

**Hessisches Ministerium für
Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung**

HESSEN



Nanotechnologie in Hessen
**Eine Bestandsaufnahme auf Basis von
Unternehmensbefragungen**



hessen »
Hier ist die Zukunft

nanotech



IHK

**Arbeitsgemeinschaft
Hessen**

Innovationsberatung

Nanotechnologie in Hessen

Eine Bestandsaufnahme auf Basis von Unternehmensbefragungen

Andreas Rohde
unter Mitarbeit der
Innovationsberatung der hessischen
Industrie- und Handelskammern

HA Hessen Agentur GmbH
– Wirtschafts- und Regionalforschung –
Report Nr. 680
Wiesbaden 2005

Eine Veröffentlichung der

HA Hessen Agentur GmbH – Wirtschafts- und Regionalforschung –

Postfach 31 07
D-65021 Wiesbaden

Abraham-Lincoln-Straße 38-42
D-65189 Wiesbaden

Telefon 0611 / 774-0
Telefax 0611 / 774-313
E-Mail info@hessen-agentur.de
Internet <http://www.hessen-agentur.de>

Geschäftsführer:

Martin H. Herkströter
Dr. Dieter Kreuziger

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur mit Quellenangabe
gestattet. Belegexemplar erbeten.

Nanotechnologie in Hessen: Eine Bestandsaufnahme auf Basis von Unternehmensbefragungen

Inhalt	Seite
Zusammenfassung	I
1 Ziel und Aufbau der Studie	1
2 Unternehmensbefragungen als Untersuchungsansatz	3
2.1 Übersicht	3
2.2 Befragung I: schriftliche Kurzbefragung	4
2.3 Befragung II: Detaillierte Unternehmensbefragung	8
3 Nanotechnologie in Hessen: Ergebnisse der detaillierten Unternehmensbefragung	10
3.1 Struktur der befragten Unternehmen	10
3.2 Allgemeine Einschätzungen zur Nanotechnologie	14
3.2.1 Aussagen zur Nanotechnologie	14
3.2.2 Anwendungsbereiche der Nanotechnologie	22
3.2.3 Rahmenbedingungen für Innovationen in der Nanotechnologie	24
3.3 Nanotechnologie in den befragten Unternehmen	36
3.3.1 Rolle der Nanotechnologie in den Unternehmen	36
3.3.2 Fachkräfte	42
3.3.3 Produkte, Absatzmärkte und Marketing	44
3.3.4 Forschung und Kooperationen	49
4 Nanotechnologie in Hessen: Akteure und Branchen	54
4.1 Regionale Verteilung	54
4.2 Unternehmensdatenbank: Unternehmen in Hessen mit Bezug zur Nanotechnologie	56
5 Zusammenfassung und Fazit	60
Tabellenverzeichnis und Abbildungsverzeichnis	64
Literaturverzeichnis	66
Anhang	67
Ausgewählte Wirtschaftszweige für die Unternehmensbefragung I	67
Fragebogen Unternehmensbefragung I	69
Fragebogen Unternehmensbefragung II	70

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung liefert auf Grundlage einer Befragung bei 60 hessischen Unternehmen neue Erkenntnisse über die Bedeutung der Nanotechnologie in Hessen. Die Studie ergänzt damit Ergebnisse einer ersten Bestandsaufnahme zu materialbasierten Technologien in Hessen und liefert eine aktualisierte Datenbank von hessischen Unternehmen mit Nanotechnologiebezug.

Für viele auch in Hessen bedeutende Schlüsselbranchen kann die Nanotechnologie mit ihren unzähligen Einsatzmöglichkeiten Impulse für Innovationen geben. Besonders relevant sind dabei die chemische und pharmazeutische Industrie, die Automobilindustrie, die optischen Technologien, die Medizin-, Umwelt- und Energietechnik, sowie die Informations- und Kommunikationstechnik. Einen wesentlichen Einfluss hat die Nanotechnologie auf Materialien und Werkstoffe, und ermöglicht damit eine Vielzahl von Innovationen auch in zahlreichen anderen Branchen.

Mehr als 70 hessische Unternehmen nutzen bereits die Möglichkeiten der Nanotechnologie für ihre Produkte oder Produktionsprozesse. Diese Unternehmen sind größtenteils in Südhessen, vor allem im Rhein-Main-Gebiet, angesiedelt. Dabei handelt es sich zumeist entweder um Großunternehmen, bei denen Nanotechnologie nur einen Bruchteil des Gesamtgeschäfts ausmacht, oder um eher kleinere Unternehmen mit einer speziellen Fokussierung auf diese Technologie. Der Großteil des Mittelstandes wurde von dieser jungen Technologie folglich noch nicht durchdrungen. Ebenso zeigt der vergleichsweise geringe Anteil reiner Anwender der Nanotechnologie, dass das Potenzial dieser Technologie in der Anwendung bei weitem noch nicht ausgeschöpft ist.

Deutlich wird, dass die Nanotechnologie auch bei Vertretern von Unternehmen aus Branchen, bei denen Nutzungsmöglichkeiten bereits in entsprechenden Veröffentlichungen diskutiert werden, noch relativ unbekannt ist.

Die wichtigsten Rahmenbedingungen für Innovationen aus dem Bereich der Nanotechnologie sind laut Umfrage: Forschungsqualität, Fachkräfte und Finanzierungsmöglichkeiten. Hinsichtlich des Aspekts Forschungsqualität zeigt sich, dass diese nicht unbedingt regional verfügbar sein muss, sondern dass das Know-how international beschafft werden kann. Das Angebot an Fachkräften wird derzeit noch als ausreichend bezeichnet, doch für die Zukunft wird ein gesteigerter Bedarf an Naturwissenschaftler der Disziplinen Chemie und Physik erwartet, der nach gegenwärtiger Einschätzung nicht ausreichend abzudecken sein wird. Die Aussagen der Unternehmen zur Finanzierung von Nanotechnologie-Entwicklungen geben kein einheitliches Bild. Sie sind von der Unternehmensgröße sowie dem Anteil, den die Nanotechnologie im Unternehmen spielt, abhängig. Generell haben kleinere und mittlere Unternehmen aufgrund des tendenziell schwierigeren Zugangs zu Fremdkapital einen höheren Bedarf an Finanzierungsmaßnahmen wie beispielsweise öffentliche Förderung oder Venture Capital.

Die vielschichtigen Aussagen der für diese Untersuchung durchgeführten Gespräche bieten zahlreiche Ansatzpunkte für die Beurteilung der Situation der Nanotechnologie in Hessen und ermöglichen die Ausarbeitung spezifischer Maßnahmen der Wirtschaftsförderung. Konkret leiten sich aus den Erkenntnissen dieser Studie folgende Handlungsempfehlungen ab:

- Der Bekanntheitsgrad der Nanotechnologie ist zu steigern. Insbesondere gilt dies für Unternehmen, vornehmlich aus dem verarbeitenden Gewerbe, bei denen die Implementierung nanotechnologischer Entwicklungen einen Innovationsschub auslösen könnte.
- Dies gilt auch für die breite Öffentlichkeit, die überdies über einen sachlichen Diskurs über die Chancen und eventuellen Risiken dieser neuen Schlüsseltechnologie zu informieren ist.
- Der Transfer bereits etablierter Nanotechnologie-Entwicklungen in Anwendungen anderer Wirtschaftsbereiche könnte die Durchdringung der Technologie verbessern. Um den branchenübergreifenden Transfer von Nanotechnologie-Einsatzmöglichkeiten zu intensivieren, müssten Ansatzpunkte identifiziert und Unternehmen in entsprechend konzeptionierten Veranstaltungen zusammengeführt werden.
- Auch im Bereich der Nanotechnologie ist die verstärkte Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft ein wesentlicher Bestandteil des Technologietransfers. Die Ansätze des *NanoNetzwerks Hessen* und des *TechnologieTransferNetzwerks Hessen (TTN-Hessen)* sind ebenfalls in diese Richtung zu intensivieren.
- Außerdem sollten sich Unternehmensnetzwerke (Produktions-/Technologienetzwerke) mit dem Thema Nanotechnologie befassen. Kooperationen mit den oben genannten Transfernetzen sind zu suchen.
- Hindernisse bei der Finanzierung von Nanotechnologie-F&E sollten abgebaut werden. Hilfreich wäre dabei u.a., die Informationslage bei Kapitalgebern zu verbessern.
- Erfolgreiches Wirtschaften im Bereich der Nanotechnologie erfordert mitunter spezielle Geschäftsmodelle. Bereits funktionierende Modelle könnten als Vorlage dienen (best practice), um weitere lohnende Konzepte zu entwickeln.
- Der Zugang zur vorhandenen Forschungsinfrastruktur müsste Unternehmen erleichtert werden. Durch Bereitstellung von F&E-Equipment oder universitären Dienstleistungen, unterstützt durch ein an den Bedürfnissen der Firmenkunden orientiertes Management, könnte das Hemmnis (und Risiko) hoher Investitionen in erforderliche Anlagen abgebaut werden.

1 Ziel und Aufbau der Studie

Im Jahr 2003 hat die Hessen Agentur (vormals Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft Hessen GmbH (FEH)) im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (HMWVL) eine erste Bestandsaufnahme zu materialbasierten Technologien in Hessen durchgeführt.¹ Betrachtet wurden die Bereiche Nanotechnologie, Materialtechnologie, Oberflächentechnologie, Optische Technologien sowie Mikrosystemtechnologie, wobei die Nanotechnologie besonders im Zentrum stand. In dieser ersten Bestandsaufnahme wurde zunächst eine theoriebasierte Unterscheidung der Unternehmen in Technologieanbieter und Technologieanwender vorgenommen. Auf Grundlage von Literaturrecherchen und Expertengesprächen wurden dann hessische Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft in den betrachteten Technologiefeldern identifiziert.

Während hierbei die Anbieter im Vordergrund standen, richtet sich der Blickpunkt in der vorliegenden Untersuchung, ebenfalls beauftragt vom HMWVL, besonders auf die Anwender der Nanotechnologie in Hessen. Aufgrund ihrer Anwendungsbreite ist der Einsatz von nanotechnologischen Entwicklungen in zahlreichen Unternehmen besonders des verarbeitenden Gewerbes zu erwarten. Daher wurden aus diesem Bereich mehrere tausend Unternehmen gefragt, ob sie diese Technologie bereits anwenden oder zumindest von den mit dieser verbundenen Potenzialen Kenntnis haben.

Mehr als 6.200 hessische Unternehmen wurden für die vorliegende Untersuchung befragt, mit 60 Unternehmen, die einen Bezug zur Nanotechnologie haben, wurde intensiv gesprochen. Den befragten Unternehmen danken wir für ihre Auskunftsbereitschaft. Ihre Antworten geben einen verlässlichen Einblick hinsichtlich des gegenwärtigen Standes der Nanotechnologie in den Unternehmen.

Die Befragungen erfolgten in enger Zusammenarbeit mit den hessischen Industrie- und Handelskammern, denen an dieser Stelle für ihr Engagement und die sehr gute Zusammenarbeit gedankt sei.

Mit der gewählten Vorgehensweise konnten die bisherigen Erkenntnisse zu Potenzialen der Nanotechnologie in Hessen überprüft und wesentlich erweitert werden. Diese Untersuchung baut systematisch auf der ersten Bestandsaufnahme auf, die zunächst einen breit gefächerten Überblick über verschiedene moderne materialbasierte Technologien lieferte. Ergebnisse und Erkenntnisse der vorherigen Untersuchung werden durch die vorliegende Studie aufgenommen – beispielsweise bei der Konzeption der Themen der Unternehmensbefragungen –, erweitert und empirisch untermauert.

1 Vgl. Rohde, A. (2004).

Im Einzelnen können die Ziele der vorliegenden Untersuchung wie folgt formuliert werden:

- Ermittlung der (potenziellen) Anwender Bereich der Nanotechnologie,
- Ergänzung und Aktualisierung der Datenbank mit den bereits bekannten Akteuren der Anbieterseite,
- Ableiten von quantitativen Aussagen zur Bedeutung der Nanotechnologie in Hessen,
- Ermittlung von Einschätzungen und Bewertungen seitens der Unternehmen (Anwender und Anbieter) von Marktpotenzialen, Anwendungsfeldern, Fachkräfteangebot, Forschungsk Kooperationen, spezifischen Standortfaktoren, Finanzierungsmöglichkeiten,
- Erhebung von Merkmalen wie Beschäftigten- und Umsatzanteilen, Produktfeldern, Forschungs- und Entwicklungsaufwand, Absatzfeldern,
- Generierung von Informationen über Produkte, Kernkompetenzen, Verfahren, etc. der Unternehmen (Anwender und Anbieter).

Die hier vorliegende Weiterführung der Bestandsaufnahme liefert damit ein umfassendes Bild über die Situation der Nanotechnologie in Hessen. Allein die Anzahl der identifizierten Unternehmen, die sich diese Technologie bereits heute zu Nutze machen, konnte gegenüber der ersten Untersuchung deutlich gesteigert werden. Von rund 75 hessischen Unternehmen ist bekannt, dass sie bereits auf dem Gebiet der Nanotechnologie forschen und arbeiten. Damit weist Hessen bereits jetzt eine beachtliche Akteursszene in diesem Bereich auf. Nach der Ende 2004 veröffentlichten VDI-Studie sind es in Deutschland insgesamt etwa 450 Unternehmen, die Nanotechnologie-Aktivitäten betreiben bzw. bei denen solche „stark vermutet werden“.²

Die Untersuchung ist wie folgt gegliedert:

Kapitel 2 stellt den Untersuchungsansatz vor und die Ergebnisse der ersten breit angelegten Unternehmensbefragung dar. Die zweite ausführliche Unternehmensbefragung wird in ihren Grundzügen erläutert. Kapitel 3 beinhaltet die Resultate der persönlich durchgeführten vertiefenden Unternehmensbefragung. Zunächst wird die Struktur der befragten Unternehmen skizziert. Allgemeine Aussagen und Einschätzungen zu Umfeld, Anwendungsbereichen und Rahmenbedingungen der Nanotechnologie aus Sicht der befragten Unternehmen folgen. Danach wird die Rolle der Nanotechnologie in diesen Unternehmen vorgestellt. In Kapitel 4 wird die regionale Verteilung der Nano-Unternehmen in Hessen dargestellt. Die aktualisierte Unternehmensdatenbank ist ebenfalls in diesem Abschnitt zu finden. Schließlich fasst Kapitel 5 die wesentlichen Ergebnisse kurz zusammen.

² Beim Vergleich dieser Zahlen sind jedoch definitorische Abgrenzungen zu beachten (vgl. Luther, W., Malanowski, N., Bachmann, G., et al. (2004), S. 114f.).

2 Unternehmensbefragungen als Untersuchungsansatz

Im Folgenden werden die dieser Untersuchung zugrunde liegenden Unternehmensbefragungen erläutert. Zunächst wird das Konzept der zweistufigen Vorgehensweise vorgestellt. Danach werden Konzeption und Ergebnisse der ersten breit gestreuten Unternehmensbefragung präsentiert. Die Vorstellung des detaillierten Fragebogens für die vertiefende zweite Unternehmensbefragung schließt dieses Kapitel ab.

2.1 Übersicht

Mit den Entwicklungen in der Nanotechnologie ergeben sich zahlreiche Ansätze für Innovationen in den unterschiedlichsten Bereichen der Wirtschaft. Aufgrund der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten von Nanotechnologie erscheint die Annahme zwar plausibel, dass diese Querschnittstechnologie einen breiten Einfluss auf Produkte und Produktionsprozesse haben wird bzw. könnte, Angaben über die tatsächliche Durchdringung in hessischen Unternehmen sind jedoch nicht verfügbar. Ziel dieser Untersuchung ist es daher, die Verbreitung der Nanotechnologie bei hessischen Unternehmen zu ermitteln und einen tieferen Einblick über die Einschätzung der Potenziale dieser Technologie aus Sicht der hessischen Wirtschaft zu gewinnen. Die Antworten zu verschiedenen Themen rund um diese Zukunftstechnologie wie z. B. Fragen zu Fachkräften, Forschung oder Finanzierung, geben wertvolle Informationen für zielgenaue Maßnahmen der Wirtschaftsförderung.

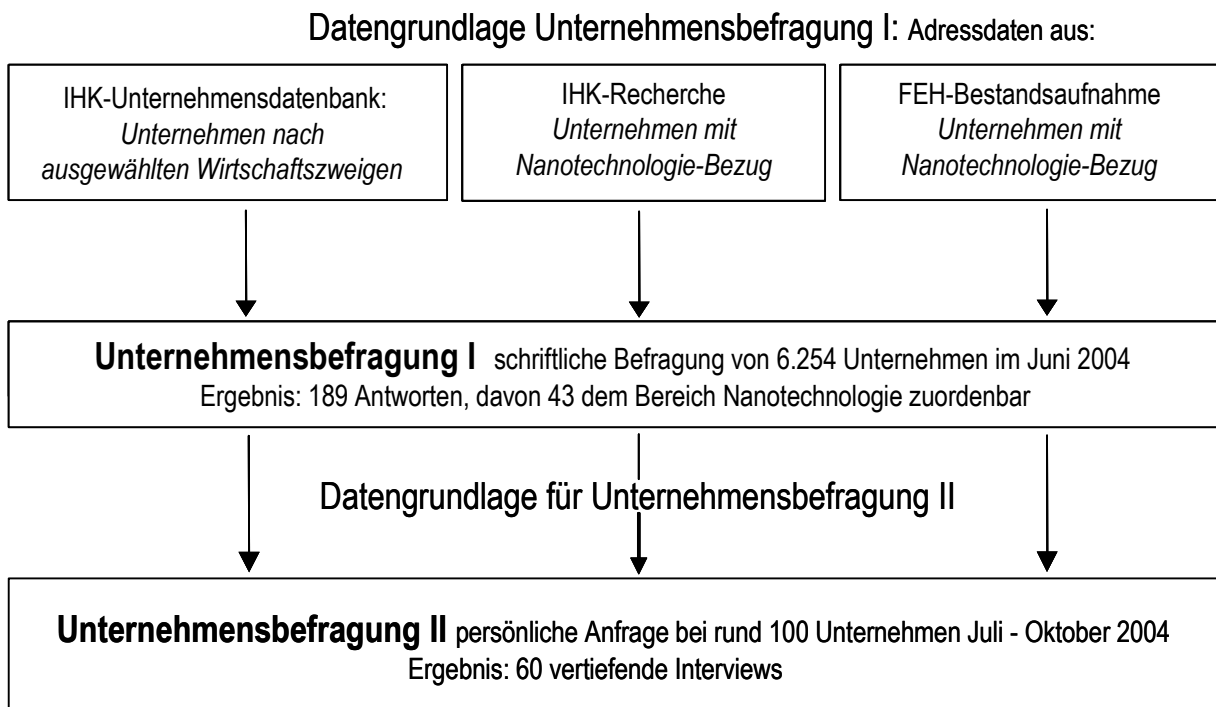
Um mit einer Befragung zielgerichtet diejenigen Unternehmen anzusprechen, die eine Affinität zu dem Thema Nanotechnologie aufweisen, wurde in mehreren Schritten vorgegangen. Aus früheren Recherchen der Hessen Agentur (ehemals Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft Hessen GmbH (FEH)) und der IHK bekannte Unternehmen mit Bezug zur Nanotechnologie bildeten den Grundstock insbesondere für die vertiefte Befragung. Um allerdings die (zahlreichen potenziellen) weiteren Anwender der Nanotechnologie zu ermitteln, wurden nach Wirtschaftszweigen selektierte Unternehmen mit einem kurzen, schnell zu beantwortenden Fragebogen angeschrieben.

Für diese erste, breit angelegte Unternehmensbefragung wurden Firmen nach Wirtschaftszweigen, insbesondere aus dem Verarbeitenden Gewerbe, ausgesucht, die nach bisherigem Kenntnisstand von den Entwicklungen und Möglichkeiten der Nanotechnologie besonders tangiert werden. Insgesamt wurden in der ersten Unternehmensbefragung über 6.200 Unternehmen in Hessen Anfang Juni 2004 angeschrieben.³

3 Die zielgerichtete Auswahl von Unternehmen für die Befragung war aufgrund des spezifischen Themas einer reinen Zufallsstichprobe der hessischen Unternehmen vorzuziehen. Gleichzeitig wurden die Unternehmen auf diese Weise auf Potenziale der Nanotechnologie aufmerksam gemacht.

Aus der Befragung konnten rund 40 weitere Unternehmen mit Bezug zur Nanotechnologie ermittelt werden, zusammen mit den bereits bekannten Firmen resultierte eine Liste von gut 100 Unternehmen, die Grundlage für die zweite Befragung durch Interviewer war. Die Interviews fanden im Zeitraum von zwei Monaten (Ende Juli bis Anfang Oktober 2004) statt. Nachfolgende Abbildung verdeutlicht die Auswahl der befragten Unternehmen.

Abbildung 1: Unternehmensbefragungen I und II: schematische Darstellung der Vorgehensweise



Quelle: Eigene Darstellung.

2.2 Befragung I: schriftliche Kurzbefragung

Ziel dieser Unternehmensbefragung war es, über die Ergebnisse der ersten Bestandsaufnahme und die bisherigen Recherchen der IHK hinaus weitere Unternehmen zu identifizieren, die als Anbieter und/oder insbesondere Anwender einen Bezug zur Nanotechnologie haben. Daher wurde ein relativ großer Kreis von Unternehmen angeschrieben, die zu den (potenziellen) Nanotechnologie-Anwendern zu rechnen sind. Es sind dies vor allem Unternehmen aus den Bereichen

- Herstellung von chemischen Erzeugnissen,
- Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren,
- Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden,

- Metallerzeugung und -bearbeitung,
- Oberflächenbearbeitung und -veredelung,
- Maschinenbau,
- Informations- und Kommunikationstechnologien,
- Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen,
- Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik,
- Optik

sowie weiterer, speziell selektierter Wirtschaftszweige. Eine vollständige Liste der ausgewählten Wirtschaftszweige befindet sich im Anhang (Seite 67).

Um eine hohe Rücklaufquote zu erzielen, wurde ein kurzer, einseitiger Fragebogen versandt, der sich auf der Rückseite des Anschreibens befand und entweder per Fax oder Post zurück geschickt werden sollte.⁴ Unterzeichnet wurden die Schreiben von den Präsidenten der jeweiligen Kammerbezirke der Industrie- und Handelskammer. Außerdem wurde ein Flyer beigelegt, der über vielfältige Anwendungsbeispiele der Schlüsseltechnologie Nanotechnologie informiert.⁵ Die Befragung wurde von den einzelnen IHKs vor Ort durchgeführt. Die IHK-Innovationsberatung Hessen in Frankfurt führte die Daten zusammen.

Abgefragt wurden unter dem Titel *Potenziale: Nanotechnologie in Ihrem Unternehmen* im Wesentlichen folgende Aspekte:

- Bekanntheit bzw. Umsetzung von Verfahren und Entwicklungen der Nanotechnologie: Hierzu wurden verschiedene Antwortmöglichkeiten vorgegeben, um eine Einschätzung über den Bekanntheitsgrad und die Art der Verbreitung der Technologie zu ermitteln.
- Anwendungsbereiche: Neben der Antwortmöglichkeit „noch nicht einschätzbar/unklar“ wurde bei dieser Frage Raum für eine freie Benennung gegeben.
- Zukünftiger Einfluss der Nanotechnologie in dem befragten Unternehmen: eingeschätzt werden sollte hier die Bedeutung der Nanotechnologie für das Unternehmen in den kommenden zehn Jahren.
- Informationsbedarf: Hier konnten Angaben gemacht werden, inwieweit und in welcher Form das Unternehmen über Nanotechnologie informiert werden möchte.
- Angaben zum Unternehmen: Fragen zur Branche, Kernkompetenz, Unternehmensgröße und Gründungsjahr rundeten den Fragebogen ab.

4 Der Fragebogen ist im Anhang abgedruckt.

5 Der Flyer wurde vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (HMWVL) beauftragt und im Wesentlichen von der TechnologieStiftung Hessen (TSH) entwickelt.

Zeitpunkt der Befragung war Anfang Juni 2004. Insgesamt wurden 6.254 Unternehmen angeschrieben, die sich auf die einzelnen Kammerbezirke gemäß nachfolgender Tabelle aufteilen.

Tabelle 1: Unternehmensbefragung I: Versand und Rücklauf der Fragebögen nach Kammerbezirken der IHK

Kammerbezirk	versandte Fragebögen insgesamt (Anzahl)	Rücklauf: beantwortete Fragebögen (Anzahl)	Rücklauf: beantwortete Fragebögen insgesamt (in %)	Rücklauf: Bezug zur Nanotechnologie (Anzahl)
IHK Darmstadt	799	19	2,4	6
IHK Dillenburg-Wetzlar	782	37	4,7	7
IHK Frankfurt	1.110	13	1,2	3
IHK Fulda	155	10	6,5	3
IHK Giessen-Friedberg	630	30	4,8	7
IHK Hanau-Gelnhausen-Schlüchtern	580	24	4,1	5
IHK Kassel	1.420	23	1,6	4
IHK Limburg	266	9	3,4	3
IHK Offenbach	450	19	4,2	2
IHK Wiesbaden	62	5	8,1	3
Insgesamt	6.254	189	3,0	43

Quelle: IHK-Innovationsberatung Hessen.

Obige Tabelle weist auch die Resonanz auf die Befragung aus. Insgesamt lag der Rücklauf mit insgesamt nur 189 Antworten – dies entspricht einer Rücklaufquote von 3,0 % – unter den Erwartungen und auch dem üblichen Schnitt für solche schriftlichen Befragungen. Die Gründe für die geringe Antwortbereitschaft der Unternehmen sind vielschichtig. So können etwa die zunehmende Belastung durch zahlreiche Befragungen zu verschiedenen Themen oder die Nichterreicherung der „richtigen“ Zielperson im Unternehmen Gründe sein. Darüber hinaus kann nicht gewährleistet werden, dass die Zuordnung von Unternehmen in Wirtschaftszweige, die die Grundlage der Unternehmensauswahl bildete, hinreichend trennscharf und auch aktuell ist. Hier könnten sich vereinzelt Lücken ergeben haben.

Schließlich kann auch vermutet werden, dass trotz der Selektion der Unternehmen die Bekanntheit der Nanotechnologie noch relativ gering ist, so dass selbst potenzielle Anwender sich von der Befragung nicht angesprochen fühlten. Dies könnte dann als erstes Indiz dafür interpretiert werden, dass die Potenziale der Nanotechnologie erst von wenigen Akteuren erkannt werden und demzufolge entsprechende Maßnahmen zur Förderung des Technologietransfers angestoßen werden sollten.

Ergebnisse der Unternehmensbefragung I

Als übergeordnetes Ergebnis ist zunächst die sehr schwache Resonanz auf die Befragung festzuhalten. Trotz der vorgenommenen Selektion der angeschriebenen Unternehmen nach denjenigen Wirtschaftszweigen, die nach Erkenntnissen der ersten Bestandsaufnahme besonders von Entwicklungen der Nanotechnologie profitieren könnten, und Maßnahmen, die die Antwortbereitschaft von Unternehmen erfahrungsgemäß erhöhen⁶, antworteten insgesamt lediglich 189 der über 6.200 Unternehmen. Daraus könnte der Schluss gezogen werden, dass ein immenser Informationsbedarf bei den Unternehmen besteht, um die Möglichkeiten der Nanotechnologie für diese Unternehmen transparent zu machen.

