotechnologischen Anwendungen im medizinischen Bereich, ihr gingen rund 18 Jahre Grundlagenforschung an der Charité-Universitätsmedizin Berlin voraus. Der Beginn der Kommerzialisierung der Krebstherapie erfolgte mit der durch Venture Capital finanzierten Gründung der MFH Hyperthermiesysteme GmbH im Jahr 1997, die sich mit der Entwicklung eines patiententauglichen Therapiesystems für die neue Thermotherapiemethode befasste. Im Jahr 2000 wurde mit der MagForce Applications GmbH ebenfalls mit Venture Capital ein weiteres Start-up Unternehmen gegründet, das die Vermarktung der zweiten Komponente der Krebstherapie, nämlich tumorspezifischer Nanopartikel zum Ziel hatte. 2001 wurde die MFH Magnetic Fluid Hyperthermia GmbH als Finanzholding zu den beiden Tochterunternehmen MFH Hyperthermiesysteme GmbH und MagForce Applications GmbH gegründet. Mitte 2003 kam die wohl kritischste Phase der Unternehmenstätigkeit als dem bisherigen und einzigen Finanzinvestor, der bis dato 5 Mio. Euro investiert hatte, selbst das Kapital ausging und so plötzlich alle drei Gesellschaften gezwungen waren, ohne Vorbereitung in eine weitere Finanzierungsrunde einzusteigen und gezielt neue Investoren anzusprechen. Die Finanzierungsrunde der drei Start-up Unternehmen gestaltete sich als äußerst schwierig zu einem Zeitpunkt als viele VC-Geber teure BioTech Beteiligungen abschreiben mussten und kaum VC im Seed und Start-up zur Verfügung stand. Dem Management gelang es dennoch, drei VC-Gesellschaften für das Unternehmen zu interessieren und die Nanostart AG erhielt schließlich den Zuschlag. 2004 wurde der Beteiligungsvertrag mit der Nanostart abgeschlossen und der Alt-Investor schied über einen Besserungsschein aus dem Unternehmen aus. Es folgte die Fusion der beiden operativen Unternehmen auf die Finanzholding zur MagForce Nanotechnologies GmbH. Im Jahr 2005 wurde die MagForce in eine Aktiengesellschaft umgewandelt. Die MagForce hat derzeit 10

festangestellte Mitarbeiter sowie weitere 10 Mitarbeiter, die über Drittmittel finanziert werden. Es ist vorgesehen, strategische Partner sowohl aus der Medizintechnik- / Großgeräte-Branche (Siemens, General Electric, Varian, Philips u. a.) als auch aus dem Medizinprodukte-Disposable-Geschäft (Boston Scientific, Johnson & Johnson u. a.) in die Aktivitäten der MagForce einzubinden und so Zugang zu den internationalen Märkten zu erhalten. Darüber hinaus bestehen Kontakte zur Pharmaindustrie in Bezug auf Joint Pre-Market Developments im Bereich Drug-Carrier Systeme für bestimmte Krebsarten.

4.3.3 Start-up in der Exit- / Umwandlungsphase

4.3.3.1 Übernahme durch Großunternehmen

Die im Jahr 1999 aus einem Teilbereich der Deutschen Telekom ausgegründete NaWoTec GmbH aus Rossdorf kann als ein best-practice Beispiel für ein Unternehmen dargestellt werden, das nach seiner Gründung über mehrere VC-Kapital finanzierte Expansionsphasen einen Exit durch die Übernahme durch ein Großunternehmen vollzogen hat. NaWoTec ist im Jahr 2005 von der Carl Zeiss AG übernommen und in den Geschäftsbereich Semiconductor Metrology Systems der Carl Zeiss SMT eingegliedert worden.

Die Nanotechnologie-Aktivitäten der Nawotec umfassen die Bereiche Nanotools, Nanoelektronik sowie Nanomaterialien. Der Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit liegt in der Herstellung von Maskenreparatursystemen für die Fotolithografie. Für seinen Anteil an der Entwicklung des Elektronenstrahl basierten Maskenreparatursystems MeRiT™ hat NaWoTec im Jahr 2004 den Innovationspreis der Deutschen Wirtschaft erhalten. Die NaWoTec beschäftigte im Jahr 2005 34 Mitarbeiter. Die Entwicklung des Unternehmens erfolgte in drei Phasen. Nach der Ausgründung im Jahr 1999 erfolgte 2001 der Einstieg von VC-Investoren, der im Jahr 2002 noch weiter verstärkt wurde. Die Zusammenarbeit mit den Investoren – u. a. Wellington Partners, CIPIO, Target Partners und Intel Capital – wurde als sehr gut bewertet. Insbesondere die Beratungsleistung und die Vermittlung von Geschäftskontakten durch die VC-Geber wurden als positiv empfunden. In 2004 wurden nach den ersten Jahren reiner F&E-Aktivitäten erste Umsätze erzielt und die Gewinnschwelle in 2005 erreicht. Das Marktpotenzial für Maskenreparatursysteme wird derzeit auf ca. 60 Mio. US \$ geschätzt mit guten Wachstumsprognosen. Die Absatzchancen werden langfristig positiv beurteilt, da mit abnehmenden Strukturgrößen der elektronischen Schaltkreise sich Maskendefekte stärker bemerkbar machen. Das Mehrfachschreiben von Fotomasken als alternatives Verfahren der Maskenkorrektur wird an Bedeutung verlieren. Als Konkurrenten in diesem Marktsegment werden insbesondere die Firmen SII (Japan) und Rave (USA) gesehen. Als Kommerzialisierungshemmnis wird eine starke

Abhängigkeit von Kundenunternehmen, insbesondere Verzögerungen bei der Implementierung geplanter Technologiezyklen (z. B. 65 nm node der ITRS Roadmap), angeführt. Durch den Zusammenschluss mit der der Carl Zeiss SMT mit ihrem weltweiten Vertriebs- und Servicenetz sowie der Expertise im Bereich der Elektronenstrahlolithografie wird die Wettbewerbsposition der NaWoTec als Teil der Carl Zeiss SMT für ein langfristiges Wachstum in einem schnell expandierenden Markt deutlich verbessert.

