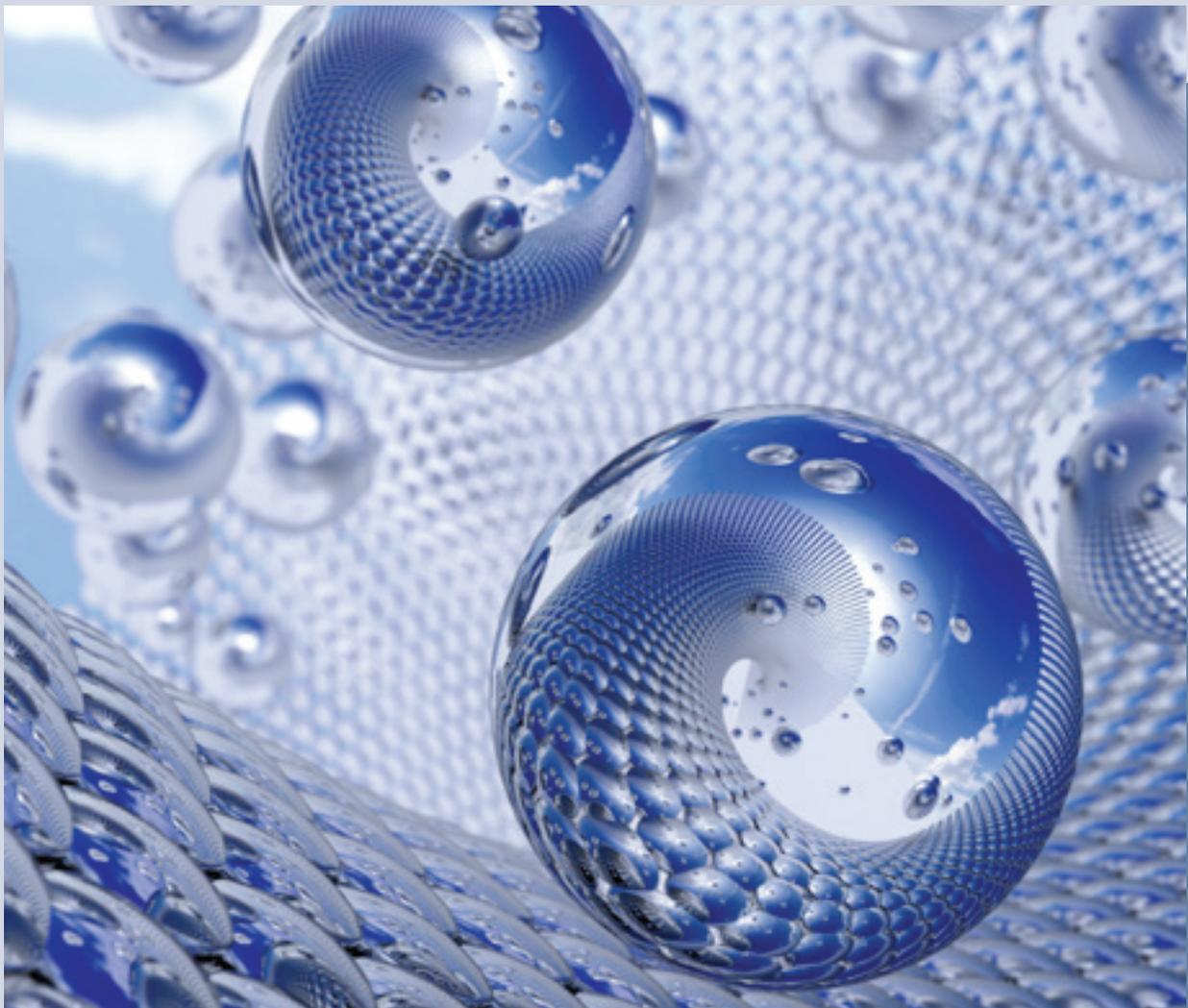




Nanotech in Hessen

Profil und Status des Forschungs- und Innovationsstandorts

Profile and status of the research and innovation region



Impressum

Band 23 der Schriftenreihe der Aktionslinie Hessen-Nanotech des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung.

Volume 23 of the Hessian Nanotech Initiatives Series of the Hessian Ministry of Economics, Transport, Urban and Regional Development.

Erstellt von / Created by:

Dr. Wolfgang Luther
VDI Technologiezentrum GmbH
Innovationsbegleitung und Innovationsberatung
VDI-Platz 1
40468 Düsseldorf
luther@vdi.de
www.vditz.de

Redaktion / Editorial:

Sebastian Hummel, Ulrike Niedner-Kalthoff
(Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie Verkehr und Landesentwicklung)
Markus Lämmer, Nicole Holderbaum
(Hessen Trade & Invest GmbH, Hessen-Nanotech)

Herausgeber / Publisher:

Hessen Trade & Invest GmbH
Konradinerallee 9
65189 Wiesbaden
Phone +49 (0) 611 95017-8326
Fax +49 (0) 611 95017-8610
www.htai.de

Lektorat / Proofreading:

Dr. Jürgen Satorius

Gestaltung / Design:

Muhr - Partner für Kommunikation

Bildnachweis / Photo Credits:

Titel / Cover: setixela, iStock
S. 8: nicolas, iStock
S. 9: Evonik Degussa
S. 12: Andreiadis, dreamstime
S. 13: „BetonBild“
S. 20: Evonik Industries
S. 22: Solartension GmbH
S. 24: pressmaster, Fotolia
S. 27: MEV Verlag
S. 28: Arizona State University
S. 32: industrieblick, Fotolia
S. 38: chaoss, iStockfoto
S. 41: Petair, Fotolia
S. 43: Limbach, Forschungszentrum Jülich
S. 45: Lightpoet, Fotolia
S. 46: pressmaster, Fotolia

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der Veröffentlichung geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit der Meinung des Herausgebers übereinstimmen.

© Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung
Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden
www.wirtschaft.hessen.de

Vervielfältigung und Nachdruck – auch auszugsweise – nur nach vorheriger schriftlicher Genehmigung.

www.hessen-nanotech.de

August 2014

Nanotech in Hessen

Profil und Status des Forschungs- und Innovationsstandorts
Profile and status of research and innovation location

Inhalt

Vorwort	4
----------------	----------

1. Die zehn Schlüsselergebnisse im Überblick	6
---	----------

2. Einführung und Hintergrund	8
--------------------------------------	----------

3. Akteure und Schwerpunkte der Nanotechnologie in Hessen	10
3.1 Akteurslandschaft der Nanotechnologie in Hessen	10
3.2 Charakterisierung der Nanotechnologie-Unternehmen in Hessen	14
3.2.1 Anteil der Nanotechnologie an den Geschäftsaktivitäten	14
3.2.2 Positionierung innerhalb der Wertschöpfungskette	15
3.2.3 Anteil der Geschäftsaktivitäten am Standort Hessen	16
3.2.4 Technologie- und Anwendungsschwerpunkte der Nanotechnologie	17