Von den 189 Antworten stammten 43, also knapp ein Viertel, von Unternehmen, die einen Bezug zur Nanotechnologie aufwiesen.⁷ Die Angaben dieser Unternehmen werden im Folgenden kurz dargestellt. Eine ausführliche Auswertung erscheint aufgrund der geringen Anzahl und damit mangelnden Repräsentativität der Antworten nicht angebracht.

- Einen besonderen Bezug zur Nanotechnologie hat die Chemiebranche: Gut ein Drittel der antwortenden Unternehmen mit Bezug zur Nanotechnologie stammt aus dieser Branche. Mehrfach angegeben wurden auch die Bereiche Feinwerktechnik / Optik sowie Ingenieurbüros / Dienstleister.
- Zwei Drittel der Unternehmen haben weniger als 100 Beschäftigte. Konkret ergibt sich folgende Verteilung der Unternehmen nach Beschäftigten:

Weniger als 20 Beschäftigte:	25,6 %
20 – 99 Beschäftigte:	41,9 %
100 – 499 Beschäftigte:	20,9 %
Über 500 Beschäftigte:	11,6 %.
- Auf die Frage, wie stark das Unternehmen in absehbarer Zukunft von den Entwicklungen der Nanotechnologie betroffen sein wird, gab über die Hälfte der Unternehmen (58,1 %) die Antwort „merklich“, weitere 23,3 % antworteten „sehr stark“. Damit schreiben über 80 % der Unternehmen, die bereits einen Bezug zur Nanotechnologie haben, dieser Technologie eine besondere Bedeutung zu. Weitere 14 % gaben an, der Einfluss der Technologie auf die Produkte bzw. Produktionsverfahren seien „nicht abschätzbar“. Insbesondere Unternehmen der chemi-

⁶ Hierzu zählen der nur geringe (Zeit-)Aufwand, der für die Beantwortung der Fragen erforderlich war, das hochrangig unterzeichnete Anschreiben, sowie die Veranschaulichung von Nano-basierten Innovationen durch den Flyer.

⁷ Von diesen 43 Unternehmen war aus vorherigen Recherchen etwa die Hälfte bereits bekannt. Die übrigen ergänzten die Unternehmensdatei für die zweite ausführliche Unternehmensbefragung.

schen Industrie äußerten, dass die Entwicklungen der Nanotechnologie sie sehr stark betreffen werden.⁸

Die Unternehmen mit Bezug zur Nanotechnologie wurden in die zweite Unternehmensbefragung mit einbezogen, die in dem nachfolgenden Kapitel vorgestellt wird.

2.3 Befragung II: Detaillierte Unternehmensbefragung

Die oben vorgestellte erste Unternehmensbefragung sollte entsprechend ihrer Konzeption auch als Filter für die ausführliche Befragung II dienen. Mit den so neu identifizierten Nano-Unternehmen, den zuvor bereits von IHK und Hessen Agentur (bzw. FEH) ermittelten sowie wenigen weiteren Unternehmen, die durch die IHK-Veranstaltung *NanoAutomotive*, die am 1. September in Frankfurt stattfand, bekannt wurden, standen insgesamt 112 Unternehmensadressen zur Verfügung. Diese als Anbieter bzw. Anwender der Nanotechnologie identifizierten Unternehmen sollten nun detaillierter befragt werden.

Aufgrund der schwachen Resonanz der ersten schriftlichen Erhebung wurde entschieden, um einen besseren Rücklauf und damit ein realistisches Abbild der Situation der Nanotechnologie in Hessen zu erzielen, die Unternehmen direkt anzusprechen. Die gute Zusammenarbeit mit der IHK bei diesem Projekt war an dieser Stelle besonders wertvoll. Interviewer waren Innovationsberater der einzelnen Kammerbezirke der IHK, die den Kontakt zu den Interviewpartnern suchten und in den meisten Fällen das Gespräch persönlich führten. In Einzelfällen wurden die Fragebögen auch selbst von den Befragten schriftlich beantwortet. Mit dieser Vorgehensweise wurde nicht nur die Zahl der antwortenden Unternehmen deutlich gesteigert, gleichzeitig wurde so ein wertvoller direkter Kontakt zwischen den Unternehmen und den Innovationsberatern der IHK ermöglicht.

Durch die gezielte Kontaktaufnahme konnte auch die Ausgangsliste der Unternehmen überarbeitet und aktualisiert werden. In Kapitel 4 (Seite 56ff.) sind die im Zuge der Arbeiten an diesem Projekt ermittelten Unternehmen aufgeführt, in denen nanotechnologische Entwicklungen eine Rolle spielen. Insgesamt konnte ein Rücklauf von 60 Fragebögen erzielt werden, was insbesondere nach den vorgenommenen Adresskorrekturen eine sehr gute Quote bedeutet.⁹

8 Aufgrund der geringen Fallzahl können für andere Branchen solche Verknüpfungen nicht hergestellt werden. Die resultierenden Aussagen wären in keiner Weise belastbar.

9 Die Korrekturen in der Ausgangsliste umfassen v.a. folgende Fälle: Unternehmen existiert nicht mehr bzw. hat seinen Sitz aus Hessen verlagert; Unternehmen gibt an, keinen Bezug zur Nanotechnologie zu haben; Unternehmen befindet sich im Konzern eines anderen befragten Unternehmens; Unternehmen hat kein Interesse bzw. keine Kapazität für die Teilnahme an der Befragung.

Die Kontaktaufnahme durch die IHK-Innovationsberater wurde durch einen Brief, der die Intention der Befragung darlegte, an die Geschäftsführung der Unternehmen avisiert. Unterzeichnet war der Brief von Dr. Alois Rhiel, Hessischer Minister für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung. Beigelegt wurde zudem der bereits bei der ersten Befragung verwendete Flyer mit Anwendungsbeispielen.

Der Fragebogen, der im Anhang abgedruckt ist, wurde so konzipiert, dass er systematisch durch das Interview führte und dabei die folgenden vier Themenkomplexe behandelte:¹⁰

Nanotechnologie im befragten Unternehmen

Produkte mit Nanotechnologie-Input; Selbsteinordnung zu Teilbereichen der Nanotechnologie; Zeitpunkt des Beginns der Beschäftigung mit Nanotechnologie; Forschungsorganisation und -kooperationspartner; (zukünftiger) Einfluss der Nanotechnologie auf verschiedene Aspekte der Produktion; Absatzmärkte und Marketing; Patente.

Fachkräfte im Bereich Nanotechnologie

Anzahl der Mitarbeiter mit Nanotechnologie-Know-how; Ausbildung von Mitarbeitern in diesem Bereich; ideale Form der Ausbildung; Beurteilung des Fachkräfteangebots.

Allgemeine Einschätzungen zur Nanotechnologie

Einfluss der Nanotechnologie in verschiedenen Anwendungsbereichen; Beurteilung von Rahmenbedingungen (allgemeiner Art und speziell zu Finanzierungsaspekten) hinsichtlich ihrer Bedeutung und Verfügbarkeit; Maßnahmen zur Etablierung der Technologie.

Angaben zum Unternehmen

Branchenzugehörigkeit; Unternehmensgröße; Beteiligungsstruktur; Abschätzung der wertmäßigen Anteile von Nanotechnologie auf die Bereiche Umsatz, Mitarbeiteranzahl, F&E-Aufwand und Wertschöpfung.

Weiter abgefragt wurde das Interesse des Unternehmens hinsichtlich der Teilnahme an weiteren Aktionen der Landesregierung und/oder der IHK zum Thema Nanotechnologie, z. B. der Aufnahme in einen Kompetenzatlas Nanotechnologie Hessen, an (virtuellen) Messeauftritten, an Informationen über Veranstaltungen etc., um damit eine Basis für weitere Maßnahmen der Wirtschaftsförderung zu haben.

Im nachfolgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Unternehmensbefragung II detailliert dargestellt.

¹⁰ Der Fragebogen der VDI-Studie, die Ende 2004 veröffentlicht wurde, weist in einigen Punkten Parallelen zu der hier durchgeführten Befragung auf (vgl. Luther, W., Malanowski, N., Bachmann, G., et al. (2004)).

3 Nanotechnologie in Hessen: Ergebnisse der detaillierten Unternehmensbefragung

Zur besseren Interpretation der Ergebnisse der Unternehmensbefragung soll zunächst die Struktur der 60 Unternehmen, die an der Befragung teilgenommen haben, kurz vorgestellt werden. Danach werden Einschätzungen der Unternehmen zu verschiedenen Themen bezüglich der Nanotechnologie, beispielsweise hinsichtlich Anwendungsbereichen und Rahmenbedingungen für Innovationen ausgewertet. Schließlich wird die Rolle der Nanotechnologie in den befragten Unternehmen betrachtet.

3.1 Struktur der befragten Unternehmen

Beginn der Thematisierung von Nanotechnologie im Unternehmen

Bei den befragten Unternehmen liegt der Zeitpunkt des Beginns der Beschäftigung mit dem Thema Nanotechnologie sehr unterschiedlich weit zurück. 25 % der Unternehmen beschäftigen sich erst seit drei Jahren oder kürzer mit dem Thema. Die Hälfte ist seit fünf Jahren oder weniger damit befasst. 25 % geben an, zehn Jahre oder länger in dieser Technologie Aktivitäten entwickelt zu haben. Damit ist die Nanotechnologie eine noch sehr junge Technologie.

Allerdings sind die befragten Unternehmen zumeist etabliert und bereits seit vielen Jahrzehnten am Markt. Nur 10 % der Unternehmen sind jünger als drei Jahre alt, 25 % sind kürzer als neun Jahre aktiv. 50 % der Unternehmen existieren bereits seit Mitte der 70er Jahre.

Branchenstruktur

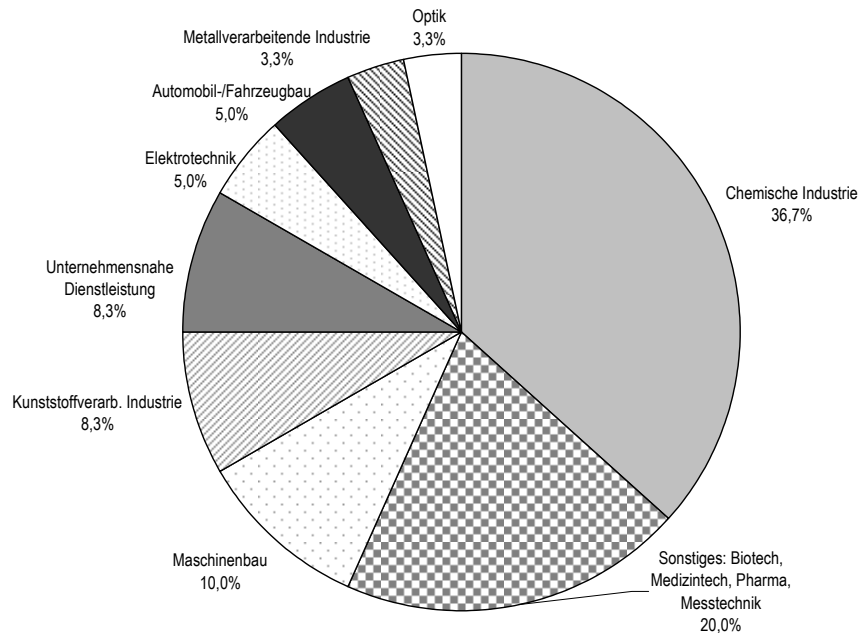
Deutlich mehr als ein Drittel der Unternehmen ist in der chemischen Industrie tätig. Dies konnte angesichts der Präsenz dieser Branche in Hessen und der Bedeutung der Nanotechnologie in diesem Bereich erwartet werden.

Ein Fünftel der Unternehmen konnte sich nicht den in Frage 23 des Fragebogens vorgegebenen Branchen zuordnen und wählte daher die Rubrik Sonstiges. Hierunter fallen Unternehmen der Bereiche Biotechnologie, Medizintechnik, Pharmazeutische Industrie und (mehrfach genannt) Messtechnik.

Dem Maschinenbau rechneten sich 10 % zugehörig. Jeweils 8,3 % der befragten Unternehmen ordneten sich der kunststoffverarbeitenden Industrie sowie den unternehmensnahen Dienstleistern zu. Die Unternehmen der in Hessen bedeutsamen Automobilindustrie sowie der optischen Industrie antworteten nur in relativ geringer Anzahl auf den Fragebogen.

Die Branchenstruktur der befragten Unternehmen¹¹ zeigt nachstehende Abbildung 2.

Abbildung 2: Branchenstruktur der befragten Unternehmen (N=60) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Unternehmensgröße und Beteiligungsstruktur

Die Größe der befragten Unternehmen wurde durch zwei Kennzahlen abgebildet: die Anzahl der im Unternehmen Beschäftigten und den Umsatz des Unternehmens (in Mio. Euro) (vgl. Abbildung 3). Die vorgegebenen Antwortkategorien orientieren sich an den ab 1. Januar 2005 maßgeblichen Definitionen für Kleinst-, Klein- und Mittelunternehmen der Europäischen Kommission (vgl. Tabelle 2).

Nach dem Kriterium Beschäftigung überwiegen Unternehmen mit 10 bis 49 Mitarbeitern, die ein Drittel der befragten Unternehmen ausmachen. Kleinere Unternehmen mit weniger als zehn Mitarbeitern stellen 15 %, größere Unternehmen mit 50 bis 249 Mitarbeitern und Großunternehmen mit 250 und mehr Mitarbeitern sind jeweils zu rund einem Viertel in der Befragung repräsentiert.

¹¹ Diese darf nicht mit der Branchenstruktur der Nanotechnologie einsetzenden Unternehmen in Hessen gleichgesetzt werden.

Tabelle 2: Mittelstandsdefinition der EU

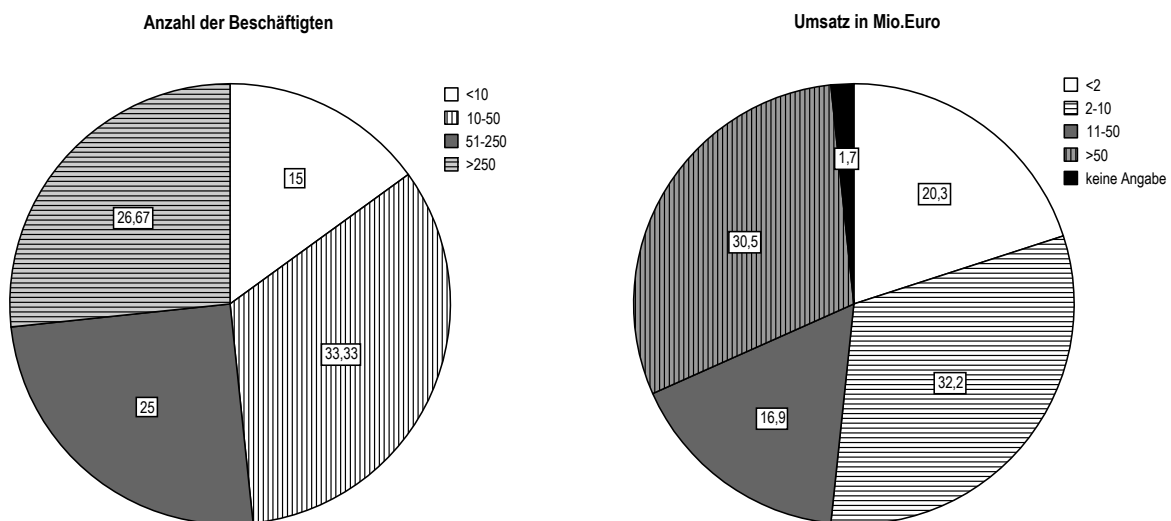
Kriterium		Beschäftigung	Finanzen ¹		Konzernunabhängigkeit
Unternehmensgröße		Anzahl der Mitarbeiter	Umsatz	Bilanzsumme	Zugehörigkeit zu anderen Unternehmen
Mittelstand	Kleinst	Bis 9	Bis 2 Mio. Euro	Bis 2 Mio. Euro	Das Unternehmen darf nicht zu 25 % oder mehr des Kapitals oder der Stimmanteile im Besitz von einem oder mehreren weiteren Unternehmen gemeinsam sein, die die Mittelstandsdefinition nicht erfüllen.
	Klein	10 bis 49	2 Mio. bis 10 Mio. Euro	2 Mio. bis 10 Mio. Euro	
	Mittel	50 bis 249	10 Mio. bis 50 Mio. Euro	10 Mio. bis 43 Mio. Euro	
Großunternehmen	-	250 und mehr	50 Mio. Euro und mehr	43 Mio. Euro und mehr	-

¹ Hiervon ist fakultativ ein Kriterium zu erfüllen.

Quelle: Amtsblatt der Europäischen Union, L 124/36, 20.05.2003, zitiert nach Bauer, C. (2004), S. 9.

Gemessen am Umsatz fallen jeweils rund 30 % der Unternehmen in die Kategorien 2 bis 10 Mio. Euro sowie über 50 Mio. Euro. In der Klasse unter 2 Mio. Euro sind gut ein Fünftel der Unternehmen. Mit nur 16,9 % ist die Klasse zwischen 10 und 50 Mio. Euro am wenigsten besetzt. Insgesamt 15 Unternehmen hatten mehr als 249 Mitarbeiter und über 50 Mio. Euro Umsatz. Tabelle 3 informiert über die Anzahl der Unternehmen nach den beiden Kriterien.

Abbildung 3: Größe der befragten Unternehmen nach Anzahl der Beschäftigten (N=60) und Umsatz (N=59)
(Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Tabelle 3: Größe der befragten Unternehmen nach Anzahl der Beschäftigten und Umsatz (N=59)

Anzahl der Beschäftigten	Umsatz in Mio.Euro				Gesamt
	< 2	2-10	11-50	> 50	
<10	9	0	0	0	9
10-50	3	15	2	0	20
51-250	0	4	7	3	14
>250	0	0	1	15	16
Gesamt	12	19	10	18	59

Quelle: Unternehmensbefragung II.

40 der 59 antwortenden Unternehmen können nach der EU-Definition zum Mittelstand gezählt werden (in Tabelle 3 grau unterlegt). Verglichen mit dem sonst in Deutschland und auch Hessen vorliegenden Anteil von mittelständischen Unternehmen an allen umsatzsteuerpflichtigen Unternehmen von 99 % ist dieser bei den befragten Nanotechnologie-Unternehmen mit 68 % deutlich geringer.¹² Der Anteil von Großunternehmen unter den Nanotechnologie einsetzenden Unternehmen ist also relativ hoch.

Nach Mitarbeiteranzahl und Umsatz (alternativ auch die Bilanzsumme) drittes Kriterium für die Gruppierung von Unternehmen nach Definition der EU-Kommission ist die Unabhängigkeit des Unternehmens von einem Großunternehmen. Diese liegt dann vor, wenn ein Großunternehmen mit höchstens 25 Prozent an dem Unternehmen beteiligt ist.

Für eine Einordnung des Unternehmens müssen alle drei Bedingungen zugleich erfüllt sein. Nach dieser Definition können von den 50 antwortenden Unternehmen, über die entsprechende Informationen vorliegen¹³

- 6 als Kleinstunternehmen
- 8 als kleine Unternehmen
- 7 als mittlere Unternehmen

eingestuft werden.

23 Unternehmen gaben an, ein Großunternehmen sei mit mehr als 25 % beteiligt. Insgesamt 26 Unternehmen sind unabhängig. Ein Unternehmen gab die Beteiligung eines größeren Unternehmens zu weniger als 25 % an.

¹² Vgl. Bauer, C. (2004).

¹³ Von den 60 befragten Unternehmen gaben auf die Frage nach einer so definierten Beteiligung eines größeren Unternehmens zehn keine Antwort.

Unternehmensentstehung und Forschungsorganisation

17 Unternehmen sind Neugründungen. Dabei handelte es sich in acht Fällen um Ausgliederungen aus Unternehmen sowie in drei Fällen um Ausgründungen aus Universitäten. Auch eine gemeinsame Ausgründung von Universität und Unternehmen befand sich unter den befragten Firmen. Sechs Unternehmen gaben an, in Folge der Fokussierung des Geschäftsbetriebes auf Nanotechnologie einen bestehenden Betrieb neu ausgerichtet zu haben.

Mit 75 % hat eine deutliche Mehrheit der Unternehmen seine Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in der Nanotechnologie in die bestehende F&E-Organisation integriert, lediglich in vier Unternehmen wurde eine spezielle Nanotechnologie-Forschungsabteilung eingerichtet. Die zumeist praktizierte Organisationsform weist damit auf den speziellen Charakter als Querschnittstechnologie hin.

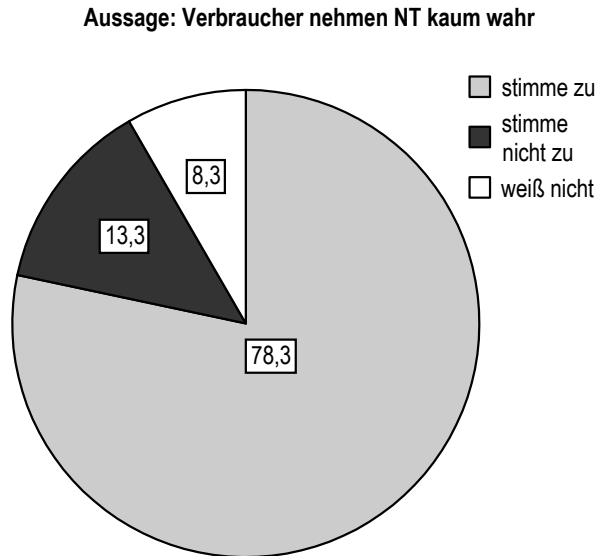
3.2 Allgemeine Einschätzungen zur Nanotechnologie

Dieses Kapitel betrachtet allgemein verschiedene Aspekte der Nanotechnologie. Die Interviewten sind mit dem Thema befasst und haben in der Regel eine fundierte Meinung zu Aspekten hinsichtlich dieser Technologie. Daher wurden diese Experten zu verschiedenen Themen befragt, um Aussagen zur Nanotechnologie zu festigen und Entwicklungstendenzen zu erkennen.

3.2.1 Aussagen zur Nanotechnologie

Frage 19 des Fragebogens gibt Aussagen zu unterschiedlichen Aspekten rund um die Nanotechnologie wieder und fragt die Unternehmen, ob sie sich den Statements anschließen können oder sie ablehnen. Die Antwort „weiß nicht“ steht bei Fehlen einer fundierten Meinung zur Auswahl.

Aussage: Verbraucher werden deutliche Produktverbesserungen durch Nanotechnologie kaum mit dieser Technologie in Verbindung bringen.

Abbildung 4: Wahrnehmung der Nanotechnologie durch Verbraucher (N=60) (Angaben in %)

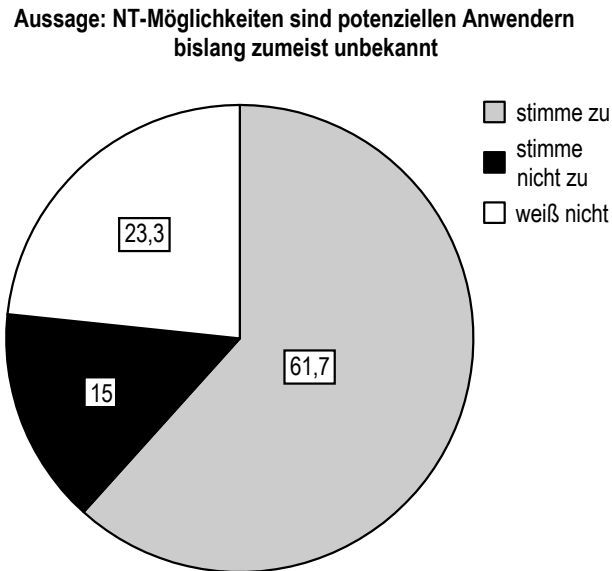
Quelle: Unternehmensbefragung II.

Dieser Aussage stimmen gut 78 % der Befragten zu und untermauern damit diese These. Die Tatsache, dass „reine“ Nanoprodukte in absehbarer Zeit nicht auf den Markt kommen werden und Nanotechnologie zumeist in „unsichtbaren“ Produkt- bzw. Prozessverbesserungen Eingang findet, führt dazu, dass letztlich zwar eine verbesserte Funktionalität erkannt wird, nicht aber, auf welche technologischen Entwicklungen diese zurückgeführt werden kann.

Nicht nur bei Verbrauchern, auch bei Produzenten ist die Nanotechnologie noch weitgehend unbekannt. Neben der schwachen Resonanz auf die erste schriftliche Unternehmensbefragung zeigt dies auch die Meinung von über 60 % der befragten Experten zu der Aussage

Aussage: Potenziellen Anwendern sind die vielfältigen Möglichkeiten der Nanotechnologie bislang zumeist unbekannt.

Abbildung 5: Unentdeckte Potenziale auf Anwenderseite (N=60) (Angaben in %)



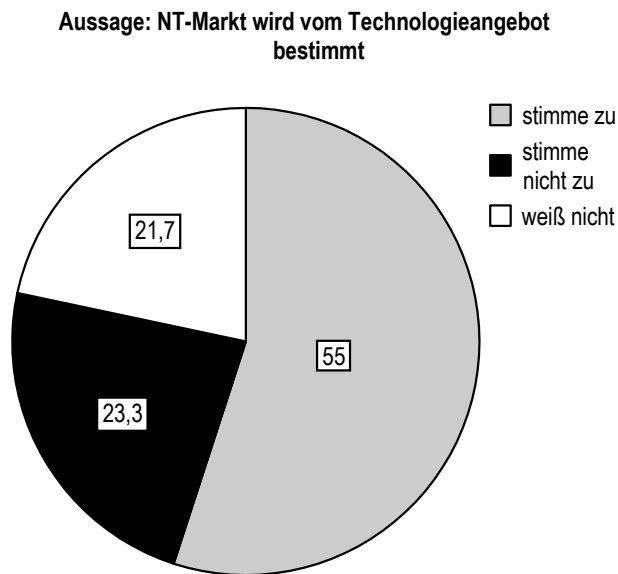
Quelle: Unternehmensbefragung II.

Lediglich 15 % stimmen dieser Aussage nicht zu. Damit wird ein Handlungsbedarf deutlich hinsichtlich der Notwendigkeit, potenzielle Anwender gezielt über Möglichkeiten der Nanotechnologie zu informieren.

Unterstützt wird dies durch die überwiegende Ansicht der Befragten (55 %), das Nanotechnologie-Angebot bestimme derzeit den Markt in dieser Technologie (technology push). Aufgestellt wurde die These

Aussage: Der Markt für Nanotechnologie wird derzeit durch das Technologieangebot bestimmt (Technology Push).

Nachfrageseitige Impulse (market pull) sind dagegen eher die Ausnahme, was mit der zuvor genannten mangelnden Kenntnis über die Technologie zusammenhängt. Damit wird durch die Befragung eine bereits in der ersten Bestandsaufnahme (vgl. Rohde, A. (2004), S. 15) formulierte Beschreibung des derzeitigen Marktes für den Einsatz von Nanotechnologie empirisch untermauert.

Abbildung 6: Dominanz des Technologieangebots (N=60) (Angaben in %)

Quelle: Unternehmensbefragung II.

Entwicklungen in anderen Technologien wie beispielsweise den Informations- und Kommunikationstechnologien sind im Gegensatz zu den Einflüssen der Nanotechnologie offensichtlicher und deutlicher in der öffentlichen Wahrnehmung. Die Hälfte der Befragten stimmt folgender Aussage zu, ein knappes Drittel lehnt sie ab:

Aussage: Die Nanotechnologie ist die Schlüsseltechnologie der kommenden Jahrzehnte und wird die Zukunft ähnlich verändern wie beispielsweise die Informations- und Kommunikationstechnologien.