Langfristige
Verbesserung
der Wettbewerbs-
position durch
Zusammenschluss mit
Großunternehmen

4.3.3.2 Börsen notierte Start-ups

Mittlerweile sind erste deutsche Nanotechnologie Start-up Unternehmen zu verzeichnen, die an der Börse notiert sind. Als Beispiel ist die 1994 gegründete NanoFocus AG mit Sitz in Oberhausen zu nennen, die optische 3D-Messsysteme für hochgenaue Oberflächenmessungen im Mikro- und Nanometerbereich entwickelt und produziert. Die Messsysteme werden dabei sowohl im Bereich der Entwicklung als auch in der Qualitätskontrolle, insbesondere in der Halbleiterfertigung und der Mikrosystemtechnik, eingesetzt. Zu den Kunden zählen u. a. Firmen der Halbleiterindustrie wie z. B. Infineon, öffentliche Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen im Bereich der Nano- und Mikrotechnologie. Nach kontinuierlichem Ausbau der Geschäftstätigkeiten beschäftigt die Nanofocus AG derzeit ca. 26 Mitarbeiter und verfügt über Vertretungen in Asien und den USA. Im Geschäftsjahr 2004 erzielte das Unternehmen nach eigenen Angaben einen Umsatz von über 3,1 Mio. Euro mit einem positiven Betriebsergebnis vor Abzug von Zinsen, Steuern und Abschreibungen. Im Jahr 2005 hat die Beteiligungsgesellschaft Nanostart AG als Hauptinvestor des Unternehmens die NanoFocus AG im neu geschaffenen Entry Standard der Frankfurter Wertpapierbörse eingeführt. Die NanoFocus AG ist damit der erste deutsche Nanotechnologie-Equipmenthersteller, der an der Börse platziert worden ist. Die durch den Börsengang akquirierten Finanzmittel von 3,5 Mio. Euro sollen in erster Linie für den Ausbau der internationalen Vertriebsaktivitäten genutzt werden.

Nanofocus AG als
erstes deutsches
Nanotechnologie-
unternehmen im
Entry Standard der
Deutschen Börse
notiert

Als weiteres deutsches Nanotechnologieunternehmen im Entry Standard Index der Deutschen Börse ist die 2004 gegründete Firma Neosino Nanotechnologies notiert, die sich auf die Herstellung und Vermarktung von Nahrungsmittelergänzungsprodukten mit nanopartikulären Inhaltsstoffen fokussiert. Die Herstellung der nanopartikulären Materialien (u. a. silikatische Mineralien) erfolgt durch mechanische Mahlverfahren.

Als aktuellstes Beispiel ist der Börsengang der 2000 in Erlangen gegründeten Firma Bio-Gate zu nennen. Bio-Gate ist darauf spezialisiert, Materialien und Oberflächen durch nanopartikuläres Silber antibakteriell auszurüsten und damit gegen Bakterien, Pilze und andere Krankheitserreger zu schützen. Die Technologie findet vor allem in hygienesensitiven Anwendungen in der Medizin- und Lebensmitteltechnik Einsatz. Das

Unternehmen wurde als Spin-off der Universität Erlangen und dem Fraunhofer IFAM gegründet. Zusammen mit den Tochterfirmen beschäftigt Bio-Gate derzeit 19 Mitarbeiter am Hauptsitz in Nürnberg und der Zweigniederlassung in Bremen. Das Platzierungsvolumen für die Aktien des Nanotechnologie-Unternehmens beläuft sich auf ca. 15 Mio. Euro.

4.3.4 Insolvenzen

Um aus Nanotechnologieentwicklungen marktfähige Produkte zu generieren sind oftmals langwierige Produktentwicklungszeiten sowie Zulassungs- und Testprozeduren zu überstehen. Selbst bei erfolgreichen Produktentwicklungen müssen sich Nanotechnologie-Produkte in einem harten Preis-Performance-Wettbewerb gegenüber Konkurrenzlösungen am Markt durchsetzen. Nanotechnologie Start-ups müssen daher häufig relativ lange Zeiträume mit negativen Betriebsergebnissen überstehen. In Zeiten zurückhaltender Finanzinvestoren kann dies zu Problemen bei der Akquisition von Anschlussfinanzierungen und schlechtenfalls zur Insolvenz der Start-up Unternehmen führen. Als Beispiele für Nanotechnologie Start-ups, deren Geschäftstätigkeit durch Insolvenz beendet worden ist, sind die Firmen Nanotype aus München und die Firma Nanosolutions aus Hamburg zu nennen. Die Firma Nanotype, die im Jahr 2000 als Preisträger eines Münchner Business Plan Wettbewerbes aus der LMU München ausgegründet worden ist, fokussierte auf die Entwicklung und Kommerzialisierung eines Messverfahrens zur Bestimmung intermolekularer Bindungskräfte von Biomolekülen. Das Verfahren sollte Anwendung u. a. in der Medikamentenentwicklung in der Pharmazeutischen Industrie finden. Trotz einer ersten VC-Finanzierungsrunde in Höhe von 3,25 Mio. Euro, der patentlichen Absicherung der Technologie und erster Kooperationsverträge mit einem US-amerikanischen Pharmaunternehmen scheiterte die Anschlussfinanzierungsrunde für das Unternehmen und Nanotype musste im Jahr 2003 Insolvenz anmelden. Die insbesondere im Bereich der Nanobiotechnologie erforderlichen langen Entwicklungszeiten bis zum vermarktbareren Produkt führten in diesem Fall zu einem Scheitern des zu kurzfristig angelegten Finanzierungskonzeptes.

Die im Jahr 2000 aus der Universität Hamburg ausgegründete Firma Nanosolutions aus Hamburg, die im Jahr 2001 den Existenzgründerwettbewerb „hep“ der Hamburger Universitäten gewonnen hatte, war im Bereich der Entwicklung selbstdispersierender Nanopartikel für Sicherheitstinten, medizinische Diagnostik sowie für Farben und Lacke tätig. Nanosolutions galt als Erfolgsstory der Hamburger Gründerszene und wurde mehrfach mit Preisen ausgezeichnet. Mit der Bayer AG bestand eine Kooperation hinsichtlich der Forschung und Entwicklung im Bereich von Biolabels auf Basis von Nanophosphoren. Trotz mehrfacher Auszeichnungen der Firma – u. a. als Gründerchampion 2004 bei den „Deutschen Gründer- und Unter-

nehmensTagen“ – zogen sich im Jahr 2005 die Investoren zurück und die Firma musste Insolvenz anmelden. Auch im Fall der Nanosolutions GmbH entsprach der Zeitraum bis zur Entwicklung marktgängiger Produkte nicht den ursprünglichen Erwartungen der Investoren, die insgesamt 3,5 Mio. Euro in die Firma investiert hatten. Die F&E-Arbeiten der Nanosolutions werden z. T. innerhalb des Centrums für Angewandte Nanotechnologien (CAN) in Hamburg weitergeführt.