4 Umsatz- und Beschäftigungswirkung der Nanotechnologie in Hessen	20
--	-----------

5 Nationales Benchmarking und SWOT-Analyse des Nanotechnologie-Standortes Hessen	23
5.1 Anzahl der Akteure	23
5.2 Publikationen und Patente	24
5.3 Beteiligung an der Forschungsförderung	27
5.3.1 BMBF-Forschungsförderung	28
5.3.2 Sonstige Bundesressorts	29
5.3.3 EU-Förderung FP6	30
5.3.4 EU-Förderung FP7	31
5.4 Umsatz und Beschäftigung	32
5.5 SWOT-Analyse	33

6 Zusammenfassung	38
--------------------------	-----------

7 Methodik und Definitionen	46
7.1 Methodik	46
7.2 Definitionen	48

8 Anhang	49
-----------------	-----------

Table of contents

Introduction	4
<hr/>	
1. Overview of the ten key results	6
<hr/>	
2. Introduction and background	8
<hr/>	
3. Stakeholders and focal areas for nanotechnology in Hessen	10
3.1 The nanotechnology stakeholder landscape in Hessen	10
3.2 Characterisation of the nanotechnology companies in Hessen	14
3.2.1 Proportion of nanotechnology in business activities	14
3.2.2 Positioning within the value chain	15
3.2.3 Proportion of business activities in Hessen	16
3.2.4 Key technologies and applications for nanotechnology	17
<hr/>	
4 Revenue and employment effect of nanotechnology in Hessen	20
<hr/>	
5 National benchmarking and SWOT analysis of nanotechnology in Hessen	23
5.1 Number of stakeholders	23
5.2 Publications and patents	24
5.3 Share of research subsidisation	27
5.3.1 BMBF research subsidisation	28
5.3.2 Other government departments	29
5.3.3 EU subsidies FP6	30
5.3.4 EU subsidies FP7	31
5.4 Revenue and employment	32
5.5 SWOT analysis	33
<hr/>	
6 Summary	38
<hr/>	
7 Method and definitions	46
7.1 Method	46
7.2 Definitions	48
<hr/>	
6 Supplements	49



Vorwort

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Nanotechnologie ist ein Motor für Innovationen. In der Medizin kann sie helfen, Wirkstoffe gezielt an den gewünschten Ort im Körper zu bringen oder Implantate verträglicher zu machen. In der Energietechnik lassen Nanomaterialien auf Verbesserungen bei der Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie hoffen. Im Leichtbau ermöglichen Nanobeschichtungen Produkte, die bei weniger Materialeinsatz höhere Lebensdauer bieten.

So hat die Bedeutung der Nanotechnologie in den letzten Jahren weltweit zugenommen. Deutschland hat sich dabei eine Spitzenposition erarbeitet, denn hier konzentrieren sich viele der Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die auf diesem Gebiet tätig sind. Mit seiner hervorragenden infrastrukturellen Vernetzung, seinen rund 200 in der Nanotechnologie-Branche aktiven Unternehmen und seinen zirka 80 exzellenten Hochschuleinrichtungen und Arbeitsgruppen gehört Hessen zu den führenden Technologiestandorten in Deutschland.

Die Studie „Nanotech in Hessen“ gibt Ihnen einen Überblick über die Bedeutung und Entwicklung dieser Technologie, ihrer Arbeitsschwerpunkte, der Umsatz-, Investitions- und Beschäftigungszahlen. Darüber hinaus bietet sie Informationen für Unternehmen, die sich in Hessen neu ansiedeln oder ihren Betrieb vergrößern möchten.

Introduction

Ladies and gentlemen,

Nanotechnology is a driver of innovation. In medicine, it can help to deliver drugs precisely to the targeted areas in the body, or to improve the biocompatibility of implants. In energy technology, nanomaterials offer the promise of more effective energy generation, storage and distribution. For lightweight construction, nano-coatings make it possible to supply products with lower material input and at the same time with longer life cycles.

In recent years, nanotechnology has taken on increasing importance worldwide. Germany has secured a leading position in the field due to the numerous nanotechnology companies and research facilities concentrated here. In Hessen, with its first-rate infrastructural links, about 200 companies are operating in the sector. Combined with the approximately 80 excellent higher education institutes and working groups, our State is one of the top technology regions in Germany.

The study “Nanotech in Hessen” presents an overview of the importance and development of this technology, its key activities, and the turnover, investment and employment figures. It also provides information for companies which would like to settle in Hessen or which are planning to expand their business.

Ich würde mich freuen, wenn diese Broschüre Ihr Interesse am Standort Hessen weckt.

Mit freundlichen Grüßen



Tarek Al-Wazir
Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Landesentwicklung

I would be glad if this brochure arouses your interest in Hessen.

Yours sincerely,



Tarek Al-Wazir
*Hessian Minister of Economics, Energy,
Transport and Regional Development*

Plattform für Innovationen durch Nanotechnologie

Die Aktionslinie Hessen-Nanotech ist die zentrale Plattform für die Nanotechnologie in Hessen.

Sie unterstützt sowohl hessische Unternehmen und Einrichtungen aus der Nanotechnologie sowie den angrenzenden Bereichen der Material- und Oberflächentechnologie, Mikrosystemtechnologie und Optische Technologie als auch mögliche Anwender dieser Technologien bei:

- der Kompetenzdarstellung, zum Beispiel durch Studien, Messen und Ausstellungen
- der Informationsvermittlung über aktuelle Erkenntnisse und technologische Trends, zum Beispiel durch Veranstaltungen, Newsletter und eine Informationsplattform zur Nanosicherheit
- Fragen der Projekt- und Unternehmensentwicklung zum Beispiel durch Vernetzung von Technologieanbietern und -anwendern aus Industrie und Wissenschaft oder der Finanzierung und Förderung von Unternehmen und Projekten

www.hessen-nanotech.de

Platform for innovations through nanotechnology

The Aktionslinie Hessen-Nanotech is the central platform for nanotechnology in Hessen. It provides support for companies and facilities active in nanotechnology and the adjoining fields of materials and surface technology, microsystems technology and optical technology, and at the same time for potential users of these technologies