Abbildung 7: Nanotechnologie verglichen mit der Informations- und Kommunikationstechnologie (N=60)
(Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Damit ist aus Sicht der befragten Unternehmen ein pauschaler Vergleich der beiden Schlüsseltechnologien im Hinblick auf die Wirkung nicht ohne weiteres möglich.

Relativ eindeutig wird die Aussage nach der größten Wertschöpfung beurteilt.

Aussage: Die größte Wertschöpfung wird bei der Systemintegration, d.h. der Implementierung von Nanotechnologie in das Endprodukt bzw. das Produktionsverfahren, erzielt.

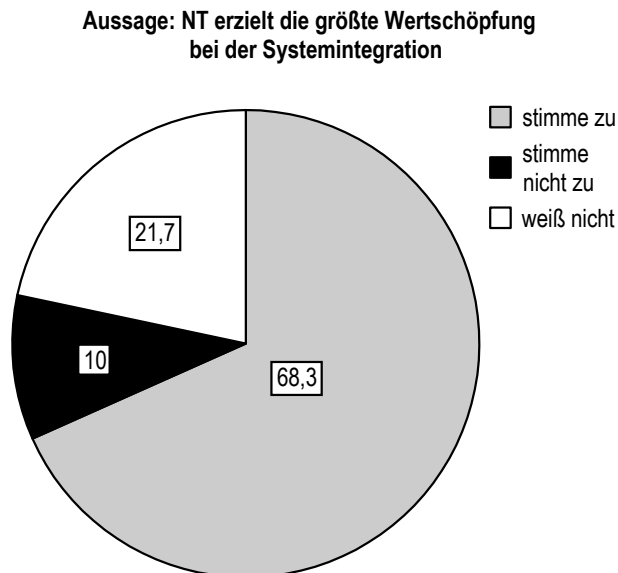
Wertschöpfung wird hier verstanden als Differenz zwischen Umsatz und Vorleistungen. Mehr als zwei Drittel der Befragten sind der Meinung, dass die Wertschöpfung an der Stufe des Produktionsprozesses am größten ist, an der das nanotechnologische Know-how in das Produkt integriert wird. Damit wird eine in der ersten Bestandsaufnahme formulierte Aussage auf breiter Basis bestätigt.

In diesem Zusammenhang wird an die Nano-Falle erinnert:¹⁴ da häufig oftmals der Einsatz kleinster Mengen beispielsweise von Materialien in Nanometerbereich ausreichen, um eine deutlich bessere Funktionalität zu erzielen, müssen Geschäftsmodelle entsprechend ausgerichtet werden. Mit der alleinigen Produktion von Na-

¹⁴ Vgl. Rohde, A. (2004), S. 21f..

nomaterialien als Input für den Produktionsprozess kann in der Regel nur zu einem kleinen Teil an der Wertschöpfung partizipiert werden.

Abbildung 8: Wertschöpfung in der Nanotechnologie (N=60) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Dass die Diskussion über mögliche Risiken der Nanotechnologie deren weitere Entwicklung negativ beeinflusst, glauben lediglich 6,7 % der Befragten. Die überwiegende Mehrheit (71,7 %) stimmen der

Aussage: Die aktuelle Diskussion über mögliche Risiken der Nanotechnologie hemmt die weitere Entwicklung.

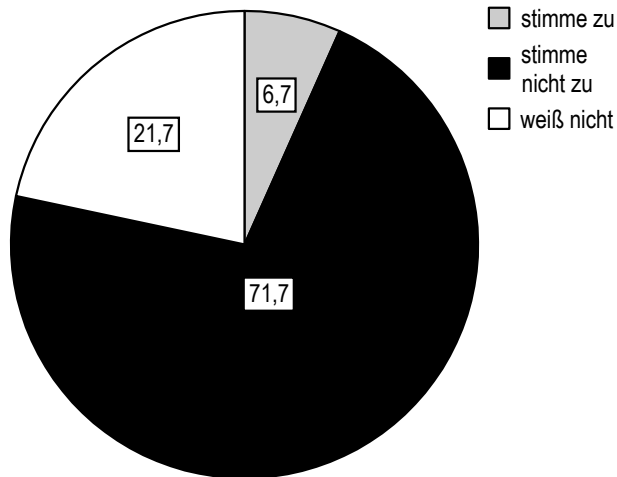
nicht zu (vgl. Abbildung 9).

Allerdings ist knapp die Hälfte der Befragten der Meinung, die Öffentlichkeit müsse stärker und gezielter über die Chancen der Nanotechnologie informiert werden. Gut 23 % sehen hierfür dagegen keinen Handlungsbedarf (vgl. Abbildung 10).

Aussage: Die Öffentlichkeit muss stärker und gezielter über die Chancen der Nanotechnologie informiert werden.

Abbildung 9: Diskussion über Risiken der Nanotechnologie (N=60) (Angaben in %)

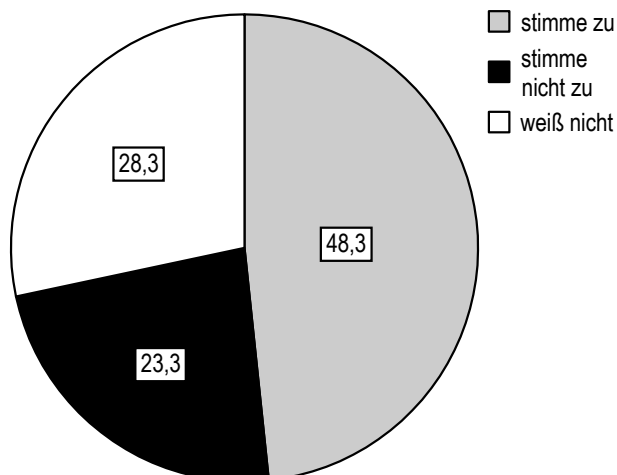
Aussage: Diskussion über mögliche Risiken hemmt die weitere NT-Entwicklung



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Abbildung 10: Information der Öffentlichkeit über die Chancen der Nanotechnologie (N=60) (Angaben in %)

Aussage: Die Öffentlichkeit muss mehr über die Chancen der NT informiert werden



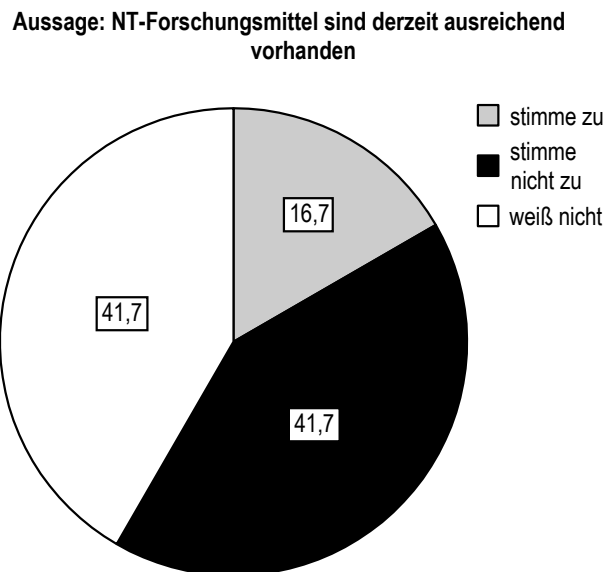
Quelle: Unternehmensbefragung II.

In den Expertengesprächen der Bestandsaufnahme aus dem Jahr 2003 wurde übereinstimmend geäußert, für die Forschung im Bereich Nanotechnologie würden derzeit ausreichend Mittel zur Verfügung gestellt.¹⁵ Dabei wurden allerdings vornehmlich Personen aus dem Bereich Wissenschaft, also von Universitäten, Fachhochschulen und sonstigen Forschungseinrichtungen befragt. In der vorliegenden breit angelegten Befragung von ausschließlich Unternehmensvertretern wird dagegen eine konträre Position bezogen.

Aussage: Zur Forschung im Bereich Nanotechnologie werden derzeit genügend finanzielle Mittel bereitgestellt.

Lediglich 16,7 % stimmen der Aussage zu, die überwiegende Mehrheit lehnt sie ab bzw. antwortet „weiß nicht“. Natürlich ist bei dieser Fragestellung ein strategisches Antwortverhalten der Befragten zu vermuten, so dass die Aussagekraft dieses Resultats eher begrenzt ist. Gleichzeitig ist zu beachten, dass hier nicht zwischen Förderung und Finanzierung von Forschung unterschieden wurde. Dies wird differenziert weiter unten (vgl. Seite 32ff.) behandelt.

Abbildung 11: Verfügbarkeit von Forschungsmitteln (N=60) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

15 Vgl. Rohde, A. (2004), S. 34.

3.2.2 Anwendungsbereiche der Nanotechnologie

In welchen Bereichen die Nanotechnologie in absehbarer Zukunft – Zeithorizont war das Jahr 2010 – eine Rolle spielen wird, sollte von den Befragten dargestellt werden. Hierzu wurde den Gesprächspartnern eine Matrix vorgelegt, die zu diversen Anwendungsbereichen abgestufte Antwortmöglichkeiten hinsichtlich des erwarteten Einflusses vorgab. Dabei muss beachtet werden, dass die Unternehmensvertreter nicht nur hinsichtlich der eigenen, sondern auch übergreifend auf andere Anwendungsbereiche ihre Einschätzung äußern sollten. Für die Interpretation der nachfolgenden Ergebnisse ist der mit gut einem Drittel aller antwortenden Unternehmen verhältnismäßig hohe Anteil von Unternehmen der chemischen Industrie zu beachten. Damit beeinflussen die Einschätzungen der Vertreter dieser Industrie das Ergebnis entsprechend. Es kann außerdem gezeigt werden, dass die Interviewten ihren eigenen Anwendungsbereich tendenziell stärker von der Nanotechnologie beeinflusst sehen als Befragte anderer Bereiche. Beispielsweise erwarten 59,1 % der Branchenvertreter der chemischen Industrie einen hohen Einfluss der Nanotechnologie in dieser Industrie, von allen Befragten lediglich 51,7 %. Darüber hinaus ist festzustellen, dass für manche Anwendungsbereiche Vertreter fremder Branchen überhaupt keine Einschätzung geben konnten.

Vor dem Hintergrund dieser Vorbemerkungen resultierten folgende Einschätzungen für die einzelnen Teilbereiche. Besonders großen Einfluss wird die Nanotechnologie auf Materialien und Werkstoffe haben. Mehr als 83 % der Befragten äußerten diese Erwartung. Ebenfalls eine bedeutende Rolle wird der Technologie in der Chemischen Industrie, der Mikrosystemtechnik und im Bereich Optik zugeschrieben. Auch in der Biotechnologie und in dem Bereich Life Science rechnet man mit deutlichen Berührungspunkten zur Nanotechnologie. Tabelle 4 listet die Anwendungsbereiche sortiert nach einem erwarteten hohen Einfluss.

Für die Informations- und Kommunikationstechnik sehen über 43 % der Unternehmen einen hohen Einfluss, allerdings hatte auch ein hoher Anteil hierzu keine Einschätzung. Ebenso konnten relativ große Anteile der Befragten keine Einschätzung zu den Bereichen Umwelt- und Energietechnik, Bekleidungs-/Textilindustrie und auch Elektrotechnik geben. Diese teilweise sehr hohe Anzahl von unbestimmten Antworten macht deutlich, dass die Nanotechnologie eine Vielzahl an universellen Einsatzmöglichkeiten aufweist, die von Einzelnen branchenübergreifend kaum überblickt werden können. Dagegen sind die Anwendungen von Nanotechnologie im Automobil derart vielfältig und zumindest hinsichtlich der damit erreichten Funktionalität allgemein bekannt, so dass sie häufig als Illustration für das Potenzial der Nanotechnologie verwendet werden.¹⁶ Dies könnte erklären, warum lediglich 13 % der Befragten keine Einschätzung zu dem erwarteten Einfluss der Nanotechnologie im Automobil-/Fahrzeugbau abgaben.

16 Informationen hierzu bieten beispielsweise die Materialien zur Veranstaltung „NanoAutomotive – Nanotechnologie im Auto von morgen“ der IHK-Innovationsberatung (1. September 2004, Frankfurt / Main), im Internet unter www.itb-hessen.de, Rubrik „Aktuelles“ abrufbar.

Tabelle 4: Erwarteter Einfluss der Nanotechnologie bis 2010 auf Anwendungsbereiche (Angaben in %)

Anwendungsbereiche	Hoch	Mittel	Gering	keine Einschätzung
Materialien/Werkstoffe	83,3	10,0	1,7	5,0
Optische Technologien	56,7	15,0	3,3	25,0
Mikrosystemtechnik	53,3	23,3	1,7	21,7
Chemische Industrie	51,7	30,0	6,7	11,7
Biotechnologie	48,3	26,7	3,3	21,7
Medizin/Life Science	43,3	26,7	6,7	23,3
Informations-/Kommunikationstechnik	43,3	15,0	11,7	30,0
Automobil-/Fahrzeugbau	41,7	30,0	15,0	13,3
Pharmazeutische Industrie	38,3	38,3	5,0	18,3
Elektrotechnik	26,7	23,3	13,3	36,7
Bekleidungs-/Textilindustrie	25,0	20,0	25,0	30,0
Umwelt- und Energietechnik	15,0	31,7	23,3	30,0

Quelle: Unternehmensbefragung II.

Eine Analyse der Antworten von Vertretern einer Branche zu anderen Anwendungsbereichen kommt zu folgenden Ergebnissen:

- Der hohe Einfluss der Nanotechnologie für den Anwendungsbereich Materialien und Werkstoffe wird von den Vertretern aller Branchen gesehen.
- Dies trifft auch für die optischen Technologien zu. Besonders aber wird diese Erwartung von den Vertretern aus den Bereichen Optik und Maschinenbau getragen.
- Im Bereich Biotechnologie kann das Ergebnis vor allem auf die Vertreter der chemischen Industrie, der kunststoffverarbeitenden Industrie und den Sonstigen, unter denen sich u. a. auch Unternehmen der Biotechnologie befinden, zurückgeführt werden.
- Für Medizin/Life Science erwarten insbesondere Vertreter der Bereiche unternehmensnahe Dienstleistungen und Sonstige einen hohen Einfluss der Nanotechnologie.
- Das Ergebnis für die Pharmaindustrie wird vor allem durch die Aussagen von Vertretern der chemischen Industrie und den unternehmensnahen Dienstleistungen gestützt.

- Die hohe Quote fehlender Einschätzung in der Elektrotechnik ist besonders den befragten Vertretern der chemischen Industrie zuzuschreiben. Einen hohen Einfluss erwarten hier vor allem die Vertreter aus dem Maschinenbau.
- Unklar sind die Erwartungen hinsichtlich des Einflusses der Nanotechnologie auf die Umwelt- und Energietechnik. Nicht nur in der Gesamtbetrachtung, sondern auch innerhalb der Herkunftsbereiche der Befragten werden divergierende Auswirkungen vermutet.

Trotz dieser Differenzierungen sollte das Befragungsergebnis eher als eine Momentaufnahme der befragten Unternehmensvertreter verstanden werden. Zur Abschätzung der Beiträge der Nanotechnologie zur Entwicklung von neuen Produkten und Prozessen existieren bereits zahlreiche Studien¹⁷, die zum Teil zu deutlich anderen Einschätzungen kommen, allerdings angesichts der rasanten Entwicklungen in diesem Bereich für einzelne Anwendungen schnell überholt sein können. Abzuleiten aus dieser Befragung ist insbesondere die Notwendigkeit, die Akteure hinsichtlich eventuell gegebener Möglichkeiten der Übertragung von nanotechnologischen Entwicklungen zwischen unterschiedlichen Bereichen zu sensibilisieren und übergreifende Kooperationen zu unterstützen.

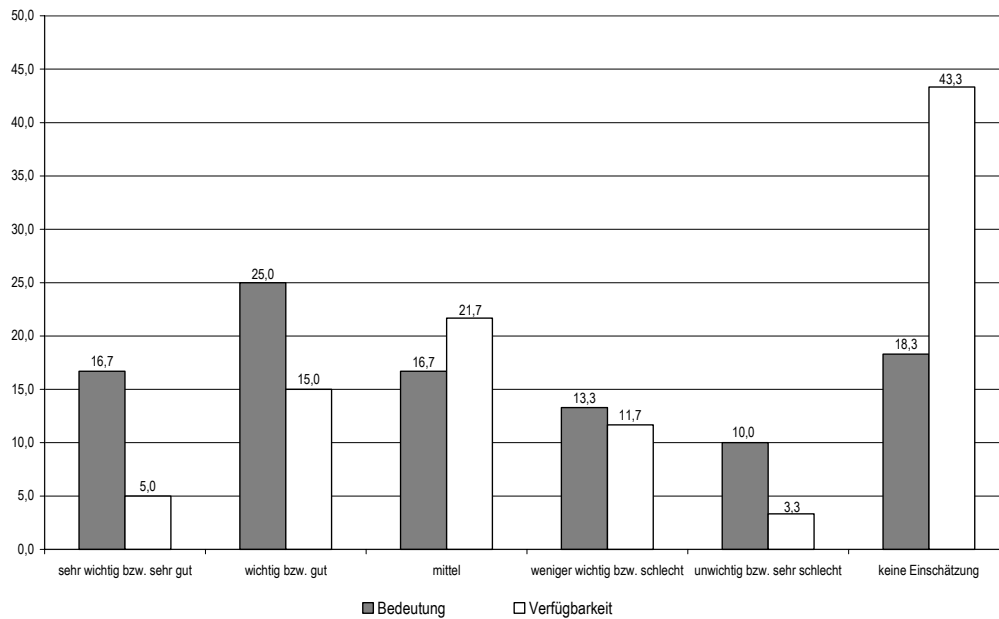
3.2.3 Rahmenbedingungen für Innovationen in der Nanotechnologie

In diesem Komplex wurde abgefragt, welche Bedeutung einzelne Rahmenbedingungen für Nanotechnologie-Innovationen haben und wie deren tatsächliche Ausgestaltung eingeschätzt wird. Forschungsqualität, Fachkräftepotenzial, Kooperations- und Finanzierungsmöglichkeiten sind nach Auskunft der Teilnehmer an der Unternehmensbefragung die wichtigsten Rahmenbedingungen für Innovationen im Bereich der Nanotechnologie.

Gesellschaftliche Akzeptanz

Die Bedeutung von gesellschaftlicher Akzeptanz der Nanotechnologie für Innovationen in diesem Bereich wird sehr differenziert gesehen.

¹⁷ Vgl. z.B. BMBF (2004); TAB (2003); sowie für den Bereich Umwelt- und Energietechnik Hessen Agentur (Hrsg.) (2004); Rastogi, A.K. (2004).

Abbildung 12: Bedeutung und Verfügbarkeit von gesellschaftlicher Akzeptanz (N=60) (Angaben in %)

Quelle: Unternehmensbefragung II.

Eine grundsätzliche positive Einstellung der Gesellschaft sollte vorhanden sein, immerhin votieren nur 23,3 % in diesem Punkt für weniger wichtig bzw. unwichtig. Unklar ist dagegen für nahezu die Hälfte der Gesprächspartner (43,3 %), inwieweit die Bevölkerung Nanotechnologie als positive Technologie tatsächlich wahrnimmt. Die restlichen Antworten gruppieren sich nahezu normalverteilt um die mittlere vorgegebene Antwortkategorie (vgl. Abbildung 12). Damit folgt aus der Befragung, dass Unternehmen den gesellschaftlichen Diskurs zur Nanotechnologie für eher wichtig erachten. Um hier eine sachliche Diskussion zu ermöglichen, sind die Voraussetzungen für eine fundierte Information zu schaffen.

Forschung

Das Vorhandensein von entsprechender allgemeiner Forschungsqualität halten 56,7 % der Gesprächspartner für sehr wichtig, weitere 20 % für wichtig. Weniger bedeutsam ist dabei, dass diese Forschungsqualität auch in der Region vorhanden ist. Nur 21,7 % erachten dies für sehr wichtig, 28,3 % für wichtig. Die tatsächliche Verfügbarkeit von (regionaler) Forschungsqualität wird lediglich von rund 28 % (19 %) als sehr gut oder gut beurteilt, der relativ größte Anteil der Befragten hält sie für jeweils mittelmäßig (35 % bzw. 25 % regional). Ein ebenso großer Anteil (25 % bzw. 33%) kann die Forschungsqualität nicht beurteilen. Dies deutet auf eine noch nicht ausreichende Transparenz der Forschungslandschaft hin. Dabei ist allerdings

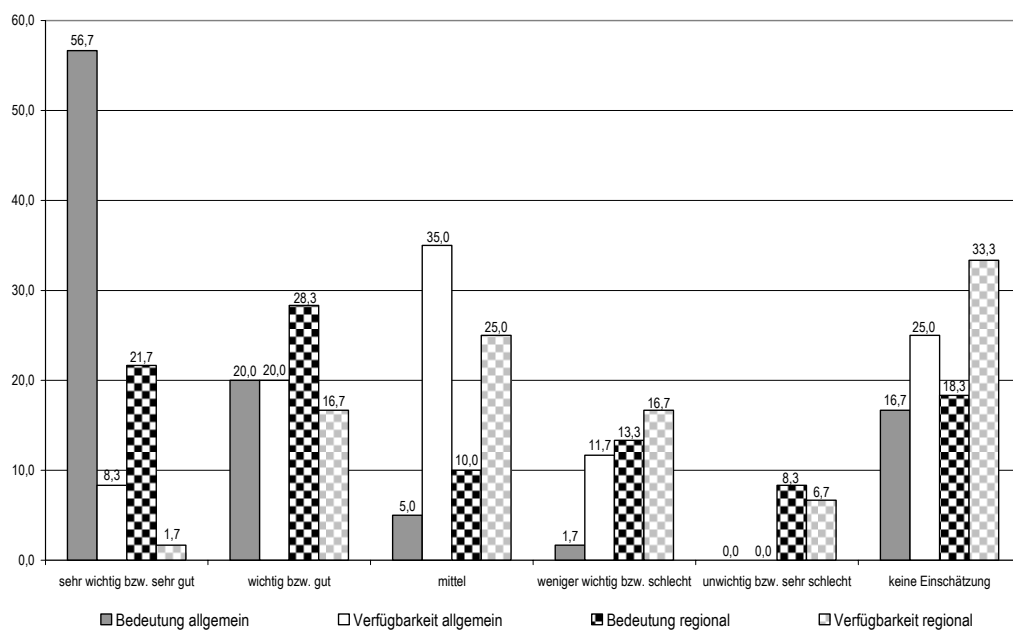
aufgrund der geringen Fallzahl kein regionaler Schwerpunkt für diese Sichtweise zu ermitteln (vgl. Abbildung 13).

Zu beachten ist hierbei, dass die Antworten den Blickwinkel von bereits bestehenden Unternehmen wiedergeben, die bereits in diesem Technologiegebiet aktiv sind. Diese greifen oftmals auf bereits etablierte oder persönliche Kontakte zu Forschungseinrichtungen zurück, die regionale Nähe spielt für sie häufig keine entscheidende Rolle.

Für Unternehmensneugründungen ist das regional verfügbare Angebot an Forschungsqualität tendenziell eher von Bedeutung, wie eine detaillierte Analyse der erhobenen Daten ergab. Dies dürfte auch für Unternehmen gelten, die sich für diese neue Technologie interessieren.

In der ersten Bestandsaufnahme wurde gezeigt, dass die hessischen Universitäten und Fachhochschulen in sämtlichen Bereichen der Nanotechnologie sowohl in Grundlagen- als auch in anwendungsorientierter Forschung auf international konkurrenzfähigem Niveau tätig sind.¹⁸ Für Unternehmen, die einen kompetenten Ansprechpartner für den Bereich Nanotechnologie suchen, ist die erforderliche Forschungsqualität zur Unterstützung ihrer Entwicklungen somit in regionaler Nähe verfügbar.

Abbildung 13: Bedeutung und Verfügbarkeit von Forschungsqualität allgemein und in der Region (N=60)
(Angaben in %)



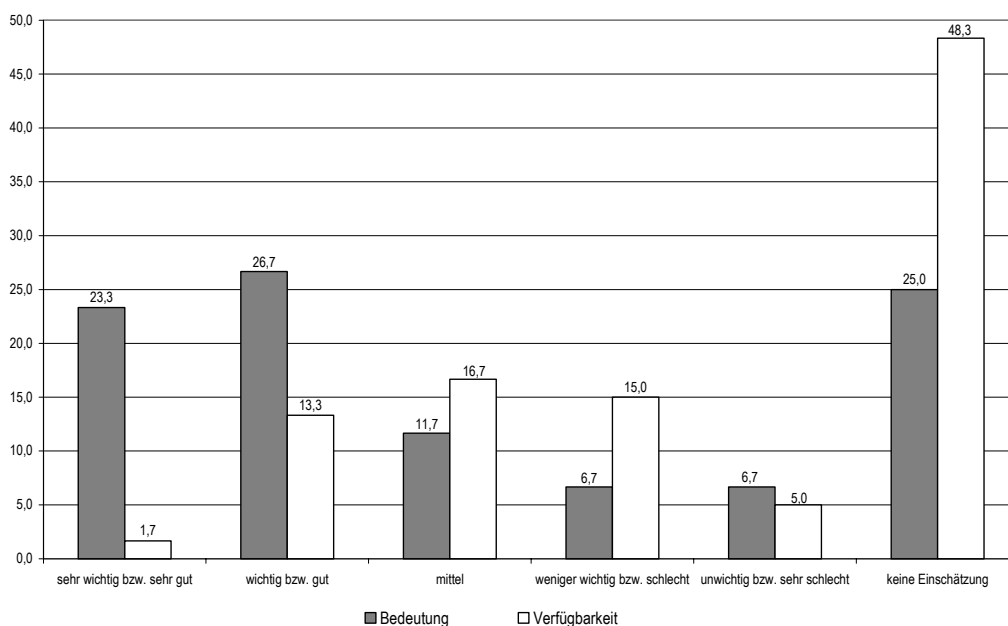
Quelle: Unternehmensbefragung II.

18 Vgl. Rohde, A. (2004), S. 46ff..

Technologietransfer

Für über 60 % der Befragten sind Technologietransfereinrichtungen für Innovationen in der Nanotechnologie von sehr hoher bis mittlerer Bedeutung. Über die Verfügbarkeit solcher Einrichtungen sind mehr als 50 % der Befragten informiert. Das Angebot an Technologietransfereinrichtungen beurteilten über 30 % mit sehr gut bis mittelmäßig. Allerdings wird auch sichtbar, dass nahezu 50 % die Verfügbarkeit von Technologietransfereinrichtungen nicht einschätzen können. (vgl. Abbildung 14).