5 FAZIT UND AUSBLICK

Die Nanotechnologie ist nach Einschätzung beteiligter Stakeholder eine zukunftsweisende Basistechnologie mit einer Schrittmacherfunktion für technologische Innovationen in einer Vielzahl industrieller Branchen in Deutschland. Die Überführung nanotechnologischer Forschungsergebnisse in vermarktbarere Produkte stellt sich jedoch häufig als ein langwieriger Prozess dar, der langfristig angelegte Strategien sowohl von Unternehmensseite als auch von den Investoren erfordert. Öffentliche Fördermaßnahmen sind hierbei ein wichtiges Bindeglied, um grundlagenorientierte Nanotechnologie-Forschung näher an eine kommerzielle Nutzung zu überführen. Neben der anwendungsorientierten Projektförderung des BMBF erscheinen hierbei insbesondere Public-Private-Partnership-Modelle zur Schaffung geeigneter öffentlich und privat genutzter Forschungszentren und Inkubatoren aussichtsreich, um die Innovationszyklen von der Laborentwicklung zum marktfähigen Produkt zu verkürzen.

PPP als aussichtsreicher Ansatz zur Kommerzialisierung der Nanotechnologie

Ein weiteres Problem bei der Kommerzialisierung der Nanotechnologie liegt in den begrenzten Wertschöpfungsmöglichkeiten durch nanobasierte Komponentensysteme und Werkstoffe, da Nanotechnologieunternehmen häufig am Anfang der Wertschöpfungskette positioniert sind. Insbesondere für Materialhersteller ist die Position als Zulieferer am Anfang der Wertschöpfungskette wegen fehlender Marktgestaltungsmöglichkeiten problematisch. Während die Werkstoffhersteller auf großvolumige Märkte angewiesen sind, lassen sich kleinvolumige Werkstoffanwendungen, wie sie speziell im Bereich neuer Nanomaterialien üblich sind, nur durch die Wertschöpfung im System erzielen, was jedoch in der Regel eine neuartige Produktionstechnik mit entsprechendem Investitionsaufwand nach sich zieht. Weiterhin besteht bei der Produktion von Nanomaterialien oftmals kein direkter Kontakt zum Endkunden, so dass das Investitionsrisiko komplett auf den Materialhersteller abgewälzt wird. Um unter diesen Voraussetzungen kommerzielle Erfolge und nennenswerte Wettbewerbseffekte in Deutschland zu erzielen, ist eine entsprechende strukturelle Anpassung der Forschung und Entwicklung im Sinne einer vertikalen Interdisziplinarität entlang der Wertschöpfungskette und der Aufbau entsprechender Schnittstellen zwischen Technologieentwickler und anwendendem Unternehmen erforderlich. Bei der Etablierung derartiger Kooperationen spielen PPP-Modelle und öffentlich geförderte Verbundprojekte eine wichtige Brückenfunktion.

Vertikale Interdisziplinarität entlang der Wertschöpfungskette erforderlich

Durch die seit Anfang der 90er Jahre kontinuierlich ausgebauten Verbundprojektförderung des BMBF wurde die Basis für die Etablierung einer breiten industriellen Nanotechnologie-Szene gelegt, womit Deutschland im europäischen Bereich an der Spitze liegt. Immerhin gibt es in Deutschland mittlerweile ca. 200 Nanotechnologie-Start-up Unternehmen. Angesichts einer geschätzten Anzahl von weltweit 1.200

Start-up Unternehmen, davon mehr als die Hälfte in den USA³⁵, ist Deutschland hier international gut positioniert. Der in den letzten Jahren zu beobachtende Trend einer stark sinkenden Anzahl von Unternehmensneugründungen könnte diese gute Ausgangsposition allerdings gefährden.

Aus den Ergebnissen der Untersuchungen lässt sich die Situation der Kommerzialisierung der Nanotechnologie in Deutschland in Form einer SWOT-Matrix abbilden:

SWOT-Matrix
zur Kommer-
zialisierung der
Nanotechnologie
in Deutschland

<p style="text-align: center;">Stärken</p> <ul style="list-style-type: none"> • PPP-Modelle zur Kommerzialisierung der Nanotechnologie mit Vorbildcharakter sind initiiert worden • Hohes Nanotechnologie-Know-how und exzellente Forschungsinfrastruktur am Standort Deutschland • Etablierung branchenspezifischer Wertschöpfungsketten und Netzwerke durch BMBF-Nanotechnologie-Leitinnovationen 	<p style="text-align: center;">Schwächen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geringe Anzahl von Unternehmensgründungen • Kaum VC-Kapital für Frühphasenfinanzierung vorhanden • Hohe bürokratische Hürden bei der Unternehmensgründung • Unzureichend entwickelte Risikokultur in Deutschland aufgrund fehlender Anreize • Wenig effiziente Verwertung von Patenten an Hochschulen
<p style="text-align: center;">Chancen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forcierung von Nanotechnologie Spin-offs durch Finanzierung über High-Tech-Gründerfonds • Verstärktes Investoren-Interesse durch erfolgreiche Nanotechnologie IPOs • Schaffung einer breiten gesellschaftlichen Technikakzeptanz durch offene und frühzeitige Kommunikation von Chancen und Risiken 	<p style="text-align: center;">Herausforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vermeidung eines Nano-Hype infolge unseriösen Marketings mit dem Label „nano“ • Abbau von bürokratischen Hemmnissen und Schaffung erhöhter Anreize für Unternehmer • Vermeidung eines Know-how Abflusses durch Aufkäufe und Liquidationen deutscher Nano-Start-ups seitens ausländischer Investoren

Als **Stärke** im Bereich der Kommerzialisierung der Nanotechnologie in Deutschland ist die Initiierung erfolgsversprechender PPP-Projekte zu nennen. Hierdurch wird die Vernetzung und Bündelung von

³⁵ Lux Research 2004

Kompetenzen über die gesamte Wertschöpfungskette von der Forschung zum Endprodukt ermöglicht. Allgemein anerkannt sind das hohe Nanotechnologie-Know-how und die exzellente Forschungsinfrastruktur am Standort Deutschland. Die vom BMBF initiierten Leitinnovationen leisten einen wesentlichen Beitrag, um branchenspezifische Wertschöpfungsketten in volkswirtschaftlich relevanten Bereichen zu etablieren.