- *by presentation of competence, e. g. by surveys, presentations at trade fairs and exhibitions*
- *by dissemination of information on current knowledge and technological trends, e. g. via events, newsletter and internet portal for nano safety*
- *in matters of project and company development, e. g. by bringing nanotechnology suppliers and users from industry and science together or financing and promoting companies or projects.*

www.hessen-nanotech.de

Hessen

Nanotech

1. Die zehn Schlüsselergebnisse im Überblick

Overview of the ten key results

1. Rund 200 Unternehmen engagieren sich in Hessen in der Entwicklung und Vermarktung nanotechnologischer Produkte, Prozesse und Dienstleistungen. Damit liegt Hessen auf einer nationalen Spitzenposition.
 2. Circa 20 Prozent von diesen sind Nanotechnologie-Kernunternehmen, bei denen Nanotechnologie-Aktivitäten mehr als die Hälfte des Gesamtgeschäftes ausmachen. In der Wertschöpfungskette bietet die Nanotechnologie-Landschaft in Hessen ein sehr ausgewogenes Bild.
 3. Der Anteil an chemischen Großunternehmen ist dabei mit rund einem Drittel in Hessen stark vertreten. Weiterhin sind hier Hauptgeschäftsstellen verschiedener Verbände wie der VCI, die DECHEMA, die DGM und die GDCh lokalisiert.
 4. Rund 80 Hochschuleinrichtungen von hoher Qualität und ausgeprägter Vernetzung prägen die Nanotechnologie-Forschungslandschaft.
 5. Schwerpunkte liegen in den Bereichen Nanomaterialien und Nanobeschichtungen, vor allem bei Nano-Polymerkompositen. Als weitere Schwerpunkte zählen die Nanoanalytik sowie Nanosysteme und -sensoren.
 6. Rund 4.500 Arbeitsplätze in Hessen sind direkt der Nanotechnologie zugeordnet. Ohne den Nanoelektronik-/Halbleiter-Sektor, der hauptsächlich in der Region Dresden fokussiert ist, liegen rund zehn Prozent aller deutschen Nanotechnologie-Arbeitsplätze in Hessen.
 7. Der Nanotechnologie-Umsatz hessischer Unternehmen liegt bei etwa 1,5 Milliarden Euro für 2010. Von hoher Relevanz ist dabei auch die Hebelwirkung durch nanobasierte Innovationen in nachgelagerte Wertschöpfungsstufen und Branchen.
1. *Approximately 200 companies are involved in the development and marketing of nanotechnology products, processes and services in Hessen. As a result, Hessen occupies a leading position nationally.*
 2. *Approximately 20 percent of these companies are core nanotechnology companies in which nanotechnological activities represent more than half of the company's overall business. The nanotechnology landscape in Hessen is very well balanced with regard to the composition of the value chain.*
 3. *Major chemical companies are strongly represented in Hessen, forming approximately one third of those companies. Additionally, the headquarters of several different associations are located in Hessen, including VCI, DECHEMA, DGM and GDCh.*
 4. *Approximately 80 higher education institutions, all high quality and with extensive networks, characterise the nanotechnology research landscape.*
 5. *The core focal areas are nanomaterials and nanocoatings, especially with regard to polymer nanocomposites, while additional key aspects include nanoanalysis and also nanosystems and sensors.*
 6. *Some 4,500 jobs in Hessen are directly associated with nanotechnology. Excluding the nanoelectronics/semiconductor sector, which is primarily focused in the Dresden region, approximately ten percent of all German nanotechnology positions are located in Hessen.*
 7. *The nanotechnology revenue generated by companies in Hessen amounted to approximately 1.5 billion euros in 2010. The leverage exerted by nanotech-based innovations in neighbouring value chains and sectors is of major relevance in this regard.*



80

Hochschuleinrichtungen
Higher education institutions



200

Nanotechnologie Unternehmen
Nanotechnology companies



4.500

Arbeitsplätze
Employments



1.500.000.000

Euro Umsatz in 2010
Euro sales in 2010

Die zehn Schlüsselergebnisse im Überblick
Overview of the ten key results

8. Die rund 200 Unternehmen in Hessen, die im Nanotechnologiebereich engagiert sind, bieten insgesamt circa 90.000 Arbeitsplätze. Der Umsatz pro Beschäftigten im Nanotechnologiebereich liegt mit über 330.000 Euro an zweiter Stelle in Deutschland.

9. Über zehn Prozent aller deutschen Patentanmeldungen in der Nanotechnologie stammen von hessischen Unternehmen. Ein Großteil davon ist auf Evonik Degussa und Merck zurückzuführen.

10. Hessische Unternehmen haben im Zeitraum von 2007 bis 2010 jährlich rund acht Millionen Euro Fördermittel für Projekte zur Nanotechnologie akquiriert. Auch am 6. EU-Forschungsrahmenprogramm waren hessische Unternehmen überdurchschnittlich gut beteiligt.

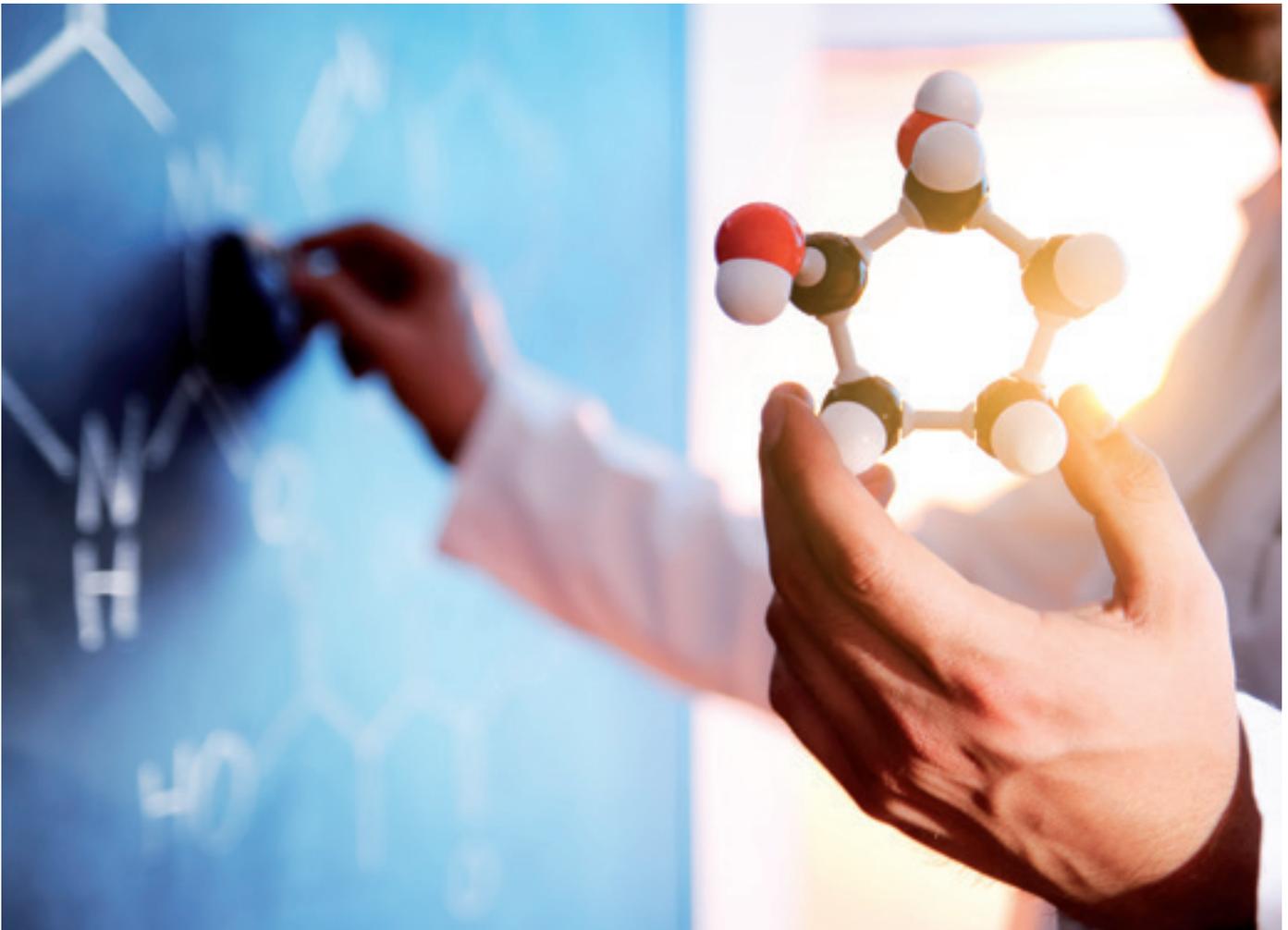
8. The approximately 200 companies in Hessen which are involved in the nanotechnology sector provide around 90,000 jobs in total. The revenue per employee in the nanotechnology sector amounts to more than 330,000 euros, ranking second in Germany.