Abbildung 14: Bedeutung und Verfügbarkeit von Technologietransfereinrichtungen (N=60) (Angaben in %)



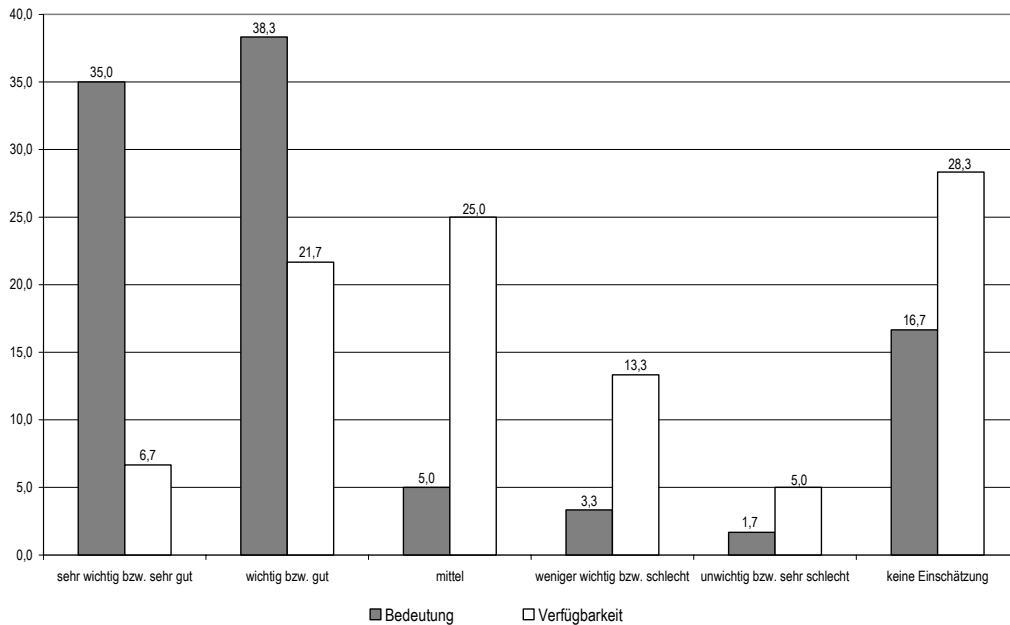
Quelle: Unternehmensbefragung II.

Im Rahmen des Technologietransfers nehmen die Möglichkeiten zu Kooperationen bei den Befragten einen hohen Stellenwert ein. Vergleicht man Abbildung 14 mit Abbildung 15, so zeigt sich, dass die befragten Unternehmer die Bedeutung von Kooperationsmöglichkeiten insgesamt noch höher gewichten als die von Technologietransfereinrichtungen. Nahezu drei Viertel messen diesen Kooperationen eine sehr wichtige (35,0 %) oder wichtige (38,3 %) Rolle bei Innovationen zu.

Positiv sind die vorhandenen Kooperationsmöglichkeiten zu sehen (vgl. Abbildung 15). Über 50 % beurteilen die Verfügbarkeit von sehr gut bis befriedigend. Im Vergleich dazu halten knapp 19 % die Verfügbarkeit von Kooperationsmöglichkeiten für schlecht oder sehr schlecht. Die Verfügbarkeit von Kooperationsmöglichkeiten konnten gut 28 % der Befragten nicht einschätzen.

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass ein nicht zu vernachlässigendes Informationsdefizit bei den Befragten vorhanden ist. Dies trifft sowohl für die Bedeutung, stärker aber noch hinsichtlich der Verfügbarkeit von Technologietransfereinrichtungen bzw. Kooperationsmöglichkeiten zu.

Abbildung 15: Bedeutung und Verfügbarkeit von Kooperationsmöglichkeiten (N=60) (Angaben in %)

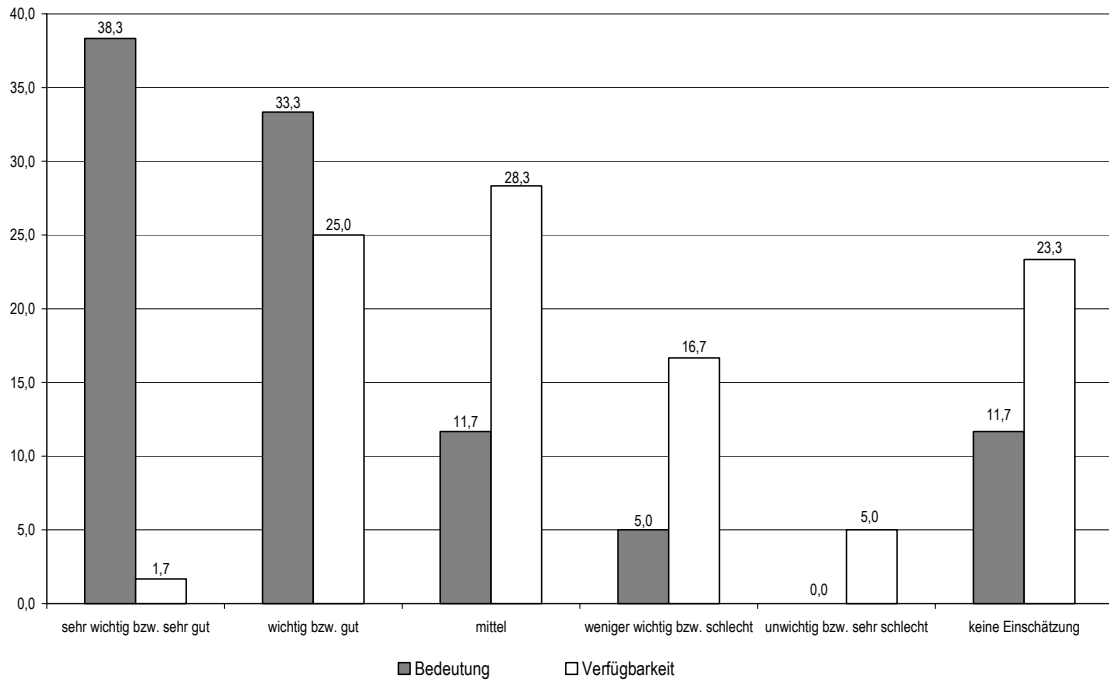


Quelle: Unternehmensbefragung II.

Fachkräfte

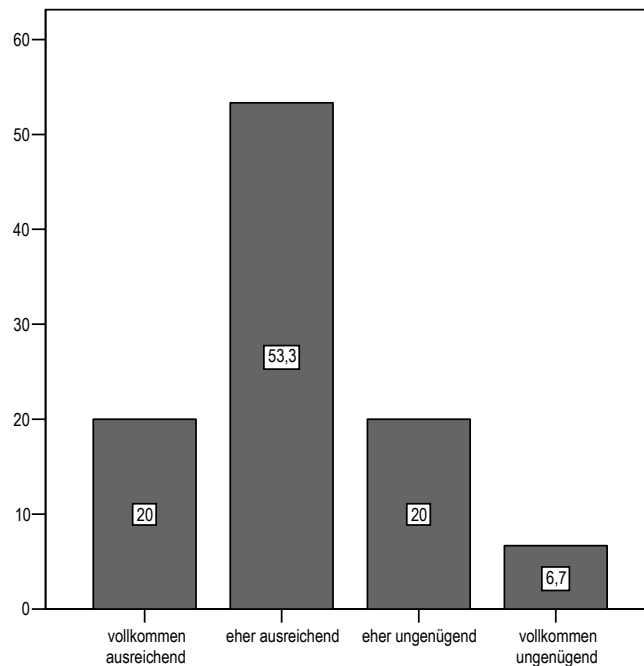
Ähnlich wie bei Forschung und Technologietransfer verhält es sich mit der Einschätzung des Humankapitals. Dessen Bedeutung hält ein überwiegender Teil der befragten Unternehmen für wichtig bzw. sehr wichtig, die Verfügbarkeit von Fachkräften im Bereich Nanotechnologie deckt sich jedoch nicht mit dem Bedarf. Abbildung 16 verdeutlicht die Aussagen der 60 befragten Unternehmensvertreter zu den beiden Fragen in den jeweils vorgegebenen Antwortkategorien. Fast 22 % halten das Angebot an Nanotechnologie-Fachkräften für schlecht oder sehr schlecht, weitere 28 % nur für mittelmäßig. Allerdings konnte ein knappes Viertel der Befragten zu diesem Punkt keine Aussage machen.

Abbildung 16: Bedeutung und Verfügbarkeit von Fachkräften (N=60) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Dies deckt sich mit der Anzahl der fehlenden/verweigeren Antworten auf die weiter oben im Fragebogen gestellte Frage nach dem Fachkräfteangebot, das das Unternehmen aktuell für die Realisierung seiner Nanotechnologie-Aktivitäten braucht. 25 % gaben hierauf keine Antwort. Bezogen auf die verbleibenden Antworten (45 Antworten = 100 %) geben 20 % an, das aktuelle Fachkräfteangebot sei vollkommen ausreichend, mehr als die Hälfte (53,3 %) findet das Angebot zumindest ausreichend (vgl. Abbildung 17). Damit sehen derzeit fast drei Viertel keinen Engpassfaktor im Bereich Fachkräfte. Die einzelnen Unternehmensvertreter, die hier Probleme sehen, stammen aus allen hessischen Landesteilen. Angesichts einer insgesamt stärkeren Ballung von Unternehmen im Süden Hessens ist relativ gesehen das Problem des Fachkräftemangels im Norden stärker ausgeprägt.

Abbildung 17: Aktuelles Angebot an Fachkräften aus Sicht des Unternehmens (N=45) (Angaben in %)

Quelle: Unternehmensbefragung II.

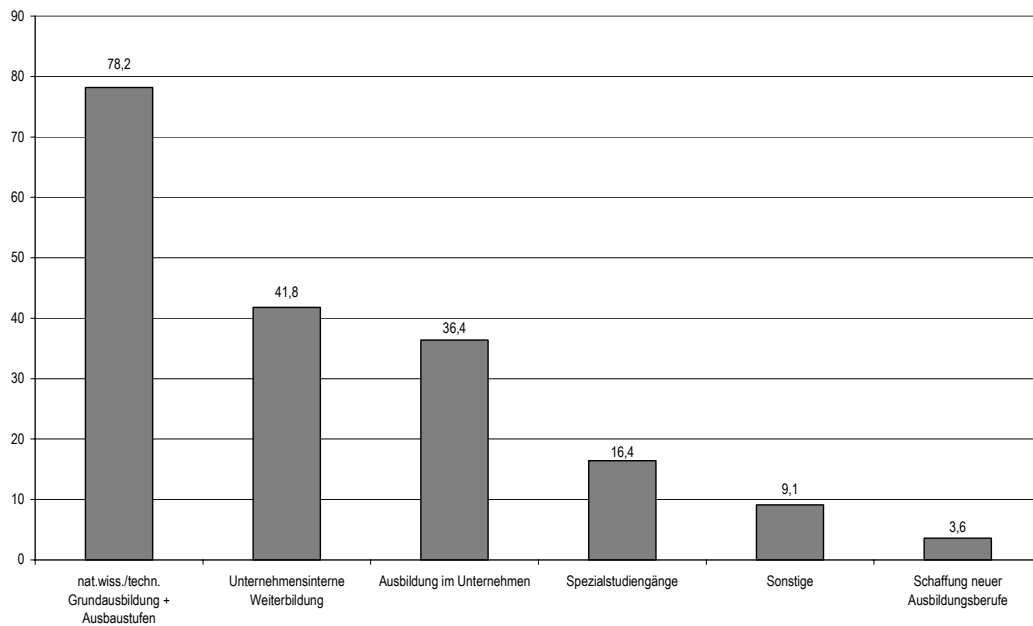
Gefragt wurde außerdem, wie Fachkräfte im Bereich Nanotechnologie idealerweise ausgebildet werden sollten. Vorgeschlagen wurden verschiedene Bildungswege, Mehrfachantworten waren zugelassen. Abbildung 18 zeigt die Antworten von 55 auf diese Frage antwortenden Unternehmen.

Mit über 78 % favorisiert eine deutliche Mehrheit eine klassische naturwissenschaftliche oder technische Grundausbildung in Verbindung mit einer darauf aufbauenden Spezialisierung. Eine solche spezifische Weiterbildung kann auch unternehmensintern, beispielsweise durch eine Fortbildungsmaßnahme oder durch Training on the Job erfolgen. Diese Meinung haben 41,8 %. Auch die Ausbildung im Unternehmen stellt für 36,4 % eine geeignete Ausbildungsform dar. Lediglich 16,4 % halten die Ausbildung in Spezialstudiengängen, wie sie z.B. von der Universität Kassel angeboten werden, für ideal. Die Einrichtung neuer Ausbildungsberufe findet nicht die Zustimmung der Befragten. Der ausgeprägte Querschnittscharakter der Nanotechnologie erlaubt momentan noch nicht die Konzeption eines solchen Berufes.

Insgesamt zeigt dieses Ergebnis, dass der interdisziplinäre Charakter der Nanotechnologie von Fachkräften in diesem Bereich im Wesentlichen eine solide Grundausbildung in einem naturwissenschaftlichen oder technischen Studienfach verlangt. Die zusätzlich für die Arbeit an einer konkreten Entwicklung auf Nanotechnologie-Basis notwendigen Kenntnisse sind häufig zu spezifisch, als dass sie durch ein Ausbildungskonzept abgedeckt werden könnten.

Die unter „Sonstige“ erfassten Anmerkungen der Interviewpartner reichen von Vorschlägen wie zur Einrichtung von Dualen Studiengängen oder Fernuniversitäten über den Hinweis, dass für eine Tätigkeit in der Produktion eine technische Ausbildung ausreichend sei.

Abbildung 18: Ausbildung von Nanotechnologie-Fachkräften aus Sicht des Unternehmens (N=55)
(Angaben in %)



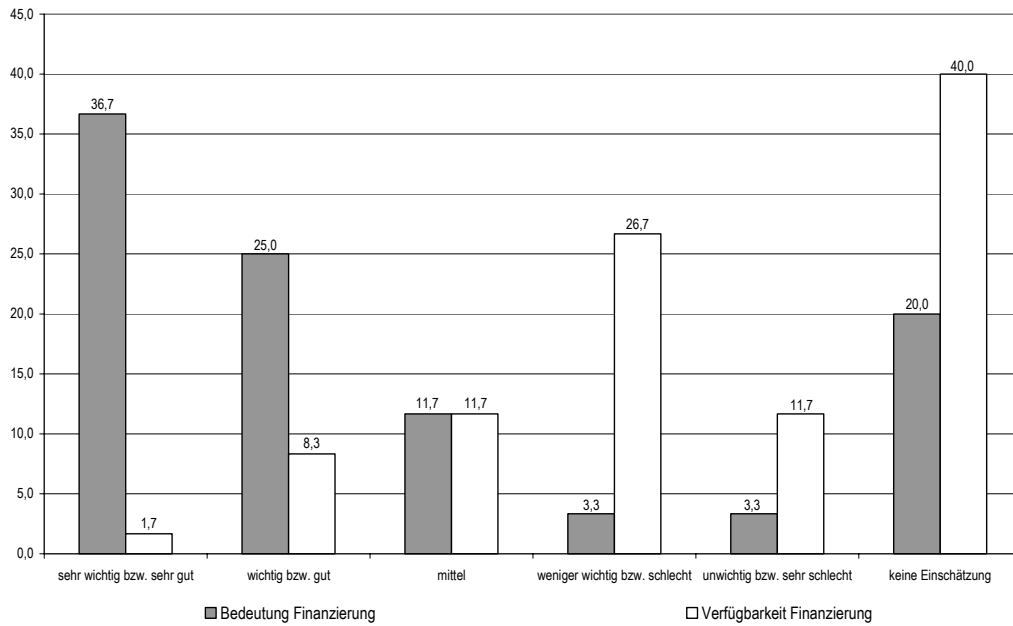
Quelle: Unternehmensbefragung II.

Finanzierung von Nanotechnologie-Aktivitäten

Wie bereits oben thematisiert wird die Frage der Finanzierung von Forschungsvorhaben im Bereich Nanotechnologie kontrovers beantwortet. Für 51,7 % der Befragten sind Finanzierungsmöglichkeiten eine wichtige bzw. sehr wichtige Rahmenbedingung für Innovationen. Gleichzeitig halten 38,4 % die Verfügbarkeit von Finanzierungsmöglichkeiten für schlecht oder sogar sehr schlecht. Weitere 40 % konnten jedoch keine Einschätzung hierzu abgeben. Abbildung 19 verdeutlicht die Aussagen. Ein ähnliches Ergebnis lässt sich für Fördermittel festhalten: zwei Drittel der Befragten sehen in Fördermitteln eine wichtige bzw. sehr wichtige Rahmenbedingung, allerdings hält die Mehrzahl (31,6 %) deren Verfügbarkeit für schlecht bzw. sehr schlecht (vgl. Abbildung 20).¹⁹

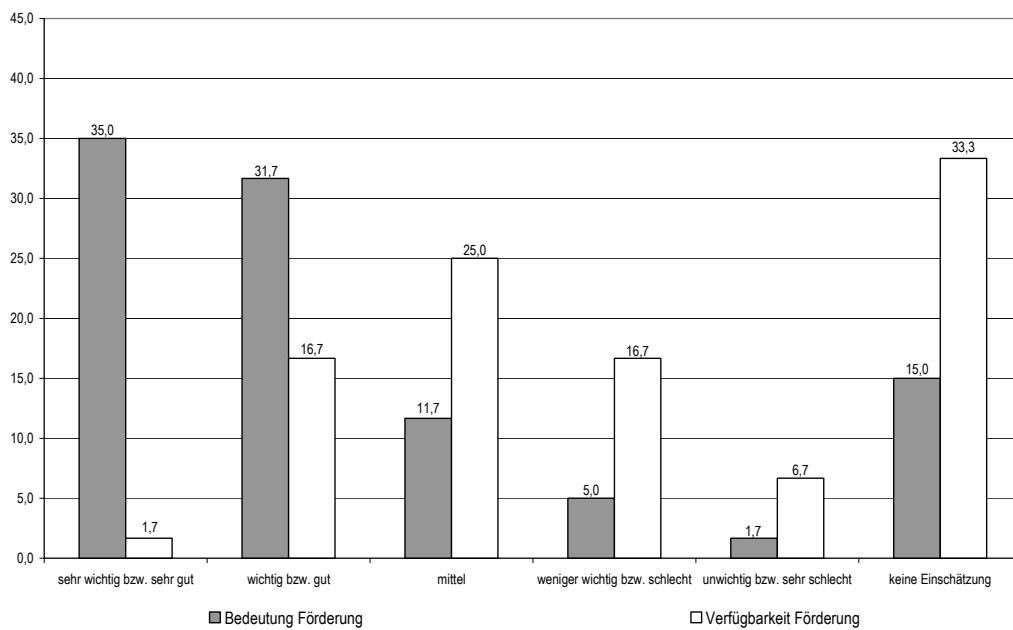
¹⁹ Ein Drittel gab hinsichtlich der Verfügbarkeit keine Einschätzung ab.

Abbildung 19: Bedeutung und Verfügbarkeit von Finanzierungsmöglichkeiten (N=60) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Abbildung 20: Bedeutung und Verfügbarkeit von Fördermitteln (N=60) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

- Zu Finanzierungsmöglichkeiten für Nanotechnologie-Entwicklungen wurde eine zusätzliche, ausführliche Frage gestellt. Unterschieden wurde dabei nach den folgenden fünf Finanzierungsformen Venture Capital, Business Angels, Öffentliche Förderung, EU-Fördermittel und Fremdkapital. Die Angaben der befragten Unternehmen sind in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Einschätzung verschiedener Finanzierungsmöglichkeiten (N=59) (Anzahl der Antworten)

Einschätzung	Venture Capital		Business Angels		Fremdkapitalfinanzierung	
	Bedeutung	Verfügbarkeit	Bedeutung	Verfügbarkeit	Bedeutung	Verfügbarkeit
sehr wichtig bzw. sehr gut	9	0	4	0	5	0
wichtig bzw. gut	16	3	10	2	16	1
mittel	3	10	13	7	10	13
weniger wichtig bzw. schlecht	3	10	3	9	4	10
unwichtig bzw. sehr schlecht	3	6	0	6	2	7
keine Einschätzung	25	30	29	35	22	28
Gesamt	59	59	59	59	59	59

Einschätzung	Öffentliche Förderung		EU-Fördermittel	
	Bedeutung	Verfügbarkeit	Bedeutung	Verfügbarkeit
sehr wichtig bzw. sehr gut	18	4	11	3
wichtig bzw. gut	16	6	18	8
mittel	7	11	8	7
weniger wichtig bzw. schlecht	2	15	2	13
unwichtig bzw. sehr schlecht	1	3	2	2
keine Einschätzung	15	20	18	26
Gesamt	59	59	59	59

Quelle: Unternehmensbefragung II.

Wesentliche Ergebnisse sind:

- Die Gesprächspartner konnten zu diesem Fragenspektrum häufig keine Aussagen abgeben. Diese Antwortmöglichkeit dominiert in einer Spanne von 25 bis 60 %. Entsprechend müssen die Auswertungen zu diesem Thema unter Vorbehalt interpretiert werden. Generell sind die Befragten von kleinsten und kleineren Unternehmen besser über dieses Thema informiert. Dies ist angesichts eines in der Regel höheren Bedarfs an verschiedenen Finanzierungsquellen bei kleinen und mittleren Unternehmen als bei größeren Unternehmen nicht anders zu erwarten.

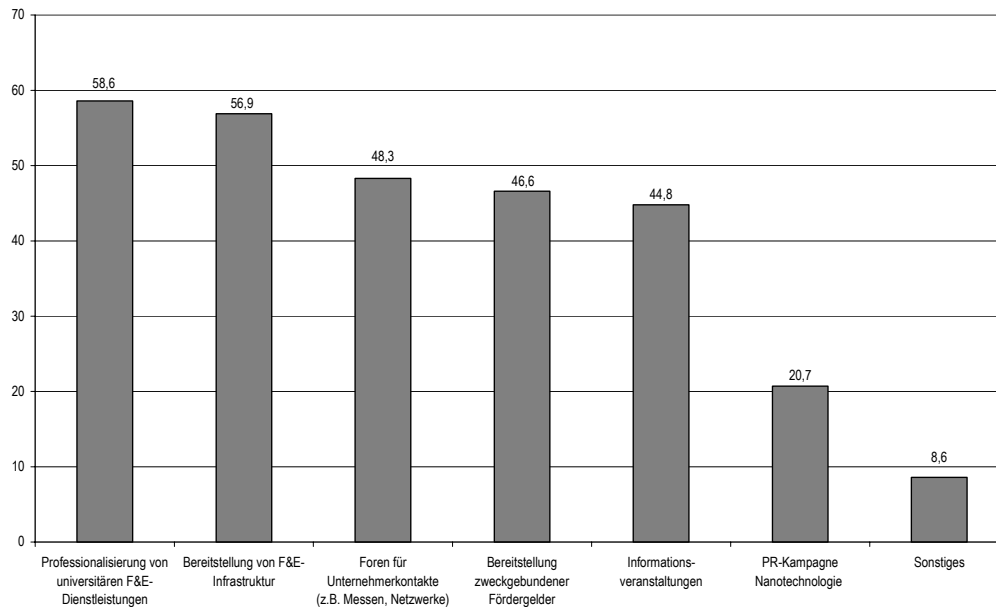
- Hinsichtlich ihrer Relevanz werden öffentliche und EU-Fördermittel für wichtig bzw. sehr wichtig erachtet, besonders von den kleineren Unternehmen. Die Verfügbarkeit dieser Mittel wird jedoch eher negativ beurteilt. In Einzelfällen wurde angemerkt, dass die Beantragung von EU-Fördermitteln für kleinere und mittlere Unternehmen zu aufwändig sei.
- Venture Capital und Business Angels scheinen vor allem bei kleineren Unternehmen eine Rolle zu spielen. Dabei scheint Venture Capital eine größere Bedeutung in diesem Bereich zu haben als die Beteiligung von Business Angels.
- Fremdkapital stufen 35,6 % als wichtig bzw. sehr wichtig ein (bei 37,3 % ohne Einschätzung), nur gut 10 % als weniger wichtig bzw. unwichtig. Diese Finanzierungsart wird von Unternehmen aller Größenklassen in ihrer Bedeutung etwa gleich eingestuft. Demgegenüber erachten 29,8 % (bei 47,5 % ohne Einschätzung) Fremdkapitalmittel als schlecht oder gar sehr schlecht verfügbar, besonders kleinere Unternehmen scheinen hierzu nur einen erschwerten Zugang zu haben. Dies könnte, wie in einigen Gesprächen berichtet wurde, an der fehlenden Technologie-Kenntnis von Banken liegen, die infolgedessen von Kreditengagements absehen.

Maßnahmen zur weiteren Etablierung der Nanotechnologie

Um aus Sicht der Unternehmen zu erfahren, welche Aktionen zur weiteren Etablierung der Nanotechnologie in der Gesellschaft, vor allem aber in den Unternehmen, die mit dieser Technologie in Produktion und Produkten Qualitätsverbesserungen erreichen könnten, sinnvoll seien, wurden verschiedene Maßnahmen vorgeschlagen und auch Gelegenheit für weitere Anregungen gegeben. Die Befragten konnten den Vorschlägen zustimmen, Mehrfachnennungen waren möglich. Abbildung 21 zeigt die Zustimmung (in Prozent) zu den einzelnen Maßnahmen.

Nahezu 60 % der Befragten sehen in der Bereitstellung von Forschungsinfrastruktur, beispielsweise durch F&E-Ausrüstungen oder Dienstleistungen der Universitäten einen geeigneten Weg zur Verbreitung der Nanotechnologie. Auf diese Weise könnte das im Bereich der Nanotechnologie-Entwicklung besonders präzente Problem der F&E-Ausstattung zumindest abgeschwächt werden. Für Arbeiten im Maßstab der Nanotechnologie werden spezielle Apparaturen benötigt, z.B. im Bereich der Nanoanalytik zur Sicherung der Qualität. Diese stellen allerdings insbesondere für kleinere Unternehmen eine kaum zu leistende Investition und damit ein Hemmnis dar, um mittels Nanotechnologie Lösungen zu entwickeln. Ein Zugang zu solchen Apparaturen oder auch Dienstleistungen durch Universitäten, die über entsprechendes Equipment verfügen, könnte vor allem in der Entwicklungsphase von Produkten oder Prozessen dieses Problem der fehlenden kapitalintensiven technischen Ausstattung mildern.

Abbildung 21: Maßnahmen zur weiteren Etablierung der Nanotechnologie (N=60) (Mehrfachnennungen waren möglich; Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Die Einrichtung von Foren für Unternehmerkontakte befürwortet fast die Hälfte der Befragten. (Virtuelle) Messen oder Netzwerke sind typische Beispiele für solche Maßnahmen, von denen Synergieeffekte erwartet werden. Die Zustimmung zu solchen Aktionen steht im Einklang mit den gemachten Aussagen zur Bedeutung und Verfügbarkeit von Technologietransfereinrichtungen und Kooperationsmöglichkeiten.

Informationsveranstaltungen sind für 44,8 % der richtige Kanal, um die Nanotechnologie in ihrer Bekanntheit zu steigern und für potenzielle Technologienutzer zu öffnen. Dies ist jedoch von einer klar definierten Zielgruppe der Veranstaltung abhängig. Bei eng eingegrenzten Themen und selektiertem Teilnehmerkreis können solche Veranstaltungen zudem Kontakte etablieren. Eine allgemeine PR-Kampagne Nanotechnologie wird nur von einem Fünftel der Befragten als geeignetes Mittel zur weiteren Etablierung der Technologie gesehen.

46,6 % erachtet die Bereitstellung von öffentlichen Fördergeldern als hierfür dienlich. Die Vorschläge hinsichtlich des Einsatzes dieser Mittel reichen von der Finanzierung von Grundlagenforschung in Universitäten und Unternehmen über die Unterstützung von Kooperationen bis hin zur Finanzierung von Anlageinvestitionen.

Die unter der Rubrik „Sonstiges“ gemachten Angaben gehen in eine ähnliche Richtung. Angeregt werden u. a. Informationsveranstaltungen über bereits geförderte Projekte, die Anbahnung von Unternehmerkontakten zur Universität (etwa durch Diplom- bzw. Promotionsarbeiten), die Erschließung neuer Märkte.