Als **Schwäche** in Deutschland ist in erster Linie die geringe Anzahl von Unternehmensneugründungen zu nennen. Ursachen hierfür liegen u. a. in einem erschwerten Kapitalzugang für risikoreiche Gründungsinvestitionen, fehlenden Anreizen für Unternehmer und hohen bürokratischen Hürden bei der Unternehmensgründung. Weiterhin bestehen Defizite in der Patentverwertung an Hochschulen. In Diskussion ist derzeit beispielsweise, inwieweit die im Jahr 2002 umgesetzte Gesetzesänderung zur Patentverwertung an Hochschulen und die damit verbundene Abschaffung des Hochschullehrerprivilegs mit einem Grund für die abnehmende Tendenz von Ausgründungen aus dem universitären Bereich darstellt. Nach Aussagen beteiligter Stakeholder bestehe weiterhin noch Optimierungspotenzial hinsichtlich eines effizienteren Lizenzmanagements durch die eingerichteten Patentverwertungsagenturen.

Chancen liegen in der Forcierung von Nanotechnologie Spin-offs durch Nutzung des High-Tech-Gründerfonds. Weiterhin sind hinsichtlich der Entwicklung auf dem Kapitalmarkt positive Signale gesetzt worden durch erste Börsengänge von Nanotechnologieunternehmen, die in den letzten Monaten erfolgt bzw. angekündigt worden sind. Bei einer Fortsetzung der Entwicklung ist ein verstärktes Investoren-Engagement im Bereich der Nanotechnologie zu erwarten, das der Kommerzialisierung des Technologiefeldes einen neuen Schub geben könnte.

Herausforderungen bestehen im Abbau bürokratischer Hemmnisse und der Schaffung erhöhter Anreize für Unternehmensgründungen. Weiterhin muss eine Verunsicherung von Verbrauchern und Investoren durch einen Nano-Hype vermieden werden, der durch unseriöse Berichterstattung und aggressives Marketing für Produkte mit dem Label „nano“ entstehen könnte. Darüber hinaus bestehen Befürchtungen, dass aufgrund des derzeitigen Kapitalmangels kapitalsuchende Nanotechnologie Start-up Unternehmen von ausländischen Investoren aufgekauft und liquidiert werden und dadurch ein Abfluss von z. T. öffentlich geförderten Nanotechnologie Know-how entsteht. Ein aktuelles Beispiel hierfür ist die Akquisition des Technologie-Portfolios der Nanogate Advanced Materials GmbH auf dem Gebiet der Formulierung von Nanopartikel-Dispersionen durch die US-Firma Air Products.³⁶

Um verstärkte Anreize für Unternehmensgründungen zu schaffen müssen die Rahmenbedingungen verbessert werden

³⁶ „Air Products strengthens Nanoparticle Dispersion Focus through Joint Venture Technology Acquisition“, Pressemitteilung vom 4. April 2006, www.airproducts.com

Im Folgenden werden einige Schlussfolgerungen und mögliche Ansätze zur Verbesserung der Rahmenbedingungen und Strategien für die Kommerzialisierung der Nanotechnologie in Deutschland abgeleitet.

5.1 Rahmenbedingungen für Start-up Gründungen

Bei den befragten Stakeholdern besteht Konsens, dass Start-up Unternehmen eine wesentliche Rolle bei der Überführung von Forschungsergebnissen in Produkte spielen. Aufgrund der hohen Flexibilität und Kreativität sowie der Fokussierung auf eine klar abgegrenzte Produktentwicklung werden durch Start-ups insbesondere typische Probleme an den Schnittstellen bei unternehmensübergreifenden Wertschöpfungsketten gemeistert.

Dem seit einigen Jahren zu beobachtenden abnehmenden Trend von Unternehmensneugründungen im Nanotechnologiebereich sollte durch eine Verbesserung der Rahmenbedingungen und Schaffung zusätzlicher Anreize entgegen gesteuert werden. Mögliche Ansätze hierzu betreffen beispielsweise:

- den Abbau bürokratischer Hemmnisse bei der Unternehmensgründung, z. B. Vereinfachung und Verkürzung der Abwicklung von Handelsregistereinträgen
- die Verbesserung des Zugangs zu Finanzierungsquellen in der Gründungsphase, z. B. durch Nutzung des High-Tech-Gründerfonds oder anderer Seedfonds
- den Ausbau von Gründer-Wettbewerben und Existenzgründerprogrammen, die in der Vergangenheit einen wesentlichen Beitrag für Unternehmensneugründungen im Bereich der Nanotechnologie geliefert haben
- die Schaffung zusätzlicher Anreize für universitäre Spin-offs durch Universitätsmitarbeiter, beispielsweise durch eine Modifizierung der Neuregelung der Patentverwertung an Universitäten speziell hinsichtlich der Eigentumsrechte an den Patenten
- die Verbesserung des Angebotes und der Transparenz von Gründerberatungsangeboten, z. B. von Industrie- und Handelskammern oder Industrieverbänden
- die Bereitstellung professioneller Unterstützung von Gründerteams vor und während der Startphase, insbesondere bei der Marktbeurteilung, der Erarbeitung einer tragfähigen Geschäftsstrategie und der Erstellung von Geschäftsplänen

- die Schaffung „virtueller“ Start-up-Strukturen durch Etablierung von „Shared Services“ zur Vereinfachung der Startphase, z. B. durch Reduktion des administrativen Aufwands im Bereich Personal und Steuern

5.2 Public-Private-Partnership-Projekte

Public-Private-Partnership-Modelle bieten vielversprechende Ansätze, um nanotechnologische Erkenntnisse durch Kooperationen von Universitäten und Forschungseinrichtungen mit Unternehmen, z. B. bei der Schaffung gemeinsamer Forschungszentren oder der Gründung gemeinsamer Unternehmen, schneller in vermarktbar Produkte zu überführen. Durch derartige Kooperationsmodelle können internationale Vermarktungsressourcen etablierter Unternehmen, exzellentes Forschungs-Know-how von Forschungseinrichtungen und flexible, dynamische Strukturen von Start-up Unternehmen miteinander verknüpft werden. Beispiele mit Vorbildcharakter in diesem Zusammenhang sind das Centrum für Angewandte Nanotechnologie (CAN) in Hamburg, das Science-To-Business-Modell der Degussa (Nanotronics-Center in Marl), das Fraunhofer-Center Nanoelektronische Technologien (CNT) in Dresden sowie die Kooperationen der TU Darmstadt mit Henkel und Merck.