9. More than ten percent of all German patent registrations involving nanotechnology originate from companies in Hessen. The majority of these originate from Evonik Degussa and Merck.

10. During the period from 2007 to 2010 companies in Hessen acquired approximately eight million euros in grants and subsidisation for nanotechnology projects. An above-average number of companies from Hessen were also involved in the 6th EU research framework programme.

2. Einführung und Hintergrund

Introduction and background



Seit der Entwicklung der Aktionslinie Hessen-Nanotech 2004/2005 und die zu ihrer Konzeption durchgeführten Bestandsaufnahmen der Hessen Agentur in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgemeinschaft der hessischen Industrie- und Handelskammern hat sich die Nanotechnologie erheblich weiter entwickelt. So sind mittlerweile deutlich mehr Unternehmen von der Nanotechnologie tangiert, die Zahl der am Markt erhältlichen „Nano-Produkte“ und der Informationsgrad der allgemeinen Öffentlichkeit sind gestiegen. Gleichzeitig ist der „Nano-Hype“ in Wirtschafts- sowie Finanzkreisen und den Medien abgeflacht beziehungsweise wird durch eine eher „Nano-Risiko“-getriebene Diskussion überlagert. Insbesondere Nanotechnologie-Un-

Nanotechnology has developed significantly since the creation of the Aktionslinie Hessen-Nanotech in 2004/2005 and the initial surveys carried out by Hessen Agentur GmbH in cooperation with the Hessian Chambers of Commerce and Industry work group. A significantly greater number of companies are now affected by or involved with nanotechnology, and the number of "nanoproducts" available on the market and the public's general level of information have increased. At the same time, the "nano-hype" has decreased within economic and financial circles and the media or has even been superseded by a discussion of nanotech-related risks. Nanotechnology companies, in particular, are therefore now taking a more cautious

ternehmen gehen deswegen zurückhaltender mit dem Begriff „Nanotechnologie“ um oder vermeiden ihn. Dennoch spielen die Erkenntnisse der Nanowissenschaft und die Nanotechnologie eine immer größere Rolle beim Verständnis und bei der gezielten Steuerung von Materialeigenschaften. Ganze Anwendungszweige wie die Klimaschutz- und Energietechnologie sowie die Medizin bauen auf Lösungen, die ohne die Nanotechnologie, die Nanoanalytik oder zumindest ein Verständnis der Zusammenhänge auf der Nano-Ebene kaum realisierbar sind.

Ziel der zugrundeliegenden Studie, deren Ergebnisse in dieser Broschüre zusammengefasst dargelegt werden, war es daher, neue, aktuelle Erkenntnisse und Daten über das Profil und den Status des Forschungs- und Innovationslandes Hessen und die Bedeutung der Nanotechnologie für die hessische Wirtschaft aufzuzeigen.

approach to the use of the term "nanotechnology" or they avoid it altogether. Nevertheless, the discoveries made by nanoscience and nanotechnology play an ever increasing role in the understanding and the targeted control of material properties. Entire fields of application such as climate protection and energy technology along with medical technology are based on solutions which would be almost impossible to achieve without nanotechnology, nanoanalysis or, at the very least, an understanding of the interrelationships at the nanolevel.

The study serving as the basis for this brochure and whose results are summarised here aims to present new, current findings and data about the profile and the status of the Hessen research and innovation region and to illustrate the importance of nanotechnology for the economy in Hessen.



3. Akteure und Schwerpunkte der Nanotechnologie in Hessen

Stakeholders and focal areas for nanotechnology in Hessen

3.1 Akteurslandschaft der Nanotechnologie in Hessen

Die vom VDI Technologiezentrum durchgeführten Recherchen ergaben eine Gesamtzahl von 200 Unternehmen mit Nanotechnologie-Aktivitäten in Hessen. Bei sechs dieser Unternehmen konnte aktuell kein Geschäftsbetrieb mehr nachgewiesen werden, so dass insgesamt von einem aktuellen Bestand von 194 Nano-Unternehmen in Hessen ausgegangen wird. Von den 194 Firmen sind circa 160 im Kompetenzatlas www.nano-map.de registriert. Die übrigen 34 Unternehmen sind aufgrund eines zu wenig nach außen sichtbaren Nanotechnologie-Bezuges nicht in die Nano-Map aufgenommen worden beziehungsweise waren bereits anderen Bundesländern zugeordnet, sofern die wesentlichen Nanotechnologie-Aktivitäten außerhalb Hessens angesiedelt sind (zum Beispiel bei größeren Konzernen).

Auffallend in dieser Tabelle ist die steigende Tendenz der Gesamtzahl der Unternehmen, die wohl wesentlich auf einen schnellen Transfer von Nanotechnologie-Know-how in kleine und mittelständische Betriebe sowie Großunternehmen zurückzuführen ist.

3.1 *The nanotechnology stakeholder landscape in Hessen*

The research carried out by the VDI Technology Center revealed a total of 200 companies with nanotechnology activities in Hessen. Six of these companies could not currently provide proof of any further operative business so that a total number of 194 nanotech companies in Hessen was assumed. Of these 194 companies, approximately 160 are registered in the competency map, www.nano-map.de. The remaining 34 companies have not been included in the Nano-Map as a result of an inadequately visible involvement in nanotechnology or are already assigned to other federal states, where the primary nanotechnology activities are located outside Hessen (e.g. large-scale enterprises).

One striking aspect of this table is the increase in the number of companies, primarily caused by a rapid transfer of specialist knowledge in nanotechnology to small and middle-sized enterprises and large-scale enterprises.