3.3 Nanotechnologie in den befragten Unternehmen

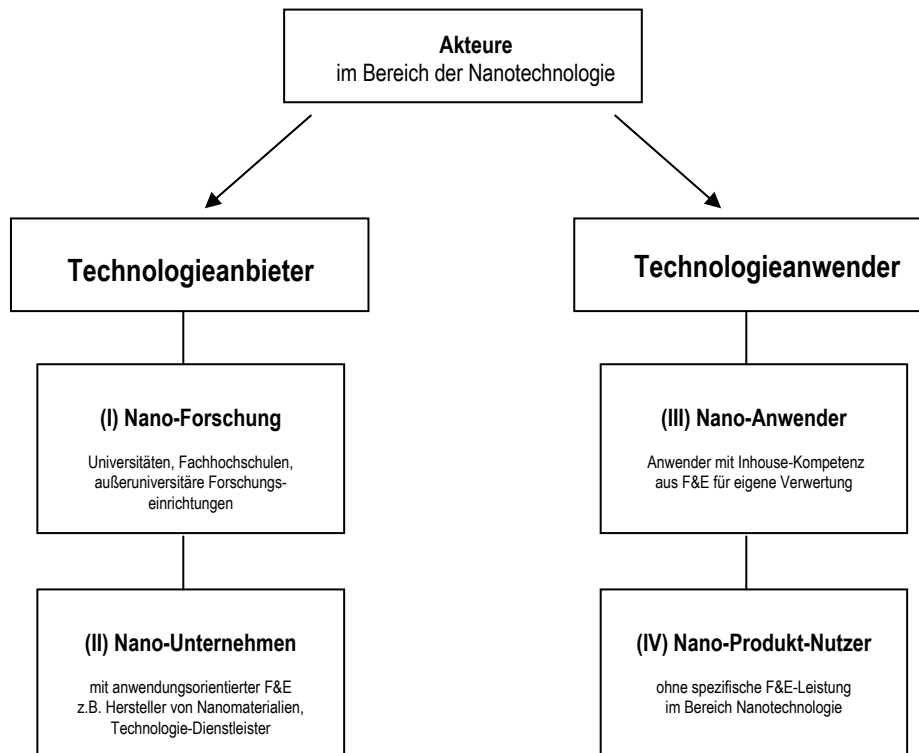
Dieser Abschnitt befasst sich mit verschiedenen Aspekten der Nanotechnologie innerhalb der befragten Unternehmen, wie Fachkräften, Produkten, Forschungsoperationen sowie zu Beginn mit der Bedeutung dieser Technologie.

3.3.1 Rolle der Nanotechnologie in den Unternehmen

Nanotechnologie-Anbieter und -Anwender

Ergebnis der ersten Bestandsaufnahme war eine theoretische Unterscheidung der Akteure im Bereich Nanotechnologie nach Technologieanbietern und Technologieanwendern (vgl. Abbildung 22).

Abbildung 22: Systematik von Akteuren im Bereich der Nanotechnologie



Quelle: Rohde, A. (2004), S. 23, modifiziert.

Hierbei wurden je zwei Gruppen unterschieden, die wie folgt kurz charakterisiert sind:²⁰

- (I) **Nano-Forschung**: zu diesem Bereich werden Forschungseinrichtungen wie Universitäten, Fachhochschulen und andere Einrichtungen wie z.B. Fraunhofer Institute gezählt. Dieser Typ von Nanotechnologie-Anbietern liegt nicht im Zentrum dieser Untersuchung und wird daher nicht weiter betrachtet.
- (II) **Nano-Unternehmen**: hierzu werden Unternehmen gerechnet, die anwendungsorientierte Forschung im Bereich der Herstellung und Entwicklung von Nanomaterialien oder -systemen sowie Innovationsberatung und Technologietransfer betreiben. Diese Unternehmen sind häufig Ausgründungen von Universitäten oder Großunternehmen und führen anwendungsorientierte F&E im Nanobereich durch. Ihr Geschäftszweck liegt in der (Auftrags-)Forschung zur Realisierung von Produktlösungen.
- (III) **Nano-Anwender**: hierzu zählen Unternehmen, die entweder bereits Anwender der Nanotechnologie sind – d.h. durch eigene oder zugekaufte Forschung wurde Nanotechnologie bereits in ihren Produkten verankert – oder es aufgrund ihrer Tätigkeit zu erwarten ist, dass diese Unternehmen von der Nanotechnologie stark beeinflusst werden wird.
- (IV) **Nano-Produkt-Nutzer**: dies sind Unternehmen, die ohne eigenen nanospezifischen Forschungsaufwand zu betreiben nanotechnologische Produkte als Input für ihr Produkt nutzen. Es sind dies z.B. Hersteller von Produkten, in die etwa traditionelle (Beispiel: Rußpartikel bei der Reifenherstellung) oder moderne (Beispiel: Einsatz neuer Pigmente als Input für Lackherstellung) Produkte der Nanotechnologie eingehen. Sofern diese aber bei der Weiterentwicklung ihrer Produkte bewusst nanotechnologische F&E leisten, wären sie gemäß dieser Systematik der Gruppe III zuzuordnen.

Die Grenzen zwischen den vier Gruppen dieser Systematik, insbesondere aber zwischen den drei Unternehmenstypen verlaufen in der Praxis nicht trennscharf. Nicht alle Unternehmen können eindeutig einer Gruppe zugerechnet werden, im Einzelfall können zahlreiche Überschneidungen bestehen. Die Unternehmen wurden daher lediglich befragt, ob sie sich als Anbieter oder Anwender der Nanotechnologie verstehen.

Ein Drittel der Unternehmen sieht sich als Anbieter von Nanotechnologie. Als solche haben sie Kompetenzen im Bereich F&E aufgebaut und nutzen diese für eigene

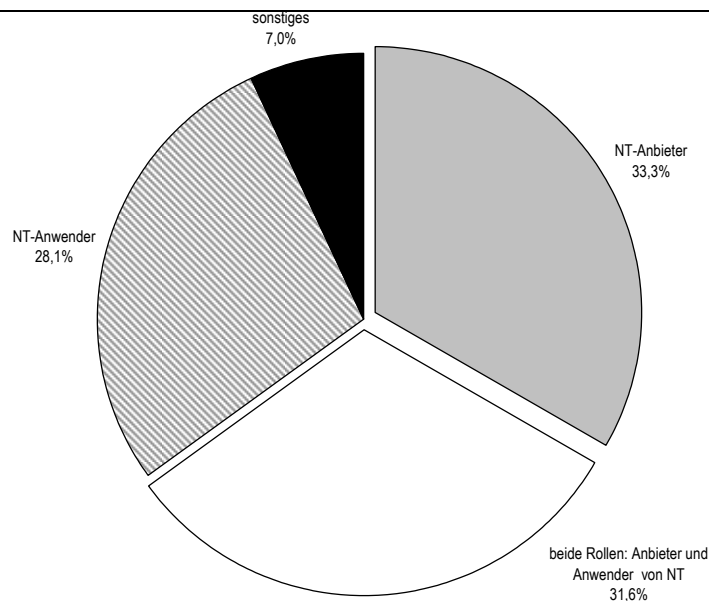
²⁰ Vgl. die umfassenderen Ausführungen in Rohde, A. (2004), S. 22ff..

Produkte und / oder veräußern das Know-how an Anwender, die damit Nanotechnologie in ihre Produkte bzw. Produktionsprozesse integrieren. Als reine Nanotechnologie-Anwender sehen sich 28 % der befragten Unternehmen. Beide Rollen erfüllen 31,6 %. Damit verfügen nahezu zwei Drittel der Unternehmen als Anbieter über spezielle Nanotechnologie-Kenntnisse (vgl. Abbildung 23).

Dies korrespondiert mit den Ergebnissen der kürzlich veröffentlichten VDI-Studie. Auch in dieser deutschlandweiten Unternehmensbefragung rechneten sich 66 % der Unternehmen der Gruppe der Hersteller und rund 29 % der Gruppe der reinen Anwender von nanotechnologischen Produkten zu. Für die Autoren dieser Studie ist diese Verteilung ein Indiz für die Diffusion von nanotechnologischem Wissen. Gemessen an einer früheren Untersuchung (aus dem Jahr 1996) ist die Zahl der aktiven Akteure am Markt deutlich gestiegen.²¹

Die Struktur der in Hessen identifizierten Unternehmen entspricht damit sehr genau derjenigen in Deutschland.

Abbildung 23: Rolle des Unternehmens im Bereich der Nanotechnologie (N=57) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

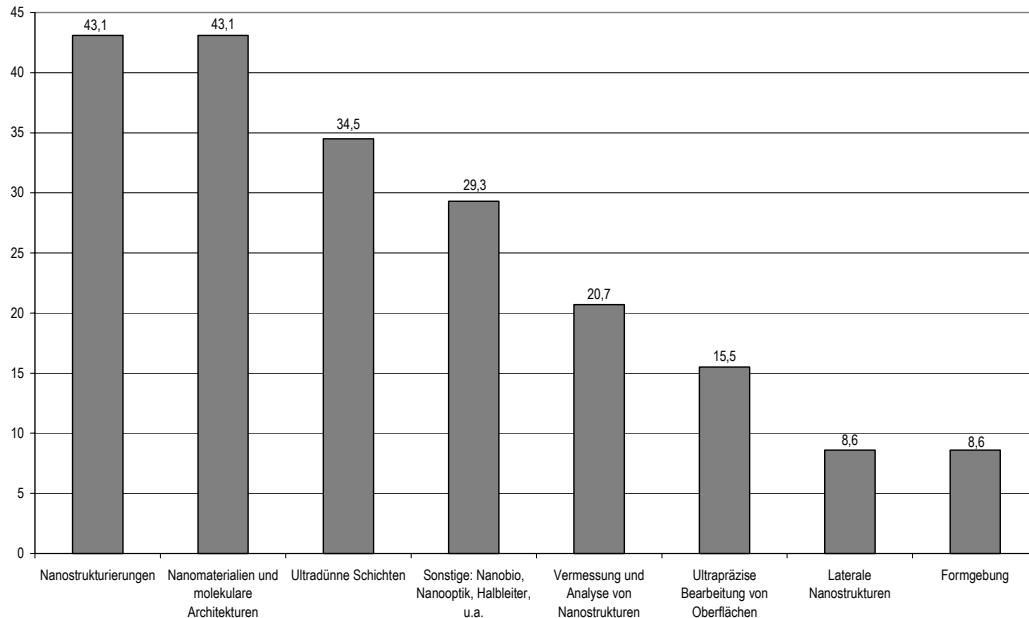
Teilbereiche der Nanotechnologie

Die Unternehmen wurden auch danach befragt, welchen Teilbereichen der Nanotechnologie sie sich zuordnen. Dabei wurden verschiedene Teilbereiche unterschied-

²¹ Vgl. Luther, W., Malanowski, N., Bachmann, G., et al. (2004), S. 123.

den, zwischen denen es allerdings zum Teil Überschneidungen gibt. Mehrfachnennungen waren möglich. Abbildung 24 zeigt das Ergebnis.

Abbildung 24: Teilbereiche der Nanotechnologie (N=58) (Mehrfachnennungen waren möglich; Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

In den Bereichen Nanostrukturierungen sowie Nanomaterialien und molekulare Architekturen ist fast die Hälfte der antwortenden Unternehmen tätig. Gut ein Drittel befasst sich mit ultradünnen Schichten. Zur Nanoanalytik kann ein Fünftel der Unternehmen gerechnet werden. 15,5 % geben an, im Teilbereich ultrapräzise Bearbeitung von Oberflächen tätig zu sein. Mit lateralen Nanostrukturen sowie Formgebung beschäftigen sich nur wenige der befragten Firmen.

Relativ häufig (29,3 %) wurde auch die Antwortmöglichkeit „Sonstige“ gewählt. Genannt wurden hier von den Unternehmen die Bereiche Nanobiotechnologie, Mikrostrukturierungen, Halbleiter-Nanotechnologie, Nanoelektronik, Mikrooptik, funktionale Oberflächen sowie Anwendungen aus den Bereichen Nanomaterialien, Beschichtungen, Wasserstoffspeicherung und F&E-Management.

Anteile der Nanotechnologie an Umsatz, Mitarbeiteranzahl, F&E-Aufwand, Wertschöpfung

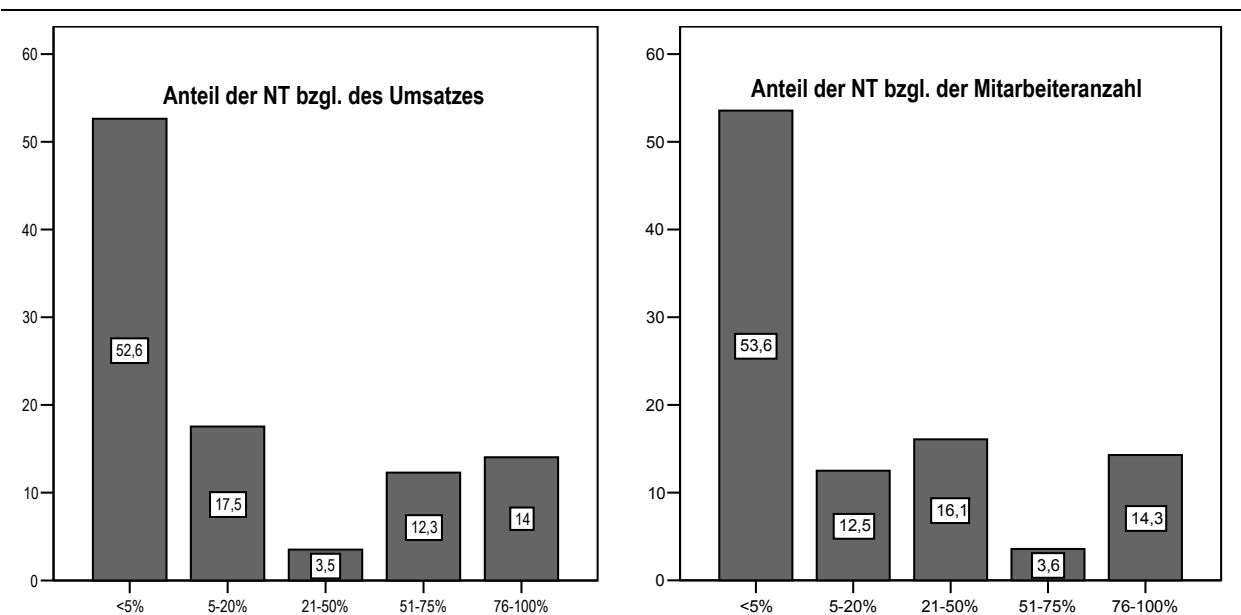
Welche Bedeutung die Nanotechnologie in den Unternehmen derzeit hat, wurde ebenfalls erfragt. Bezogen auf den **Umsatz** spielt Nanotechnologie eine noch eher

nachrangige Rolle. Für gut die Hälfte der Unternehmen liegt der Umsatzanteil, der Produkten oder Prozessen mit Nanotechnologie zurechenbar ist, unter 5 %. Für insgesamt 26,3 % der Firmen macht der Umsatz mit solchen Erzeugnissen allerdings bereits mehr als die Hälfte ihres Umsatzes aus. Bei acht Unternehmen (14,0 % aller antwortenden Unternehmen) beträgt der auf Nanotechnologie entfallende Umsatzanteil über 75 %.

Ähnlich verhält es sich mit der **Mitarbeiteranzahl** (vgl. Abbildung 25). Während bei 53,6 % der Unternehmen weniger als 5 % der Mitarbeiter von Nanotechnologie betroffen sind, existieren einige Unternehmen (14,3 %), bei denen die Anzahl der Mitarbeiter in diesem Bereich über 75 % ausmacht.

Damit bleibt festzuhalten, dass die Anzahl der Mitarbeiter mit Nanotechnologie-Know-how in den meisten Unternehmen im einstelligen Bereich liegt, zumeist sind es lediglich zwei Mitarbeiter. Nur einige Großunternehmen und speziell auf die Nanotechnologie ausgerichtete Betriebe verfügen über deutlich mehr Fachkräfte mit solchen Qualifikationen.

Abbildung 25: Anteil der Nanotechnologie in den befragten Unternehmen bzgl. Umsatz (N=57) und Anzahl der Beschäftigten (N=56) (Angaben in %)



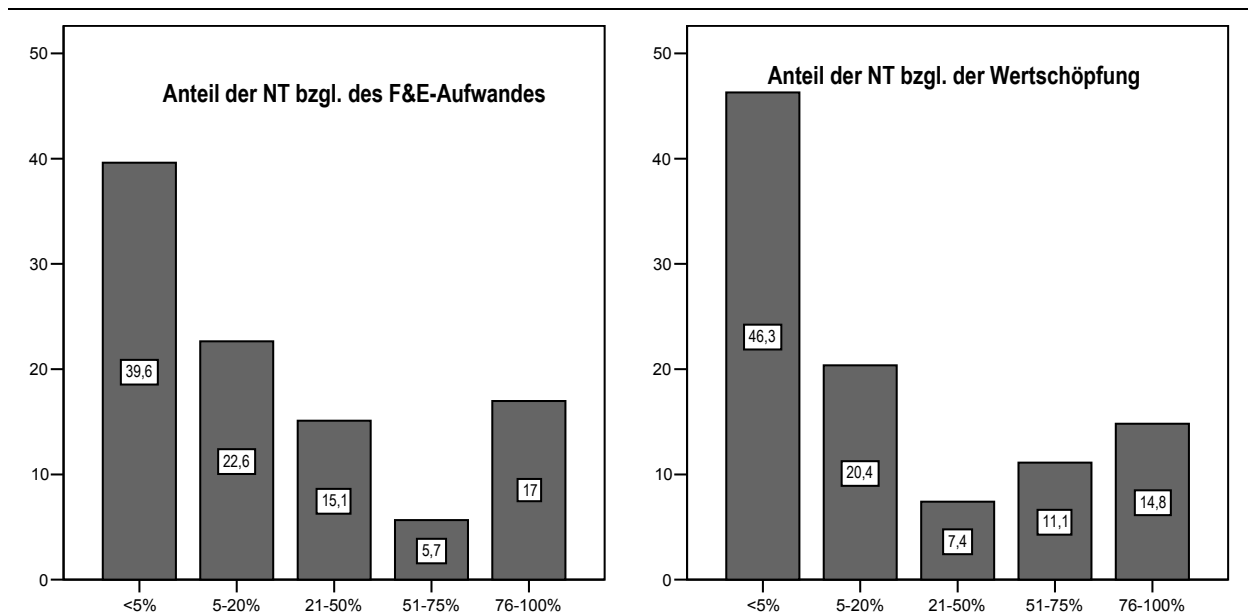
Quelle: Unternehmensbefragung II.

Bei den Unternehmen mit hohen Mitarbeiter-Anteilen ist auch der Anteil des F&E-Aufwands und der Wertschöpfung im Bereich Nanotechnologie entsprechend hoch (vgl. Abbildung 26).

Nanotechnologie ist F&E-intensiv. Dies zeigt sich daran, dass im Vergleich zu Umsatz- und Mitarbeiter-Anteilen der **F&E-Aufwand** bei den befragten Unternehmen höher liegt. Folglich werden derzeit Mittel überproportional in Entwicklungen mit dieser Technologie investiert.

Der Anteil der Nanotechnologie an der vom Unternehmen generierten **Wertschöpfung** (Umsatz abzüglich Vorleistungen) bedeutet immerhin für gut ein Viertel der befragten Unternehmen über 51 %, für rund 15 % sogar über 76 % ihrer gesamten Wertschöpfung. Für fast die Hälfte der Unternehmen liegt die der Nanotechnologie zurechenbare Wertschöpfung jedoch noch unter 5 %.

Abbildung 26: Anteil der Nanotechnologie in den befragten Unternehmen bzgl. F&E-Aufwand (N=53) und Wertschöpfung (N=54) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

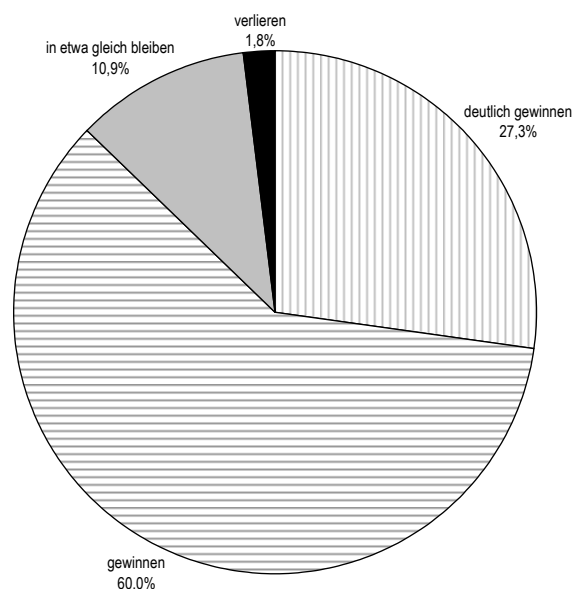
Diese Beobachtungen stützen die bereits in der ersten Bestandsaufnahme²² aufgestellte These, dass Nanotechnologie entweder bei großen Unternehmen zum Einsatz kommt, hier aber nur einen kleineren Teilbereich des Gesamtgeschäfts berührt,

22 Vgl. Rohde, A. (2004), S. 25.

oder von eher kleineren Unternehmen mit einer speziellen Fokussierung auf den Einsatz dieser Technologie. Bei diesen liegt dann ein entsprechend großer Anteil auf die Nanotechnologie entfallender Anteil vor. Damit sind durch diese Untersuchung theoretische Postulate hinsichtlich der Größenstruktur von Nanotechnologie-Unternehmen erstmals empirisch für hessische Unternehmen bestätigt.

Befragt nach dem **zukünftigen Einfluss der Nanotechnologie** geben 87,3 % an, dass die Nanotechnologie in Zukunft für ihr Unternehmen an Bedeutung gewinnen wird, insgesamt mehr als ein Viertel glaubt sogar an deutliche Bedeutungszuwächse. Für knapp 11 % wird der Einfluss dieser Technologie in etwa so sein wie bisher (vgl. Abbildung 27).

Abbildung 27: Zukünftige Bedeutung der Nanotechnologie für das Unternehmen (N=55) (Angaben in %)



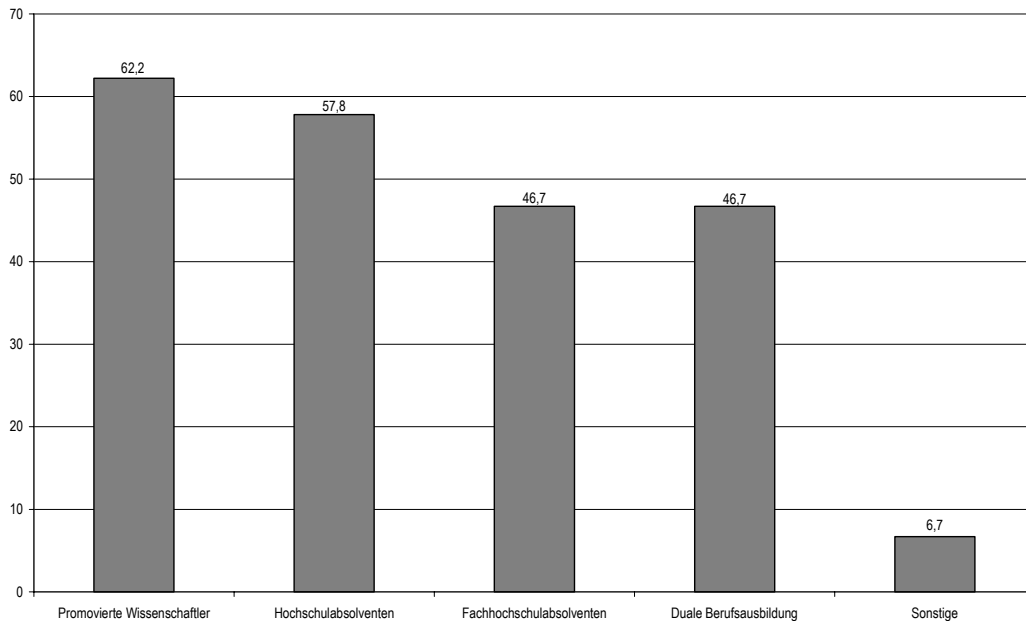
Quelle: Unternehmensbefragung II.

3.3.2 Fachkräfte

Wie bereits in Kapitel 3.2.3 dargelegt, sind über 70 % der befragten Unternehmen der Meinung, Fachkräfte seien für die weitere Entwicklung von auf Nanotechnologie basierenden Innovationen wichtig bzw. sogar sehr wichtig, gleichzeitig sei das Angebot an Personal mit entsprechender Qualifikation jedoch nur als mittelmäßig bis gut zu bezeichnen. Für den weitaus größten Teil der Unternehmen reicht das aktuelle Fachkräfteangebot für die Verwirklichung ihrer Nanotechnologie-Entwicklungen allerdings aus.

Befragt danach, welche Qualifikation neue Fachkräfte für Arbeiten im Bereich Nanotechnologie haben sollten, gibt die überwiegende Mehrheit der Unternehmen hoch qualifizierte Ausbildungswege an (vgl. Abbildung 28).

Abbildung 28: Rekrutierung neuer Fachkräfte für den Bereich Nanotechnologie (N=45) (Mehrfachnennungen waren möglich; Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Dabei überwiegen mit über 60 % promovierte Wissenschaftler. Konkret werden zu-
meist Akademiker aus den Disziplinen Chemie und Physik gesucht, aber auch Ma-
terialwissenschaften, Verfahrenstechnik, Optoelektronik und Lebensmitteltechnolo-
gie werden genannt. Gleiche Fachrichtungen dominieren bei den Hochschulabsol-
venten, zusätzlich werden hier Ingenieurwissenschaften genannt. Absolventen von
Fachhochschulen sind gegenüber Hochschulabsolventen weniger gefragt. Hier sind
dann insbesondere die Fachgebiete Chemie, Verfahrenstechnik, Maschinenbau und
Elektrotechnik von Belang.

Fachkräfte mit abgeschlossener dualer Berufsausbildung sind vor allem im Bereich
der Produktion vorgesehen, z. B. als Laboranten. Dies zeigt, dass Mitarbeiter nicht
allein für den F&E-Bereich, sondern auch bereits für die Produktion nanobasierter
Produkte benötigt werden.

Wie schon weiter oben ausgeführt (Kapitel 3.2.3), bevorzugen die meisten Unter-
nehmen eine solide Basisausbildung in einer naturwissenschaftlichen oder techni-
schen Disziplin. Die zur Arbeit im Bereich Nanotechnologie notwendigen Qualifikati-

onen werden in einer speziell auf den konkreten Anwendungsfall zugeschnittenen Weiterbildung erlangt.