Durch PPP-Modelle lassen sich Kompetenzen von Forschungsinstitutionen und Unternehmen kombinieren

5.3 Öffentliche Fördermaßnahmen

Seitens Industrie und Wissenschaft werden staatlichen Maßnahmen zur Förderung der Nanotechnologie eine hohe Bedeutung beigemessen. Für die Industrie hat besonders die Entwicklung interdisziplinärer Zusammenarbeit innerhalb der BMBF-Verbundprojekte einen hohen Stellenwert. Als wünschenswert für eine effiziente Verwertung von Projektergebnissen wird eine Kopplung von Nanotechnologieförderprogrammen an bestimmte Branchen gesehen, um gesamte Wertschöpfungsketten abzudecken. Aus Sicht der Industrie sollte das flexible und fokussierte Fördermittel der Projektförderung gegenüber der institutionellen Förderung bevorzugt werden.

Die Nanotechnologie bietet als Querschnittstechnologie Innovationschancen in fast allen Wirtschaftsbranchen in Deutschland. Besondere volkswirtschaftliche Hebeleffekte sind hierbei in Deutschland insbesondere für die Branchen Automobil, Optische Industrie, Elektronik und Pharma / Medizintechnik erkennbar. In diesen Bereichen kann Deutschland seine Stärken durch gezielte, an der Wertschöpfungskette orientierte FuE-Kooperationen ausbauen. Die Orientierung an der Wertschöpfungskette und die Bündelung der FuE-Ressourcen auf Vorreiterbranchen hatten bereits zu folgenden Leitinnovationen geführt:

Leitinnovationen zur Etablierung von Wertschöpfungsketten in Branchen mit hoher Wertschöpfung in Deutschland

- NanoMobil für Anwendungen in der Automobilbranche
- NanoLux für die Verbindung von optischen Technologien und Nanotechnologie
- NanoForLife für den Bereich Pharma und Medizintechnik
- NanoFab für die Produktionstechnik in der Nanoelektronik
- NanoChem für die chemische Industrie

In diesen Leitinnovationen werden bereits erhebliche Mittel der BMBF-Projektfördermittel konzentriert. Zur speziellen Förderung von Kleinen und Mittleren Unternehmen, die auf dem Gebiet der Nanotechnologie tätig sind bzw. ihr Geschäftsfeld durch den Einsatz von Nanotechnologie erweitern und stärken wollen, ist das Förderprogramm „NanoChance“ initiiert worden. Neben der Unterstützung neu gegründeter Start-ups in der Nanotechnologie werden Stabilisierung und Wachstum innovationsfreudiger KMU flankiert, um Raum für neue nanotechnologische Entwicklungen zu schaffen sowie Potenziale für Vernetzungsaktivitäten und neue Verwertungsperspektiven zu erschließen. Start-up Unternehmen aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen werden ausdrücklich zur Teilnahme an der Initiative aufgerufen. In diesem Zusammenhang ist eine Co-Finanzierung der Vorhaben, beispielsweise auch über den High-Tech-Gründerfonds, generell möglich. Neben Neugründungen und Firmen, die bereits auf dem Gebiet der Nanotechnologie tätig sind, sollen auch für solche KMU Anreize geschaffen werden, die sich bisher noch nicht in ausreichendem Maße mit nanotechnologischen Ansätzen für die Erschließung neuer Produktlinien und zur Steigerung des Eigenschaftspotenzials bestehender Produkte befasst haben. Geeignet sind deshalb auch Kooperationsprojekte zwischen Firmen, die insbesondere das Know-how, das bisher an den Instituten auf dem Gebiet der Nanotechnologie erarbeitet wurde, unternehmerisch für Produktentwicklungen nutzen.

In einem rohstoffarmen Land wie Deutschland wird Kompetenz zum Schlüssel für wirtschaftlichen Erfolg. Innovation beginnt oft in den Köpfen junger Wissenschaftler/-innen. Sie bilden die Grundlage für die langfristige Sicherung von Forschung, Entwicklung und Zukunftsmärkten. Im Rahmen einer BMBF-Maßnahme wird Nanonachwuchsgruppen die Möglichkeit gegeben, durch grundlagenorientierte Arbeiten den Grundstein für eine akademische Laufbahn zu legen, aber auch soweit industrielles Anwendungspotenzial mit auszuloten, dass mittelfristig eine Kommerzialisierung der Ergebnisse denkbar ist oder gar die Ausgründung eines Unternehmens durch Mitarbeiter der Nachwuchsgruppe. Derzeit sind 17 Nachwuchsgruppen in der Förderung. Die Resultate der bisherigen Arbeiten haben bewirkt, dass die Maßnahme unter dem Titel NanoFutur fortgesetzt wird.

Neben der direkten Förderung junger Unternehmen werden auch innovationsbegleitende Maßnahmen durchgeführt, welche die industrielle Einführung von Produkten und Produktionsprozessen verantwortungsvoll und kundenorientiert unterstützen. Im Rahmen der Vorsorgemaßnahme „NanoCare“ hat das BMBF einen projektbegleitenden Dialog zwischen Forschern, Anwendern und der Gesellschaft zu Chancen und Risiken der Nanotechnologie in Gang gesetzt. Dieser soll detaillierte Fakten für die Abschätzung der ökonomischen Potenziale und der sozioökologischen Chancen und Risiken liefern. Dabei wird unter Beteiligung von Unternehmen, Forschungsinstitutionen und Fachverbänden eine allgemeine Informations- und Wissensbasis zu gesundheitsrelevanten Aspekten synthetischer Nanopartikel geschaffen als Grundlage für eine innovative Materialforschung und eine breite Akzeptanz der Nanotechnologie in der Bevölkerung.