Art der Institution <i>Type of institution</i>	IHK Nano-studie 2004 <i>IHK Nano-study in 2004</i>	Nanoatlas Hessen 2007 ¹ <i>Nanoatlas Hessen 2007¹</i>	Nano-Map Stand 10/2011 <i>Nano-Map version 10/2011</i>	Nano-Map Stand 3/2012 <i>Nano-Map version 10/2012</i>	Gesamtbestand 3/2012 <i>Total 3/2012</i>
Unternehmen <i>Companies</i>	74	67	105 (71 KMU/SME, 34 GU/LSE)	157 (102 KMU/SME, 55 GU/LSE)	194 (126 KMU/SME, 67 GU/LSE)
Forschungsinstitutionen <i>Research institutions</i>		80	43	60	60

¹ Hessen-Nanotech: „Kompetenz- und Infrastrukturatlas Nanotechnologien in Hessen“, 2007

¹ Hessen-Nanotech: „Competence and Infrastructure Atlas Nanotechnologies in Hessen“, 2007

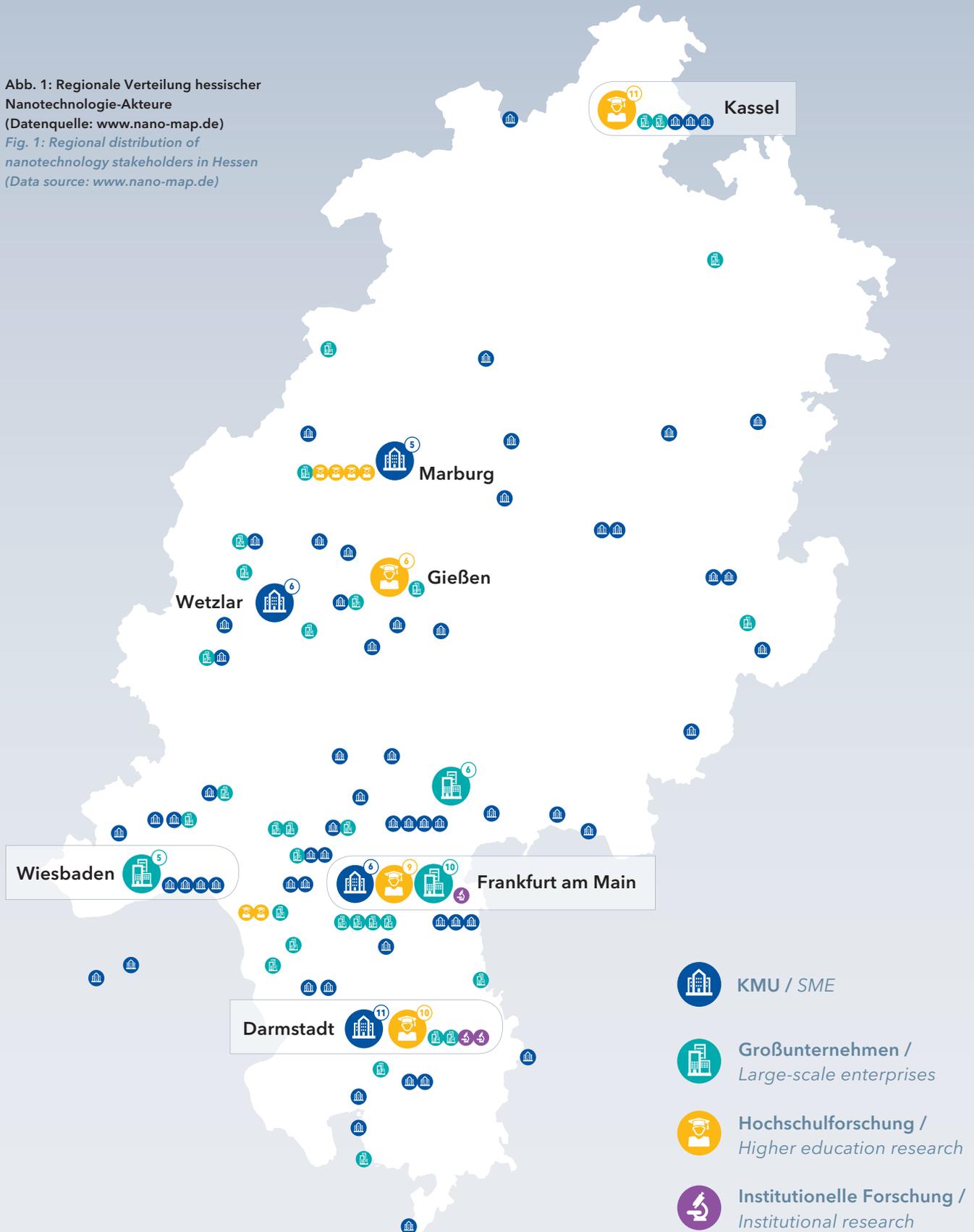
Tab. 1: Anzahl der Nanotechnologie-Akteure gemäß angegebener Quelle
Table 1: *Competence and Infrastructure Atlas Nanotechnologies in Hessen*

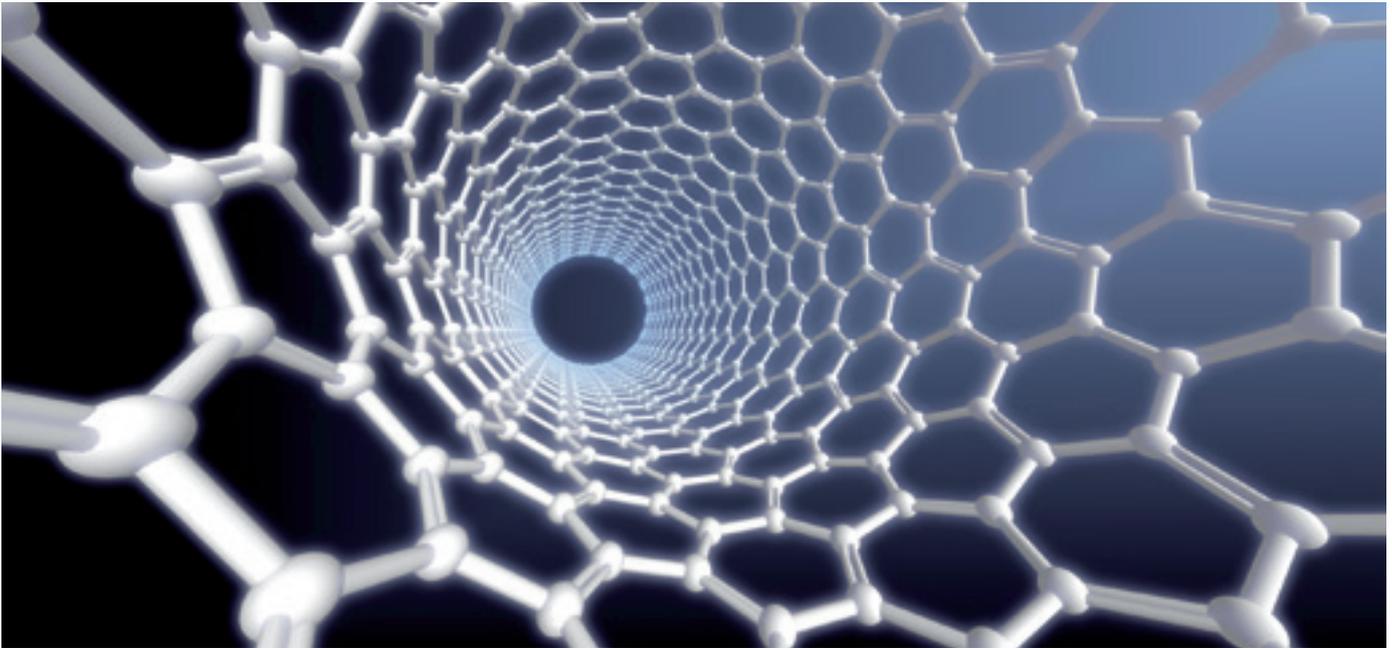
Abb. 1: Regionale Verteilung hessischer Nanotechnologie-Akteure