3.3.3 Produkte, Absatzmärkte und Marketing

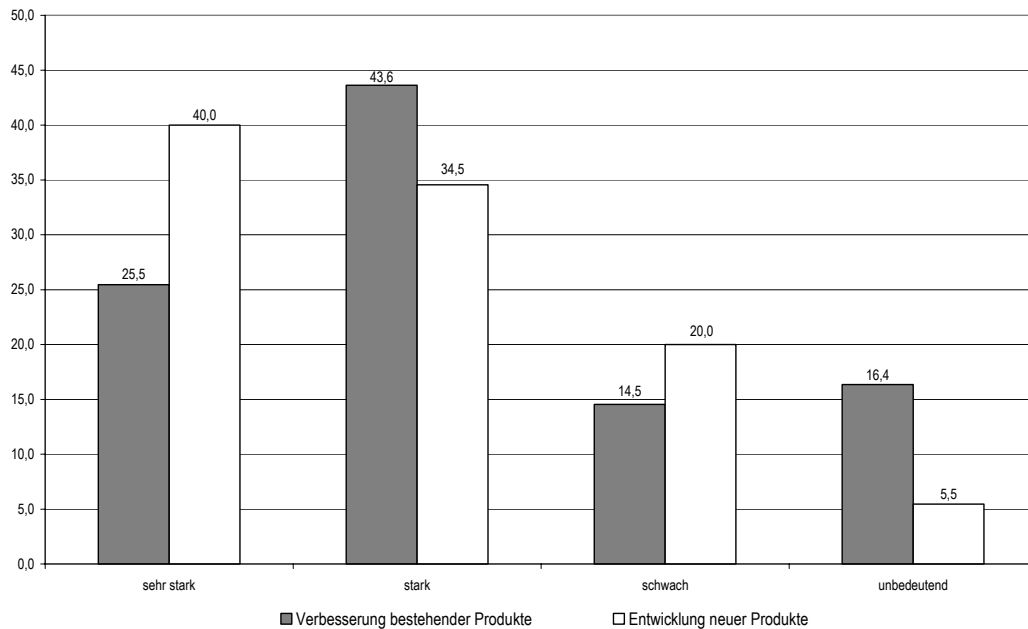
Produkte

Bei den befragten Unternehmen findet Nanotechnologie in verschiedensten Produkten Eingang. Das Spektrum reicht von transparenten UV-Absorbern über Pigmente bis Zahnersatzmaterialien und Geräten für die Nanoanalytik. Die Unternehmensdatenbank in Kapitel 4.2 (Seite 56ff.) listet, sofern bekannt, die Produkte der Firmen auf, in denen Nanotechnologie appliziert wird.

Besonders stark ist der Einfluss der Nanotechnologie bei der Entwicklung neuer Produkte: Nahezu 75 % der Gesprächspartner sehen hier einen starken bzw. sehr starken Einfluss. Bei der Verbesserung von bestehenden Produkten ist der Einfluss nicht so deutlich ausgeprägt. Doch auch hier sind es fast 70 %, die einen starken oder sehr starken Einfluss feststellen. (siehe Abbildung 29).

Dieses Resultat macht deutlich, dass im Einsatz der Nanotechnologie bereits eine nächste Stufe eingesetzt hat. Während zunächst bereits etablierte Produkte durch Nanotechnologie optimiert wurden, liegt nunmehr schon ein deutliches Gewicht auf der Entwicklung neuer Produkte unter Verwendung dieser Technologie.

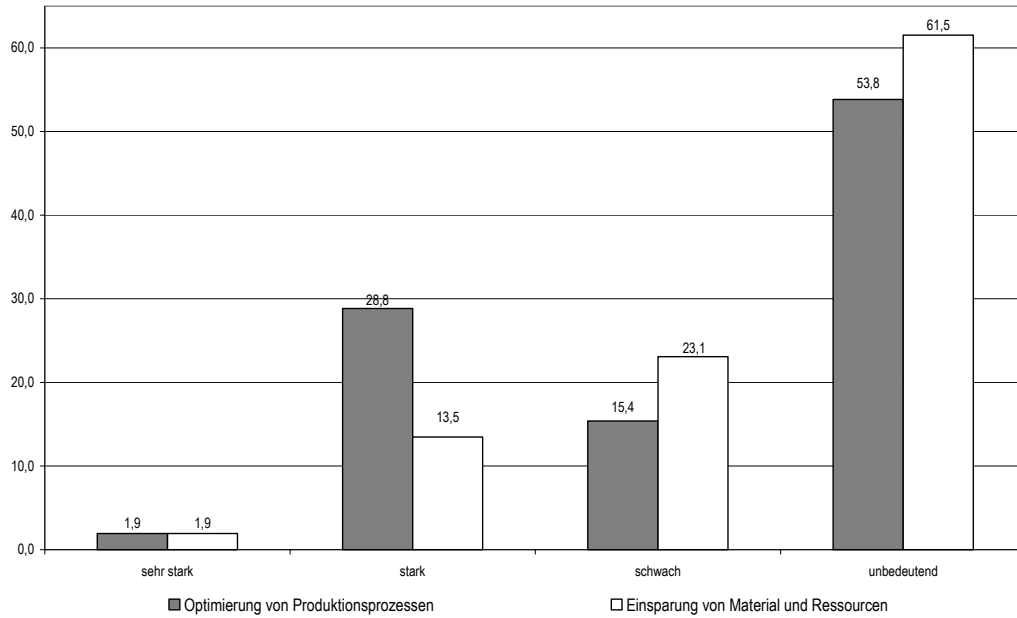
Abbildung 29: Einfluss der Nanotechnologie hinsichtlich der Entwicklung neuer Produkte (N=55) und der Verbesserung bestehender Produkte (N=55) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Nur einen geringen Einfluss der Nanotechnologie sehen die Befragten derzeit bei der Optimierung von Produktionsprozessen und bei der Einsparung von Material und Ressourcen (vgl. Abbildung 30). Deutlich mehr als die Hälfte der Befragten schreibt der Technologie in dieser Hinsicht nur eine unbedeutende Rolle zu. Dabei hat sie bei der Optimierung von Produktionsprozessen etwas mehr Gewicht. Fast 30 % der Unternehmen geben hierzu an, die Nanotechnologie habe aktuell einen starken Einfluss auf die Prozessoptimierung. Dieses ambivalente Ergebnis ist ein weiteres Indiz für die sehr differenzierten Einsatzmöglichkeiten der Nanotechnologie.

Abbildung 30: Einfluss der Nanotechnologie in den befragten Unternehmen bzgl. der Optimierung von Produktionsprozessen und Einsparung von Material und Ressourcen (N=52) (Angaben in %)



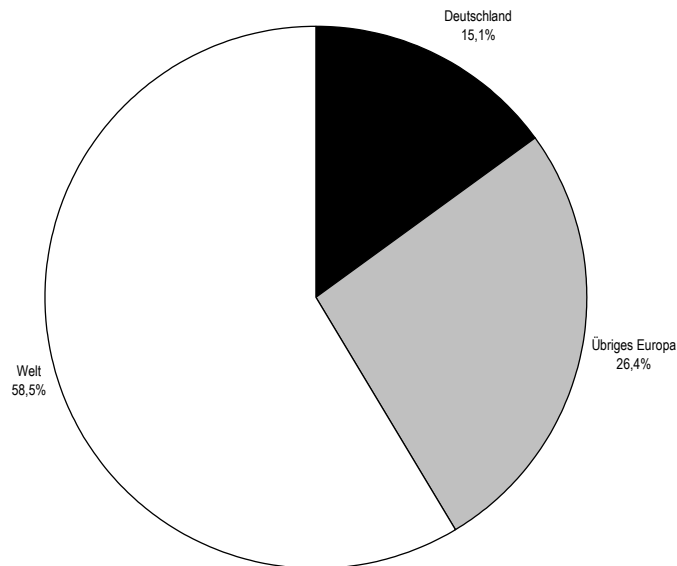
Quelle: Unternehmensbefragung II.

Nahezu einstimmig fällt die Einschätzung über den Einfluss der Nanotechnologie bei der Einsparung von Energie aus: drei Viertel der Unternehmen maßen diesem Einsatzbereich keinerlei Bedeutung zu. Weitere 17,3 % sehen hier eine allenfalls schwache Bedeutung.

Absatzmärkte und Zulieferstrukturen

Die befragten Unternehmen sind stark exportorientiert: Die Mehrzahl (58,5 %) der befragten Unternehmen gibt an, ihre Nanotechnologie-Produkte würden weltweit abgesetzt. Nur in Deutschland haben lediglich 15 % der Unternehmen ihren wesentlichen Absatzmarkt. Die verbleibenden 26 % exportieren in das europäische Ausland. Die Dominanz der internationalen Ausrichtung für Nanotechnologie-Produkte illustriert Abbildung 31.

Abbildung 31: Absatzmärkte für Nanotechnologie-Produkte der befragten Unternehmen (N=53)
(Angaben in %)

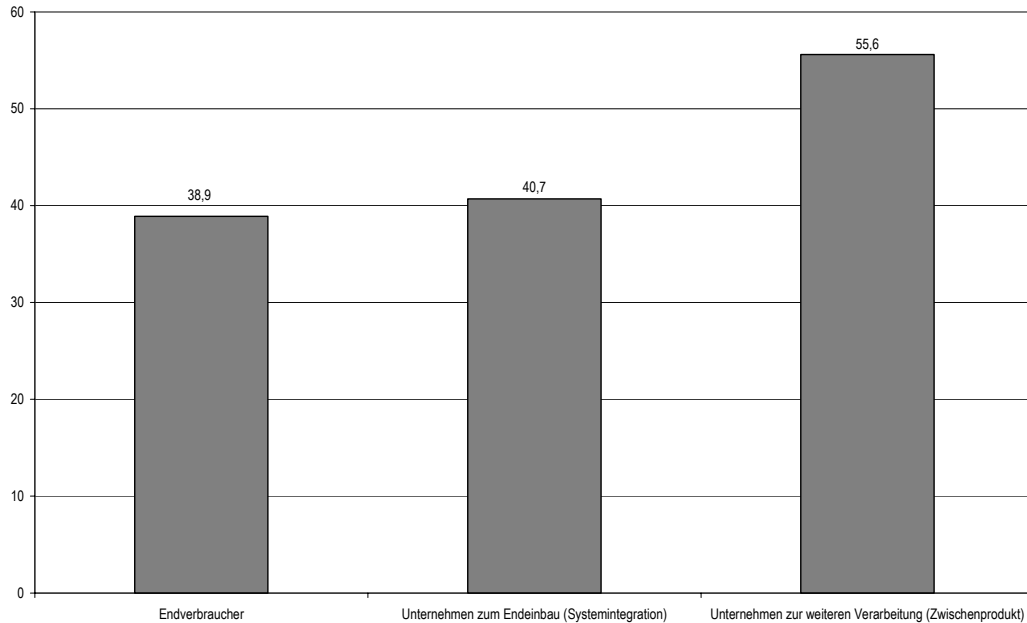


Quelle: Unternehmensbefragung II.

Befragt zur Kundenstruktur für Nanotechnologie-Produkte zeigt sich, dass die wesentlichen Abnehmer Unternehmen sind, die diese Produkte weiter verarbeiten (55,6 %, Mehrfachantworten waren möglich), d. h. sie werden als Zwischenprodukte in das Endprodukt integriert. Für diesen Schritt ist bei den Abnehmern in der Regel selbst entsprechendes Nanotechnologie-Know-how erforderlich.

Anders dagegen verfahren Nanotechnologie-Anwender, die das gelieferte Nanotechnologie-Produkt ohne Veränderung in das Endprodukt bzw. in den eigenen Produktionsprozess einbauen. Ein Beispiel hierfür wäre die Zugabe von Nanomaterialien in den Produktionsprozess. In einem solchen Fall muss der Nutzer des Nanotechnologie-basierten Inputs nicht über spezifisches Nanotechnologie-Wissen verfügen. Gut 40 % der befragten Unternehmer gaben an, auch solche Unternehmen zum Einbau zu beliefern. Produkte direkt an den Endverbraucher liefern 38,9 %.

Abbildung 32: Abnehmer der Nanotechnologie-Produkte der befragten Unternehmen (N=54) (Mehrfachnennungen waren möglich; Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Zwei Drittel der Unternehmen beziehen Nanotechnologie-Vorleistungen von anderen Unternehmen oder geben solche an andere ab. Hierbei spielt Deutschland eine bedeutende Rolle. 56,4 % der Unternehmen liefern oder beziehen solche Produkte an bzw. von inländischen Partnern. 36,4 % unterhalten solche Lieferverflechtungen mit Unternehmen im Ausland. Nanotechnologie-Vorleistungen mit Unternehmen in der Region handeln lediglich 18,2 % der befragten Unternehmen.

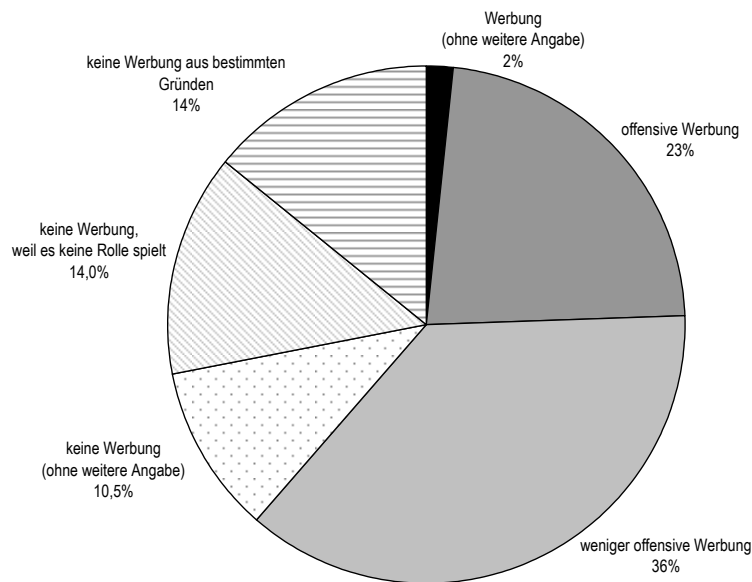
Marketing

Die Unternehmen wurden auch befragt, ob sie für Nanotechnologie-Produkte aktiv Werbung machen. Mit dem Nanotechnologiebezug ihrer Produkte und damit einem Signal für ein hochtechnologisches Erzeugnis werben knapp zwei Drittel der Unternehmen. Etwa ein Drittel davon nutzt die Nanotechnologie als Argument offensiv aus, für den Rest ist die Technologie nicht das Hauptargument ihrer Marketingaktivitäten. Es kann vermutet werden, dass Werbung mit dem Nanotechnologiebezug des Produktes als Signal für dessen hochtechnologische Eigenschaften insbesondere im Markt zwischen Unternehmen (Business-to-Business; B2B) von Bedeutung ist. Dies wohl auch deswegen, da dieses Klientel eher mit dieser Information etwas anfangen kann.

Diejenigen Unternehmen, die nicht mit dem Nanotechnologiebezug werben, haben zum Teil angegeben, dass dies für ihre Produkte keine Rolle spiele. Andere begründen dies damit, es sei hierfür noch zu früh, da eine klare Definition des Begriffes Nanotechnologie noch nicht existiere, oder insbesondere der europäische Markt hierfür noch nicht so weit vorbereitet sei.

Nachstehende Abbildung 33 zeigt die Positionen der Unternehmen zur Verwendung des Begriffes Nanotechnologie für Marketingzwecke.

Abbildung 33: Werbung mit dem Nanotechnologiebezug der Produkte (N=57) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

3.3.4 Forschung und Kooperationen

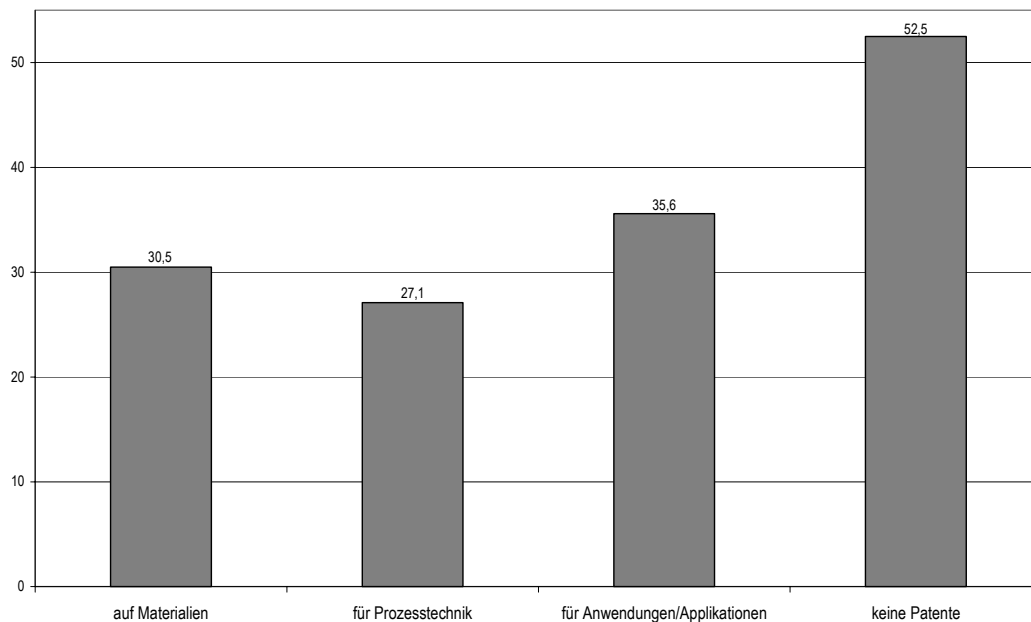
Die Bedeutung und Verfügbarkeit von Forschungsqualität, Technologietransfer und Kooperationen aus der Perspektive der befragten Unternehmen wurde bereits in Kapitel 3.2.3 dargestellt. In diesem Abschnitt werden nun die Angaben der Unternehmen zu Patenten und Kooperationsbeziehungen im Umfeld der Nanotechnologie betrachtet.

Patente

Von den befragten Unternehmen besitzt fast die Hälfte Patente, die auf Entwicklungen in der Nanotechnologie basieren (vgl. Abbildung 34). Am häufigsten – in knapp 36 % der Fälle – lassen sich diese Patente dem Bereich Anwendungen und Applika-

tionen zuordnen. Entwicklungen bei Materialien haben etwa 30 % der Unternehmen patentieren lassen. 27 % halten ein Patent für Prozesstechnik.

Abbildung 34: Anteil der Nanotechnologie-basierten Patente in den befragten Unternehmen (N=59)
(Angaben in %)



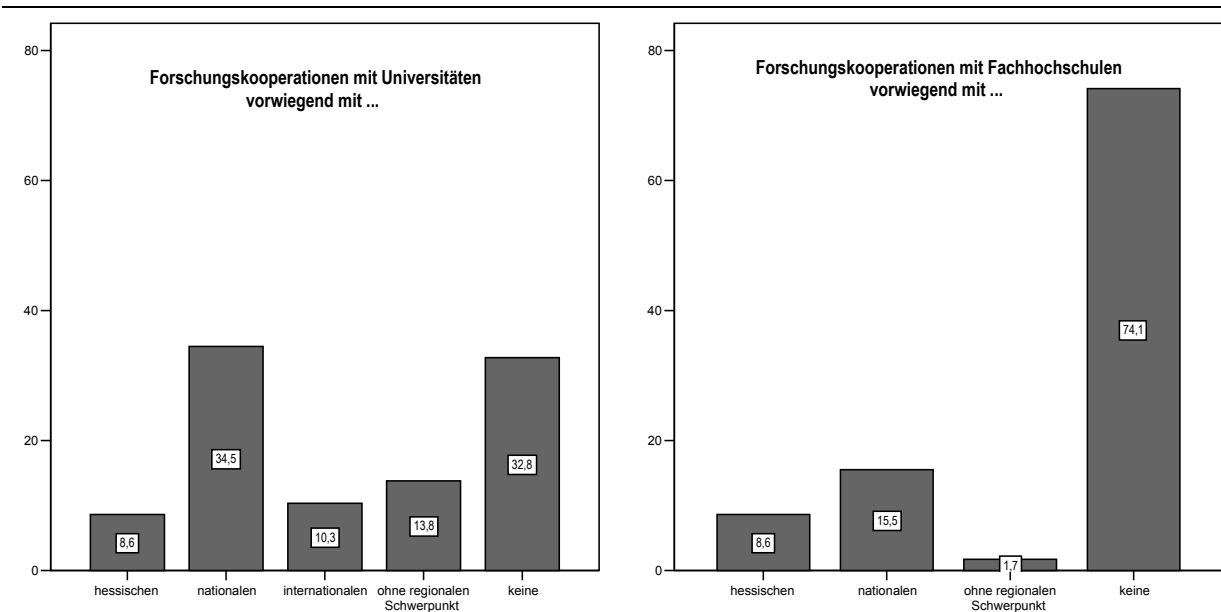
Quelle: Unternehmensbefragung II.

Kooperationen

Die Unternehmen wurden außerdem zu ihren Forschungsk Kooperationen mit verschiedenen Akteuren aus dem Bereich der Wissenschaft und der Wirtschaft befragt. Darüber hinaus sollte ermittelt werden, inwieweit die räumliche Entfernung zu den Kooperationspartnern von Bedeutung ist.

Fast 70 % der Unternehmen haben Forschungsk Kooperationen mit **Universitäten**. Die Hälfte davon gibt an, dass die Hochschulen dabei vorwiegend in Deutschland lokalisiert sind. Bezogen auf alle Unternehmen sagen knapp 14 %, sie können in dieser Frage keinen regionalen Schwerpunkt erkennen. Etwa 10 % unterhalten Partnerschaften überwiegend mit ausländischen Universitäten, und lediglich 8,6 % äußern, in hessischen Hochschulen den hauptsächlichen Kooperationspartner aus dem Bereich Universitäten zu haben. Dieses Ergebnis unterstützt die in Kapitel 3.2.3 bereits formulierte Ansicht der Unternehmen, dass relevante Forschungsfelder nicht zwingend in der Region vorhanden sein müsse.

Abbildung 35: Forschungsk Kooperationen mit Universitäten und Fachhochschulen (N=58) (Angaben in %)



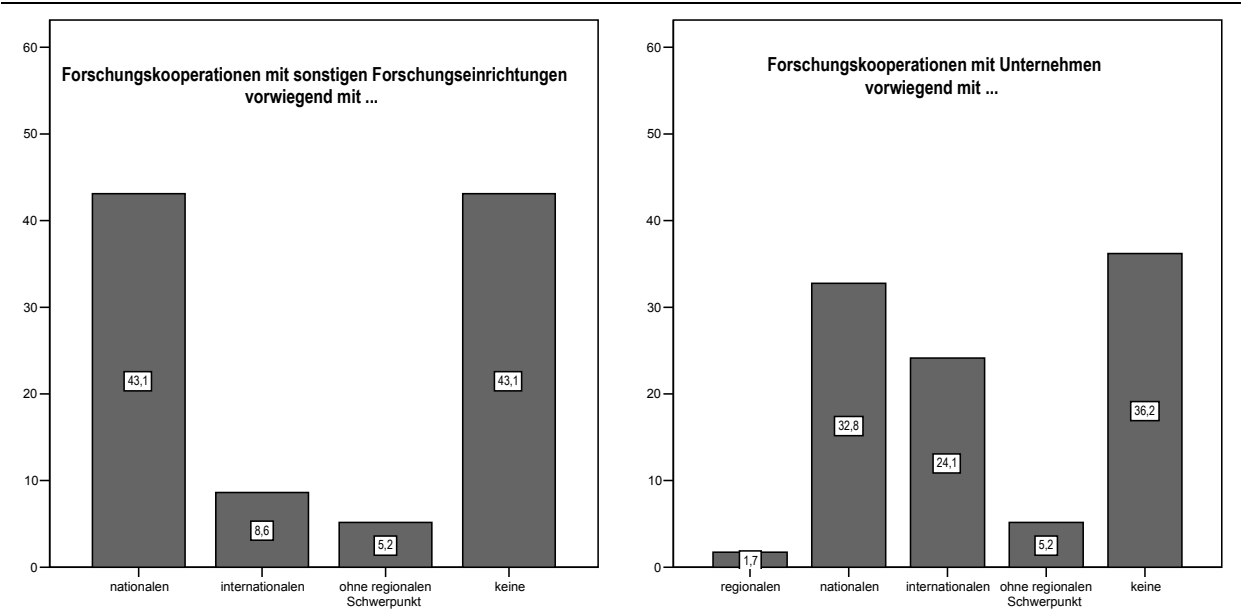
Quelle: Unternehmensbefragung II.

Drei von vier Unternehmen geben an, keine Kooperationen mit **Fachhochschulen** zu unterhalten. Dieses Resultat überrascht vor dem Hintergrund der verstärkt anwendungsbezogenen Forschung an diesem Hochschultyp, ist aber gleichzeitig auch ein Indikator für den derzeitigen Entwicklungsstand der Nanotechnologie. Forschung findet hier noch verstärkt in der tendenziell universitären Grundlagenforschung statt. Der Anteil der Unternehmen mit hessischen Fachhochschulen als Kooperationspartner liegt bei knapp 9 %. Der Anteil der Kooperationen mit Fachhochschulen bundesweit liegt mit rund 16 % etwa doppelt so hoch. Vergleichbare ausländische Einrichtungen spielen keine Rolle.

Kooperationen mit **sonstigen Forschungseinrichtungen** – zu diesen sind etwa die Max-Planck-Institute oder die Institute der Fraunhofer Gesellschaft und der Helmholtzgesellschaft zu zählen – haben etwa 57 % der interviewten Unternehmen. Dabei dominieren mit einem Anteil von 43 % nationale Einrichtungen, während regionale Institutionen keine Rolle spielen.

Gemeinsam mit anderen **Unternehmen** arbeiten knapp zwei Drittel der befragten Unternehmen zusammen. Dabei fallen die Kooperationen zu Unternehmen in der Region nicht ins Gewicht. Es überwiegen hier nationale (32,8 %) vor internationalen (24,1 %) Kooperationen.

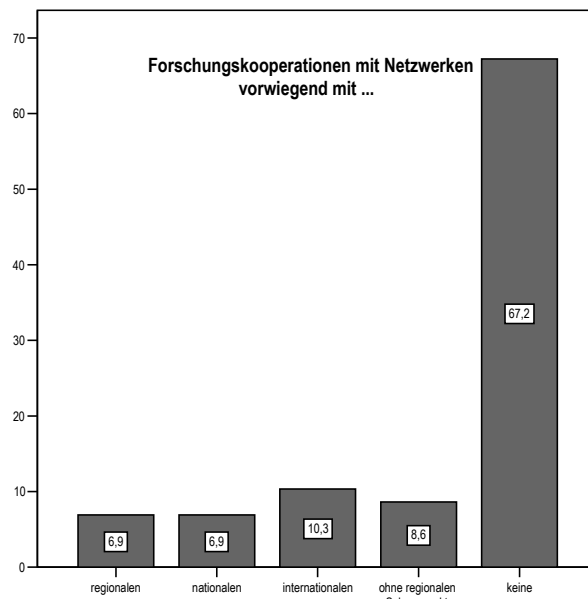
Abbildung 36: Forschungsk Kooperationen mit sonstigen Forschungseinrichtungen und Unternehmen (N=58)
(Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Kooperationen mit **Netzwerken** unterhält nur jedes dritte Unternehmen (vgl. Abbildung 37). Dieser Anteil setzt sich zusammen aus internationalen (10,3 %), nationalen, regionalen (je 6,9 %) Netzwerken und solchen ohne regionalen Schwerpunkt (8,6 %). Auch hier schafft räumliche Nähe offenbar keinen höheren Grad an Kooperationstätigkeit. Trotz des noch eher geringen Organisationsgrades ist der Zusammenschluss in Netzwerken allerdings gewünscht. Wie weiter oben gezeigt, spricht sich fast die Hälfte der Befragten für Foren für Unternehmerkontakte als geeignetes Mittel zur weiteren Etablierung der Nanotechnologie aus.