Innovationsbegleitende Maßnahmen fördern eine gesellschaftlich verantwortungsvolle Technologieentwicklung

6 QUELLENVERZEICHNIS

- Allianz/OECD 2005: „Opportunities and risks of Nanotechnologies“, Juni 2005
- BMBF 2002: „Förderprogramm IT-Forschung 2006 – Förderkonzept Nanoelektronik“
- BMBF 2004: „Nanotechnologie erobert Märkte“ Deutsche Zukunftsoffensive für Nanotechnologie
- Cientifica 2006: „VC to Nanotech: Don't call us“, Cientifica white paper, Januar 2006
- Deloitte 2006: Venture Capital Barometer Q4 2005
- EmTech Research 2005: „Nanotechnology Industry Category Overview“, Ann Arbor, EmTech Research 2005
- Ernst & Young 2005: „Kräfte der Evolution“, Deutscher Biotechnologie-Report 2005
- Ernst & Young 2005: Venture Capital Barometer 2004
- Europäische Kommission 2005: „Some Figures about Nanotechnology R&D in Europe and Beyond“
(http://www.cordis.lu/nanotechnology/src/pe_reports_studies.htm)
- Europäisches Patentamt 2006: „Nanotechnology Patent Trends“, Präsentation Nanotech 2006 in Tokio, Dr. Kallinger (EPO)
(www.invest-in-germany.de/upload_files/20060306163713_nanotech_2006_Tokio_Kallinger.pdf)
- Grabow et al. 2005: „Public Private Partnership Projekte – Eine aktuelle Bestandsaufnahme in Bund, Ländern und Kommunen“, Deutsches Institut für Urbanistik
- Jahn, D. 2005: „High-Tech-Gründerfonds: Chancen für junge Unternehmer aus der Nanotechnologie“, Präsentation, 1. Nanostrategiekonferenz am 18.10.2005 in München
- Lüthge, T. 2005: „Creavis: Creating New Businesses for Degussa“, Präsentation, 1. Nanostrategiekonferenz am 18.10.2005 in München
- Lux Research 2004: „The Nanotech Report 2004“, Lux Research Inc. (www.luxresearchinc.com)
- Research and Consultancy Outsourcing Services 2005: „The World Nanotechnology Market 2005“ (www.researchandmarkets.com)
- UK Department for Environment, Food and Rural Affairs 2005: „Characterising the potential risks posed by engineered nanoparticles“, UK Government research report
- VDI Technologiezentrum GmbH 2004: „Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt“, Reihe Zukünftige Technologien, Bd. 53, ISSN-1436-5928
- Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung 2005: Gründungsreport Nr.1, 2005

7 INTERNETLINKS

National

- *Nanotechnologieförderung des BMBF*
www.bmbf.de/de/nanotechnologie.php
- *Nanotechnologieportal der VDI TZ GmbH*
www.nanonet.de
- *Deutscher Nanotechnologie Kompetenzatlas*
www.nano-map.de
- *Präsentationsplattform deutscher Nanotechnologie KMU*
www.nanoingermany.de
- *High-Tech-Gründerfonds*
www.high-tech-gruenderfonds.de

Europa

- *Europäisches Nanotechnologie-Portal*
www.nanoforum.org
- *Nanotechnologieförderung der EU*
www.cordis.lu/nanotechnology

International

- *Datenbank mit Nanotechnologieprodukten im Konsumerbereich*
www.nanotech-project.org
- *Asiatisches Internetportal*
www.asia-nano.org
- *Internationales Firmenverzeichnis zur Nanotechnologie*
www.nanovip.com
- *Internationales Nanotechnologieportal mit Finanz- und Unternehmensdaten*
www.nanotechnology.com