(Datenquelle: www.nano-map.de)

Fig. 1: Regional distribution of nanotechnology stakeholders in Hessen

(Data source: www.nano-map.de)





In Hessen wurden drei mittlerweile abgeschlossene Schwerpunktprogramme der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit Bezug zur Nanotechnologie koordiniert:

- DFG SPP 1165 Nanodrähte und Nanoröhren: von kontrollierter Synthese zur Funktion (Koordination: Philipps-Universität Marburg)
- DFG SPP 1181 Nanoskalige, anorganische Materialien durch molekulares Design (Koordination: Technische Universität Darmstadt)
- DFG SPP 1182: Nachhaltiges Bauen mit Ultra-Hochfestem Beton (UHPC) (Koordination: Universität Kassel)

Der Nanotechnologie-Standort Hessen zeichnet sich durch eine ausgeprägte Vernetzung aus. Im Jahr 2005 startete das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung die Aktionslinie Hessen-Nanotech. Mit ihr werden die hessenweiten wirtschafts- und technologiebezogenen Aktivitäten in den Nanotechnologien und den materialbasierten Technologien gebündelt und koordiniert. Im NanoNetzwerkHessen sind die wissenschaftlichen Nanotechnologie-Aktivitäten der fünf Universitäten und der fünf Fachhochschulen miteinander vernetzt. In Hessen sind weiterhin Hauptgeschäftsstellen verschiedener Wirtschafts- und Industrieverbände lokalisiert, die im Nanotechnologiebereich aktiv sind. Zu nen-

In Hessen three nanotechnology-related focal programmes from the German Research Foundation were coordinated and have since been completed:

- DFG SPP 1165 Nanowires and Nanotubes: From Controlled Synthesis to Functions (Coordination: Philipps-Universität Marburg)
- DFG SPP 1181 Nanoscaled Inorganic Materials by Molecular Design (Coordination: Technische Universität Darmstadt)
- DFG SPP 1182: Sustainable Building with Ultra High Performance Concrete (UHPC) (Coordination: University of Kassel)

The Hessen nanotechnology region is distinguished by extensive networking. In 2005 the Hessian Ministry of Economics, Transport and Regional Development initiated the Aktionslinie Hessen-Nanotech. This serves to combine and coordinate the financial and technology-related activities for nanotechnologies and material-based technologies in Hessen. The NanoNetzwerkHessen provides a network for the scientific activities of the five universities and the five universities of applied science. In addition, the headquarters of various economic and industrial organisations which are active in the nanotechnology sector are located in Hessen. Worth mentioning in this regard is



nen ist hierbei u. a. der Verband der Chemischen Industrie (VCI), der die wirtschaftspolitischen Interessen von rund 1.650 Chemieunternehmen in Deutschland u. a. auch im Bereich der Nanomaterialien vertritt.² Ebenfalls relevant für das Themenfeld Nanotechnologie ist die DECHEMA, die gemeinsam mit dem VCI einen Arbeitskreis zum verantwortungsvollen Umgang mit Nanomaterialien betreibt.³

Andere Verbände mit Sitz in Hessen wie die Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)⁴ und die Deutsche Gesellschaft für Materialkunde (DGM)⁵ bieten ein Forum, auf dem sich die unterschiedlichsten Interessengruppen zwischen Staat und Privatwirtschaft begegnen und miteinander kommunizieren können. Sie schaffen damit die Voraussetzung für die Vernetzung von Wissenschaft und Praxis. Ihre Fachgremien bilden den vorwettbewerblichen Rahmen für die erfolgreiche Umsetzung gemeinschaftlich erarbeiteter Forschungsergebnisse.

the German Chemical Industry Association (VCI), which represents the interests of approximately 1,650 chemical companies in Germany including those in the nanomaterials sector.² DECHEMA is also particularly important with regard to nanotechnology and maintains a workgroup for the responsible handling of nanomaterials in cooperation with the VCI.³

Other associations whose headquarters are based in Hessen, such as the German Chemical Society (GDCh)⁴ and the German Society for Materials Science (DGM)⁵, provide a forum where the different interest groups between the state and the private sector can meet and communicate. They thus create the foundation for networking between research and practical applications. Their technical committees also provide the pre-competitive framework for the successful implementation of collaborative research results.

² https://www.vci.de/Top-Themen/Seiten/pol_T_Nanomaterialien.aspx

³ <http://www.processnet.org/Fachgemeinschaften/Chemische+Reaktionstechnik/Nanotechnologie-p-2142.html>

⁴ <https://www.gdch.de>

⁵ <http://www.dgm.de>

3.2 Charakterisierung der Nanotechnologie-Unternehmen in Hessen

Im Folgenden werden die identifizierten hessischen Nanotechnologie-Unternehmen im Hinblick auf diese vier Kriterien näher spezifiziert:

- Anteil der Nanotechnologie an den Geschäftsaktivitäten
- Positionierung innerhalb der Wertschöpfungskette
- Anteil der Geschäftsaktivitäten am Standort Hessen
- Technologie- und Anwendungsschwerpunkte

3.2.1 Anteil der Nanotechnologie an den Geschäftsaktivitäten

Die identifizierten Nanotechnologie-Unternehmen unterscheiden sich zum Teil erheblich in der Intensität des Engagements und dem Anteil der Nanotechnologie an den Geschäftsaktivitäten. Unternehmen, bei denen Nanotechnologie-Aktivitäten den überwiegenden Teil der Geschäftsaktivitäten ausmachen (> 50 Prozent), werden hierbei als Nano-Kernunternehmen bezeichnet. Von den identifizierten Nano-Unternehmen können in diesem Sinne 37 Unternehmen (circa 20 Prozent) als Nanotechnologie-Kernunternehmen ausgewiesen werden. Bei diesen Unternehmen handelt es sich in erster Linie um spezialisierte Hersteller von Nanomaterialien sowie von Geräten zur Nanostrukturierung und -analytik, aber zum Teil auch um Komponentenhersteller, wie etwa in der Optik und Elektronik. Bei den übrigen Unternehmen spielen die Nanotechnologie-Aktivitäten oftmals nur eine untergeordnete Rolle. In diesen Firmen machen nanooptimierte Komponenten bezogen auf die gesamte Wertschöpfung des Endproduktes in der Regel nur einen relativ geringen Teil aus beziehungsweise repräsentieren nur einen kleinen Teil des gesamten Produktspektrums.