Abbildung 37: Forschungsk Kooperationen mit Netzwerken (N=58) (Angaben in %)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

4 Nanotechnologie in Hessen: Akteure und Branchen

4.1 Regionale Verteilung

In diesem Abschnitt wird auf Grundlage der 74 in der Datenbank erfassten Unternehmen, die einen Bezug zur Nanotechnologie haben, gezeigt, wie sich diese in Hessen räumlich verteilen.

Insgesamt betrachtet – siehe hierzu auch die folgende Karte – sind die meisten Nano-Unternehmen in Südhessen präsent. Mit 54 Unternehmen entfallen 73 % der Nano-Unternehmen auf den Regierungsbezirk Darmstadt. Im Regierungsbezirk Gießen sind 14 Unternehmen (19 %) ansässig. Im Regierungsbezirk Kassel konnten nur sechs Firmen mit Nanotechnologie-Aktivitäten identifiziert werden (8 %). Damit wird die bereits in der ersten Bestandsaufnahme beschriebene Struktur eines Nord-Süd-Gefälles innerhalb Hessens bestätigt.

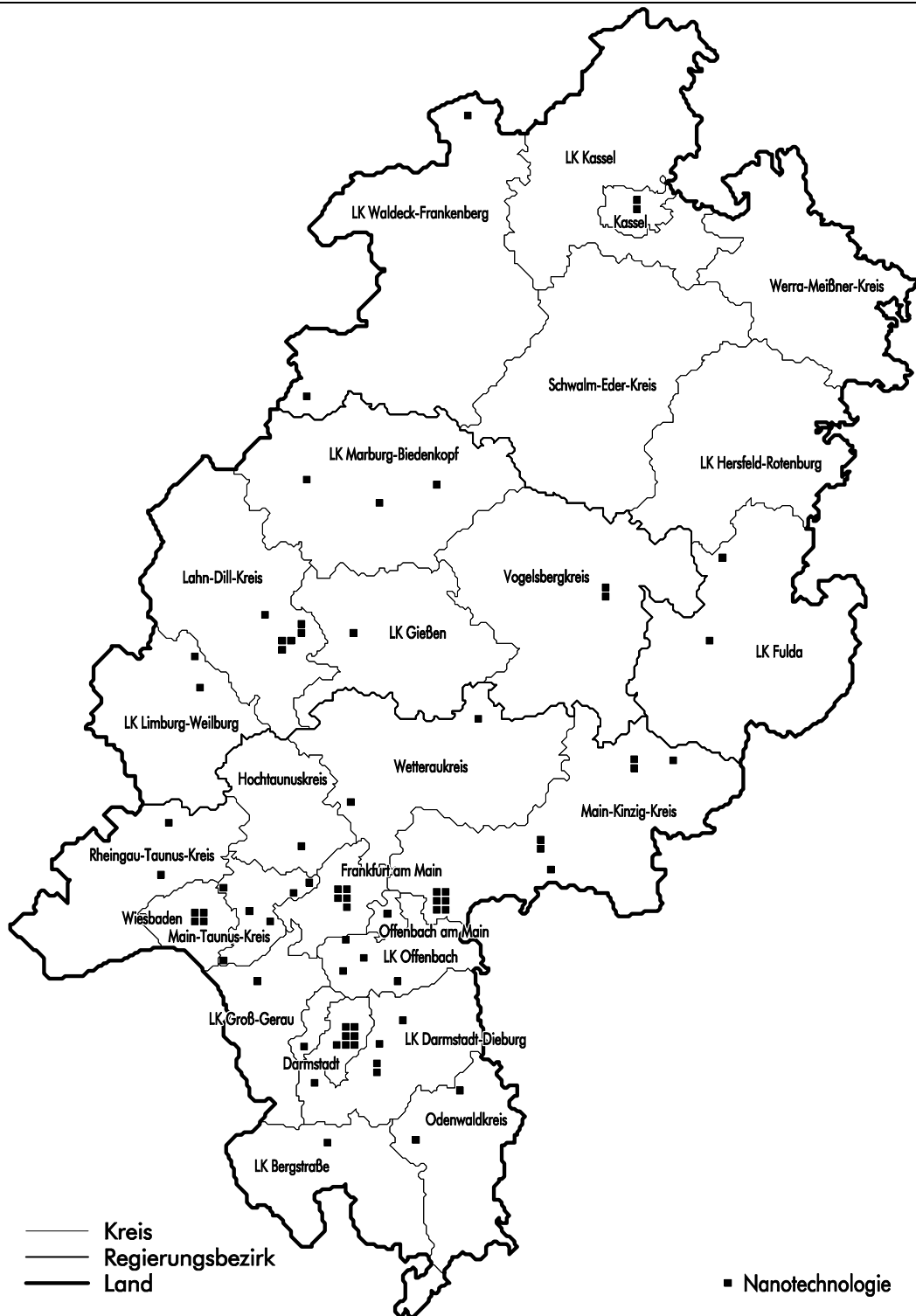
Nachstehende Tabelle 6 listet die identifizierten Unternehmen nach Kreisen und kreisfreien Städten auf.

Tabelle 6: Erfasste Nanotechnologie-Unternehmen nach Kreisen und kreisfreien Städten

Kreis / kreisfreie Stadt	Nano-Unternehmen (Anzahl)	in % (bzgl. Hessen insgesamt)	Kreis / kreisfreie Stadt	Nano-Unternehmen (Anzahl)	in % (bzgl. Hessen insgesamt)
Darmstadt, St.	7	9,5	Gießen	1	1,4
Frankfurt, St.	5	6,8	Lahn-Dill-Kreis	6	8,1
Offenbach, St.	1	1,4	Limburg-Weilburg	2	2,7
Wiesbaden, St.	4	5,4	Marburg-Biedenkopf	3	4,1
Bergstraße	1	1,4	Vogelsbergkreis	2	2,7
Darmstadt-Dieburg	6	8,1	Reg.bezirk Gießen	14	18,9
Groß-Gerau	1	1,4	Kassel, St.	2	2,7
Hochtaunuskreis	1	1,4	Fulda	2	2,7
Main-Kinzig-Kreis	12	16,2	Hersfeld-Rotenburg	-	-
Main-Taunus-Kreis	6	8,1	Kassel	-	-
Odenwaldkreis	2	2,7	Schwalm-Eder-Kreis	-	-
Offenbach	4	5,4	Waldeck-Frankenberg	2	2,7
Rheingau-Taunus-Kreis	2	2,7	Werra-Meißner-Kreis	-	-
Wetteraukreis	2	2,7	Reg.bezirk Kassel	6	8,1
Reg.bezirk Darmstadt	54	73,0	insgesamt	74	100,0

Quelle: Unternehmensdatenbank (siehe Seite 57ff.), Stand Dezember 2004.

Abbildung 38: Unternehmen in Hessen mit Bezug zur Nanotechnologie (Stand: Dezember 2004)



Quelle: Unternehmensbefragung II.

Ein deutlicher Schwerpunkt der Nanotechnologie findet sich im Main-Kinzig-Kreis, in dem zwölf Unternehmen gezählt wurden. Allein in der Stadt Hanau befinden sich sechs Unternehmen – darunter weltbekannte Firmen wie *Degussa* und *Heraeus* neben kleineren Spezialisten wie *Cabot Nanogel* oder *CGS Crystal Growing Systems*.

Weitere Ballungen finden sich in den kreisfreien Städten Darmstadt (z.B. *Merck*, *SusTech*) und Frankfurt sowie im übrigen Rhein-Main Gebiet in den Landkreisen Offenbach, Main-Taunus-Kreis und der Landeshauptstadt Wiesbaden.

In Mittelhessen konzentrieren sich einige Unternehmen auf den Lahn-Dill-Kreis. Dieser Kreis ist als Zentrum der optischen Technologien bekannt. Eine besondere inhaltliche Verbindung zwischen diesen und der Nanotechnologie (Nano-Optik) ist bei den erfassten Firmen allerdings nicht festzustellen.

4.2 Unternehmensdatenbank: Unternehmen in Hessen mit Bezug zur Nanotechnologie

In nachfolgender Tabelle 7 sind die bislang identifizierten hessischen Unternehmen, die einen Bezug zur Nanotechnologie aufweisen, erfasst. Diese ist Resultat der Unternehmensbefragung II, durch die die ursprüngliche Datenbank aktualisiert werden konnte. Die Vorgehensweise wurde bereits in Kapitel 2 erläutert.

Die Tabelle listet die Unternehmen in alphabetischer Reihenfolge auf. Angegeben sind neben der Unternehmensadresse auch Nanotechnologie-basierte Produkte bzw. Ausrüstungen für diese Technologie und das Gründungsdatum des Unternehmens. Letztgenannte Daten entstammen in den meisten Fällen den Angaben der Unternehmen in den anlässlich der vertieften Befragung geführten Interviews. Damit ist hier gegenüber der ersten Bestandsaufnahme eine Aktualisierung mit zusätzlichen Informationen direkt von den Unternehmen erfolgt.

Tabelle 7: Unternehmensdatenbank: Unternehmen in Hessen mit Bezug zur Nanotechnologie (Stand: Dezember 2004)

Nr.	Unternehmen	Ort	Tätigkeitsfelder / Produkte
1	Adam Opel AG	Rüsselsheim	Beschichtungstechnologie; Werkstoffe; Elektrik/Elektronik
2	AERO PUMP GmbH Zerstäuberpumpen	Hochheim	(noch keine Nanotechnologie-Produkte)
3	Aerolift Autzubehör GmbH	Rödermark	Autzubehörteile mit kratzfesten Oberflächen
4	Ahlbrandt System GmbH	Lauterbach	Coating-Star (Corona/Aerosol-Vorbehandlung), Plasma-Star (Corona/Gas-Vorbehandlung)
5	Akzo Nobel Powder Coatings GmbH	Bensheim	transparente UV-Absorber, Funktionspartikel zur Verbesserung der Oberflächenhärte (Entwicklung), Farbeffekte für Lacke (Entwicklung)
6	Alfred Clouth Lackfabrik GmbH & Co.	Offenbach	Klarlacke zur Beschichtung von Holzoberflächen (Cloucryl NanoFinish, WL-Nano CB)
7	ATOS - Gesellschaft für Angewandte Technische und Optische Systeme mbH	Pfungstadt	Messtechnik für den Nanometerbereich (Nanoinalytik)
8	Becker Technologies GmbH	Eschborn	Brennstoffzellentechnologie
9	Biomet Biomaterials GmbH	Darmstadt	Biomaterialien für den Bereich Medizin; Implantate
10	Biotech Consulting	Frankfurt	Beratungsleistung (Finanzierung, Business Development)
11	Blue Membranes GmbH	Wiesbaden	Polymere, Komposite für das Design neuer Materialien, Nano-Carbon-Materialien
12	Boart Longyear GmbH & Co. KG	Burghaun	Hartmetallschleifteile für den Bereich Bergbau und Straßenstrassen
13	Broll Buntpigmente GmbH	Steinau a.d. Straße	Buntpigmente
14	Brückmann Elektronik GmbH	Lahnau	Elektronikfertigung; EI-Dienstleistung; (Entwicklung)
15	BS-Partikel GmbH	Wiesbaden	Partikelgrößenstandards
16	Bundesdruckerei GmbH	Neu-Isenburg	Nanotechnologie wird z.B. beim neuen Führerschein eingesetzt; alle F&E-Aktivitäten erfolgen im Stammsitz Berlin; in Hessen Produktion
17	Cabot Nanogel GmbH	Hanau	Aerogel, Elastomere Komposite, leitende Verbünde, Materialien
18	CAPAROL Farben Lacke Bautenschutz GmbH	Ober-Ramstadt	Fa. identisch mit Deutsche Amphibolin-Werke von Robert Murjahn GmbH & Co. KG
19	CGS Crystal Growing Systems GmbH	Hanau	Kristallzüchtungen für Mikroelektronik und Nano-Elektronik
20	CHEMETALL GMBH	Frankfurt	Gardobond X4661 (selbstorg. Monomolek. Aluminiumbeschichtung; Lackhaftgrund, Korrosionsschutz); Ferrosphate Gardobond A9001 (Eisenphosphatierung)
21	Clariant GmbH	Sulzbach	Highlink NanOG, Polysilazane
22	COATEC Gesellschaft für Oberflächenveredelung mbH & Schlichtern Co. KG	Schlüchtern	Schichtsysteme, Grundmaterialien für Beschichtungsprozesse, Herstellung entsprechender Anlagen
23	COGNIS GmbH	Eppstein	Lacke, Farben; Hygiene- u. Medizinprodukte; Folien, Verpackungen
24	Coripharm GmbH & Co. KG	Dieburg	Medizinprodukte: Per Ossal (lokaler Antibiotikaträger), Osim (Knochenersatzmaterial)
25	Corrsys-Datron GmbH	Wetzlar	optische Gitter als Sensorbausteine für Farb-, 3D- u. Bildsensorik, Nanogitter für Aperturstreuer (künstliche Augen, Korrelatoren, Bildverarbeitung)
26	DeCie GmbH	Frankfurt	Beschichtung von Holz, Glas, Stein, Textilien
27	Deutsche Amphibolin-Werke von Robert Murjahn GmbH & Co. KG	Ober-Ramstadt	Lacke, Farben

Nr.	Unternehmen	Ort	Tätigkeitsfelder / Produkte
28	Degussa AG / Degussa Advanced Nanomaterials	Hanau	Nanomaterialien: nanoskaliges Zinkoxid, Ceroxid, Indium-Zinn-Oxid
29	diceram Ceramic Components GmbH & CO KG	Diemeltstadt-Rhoden	Herstellung und Verarbeitung von Nanopulvern; kundenspezifische Bauteile aus Werkstoffen der Technischen Keramik
30	EBARA Precision Machinery Europe GmbH	Hanau	Vakuumpumpen für Halbleiterherstellung; Chemical Mechanical Polishing Maschinen; Kupfer-Beschichtungs-Maschinen
31	Ferro GmbH	Frankfurt	Performance-Pigmente, Farben, spezielle Beschichtungen, Glasursystemen, elektronische Funktionsmaterialien
32	FOCUS GmbH	Hünstetten	Fotoelektronenmikroskop; Vakuumverdampfer
33	Fujitsu Laboratories of Europe	Darmstadt	Nanoelektronik (80nm), Nanobio (Protein-Sensor-Array); CNT
34	Georg Fischer DEKA GmbH	Dauphéal	(noch keine Nanotechnologie-Produkte)
35	Gesellschaft für Dentale Forschung und Innovationen GmbH	Rosbach	Dental-Füllkunststoffe; Haftvermittler und Versiegelungsmaterialien für Füllkunststoffe
36	Heraeus Holding GmbH	Hanau	keramische Farben; synthetisches Glas; Quarzglaskeramik; Katalysatoren
37	Hollingsworth & Vose GmbH & Co. KG	Haizfeld/Eder	Filterwerkstoffe, z.B. Kraftstofffilter
38	Hint-Eis GmbH	Griesheim	CAD/CAM System zur Fertigung zahntechnischer Restaurationen; optische Scanner; Softwareapplikationen; Bearbeitungsanlagen für versch. Werkstoffe
39	Hychem GmbH	Steinau a.d. Straße	pulverförmige Waschmittelrohstoffe (Mikro- bis Nano-Maßstab)
40	IBL GmbH	Reichelsheim	Pharma-Anlagen; Medizinprodukte
41	K+S Aktiengesellschaft	Kassel	(noch keine Nanotechnologie-Produkte)
42	L.O.T.-Oriel Laser Optik Technologie GmbH & Co. KG	Darmstadt	Mess- und Testsysteme; Laboreinrichtungen
43	Marburger Tapetenfabrik J.B. Schaefer GmbH & Co. KG	Kirchhain	Tapeten / Textilien für Sonderanwendungen
44	Merck KGaA	Darmstadt	Pigmente, Palmale, Monolithen, Tentakel-Austauscher
45	miral GmbH	Lauterbach-Allmenrod	Waschtische
46	Mochem GmbH - Akzo Nobel Chemicals HPMO	Marburg	LED; Laser Dioden; Solarzellen
47	Möller Medical GmbH & Co. KG	Fulda	Nanocoatings; Analysenadeln, Kanülen, technische Rohre
48	NanoAndMore GmbH	Wetzlar	Vertrieb von Komponenten und Prozesstechnik im Bereich Messtechnik auch auf Nanoskala; reine Vertriebsgesellschaft
49	Nano-Optik Beschichtungs GmbH	Löhneberg	Anwendung: Aufdampfen von Antireflexschichten im Nanometerbereich auf optische Bauteile
50	Nascatec GmbH	Kassel	SPM-Cantiever für Nanoanalytik; Mikrogreifer für Mikromechanik, Biotechnologie
51	NaWo Tec GmbH	Roßdorf	Instrumente für Elektronenstrahlinduzierte Nanolithographie; Maskenreparaturgerät
52	NTG Neue Technologien GmbH & Co. KG	Gelnhausen	Hochvakuumtechnik, Teilchenbeschleuniger
53	Omicron NanoTechnology GmbH	Taunusstein	Instrumente für Nanoanalytik
54	Pall GmbH	Dreieich	Filterations- und Separations-Systeme zur Filtration von Gasen, Reinstwässern und Reinstchemikalien
55	Panacol-Eiosol GmbH	Oberursel	VV-Klebstoffe; elektronisch leitfähige Klebstoffe
56	Pfeiffer Vacuum GmbH	Asslar	Oberflächenvergoldung bei Rohren; Beschichtung von Komponenten / Bauteilen
57	Phenion GmbH & Co. KG	Frankfurt	(noch keine Nanotechnologie-Produkte); Forschungsunternehmen der Fa. Henkel und Universität Frankfurt / Main

Nr. Unternehmen	Ort	Tätigkeitsfelder / Produkte
58 Pirelli Deutschland AG	Höchst	Autoreifen
59 Porotec GmbH	Hofheim	Sorptionsgeräte (Mess- und Analysegeräte)
60 Röhm GmbH & Co. KG	Darmstadt	Thermoplastisches Plexiglas
61 Schaefer Technologie GmbH	Langen	Raster-Sonden-Mikroskope; optische 3D-Mikroskope
62 SENSITEC GmbH	Lahnau	Magneto-resistive Sensorschips, Dünnschichttechnik
63 Süss Oberflächentechnik GmbH	Wezlar	(noch keine Nanotechnologie-Produkte)
64 Starnberger Beschichtungen GmbH	Nidda-Borsdorf	Oberflächen mit Nanotechnologie; in Hessen nur Vertrieb
65 StoCretec GmbH	Kriftel	Fassadenfarbe; in Hessen nur Vertrieb
66 Stoe & Cie. GmbH	Darmstadt	Messtechnik zur Untersuchung von Nanopartikeln
67 Surface Specialities Germany GmbH & Co. KG	Wiesbaden	(noch keine Nanotechnologie-Produkte)
68 SusTech GmbH & Co. KG Darmstadt	Darmstadt	Nanit active; Bond-on-Command; ZnO für kosmetische Anwendungen
69 Taylor Hobson GmbH	Wiesbaden	Talysurf CCI (Weißlichtinterferometer); Form Talysurf (Oberflächenmessgerät); Talysurf Form-/Lagemesstechnik
70 Thomas Recording GmbH	Gießen	Nanosensoren (SECM; IFM) für Oberflächenanalysen und biologische Anwendung
71 Vacuumschmelze GmbH & Co. KG	Hanau	weichmagnetische nanokristalline Werkstoffe; magnetische Kerne; induktive Bauelemente
72 Veritas AG	Gelnhausen	(noch keine Nanotechnologie-Produkte)
73 Wafer & Glassubstrate Dicing KG	Linsengericht	Präzises Trennen von Substraten und Wafer
74 Weilburger Coatings GmbH	Weilburg	Oberflächenbeschichtungen, Beschichtungsstoffe

Quelle: Recherchen der HA und der IHK; Stand Dezember 2004.

5 Zusammenfassung und Fazit

Mit der Nanotechnologie etabliert sich eine Technologie mit unzähligen Einsatzmöglichkeiten und hohem Potenzial für Innovationen. Besonders profitieren werden von dieser Universalität, die unter anderem auf den interdisziplinären Charakter der Nanotechnologie zurückzuführen ist, Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes. Anwendungsziele sind bereits für zahlreiche Branchen formuliert, die Umsetzung von Ideen befindet sich in vielen Fällen jedoch noch in der Entwicklung von Grundlagen, während einige auf Nanotechnologie basierende Innovationen bereits realisiert sind. Für viele auch in Hessen bedeutende Schlüsselbranchen kann die Nanotechnologie wesentliche Impulse für Innovationen geben. Besonders sind hier die chemische und pharmazeutische Industrie, die Automobilindustrie, die optischen Technologien, die Medizin-, Umwelt- und Energietechnik sowie die Informations- und Kommunikationstechnik zu nennen.

Die vorliegende Untersuchung liefert auf Grundlage einer vertiefenden Expertenbefragung neue Ergebnisse über die Bedeutung der Nanotechnologie in Hessen. Zunächst wurden in einer vorgeschalteten breit angelegten Unternehmensbefragung – es wurden weit über 6.000 hessische Unternehmen aus relevanten Branchen angeschrieben – Nutzer dieser Zukunftstechnologie identifiziert. 60 Unternehmen, die bereits die vielseitig einsetzbare Technologie nutzen, wurden ausführlich von Innovationsberatern der IHK befragt. Inhalte der Befragung waren unter anderem die Themen Nano-Produkte, Forschungssituation, Bekanntheit der Technologie, Fachkräftebedarf und wie dieser idealerweise seine speziellen Qualifikationen erlangen sollte.

Die Studie ergänzt damit Ergebnisse der ersten Bestandsaufnahme zu materialbasierten Technologien in Hessen und liefert darüber hinaus eine aktualisierte Datenbank von hessischen Unternehmen mit Nanotechnologiebezug. Was die regionale Verteilung anbelangt, ist festzustellen, dass die Unternehmen größtenteils in Südhessen angesiedelt sind, vor allem im Rhein-Main-Gebiet. Mit Blick auf die Struktur der Unternehmen handelt es sich bei diesen zumeist entweder um Großunternehmen, bei denen Nanotechnologie nur einen Bruchteil des Gesamtgeschäfts ausmacht, oder um eher kleinere Unternehmen mit einer speziellen Fokussierung auf diese Technologie. In den Bereichen Nanostrukturierungen sowie Nanomaterialien und molekulare Architekturen ist fast die Hälfte der antwortenden Unternehmen tätig, gut ein Drittel befasst sich mit ultradünnen Schichten, zur Nanoanalytik kann ein Fünftel der Unternehmen gerechnet werden.

Mindestens 70 hessische Unternehmen nutzen bereits die Möglichkeiten der Nanotechnologie für ihre Produkte oder Produktionsprozesse. Aber noch sind die Potenziale dieser Technologie bei weitem nicht ausgeschöpft. Deutlich wird, dass die Nanotechnologie noch relativ unbekannt ist. Insbesondere potenzielle Anwender fühlten sich von der vorgeschalteten Befragung hessischer Industrieunternehmen kaum angesprochen. Auch von den persönlich befragten Unternehmensvertretern sind

über 60 % der Meinung, dass potenziellen Anwendern die vielfältigen Möglichkeiten der Nanotechnologie bislang zumeist unbekannt sind. Eine überwältigende Mehrheit der Unternehmen gibt jedoch an, dass die Nanotechnologie für ihr Unternehmen in Zukunft an Bedeutung (erheblich) gewinnen wird. Diese Signale zeigen deutlich, dass aus guten Gründen in diesem Technologiegebiet Aufklärungsarbeit zu leisten ist. Maßnahmen hierzu könnten beispielsweise der Anstoß entsprechender Technologietransfer-Aktionen sein oder die Bereitstellung gezielter Informationen für potenzielle Anwender über konkrete Möglichkeiten der Nanotechnologie.

Einen besonders großen Einfluss hat nach Einschätzung der befragten Unternehmen die Nanotechnologie auf Materialien und Werkstoffe, für die chemische Industrie, sowie die Bereiche Mikrosystemtechnik und Optik. Zudem kann diese Technologie mit ihrer Vielzahl an universellen Einsatzmöglichkeiten auch in zahlreichen anderen Branchen dazu beitragen, Produkte und Prozesse zu revolutionieren. Die Befragung macht zudem deutlich, dass Einzelne die Potenziale und Anwendungsmöglichkeiten branchenübergreifend kaum überblicken können. Dies ist ein deutliches Indiz für eine mangelnde Markttransparenz.

Dass Verbraucher die Nanotechnologie bislang kaum wahrnehmen, glauben fast 80 % der Befragten. Dies liegt auch daran, dass Nanotechnologie in aller Regel in Form von verbesserten oder neuen Funktionalitäten sichtbar wird, hinter denen das zugrunde liegende Know-how meist nicht transparent ist. Dennoch machen Unternehmen mit dem Nanotechnologie-Bezug Werbung. Allerdings sind die wesentlichen Kunden dieser Produkte hauptsächlich Unternehmen, kaum aber Endverbraucher.

Die wichtigsten Rahmenbedingungen für Innovationen aus dem Bereich der Nanotechnologie sind laut Umfrage: Forschungsqualität, Fachkräfte und Finanzierungsmöglichkeiten. Hinsichtlich des Aspekts Forschungsqualität zeigt sich deutlich, dass diese nicht unbedingt regional verfügbar sein muss, sondern dass das Know-how international beschafft werden kann. Das Angebot an Fachkräften wird derzeit noch als weitgehend ausreichend bezeichnet. Für die Zukunft wird jedoch ein gesteigerter Bedarf an Fachkräften erwartet. Grundsätzlich werden für Aktivitäten im Bereich der Nanotechnologie vor allem Personen mit wissenschaftlicher Ausbildung gesucht. Hierbei wird die klassische Grundausbildung, besonders in den Disziplinen Chemie, Physik und Materialwissenschaften bevorzugt. Darauf aufbauende Nanotechnologie-Spezialkenntnisse werden dann durch (interne) Weiterbildungsmaßnahmen erworben. Angesichts der Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten und dem damit einhergehenden spezifischen Wissen scheint diese Vorgehensweise für die meisten der befragten Unternehmen praktikabel. Die Aussagen zur Finanzierung der Nanotechnologie-Entwicklung geben kein einheitliches Bild und sind von der Größe der Unternehmen sowie des Anteils, den die Nanotechnologie im Unternehmen spielt, abhängig. Generell haben kleinere und mittlere Unternehmen aufgrund des tendenziell schwierigeren Zugangs zu Fremdkapital einen höheren Bedarf an anderen Fi-

finanzierungsmaßnahmen wie beispielsweise öffentliche Förderung oder Venture Capital.

Ebenfalls von Bedeutung sind für die befragten Unternehmen Kooperationen. Einrichtungen zum Technologietransfer sind dagegen wenig bekannt und werden auch als weniger wichtig eingestuft. Als Maßnahmen zur weiteren Etablierung der Nanotechnologie werden vorgeschlagen: Zugang zu F&E-Einrichtungen zu ermöglichen sowie Foren für Unternehmerkontakte zu schaffen. Informationsveranstaltungen zur Nanotechnologie könnten darüber hinaus weitere potenzielle Anwender für diese Technologie sensibilisieren.

Der gesellschaftliche Diskurs wird ebenfalls als wichtig für die weitere Etablierung der Nanotechnologie erachtet. Für eine sachliche Diskussion werden fundierte Informationen benötigt. Rund die Hälfte der befragten Unternehmen war der Meinung, die Öffentlichkeit müsse stärker und gezielter über die in der Nanotechnologie liegenden Innovationschancen informiert werden.