8 VERZEICHNIS DER NANOTECHNOLOGIE START-UPS IN DEUTSCHLAND

Branchenschwerpunkt Life Sciences

Across Barriers GmbH

66123 Saarbrücken
www.across.infos.de

advalytix AG

85649 Brunthal
www.advalytix.de

BioTissue Technologies GmbH

79108 Freiburg
www.biotissue-tec.com

Capsulation NanoScience AG

12489 Berlin
www.capsulation.de

chemicell GmbH

10823 Berlin
www.chemicell.com

CLONDIAG® chip technologies

07749 Jena
www.clondiag.com

Cytocentrics CCS GmbH

72770 Reutlingen
www.cytocentrics.com

Dartsch Scientific GmbH

72160 Horb
www.dartsch-scientific.com

DIREVO Biotech AG

50829 Köln
www.direvo.com

ebiochip systems

25524 Itzehoe
www.ebiochipsystems.com

Epigenomics AG

10435 Berlin
www.epigenomics.com

Evotec Technologies GmbH

22525 Hamburg
www.evotec-technologies.com

febit biotech gmbh

69120 Heidelberg
www.febit.de

Galab

21502 Geesthacht
www.galab.de

GeneScan Europe AG

79108 Freiburg
www.genescan.com

Genovoxx GmbH

23562 Lübeck
www.genovoxx.de

hte Aktiengesellschaft

69123 Heidelberg
www.hte-company.de

IBFE GmbH

66424 Homburg/Saar
www.ibfe-biotech.de

IIP-Technologies GmbH

53113 Bonn
www.iip-tec.com

instrAction GmbH

67059 Ludwigshafen
www.instruction.com

MagForce Nanotechnologies GmbH

14050 Berlin
www.magforce.com

MagnaMedics GmbH

52066 Aachen
www.magnamedics.com

MIB – Munich Innovative Biomaterials GmbH

06237 Leuna
www.mib-biotech.de

Micromet AG

81477 München
www.micromet.de

Molecular Machines & Industries GmbH

85386 Eching
www.molecular-machines.com

mtm laboratories AG

69120 Heidelberg
www.mtm-laboratories.com

nAmbition GmbH

01307 Dresden
www.nambition.de

nanion technologies

80336 München
www.nanion.de

NanoPharm™AG

39120 Magdeburg
www.nanopharm-ag.com

nanoTools Antikörpertechnik GmbH & Co. KG

79331 Teningen
www.nanotools.de

NascaCell IP GmbH

81377 München
www.nascacell.de

NIMBUS Biotechnologie GmbH

04317 Leipzig
www.nimbus-biotech.com

november AG

91056 Erlangen
www.november.de

novosom AG

06120 Halle
www.novosom.de

Osartis GmbH & Co. KG

63784 Obernburg
www.osartis.de

Phenion GmbH & Co. KG

60439 Frankfurt/Main
www.phenion.com

proteros biostructures GmbH

82152 Martinsried
www.proteros.de

sarastro GmbH

66287 Quierschied-Göttelborn
www.sarastro-nanotec.com

TransTissue Technologies GmbH

10117 Berlin
www.transtissue.com

Virus Tracing Group

81377 München
www.single-virus-tracing.com

Branchenschwerpunkt Mikroelektronik / IT

AIXUV GmbH
52074 Aachen
www.aixuv.de

Hymite GmbH
12489 Berlin
www.hymite.com

**IPAG – Innovative
Processing AG**
47057 Duisburg
www.ipag35.com

**NL Nanosemiconductor
GmbH**
44263 Dortmund
www.nanosemiconductor.com

Sensitec Naomi GmbH
55131 Mainz
www.naomi-mainz.de

Branchenschwerpunkt Oberflächentechnik

**AlCove Molecular
Dynamics GmbH**
45966 Gladbeck
www.alcove.de

ASYNTIS GmbH
85640 Putzbrunn
www.asyntis.com

**AxynTeC Dünnschicht-
technik GmbH**
86167 Augsburg
www.axyntec.de

Creavac
01159 Dresden
www.creavac.de

Genthe-X-Coatings GmbH
38642 Goslar
www.gxc-coatings.de

**IST – Ionen Strahl
Technologie – GmbH**
06485 Quedlinburg
www.istechnologie.de

MAT PlasMATec GmbH
01257 Dresden
www.mat-dresden.de

NAMOS GmbH
01728 Bannewitz
www.namos.de

**NTC Nano Tech
Coatings GmbH**
66636 Tholey
www.ntcgmbh.de

NTTF GmbH
53619 Rheinbreitbach
www.nttf.de

Peter Wolters AG
24768 Rendsburg
www.peter-wolters.de

PolyAn GmbH
13086 Berlin
www.poly-an.de

SuNyx GmbH
50933 Köln
www.sunyx.de

Surface Contact GmbH
66128 Saarbrücken
www.surface-contacts.com

SURFACE CONCEPT GmbH
55128 Mainz
www.surface-concept.de

**TECHNO-COAT
Oberflächentechnik GmbH**
02763 Zittau
www.techno-coat.com

Branchenschwerpunkt Werkstoffe / Chemie

Astics GmbH
52080 Aachen
www.astics.net

**GFD Gesellschaft für
Diamantprodukte mbH**
89081 Ulm
www.gfd-diamond.com

Bio-Gate AG
90411 Nürnberg
www.bio-gate.de

hanse chemie AG
21502 Geesthacht
www.hanse-chemie.com

boraglas GmbH
06120 Halle
www.boraglas.de

Hyperpolymers GmbH
79104 Freiburg

**Cetelon Nanotechnik
GmbH & Co. KG**
04318 Leipzig
www.cetelon-nanotechnik.de

IBU-tec GmbH
99425 Weimar
www.ibu-tec.de

CONVERTEX Chemie GmbH
06766 Wolfen
www.convertex-chemie.de

Informium AG
51105 Köln
www.informium.de

cynora GmbH
52134 Herzogenrath
www.cynora.de

inomat GmbH
66450 Bexbach
www.inomat.de

Dyomics GmbH
07745 Jena
www.dyomics.com

ItN Nanovation GmbH
66117 Saarbrücken
www.itn-nanovation.com

FutureCarbon GmbH
95448 Bayreuth
www.future-carbon.de

**ITP GmbH Gesellschaft für
intelligente textile Produkte**
09117 Chemnitz
www.gitp.org

**Merck OLED
Materials GmbH**
65926 Frankfurt am Main
www.merck-oled.de

**MicroMet GmbH
Powder Technology**
20539 Hamburg
www.micro-met.de

m-pore GmbH
01277 Dresden
www.m-pore.de

NanoAndMore GmbH
35578 Wetzlar
www.nanoandmore.com

Nano-Care Deutschland AG
66763 Dillingen
www.nanocare-ag.de

NanoCompound GmbH
52499 Baesweiler
www.nanocompound.de

NANOCRAFT
78234 Engen
www.nanocraft.de

**Nanogate Advanced
Materials GmbH**
66121 Saarbrücken
www.nanogate.de

NanoScape AG
81377 München
www.nanoscape.de

**NEOSINO –
Nanotechnologies AG**
64347 Griesheim
www.neosino.com

n-tec GmbH
84051 Altheim
www.n-tec-systems.de

polyMaterials AG
87600 Kaufbeuren
www.polymaterials.de

SUNCoat GmbH
02763 Zittau
www.suncoat.de

Sustech GmbH & Co. KG
64287 Darmstadt
www.sustech.de

**Taros Chemicals
GmbH & Co. KG**
44227 Dortmund
www.taros.de

**Viking Advanced
Materials GmbH**
66421 Homburg/Saar
www.va-materials.com

Branchenschwerpunkt Messtechnik / Analytik

ALOtec GmbH
01277 Dresden
www.alotec.de

**Alpha Contec Consulting
& Services GmbH**
14476 Golm
www.alphacontec.de

Analytik Jena AG
07745 Jena
www.analytik-jena.de

**ASMEC Advanced Surface
Mechanics GmbH**
01454 Radeberg
www.asmec.de

Atomic Force F&E GmbH
68259 Mannheim
www.atomicforce.de

BS-Partikel GmbH
65205 Wiesbaden
www.bs-partikel.de

Freiberg Instruments GmbH
09600 Kleinschirma
www.freiberginstruments.com

FRT GmbH
51429 Bergisch Gladbach
www.frt-gmbh.com

Halcyonics
37079 Göttingen
www.halcyonics.de

IFOS GmbH
67663 Kaiserslautern
www.uni-kl.de/IFOS/

JPK Instruments AG
12435 Berlin
www.jpk.com

LEO Electron Microscopy
73447 Oberkochen
www.smt.zeiss.com/nts

Mildendo GmbH
07745 Jena
www.mildendo-fluidics.de

nanoAnalytics GmbH
48149 Münster
www.nanoanalytics.com

NanoFocus AG
46047 Oberhausen
www.nanofocus.de

**Nanolytics – Gesellschaft für
Kolloidanalytik mbH**
14624 Dallgow
www.nanolytics.de

Nanomag i. G.
01217 Dresden
www.nanotechnology.de/ger/s04/s04-p93_101.html

NanoPhotonics AG
55129 Mainz
www.nanophotonics.de

nanotools GmbH
80469 München
www.nano-tools.com

nano-X GmbH
66130 Saarbrücken
www.nano-x.de

Nascatec GmbH
34131 Kassel
www.nascatec.com

**Omicron Nanotechnology
GmbH**
65232 Taunusstein
www.omicron.de

OPTEG GmbH
04318 Leipzig
www.opteg.de

**phoenix|x-ray Systems +
Services GmbH**
31515 Wunstorf
www.microfocus-x-ray.com

Postnova Analytics GmbH
86899 Landsberg
www.postnova.de

Scienion AG
12489 Berlin
www.scienion.com

SiMETRICS GmbH
09212 Limbach-Oberfrohna
www.simetrics.de

**SLS MICRO TECHNOLOGY
GmbH**
21079 Hamburg
www.sls-micro-technology.de

Branchenschwerpunkt Maschinen- / Anlagenbau (incl. Mikrosystemtechnik)