3.2 Characterisation of the nanotechnology companies in Hessen

The following section describes the nanotechnology companies identified in Hessen in greater detail with regard to these four criteria:

- Proportion of nanotechnology in business activities
- Positioning within the value chain
- Proportion of business activities in Hessen
- Key technologies and applications

3.2.1 Proportion of nanotechnology in business activities

The nanotechnology companies identified differ significantly with regard to the intensity of their involvement and the proportion of nanotechnology in their business activities. Companies for which nanotechnology activities represent the majority of their business activities (> 50 percent) are described as core nanotechnology companies. Thirty-seven of the identified companies (approximately 20 percent) can be designated as core nanotechnology companies as per this definition. These companies are primarily specialised manufacturers of nanomaterials and equipment for nanostructuring and analysis but also include component manufacturers in fields such as optics and electronics. Among the remaining companies nanotechnology activities often play a subordinate role. As a rule, within these companies nano-optimised components only represent a relatively small part of the overall value creation of the final product or only a small part of the overall product range.

3.2.2 Positionierung innerhalb der Wertschöpfungskette

Entsprechend der Positionierung in der Wertschöpfungskette lassen sich Nanotechnologie-Unternehmen in Kategorien wie Nanohersteller, Nano-Komponenten, Nano-Endprodukte, Nano-Zulieferer sowie Nano-Dienstleister⁶ unterscheiden. Unternehmen können dabei auch mehreren dieser Kategorien zugeordnet werden.

In Hessen handelt es sich bei jeweils circa einem Drittel der Unternehmen um Nanohersteller beziehungsweise Nano-Komponentenhersteller. Auf alle anderen Kategorien entfallen jeweils 12-15 Prozent.

Das Ergebnis zeigt, dass in Hessen sämtliche Glieder einer kompletten Wertschöpfungskette vorhanden sind. Dies bedeutet offene Türen und kurze Wege gerade für solche Unternehmen, die neu in die Branche kommen und/oder Teilbereiche der Nanotechnik in ihre Abläufe integrieren wollen. Auch Start-ups finden ideale Bedingungen vor. Interessierte Unternehmen können spezialisiertes Know-how zur Entwicklung, Herstellung und zum Vertrieb ihrer nanotechnologischen Produkte nutzen. Umgekehrt ist in Hessen ein starker potentieller Markt für Anbieter nanotechnologischer Prozesse und Produkte vorhanden.

3.2.2 Positioning within the value chain

In terms of their positioning within the value chain, nanotechnology companies can be divided into different categories e.g. nanotech manufacturers, nanotech components, nanotech end products, nanotech suppliers and nanotech service companies⁶. Companies may, however, belong to multiple categories.

In Hessen approximately one third of the companies are classified as nanotech manufacturers or nanotech component manufacturers. All of the other categories lie within a range of 12-15 percent.

The results indicate that all of the links for a complete value chain are present in Hessen. This means open doors and short paths, especially for companies which are new to the sector and/or intend to integrate sub-areas of nanotechnology into their processes. The conditions are also ideal for start-up enterprises. Interested companies benefit from specialised expertise in the development, production and sale of their nanotechnology products. Conversely, Hessen also represents a strong potential market for providers of nanotechnological processes and products.

⁶ Siehe Definition auf Seite 48

⁶ See definition on page 48

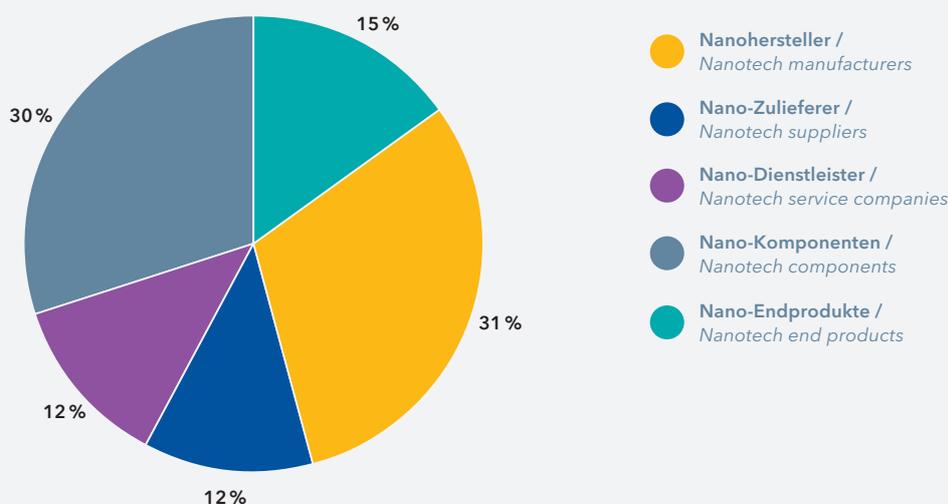


Abb. 2: Kategorisierung von Nano-Unternehmen nach Wertschöpfungsstufe
 Fig. 2: Categorisation of nanotech companies according to position within the value chain

3.2.3 Anteil der Geschäftsaktivitäten am Standort Hessen

Die hessischen Nano-Unternehmen wurden hinsichtlich des Anteils der Geschäftsaktivitäten in Hessen charakterisiert. Unterschieden wurden hierbei die Kategorien Hauptsitz, Produktion/Forschung & Entwicklung (F&E) sowie Vertrieb/Service⁷ in Hessen.

Erfreulicherweise haben fast 75 Prozent (140) der im nanotechnologischen Bereich tätigen Unternehmen auch ihren Hauptsitz in Hessen. Man kann also durchaus sagen: In Hessen ist die Nanotechnologie zuhause. Dies bedeutet auch für die Zukunft Stabilität und Kontinuität für diese Branche.

Darüber hinaus verfügen 31 Unternehmen über eigene Produktions-/F&E-Standorte in Hessen. Weitere 20 Unternehmen sind über Service- und Vertriebsstellen in Hessen vertreten.

⁷ Siehe Definition auf Seite 48

⁷ See definition on page 48

3.2.3 Proportion of business activities in Hessen

The Hessian nanotech companies have been characterised with regard to the proportion of their business activity based in Hessen and categorised on the basis of the location of their headquarters, production/Research & Development (R&D) and sales/service (7) in Hessen.

Fortunately, almost 75 percent (140) of the companies active in the nanotechnology sector also have their headquarters in Hessen, which certainly shows that nanotechnology has found its home in Hessen. This also represents stability and continuity for the sector in the future.

Furthermore, 31 companies also have their own production/R&D sites in Hessen. An additional 20 companies are represented in Hessen via service and sales offices.