Die vielschichtigen Aussagen der für diese Untersuchung durchgeführten Gespräche bieten zahlreiche Ansatzpunkte für die Beurteilung der Situation der Nanotechnologie in Hessen und ermöglichen die Ausarbeitung spezifischer Maßnahmen der Wirtschaftsförderung. Konkret leiten sich aus den Erkenntnissen dieser Studie folgende Handlungsempfehlungen ab:

- Der Bekanntheitsgrad der Nanotechnologie ist zu steigern. Insbesondere gilt dies für Unternehmen, vornehmlich aus dem verarbeitenden Gewerbe, bei denen die Implementierung nanotechnologischer Entwicklungen einen Innovationsschub auslösen könnte.
- Dies gilt auch für die breite Öffentlichkeit, die überdies über einen sachlichen Diskurs über die Chancen und eventuellen Risiken dieser neuen Schlüsseltechnologie zu informieren ist.
- Der Transfer bereits etablierter Nanotechnologie-Entwicklungen in Anwendungen anderer Wirtschaftsbereiche könnte die Durchdringung der Technologie verbessern. Um den branchenübergreifenden Transfer von Nanotechnologie-Einsatzmöglichkeiten zu intensivieren, sollte das *TTN Hessen* als die Dachmarke für den Technologietransfer eingebunden werden. Es müssten thematische Ansatzpunkte identifiziert und Unternehmen in entsprechend konzeptionierten Veranstaltungen zusammengeführt werden.
- Auch im Bereich der Nanotechnologie ist die verstärkte Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft ein wesentlicher Bestandteil des Technologietransfers. Die Ansätze des *NanoNetzwerks Hessen* als forschungsfokussierter Verbund und die

bereits bestehende branchenübergreifende Arbeit im *TechnologieTransferNetzwerk Hessen (TTN-Hessen)* sind auch in diese Richtung zu intensivieren.

- Außerdem sollten sich Unternehmensnetzwerke (Produktions-/Technologienetzwerke) mit dem Thema Nanotechnologie befassen. Durch Kooperationen mit den oben genannten Transfernetzen könnten sich jeweilige Zielsetzungen gegenseitig unterstützen.
- Hindernisse bei der Finanzierung von Nanotechnologie-F&E sollten abgebaut werden. Hilfreich wäre dabei u.a., die Informationslage bei Kapitalgebern zu verbessern.
- Erfolgreiches Wirtschaften im Bereich der Nanotechnologie erfordert mitunter spezielle Geschäftsmodelle. Bereits funktionierende Modelle könnten als Vorlage dienen (best practice), um weitere lohnende Konzepte zu entwickeln.
- Der Zugang zur vorhandenen Forschungsinfrastruktur müsste Unternehmen erleichtert werden. Durch Bereitstellung von F&E-Equipment oder universitären Dienstleistungen könnte das Hemmnis (und Risiko) hoher Investitionen in erforderliche Anlagen abgebaut werden. Dieses Angebot der Hochschulen und Forschungseinrichtungen sollte aktiv vermarktet werden und hinsichtlich Erfüllung industrieller Leistungsnormen, Kundenorientierung und Termintreue aktiv gemagt werden.
- Der Aufbau von spezifischen Studiengängen im Bereich Nanotechnologie erscheint nicht notwendig. Aber auch in diesem Technologiesegment zeigt sich ein wachsender Bedarf an natur- bzw. ingenieurwissenschaftlich qualifizierten Fachkräften. Es bedarf besonderer Anstrengungen im Schul- und Hochschulbereich, um mehr Jugendliche für die Aufnahme entsprechender Studiengänge zu interessieren. Fehlende Fachkräfte dürfen in Zukunft in diesem wachsenden Technologiesegment nicht zum Innovationshemmnis in Hessen werden.

Tabellenverzeichnis

Tabelle		Seite
1	Unternehmensbefragung I: Versand und Rücklauf der Fragebögen nach Kammerbezirken der IHK	6
2	Mittelstandsdefinition der EU	12
3	Größe der befragten Unternehmen nach Anzahl der Beschäftigten und Umsatz	13
4	Erwarteter Einfluss der Nanotechnologie bis 2010 auf Anwendungsbereiche	23
5	Einschätzung verschiedener Finanzierungsmöglichkeiten	33
6	Erfasste Nanotechnologie-Unternehmen nach Kreisen und kreisfreien Städten	54
7	Unternehmensdatenbank: Unternehmen in Hessen mit Bezug zur Nanotechnologie (Stand: Dezember 2004)	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung		Seite
1	Unternehmensbefragungen I und II: schematische Darstellung der Vorgehensweise	4
2	Branchenstruktur der befragten Unternehmen	11
3	Größe der befragten Unternehmen nach Anzahl der Beschäftigten und Umsatz	12
4	Wahrnehmung der Nanotechnologie durch Verbraucher	15
5	Unentdeckte Potenziale auf Anwenderseite	16
6	Dominanz des Technologieangebots	17
7	Nanotechnologie verglichen mit der Informations- und Kommunikationstechnologie	18
8	Wertschöpfung in der Nanotechnologie	19
9	Diskussion über Risiken der Nanotechnologie	20
10	Information der Öffentlichkeit über die Chancen der Nanotechnologie	20
11	Verfügbarkeit von Forschungsmitteln	21
12	Bedeutung und Verfügbarkeit von gesellschaftlicher Akzeptanz	25
13	Bedeutung und Verfügbarkeit von Forschungsqualität allgemein und in der Region	26
14	Bedeutung und Verfügbarkeit von Technologietransfereinrichtungen	27

Abbildung	Seite	
15	Bedeutung und Verfügbarkeit von Kooperationsmöglichkeiten	28
16	Bedeutung und Verfügbarkeit von Fachkräften	29
17	Aktuelles Angebot an Fachkräften aus Sicht des Unternehmens	30
18	Ausbildung von Nanotechnologie-Fachkräften aus Sicht des Unternehmens	31
19	Bedeutung und Verfügbarkeit von Finanzierungsmöglichkeiten	32
20	Bedeutung und Verfügbarkeit von Fördermitteln	32
21	Maßnahmen zur weiteren Etablierung der Nanotechnologie	35
22	Systematik von Akteuren im Bereich der Nanotechnologie	36
23	Rolle des Unternehmens im Bereich der Nanotechnologie	38
24	Teilbereiche der Nanotechnologie	39
25	Anteil der Nanotechnologie in den befragten Unternehmen bzgl. Umsatz und Anzahl der Beschäftigten	40
26	Anteil der Nanotechnologie in den befragten Unternehmen bzgl. F&E-Aufwand und Wertschöpfung	41
27	Zukünftige Bedeutung der Nanotechnologie für das Unternehmen	42
28	Rekrutierung neuer Fachkräfte für den Bereich Nanotechnologie	43
29	Einfluss der Nanotechnologie hinsichtlich der Entwicklung neuer Produkte und der Verbesserung bestehender Produkte	45
30	Einfluss der Nanotechnologie in den befragten Unternehmen bzgl. der Optimierung von Produktionsprozessen und Einsparung von Material und Ressourcen	46
31	Absatzmärkte für Nanotechnologie-Produkte der befragten Unternehmen	47
32	Abnehmer der Nanotechnologie-Produkte der befragten Unternehmen	48
33	Werbung mit dem Nanotechnologiebezug der Produkte	49
34	Anteil der Nanotechnologie-basierten Patente in den befragten Unternehmen	50
35	Forschungskooperationen mit Universitäten und Fachhochschulen	51
36	Forschungskooperationen mit sonstigen Forschungseinrichtungen und Unternehmen	52
37	Forschungskooperationen mit Netzwerken	53
38	Unternehmen in Hessen mit Bezug zur Nanotechnologie (Stand: Dezember 2004)	55

Literaturverzeichnis

Bauer, C. (2004): Hessischer Mittelstandsbericht 2004, Band 1: Porträt des hessischen Mittelstandes, FEH-Report Nr. 669, Wiesbaden 2004.

BMBF (2004): Bundesministerium für Bildung und Forschung: Nanotechnologie erobert Märkte – Deutsche Zukunftsoffensive für Nanotechnologie, Bonn 2004.

Hessen Agentur (Hrsg.) (2004): Einsatz der Nanotechnologie in der Umwelttechnologie - Innovationspotenziale für Umweltfirmen (Arbeitstitel), Wiesbaden, in Vorbereitung.

Luther, W., Malanowski, N., Bachmann, G., et al. (2004): Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt: Innovations- und Technikanalyse, VDI Technologiezentrum, Düsseldorf 2004.

Rastogi, A.K. (2004): Anwendung von Mikro- und Nanostrukturen in der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie - Eine Kurzstudie, im Auftrag der TechnologieStiftung Hessen, Aktionslinie hessen-umwelttech, Wiesbaden 2004.

Rohde, A. (2004): Materialbasierte Technologien in Hessen: eine Bestandsaufnahme. Nanotechnologie, Materialtechnologie, Oberflächentechnologie, Optische Technologien und Mikrosystemtechnologie in Wissenschaft und Wirtschaft, FEH-Report Nr. 665, Wiesbaden 2004.

TAB (Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag) (2003): Zusammenfassung des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 92 "Nanotechnologie", November 2003, Internet: www.tab.fzk.de/de/projekt/zusammenfassung/ab92.htm.

Anhang

Ausgewählte Wirtschaftszweige für die Unternehmensbefragung I (nach WZ 2003)

15.92 Herstellung von Alkohol	26 Glasgewerbe, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden (inkl. aller Unterklassen)	29.3 Herstellung von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen
15.96 Herstellung von Bier	26.1 Herstellung von Glas und Glaswaren	29.4 Herstellung von Werkzeugmaschinen
17.3 Textilveredlung	26.2 Herstellung von keramischen Erzeugnissen (ohne Ziegelei und Baukeramik)	29.5 Herstellung von Maschinen für sonstige bestimmte Wirtschaftszweige
17.53 Herstellung von Vliesstoff und Erzeugnissen	26.3 Herstellung von keramischen Wand- und Bodenfliesen /-platten	29.6 Herstellung von Waffen und Munition
18.21 Herstellung von Arbeits- und Berufsbekleidung	26.4 Herstellung von Ziegeln und sonstiger Baukeramik	29.7 Herstellung von Haushaltsgeräten a.n.g.
21.1 Herstellung von Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe	26.5 Herstellung von Zement, Kalk und gebranntem Gips	30 Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen (inkl. aller Unterklassen)
21.22 Herstellung von Haushalts-, Hygiene- und Toilettenartikeln aus Zellstoff und Papier	26.6 Herstellung von Erzeugnissen aus Beton, Zement und Gips	31 Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä. (inkl. aller Unterklassen)
22.22 Drucken anderer Druckerzeugnisse	26.7 Be- und Verarbeitung von Natursteinen a.n.g.	31.1 Herstellung von Elektromotoren, Generatoren und Transformatoren
23.2 Mineralölverarbeitung	26.8 Herstellung von sonst. Erzeugnissen aus nicht metallischen Mineralien	31.2 Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schaltanlagen
23.3 Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen	27.1 Erzeugung von Roheisen, Stahl und Ferrolegierungen (EGKS)	31.3 Herstellung von isolierten Elektrokabeln, -leitungen und -drähten
24 Herstellung von chemischen Erzeugnissen (inkl. aller Unterklassen)	28.4 Herstellung von Schmiede-, Press-, Zieh- und Stanzteilen, gewalzten Ringen und pulvermetallurgischen Erzeugnissen	31.4 Herstellung von Akkumulatoren und Batterien
24.1 Herstellung von chemischen Erzeugnissen	28.5 Oberflächenveredlung, Wärmebehandlung und Mechanik a.n.g.	31.5 Herstellung von elektrischen Lampen und Leuchten
24.2 Herstellung von Schädlingsbekämpfungsmitteln und Pflanzenschutzmitteln	28.62 Herstellung von Werkzeugen	31.6 Herstellung von elektrischen Ausrüstungen a.n.g.
24.3 Herstellung von Anstrichmitteln, Druckfarben und Kittungen	29 Maschinenbau (inkl. aller Unterklassen)	32 Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik (inkl. Unterklassen)
24.4 Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	29.1 Herstellung von Maschinen für die Erzeugung und Nutzung von mechanischer Energie (ohne Motoren für Luft- und Straßenfahrzeuge)	32.1 Herstellung von elektronischen Bauelementen
24.5 Herstellung von Seifen, Wasch-, Reinigungs- und Körperpflegemitteln	29.2 Herstellung von sonstigen nicht wirtschaftszweigspezifischen Maschinen	32.2 Herstellung von Geräten u. Einrichtungen der Telekommunikationstechnik
24.6 Herstellung von sonst. chemischen Erzeugnissen		32.3 Herstellung von Rundfunkgeräten sowie phono- u. videotecnischen Geräten
24.7 Herstellung von Chemiefasern		
25 Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren (inkl. aller Unterklassen)		
25.1 Herstellung von Gummiwaren		
25.2 Herstellung von Kunststoffwaren		

- | | | |
|--|--|---|
| <p>33 Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik (inkl. aller Unterklassen)</p> <p>33.1 Herstellung von medizinischen Geräten und orthopädischen Vorrichtungen</p> <p>33.2 Herstellung von Mess-, Kontroll-, Navigations- u.ä. Instrumenten und Vorrichtungen</p> <p>33.3 Herstellung von industriellen Prozesssteuerungsanlagen</p> <p>33.4 Herstellung von optischen und fotografischen Geräten</p> <p>33.5 Herstellung von Uhren</p> <p>34 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen (inkl. aller Unterklassen)</p> | <p>34.1 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenmotoren</p> <p>34.2 Herstellung von Karosserien, Aufbauten und Anhängern</p> <p>34.3 Herstellung von Teilen und Zubehör für Kraftwagen und Kraftwagenmotoren</p> <p>35.2 Bahnindustrie</p> <p>35.3 Luft- und Raumfahrzeugbau</p> <p>37 Recycling (inkl. aller Unterklassen)</p> <p>37.1 Recycling von metallischen Altmaterialien und Reststoffen</p> <p>37.2 Recycling von nichtmetallischen Altmaterialien und Reststoffen</p> <p>40 Energieversorgung (inkl. aller Unterklassen)</p> | <p>41 Wasserversorgung</p> <p>62.3 Raumtransport</p> <p>73.1 Forschung und Entwicklung im Bereich Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin</p> <p>74.3 Technische, physikalische und chemische Untersuchung</p> <p>74.81 Fotografisches Gewerbe und fotografische Laboratorien</p> <p>90 Abwasser- und Abfallbeseitigung und sonstige Entsorgung</p> |
|--|--|---|

Fragebogen Unternehmensbefragung II

Unternehmensbefragung: **Nanotechnologie in Hessen**

Eine Untersuchung der Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft Hessen mbH (FEH) im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung und in Zusammenarbeit mit den hessischen Industrie- und Handelskammern.

Mit dieser Umfrage soll ein vertiefter Einblick in die Nanotechnologie aus Sicht der hessischen Wirtschaft gewonnen werden. Ihre Antworten zu verschiedenen Themen rund um diese Zukunftstechnologie geben der Landesregierung und den IHKs wertvolle Informationen für zielgenaue Maßnahmen der Wirtschaftsförderung.

Befragtes Unternehmen

Ansprechpartner

Position

Interview durchgeführt von / am

Kommentare:

Interesse an weiteren Aktionen zum Thema Nanotechnologie (z.B. Darstellung des Unternehmens im Kompetenzatlas Nanotechnologie Hessen, Information über Veranstaltungen, ...).

Ja

Nein

Eventuell

Nanotechnologie aus der Perspektive Ihres Unternehmens

1. Nennen Sie die wichtigsten Produkte Ihres Unternehmens, in die Nanotechnologie Eingang findet.
(Maximal 3 Nennungen.)

2. Welchen Teilbereichen der Nanotechnologie ordnen Sie sich zu? (Mehrfachantworten möglich.)

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Nanostrukturierungen | <input type="checkbox"/> Ultrapräzise Bearbeitung von Oberflächen |
| <input type="checkbox"/> Ultradünne Schichten | <input type="checkbox"/> Vermessung und Analyse von Nanostrukturen |
| <input type="checkbox"/> Laterale Nanostrukturen | <input type="checkbox"/> Nanomaterialien und molekulare Architekturen |
| <input type="checkbox"/> Formgebung | <input type="checkbox"/> Sonstige: _____ |

3. In welcher Rolle sieht sich Ihr Unternehmen hinsichtlich seiner Kompetenzen in dieser Technologie?

- Als Nanotechnologie-Anbieter: Aufbau von Kompetenzen für eigene Nutzung und/oder Verkauf an Anwender
- Als Nanotechnologie-Anwender: Zukauf dieser Technologie und Integration in eigene Produktion
- Sowohl als Nanotechnologie-Anbieter als auch als –Anwender
- Sonstiges: _____

4. Seit wann beschäftigt sich Ihr Unternehmen aktiv mit Nanotechnologie?

- _____ (Jahr)

5. Wie entstand das Unternehmen bzw. die im Bereich Nanotechnologie tätige Organisationseinheit?

Durch:

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Neugründung; dabei eventuell als: | <input type="checkbox"/> Integration in bestehende F&E-Abteilung(en) |
| <input type="checkbox"/> Ausgliederung aus Unternehmen | <input type="checkbox"/> Einrichtung einer speziellen F&E-Abteilung |
| <input type="checkbox"/> Ausgründung aus Universität | <input type="checkbox"/> Sonstiges: _____ |
| <input type="checkbox"/> Neuausrichtung eines bestehenden Betriebes | |
| <input type="checkbox"/> Aufbau eigener Forschungskompetenz, und zwar: | |

6. Wie groß ist in Ihrem Unternehmen aktuell der Einfluss der Nanotechnologie hinsichtlich der...?

	unbedeutend	schwach	stark	sehr stark
... Verbesserung bestehender Produkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... Entwicklung neuer Produkte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... Optimierung von Produktionsprozessen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... Einsparung von Material und Ressourcen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... Einsparung von Energie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... Sonstige: _____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

7. Nanotechnologie wird für Ihr Unternehmen in Zukunft an Bedeutung...?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> deutlich gewinnen | <input type="checkbox"/> in etwa gleich bleiben |
| <input type="checkbox"/> gewinnen | <input type="checkbox"/> verlieren |

8. Wo liegt der wesentliche Absatzmarkt für die Nanotechnologie-Produkte Ihres Unternehmens?

- Deutschland Europa Welt

9. Wer sind die Abnehmer Ihrer Produkte (ungeachtet eines evtl. zwischengeschalteten Handels)?

- Endverbraucher
- Unternehmen zum Einbau (Systemintegration ohne Veränderung Ihres Produkts)
- Unternehmen zur weiteren Verarbeitung (Zwischenprodukte)

10. Werben Sie mit dem Nanotechnologiebezug Ihrer Produkte?

- Ja, offensiv aber weniger offensiv
- Nein, weil es keine Rolle spielt aus bestimmten Gründen nicht, weil: _____

11. Mit welchen der nachfolgend genannten Akteure betreibt Ihr Unternehmen Forschungsk Kooperationen?

(Mehrere Antworten sind möglich. Wesentliche Kooperationspartner bitte konkret benennen.)

- Universitäten*, davon vorwiegend
 - hessische nationale internationale / konkret: _____
- Fachhochschulen*, davon vorwiegend
 - hessische nationale internationale / konkret: _____
- Sonst. Forschungseinrichtungen*, davon vorwiegend
 - hessische nationale internationale / konkret: _____
- Unternehmen*, davon vorwiegend
 - regionale nationale internationale / konkret: _____
- Netzwerke*, davon vorwiegend
 - regionale nationale internationale / konkret: _____
- Sonstige: _____

12. Hält Ihr Unternehmen Patente, die auf Nanotechnologie basieren?

- Ja, für Material Prozesstechnik Anwendungen/Applikationen
- Nein

13. Sofern Ihr Unternehmen Nanotechnologie-Vorleistungen (z.B. Nanomaterialien, Laboranalysen) von anderen Unternehmen bezieht oder an andere Unternehmen abgibt: Wo haben diese Unternehmen ihren Sitz? Sind Sie Bezieher oder Lieferant von solchen Vorleistungen?

- in der Region, und zwar: Bezug Absatz
- in Deutschland, und zwar: Bezug Absatz
- im Ausland, und zwar: Bezug Absatz
- Es bestehen keine solchen Zulieferbeziehungen.

Fachkräfte im Bereich Nanotechnologie

14. Wie viele Ihrer Mitarbeiter verfügen über Nanotechnologie-Know-how?

- _____ (Anzahl)

15. Rekrutierung neuer Mitarbeiter im Bereich der Nanotechnologie: Welche Mitarbeiter werden vorwiegend benötigt? (Mehrere Antworten sind möglich.)

- Promovierte Wissenschaftler* aus dem Bereich _____
- Hochschulabsolventen* aus dem Bereich _____
- Fachhochschulabsolventen* aus dem Bereich _____
- Arbeitskräfte mit abgeschlossener dualer Berufsausbildung*: Nennen Sie die drei bevorzugten Ausbildungsberufe.

- Sonstige: _____

16. Wie beurteilen Sie aktuell das Fachkräfteangebot für die Realisierung Ihrer Nanotechnologie-Aktivitäten?

- vollkommen ausreichend eher ungenügend
- eher ausreichend vollkommen ungenügend

17. Wie sollten Ihrer Meinung nach (künftige) Fachkräfte in diesem Bereich ausgebildet werden?

- Angebot von Spezialstudiengängen
- klassische naturwissenschaftlich/technische Grundausbildung in Verbindung mit weiteren Aufbaustufen
- Ausbildung im Unternehmen
- unternehmensinterne Weiterbildung (z.B. Fortbildungsmaßnahme, Training on the Job)
- Schaffung neuer Ausbildungsberufe

Sonstiges: _____

Einschätzung von Entwicklungspotenzialen und Fördermöglichkeiten

18. Wie beurteilen Sie den Einfluss der Nanotechnologie auf folgende Anwendungsbereiche bis 2010?

Anwendungsbereiche	Stärke des Einflusses der Nanotechnologie			
	hoch	mittel	gering	Keine Einschätzung
Chemische Industrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pharmazeutische Industrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Biotechnologie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Materialien/Werkstoffe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Medizin/Life Science	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umwelt- und Energietechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Elektrotechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informations-/Kommunikationstechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Automobil-/Fahrzeugbau	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bekleidungs-/Textilindustrie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Optische Technologien	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mikrosystemtechnik	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

19. Welchen der folgenden Aussagen stimmen Sie zu?

	stimme zu	stimme nicht zu	weiß nicht
Verbraucher werden deutliche Produktverbesserungen durch Nanotechnologie kaum mit dieser Technologie in Verbindung bringen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Nanotechnologie ist die Schlüsseltechnologie der kommenden Jahrzehnte und wird die Zukunft ähnlich verändern wie beispielsweise die Informations- und Kommunikationstechnologien.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Potenziellen Anwendern sind die vielfältigen Möglichkeiten der Nanotechnologie bislang zumeist unbekannt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die größte Wertschöpfung wird bei der Systemintegration, d.h. der Implementierung von Nanotechnologie in das Endprodukt bzw. das Produktionsverfahren, erzielt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der Markt für Nanotechnologie wird derzeit durch das Technologieangebot bestimmt (Technology Push).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die aktuelle Diskussion über mögliche Risiken der Nanotechnologie hemmt die weitere Entwicklung.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Öffentlichkeit muss stärker und gezielter über die Chancen der Nanotechnologie informiert werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zur Forschung im Bereich Nanotechnologie werden derzeit genügend finanzielle Mittel bereit gestellt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

20. Welche Rahmenbedingungen sind aus Ihrer Sicht für Innovationen aus dem Bereich der Nanotechnologie besonders wichtig und wie schätzen Sie deren tatsächliche Verfügbarkeit ein?

	Bedeutung 1 = sehr wichtig 5 = unwichtig	Keine Einschätzung	Verfügbarkeit 1 = sehr gut 5 = sehr schlecht	Keine Einschätzung
Forschungsqualität allgemein	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Forschungsqualität in der Region	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Technologietransfereinrichtungen	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Fachkräftepotenzial	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Kooperationsmöglichkeiten	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Finanzierungsmöglichkeiten	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Fördermittel	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Gesellschaftliche Akzeptanz	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
_____	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>

21. Wie beurteilen Sie generell die Bedeutung der folgenden Finanzierungsmöglichkeiten für Nanotechnologie-Entwicklungen und wie schätzen Sie deren tatsächliche Verfügbarkeit in Deutschland ein?

	Bedeutung 1 = sehr wichtig 5 = unwichtig	Keine Einschätzung	Verfügbarkeit 1 = sehr gut 5 = sehr schlecht	Keine Einschätzung
Venture Capital	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Business Angels	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Öffentliche Förderung	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
EU-Fördermittel	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
Fremdkapitalfinanzierung	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>
	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>	1 - 2 - 3 - 4 - 5	<input type="checkbox"/>

22. Welche Maßnahmen könnten die weitere Etablierung der Nanotechnologie unterstützen?

- Informationsveranstaltungen
- PR-Kampagne Nanotechnologie
- Etablierung von Foren für Unternehmerkontakte, z.B. (virtuelle) Messen, Netzwerke
- Bereitstellung von Forschungsinfrastruktur, z.B. F&E-Equipment
- Professionalisierung von universitären F&E-Dienstleistungen
- Bereitstellung von Fördergeldern für _____
- Sonstiges: _____

Angaben zu Ihrem Unternehmen

23. Branchenzugehörigkeit

- | | | |
|--|---|--|
| <input type="checkbox"/> Metallverarbeitende Industrie | <input type="checkbox"/> Automobilind./Fahrzeugbau | <input type="checkbox"/> Forschungseinrichtung |
| <input type="checkbox"/> Maschinenbau | <input type="checkbox"/> Kunststoffverarb. Industrie | <input type="checkbox"/> Unternehmensnahe Dienstleistung |
| <input type="checkbox"/> Elektrotechnik | <input type="checkbox"/> Chemische Industrie | <input type="checkbox"/> Sonstige: _____ |
| <input type="checkbox"/> Optik | <input type="checkbox"/> Bekleidungs-/Textilindustrie | |

24. Unternehmensgröße

Anzahl der Beschäftigten	< 10	10 – 50	51 - 250	> 250
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Umsatz in Mio. Euro	< 2	2 – 10	10 - 50	> 50
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

25. Beteiligungsstruktur des Unternehmens

- Beteiligung von einem größeren Unternehmen zu weniger als 25 % zu mehr als 25 %
Größe des beteiligten Unternehmens: ca. _____ Beschäftigte
- Stammsitz des beteiligten Unternehmens _____ (Land, Bundesland)
- Beteiligung eines oder mehrerer Business Angels Venture Capitalists

26. Gründungsjahr des Unternehmens

- _____

27. Welche Anteile hat die Nanotechnologie innerhalb Ihres Unternehmens hinsichtlich der/des...

	weniger als 5 %	5-20 %	21-50 %	51-75 %	76-100 %
... Umsatzes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... Mitarbeiteranzahl	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... F&E-Aufwands	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... Wertschöpfung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Wir danken Ihnen für die Mitwirkung an dieser Befragung!



HESSEN



Herausgeber:

Hessisches Ministerium für Wirtschaft,
Verkehr und Landesentwicklung

Abteilung II Wirtschaftspolitik, Wirtschaftsförderung, Technologie
Ansprechpartner: Dr. Rainer H. Waldschmidt

Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden



Arbeitsgemeinschaft
Hessen

Innovationsberatung

HESSEN



HessenAgentur

HA Hessen Agentur GmbH