AMTEC GmbH
09125 Chemnitz
www.amtec-chemnitz.de

Anfatec
08606 Oelsnitz
www.anfatec.de

Arc Precision GmbH
01277 Dresden
www.arcprecision.com

attocube systems AG
80539 München
www.attocube.com

**Coatema Coating
Machinery GmbH**
41540 Dormagen
www.coatema.de

**SURFACE IMAGING
SYSTEMS (S.I.S.) GmbH**
52134 Herzogenrath
www.sis-gmbh.com

Team Nanotec GmbH
78052 Villingen-Schwenningen
www.team-nanotec.de

**WITec Wissenschaftliche
Instrumente und Technologie
GmbH**
89081 Ulm
www.witec.de

cplusw GmbH
22145 Hamburg
www.cplusw.de

CreaPhys GmbH
01768 Reinhardtsgrimma
www.creaphys.de

ECMTEC GmbH
71088 Holzgerlingen
www.ecmtec.com

GeSiM mbH
01454 Grosserkmannsdorf
www.gesim.de/home.htm

**HWL Scientific Instruments
GmbH**
72119 Ammerbuch
www.hwlscientific.com

Incoatec GmbH
21502 Geesthacht
www.incoatec.de

**IOT – Innovative Ober-
flächentechnologien GmbH**
04318 Leipzig
www.iot-gmbh.de

Kleindiek Nanotechnik
72770 Reutlingen
www.nanotechnik.com

LayTec GmbH
10587 Berlin
www.laytec.de

MEWASA FLEX GmbH
34317 Habichtswald
www.mewasaflex.de

MICOS GmbH
79427 Eschbach
www.micos-online.com

Micreon GbR
30419 Hannover
www.micreon.de

microFAB Bremen GmbH
28359 Bremen
www.microfab.de

Microliquids GmbH
37077 Göttingen
www.microliquids.com

nanonic GmbH
93053 Regensburg
www.nanonic.de

nanoparc GmbH
01454 Dresden - Rossendorf
www.nanoparc.de

NANOS-Instruments GmbH
20357 Hamburg
www.nanos-instruments.com

**Nanotec Electronic
GmbH & Co. KG**
85652 Landsham
www.nanotec.de

NaWoTec GmbH
64380 Rossdorf
www.nawotec.de

**NTGL Nano Technologie
Leipzig GmbH**
04318 Leipzig
www.ntgl.de

Pac Tech GmbH
14641 Nauen
www.pactech.de

**Physik Instrumente (PI)
GmbH & Co. KG**
76228 Karlsruhe
www.physikinstrumente.de

PVA TePla AG
35614 Asslar
www.pvatepla.com

Sensitec GmbH
35633 Lahnau
www.sensitec.com

thinXXS Microtechnology AG
66482 Zweibrücken
www.thinxxs.com

Branchenschwerpunkt Optik

**Advanced Photonic Systems
APhS GmbH**
12489 Berlin
www.aphs.de

asphericon GmbH
07745 Jena
www.asphericon.de

AXO Dresden GmbH
01809 Heidenau
www.axo-dresden.de

CODIXX AG
39120 Magdeburg
www.codixx.de

eagleyard Photonics GmbH
12489 Berlin
www.eagleyard.com

EdgeWave GmbH
52074 Aachen
www.edge-wave.com

FISBA OPTIK GmbH
12489 Berlin
www.fisba.de

**G.L.I. Global Light
Industries GmbH**
47475 Kamp-Lintfort
www.globallight.de

Holotools GmbH
79115 Freiburg
www.holotools.de

JenLab GmbH
07745 Jena
www.jenlab.de

L.O.T.-Oriol GmbH & Co. KG
64293 Darmstadt
www.lot-oriel.com

Laser Components GmbH
82140 Olching
www.lasercomponents.com

Lumics GmbH
12489 Berlin
www.lumics.com

**mso jena Mikroschichtoptik
GmbH**
07745 Jena
www.mso-jena.de

**Nanolayers
Optical Coatings GmbH**
53619 Rheinbreitbach
www.nanolayers.de

nanoplus GmbH
97218 Gerbrunn
www.nanoplus.de

NovaLED GmbH
01307 Dresden
www.novaled.com

PicoQuant GmbH
12489 Berlin
www.picoquant.de

PROVAC GMBH
65375 Oestrich-Winkel
www.provac-gmbh.de

u2t Photonics AG
10553 Berlin
www.u2t.de

U-L-M photonics GmbH
89081 Ulm
www.ulm-photonics.de

Vertilas GmbH
85748 Garching
www.vertilas.de

Branchenschwerpunkt Energie- / Umwelttechnik

CIS-Solartechnik GmbH
20539 Hamburg
www.cis-solartechnik.de

Solarion GmbH
04288 Leipzig
www.solarion.de

**DSL Dresden Material-
Innovation GmbH**
01069 Dresden
www.dsl-dresden.de

Solar Star Nano Glass GmbH
21502 Geesthacht
www.solarstar-nanoglass.de

SFC Smart Fuel Cell AG
85649 Brunnthal-Nord
www.smartfuelcell.de

Branchenschwerpunkt Dienstleistung / Consulting

**4M2C PATRIC
SALOMON GmbH**
12157 Berlin
www.4m2c.com

FutureCamp GmbH
81549 München
www.future-camp.de

CeWOTec gGmbH
09117 Chemnitz
www.cewotec.de

GITZ GmbH
21502 Geesthacht
www.gitz-online.de

ChemCon GmbH
79108 Freiburg
www.chemcon.com

TransMIT GmbH
35394 Gießen
www.transmit.de