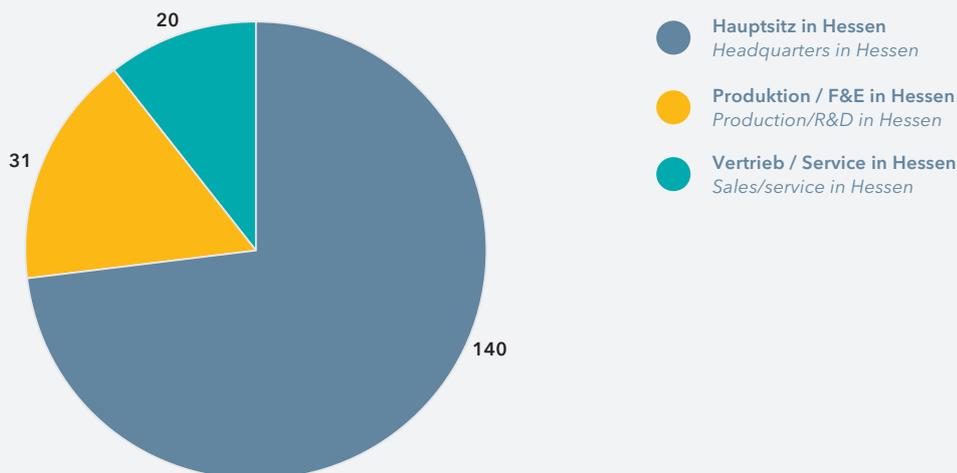


Abb. 3: Kategorisierung von Nano-Unternehmen nach Engagement in Hessen

Fig. 3: Categorisation of nanotech companies according to involvement in Hessen

3.2.4 Technologie- und Anwendungsschwerpunkte der Nanotechnologie

Den identifizierten Unternehmen wurden Schwerpunkte in Nanotechnologie-Teilgebieten sowie Anwendungsschwerpunkte zugeordnet, wobei Mehrfachnennungen bei ungefähr gleichgewichtiger Ausprägung möglich waren. Von den Nanotechnologie-Teilgebieten sind die Bereiche Nanomaterialien und Nanobeschichtungen bei weitem am häufigsten vertreten. Als weitere Schwerpunkte können die Nanoanalytik sowie Nanosysteme und -sensoren identifiziert werden. Unterrepräsentiert ist auf Anbieterseite der Bereich der Nanoelektronik.

Werden die Nanoteilgebiete in weitere Subkategorien gemäß der Suchfilterklassifikation der Nano-Map aufgeschlüsselt, zeigt sich, dass die hessischen Nanotechnologie-Unternehmen vor allem in den Bereichen Nanomaterialien, Nanobeschichtungen und Nanoanalytik technologisch breit aufgestellt sind. Innerhalb der Nanomaterialien sticht vor allem der Bereich der Nano-Polymerkomposite hervor.

3.2.4 Key technologies and applications for nanotechnology

The companies identified have been categorised on the basis of focal activities in nanotechnology sub-areas as well as their key applications. Multiple categorisations for approximately equal characteristics are also possible. The nanomaterials and nanocoatings fields were by far the most frequently represented nanotechnology sub-areas. Nanoanalysis along with nanosystems and sensors were also identified as additional key aspects. However, nanoelectronics providers are underrepresented.

If the nanotech sub-areas are divided into additional sub-categories on the basis of the Nano-Map search filter classification then it becomes apparent that the nanotechnology companies in Hessen are technologically diversified. This is especially so in the nanomaterials, nanocoatings and nanoanalysis fields. The polymer nanocomposites field is particularly prominent within the nanomaterials sector.

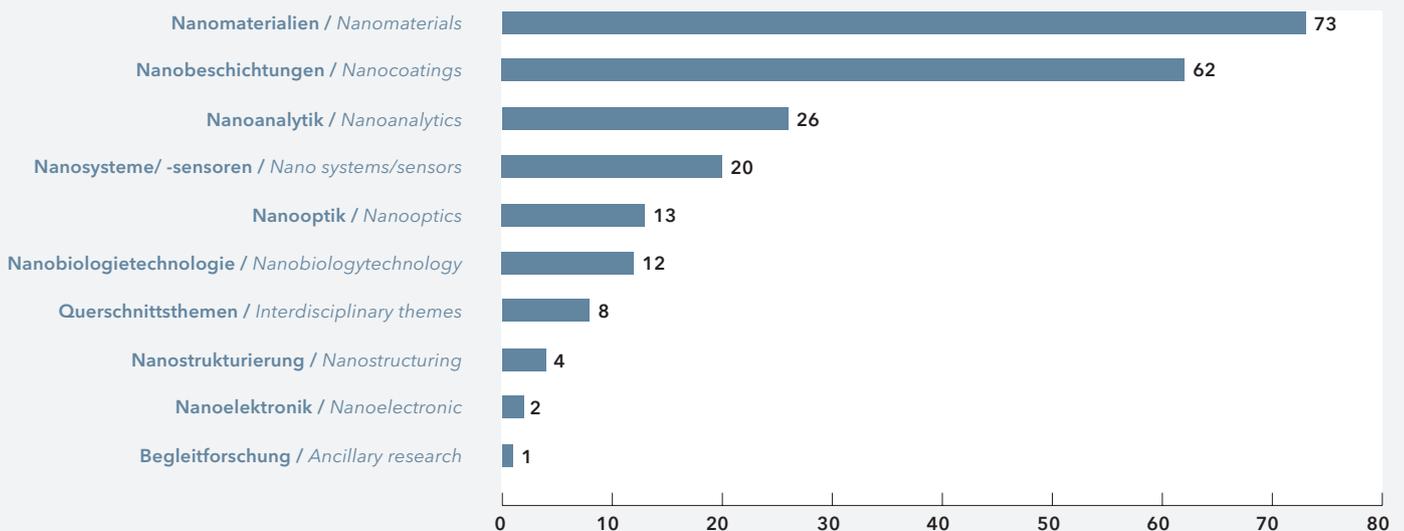


Abb. 4: Kategorisierung von Nano-Unternehmen nach Nanotechnologie-Teilfeldern
 Fig. 4: Categorisation of nanotech companies according to nanotechnology sub-areas

In Bezug auf die Anwendungsfelder der Nanotechnologie liegen die Schwerpunkte in den Bereichen Chemie/Werkstoffe, Sensorik/Messtechnik, Maschinen/Gerätebau sowie Gesundheit/Pharma. Diese Schwerpunkte entsprechen der hessischen Industriekultur und bestätigen somit das gute Ineinandergreifen von Nanotechnologie und den klassisch starken Triebfedern der hessischen Wirtschaft. Nanotech ist also kein Fremdkörper in Hessen, sondern passt genau ins Bild (Vgl. Anhang A).

Auch der Automobilbau spielt in Hessen mit Produktionsstandorten der Automobilhersteller Opel, VW und Mercedes eine wichtige Rolle. Der Bereich Endverbraucherprodukte wird von 14 Nano-Unternehmen adressiert, wobei die meisten Nennungen auf Beschichtungen für Alltagsprodukte entfallen.

The key nanotechnology application areas consist of chemicals/materials, sensors/measurement technology, machine/equipment production and health/pharmaceuticals. These focal areas mirror the industrial culture in Hessen and thus confirm favourable interaction between nanotechnology and the classically strong sectors within the Hessian economy. Thus, nanotechnology is not “a foreign body” within Hessen, but rather an important part of the picture as a whole (see Annex A).

Automotive production also plays an important role in Hessen with production locations belonging to automotive manufacturers including Opel, VW and Mercedes. The consumer products sector is addressed by 14 nanotech companies with the majority focusing on coatings for conventional products.

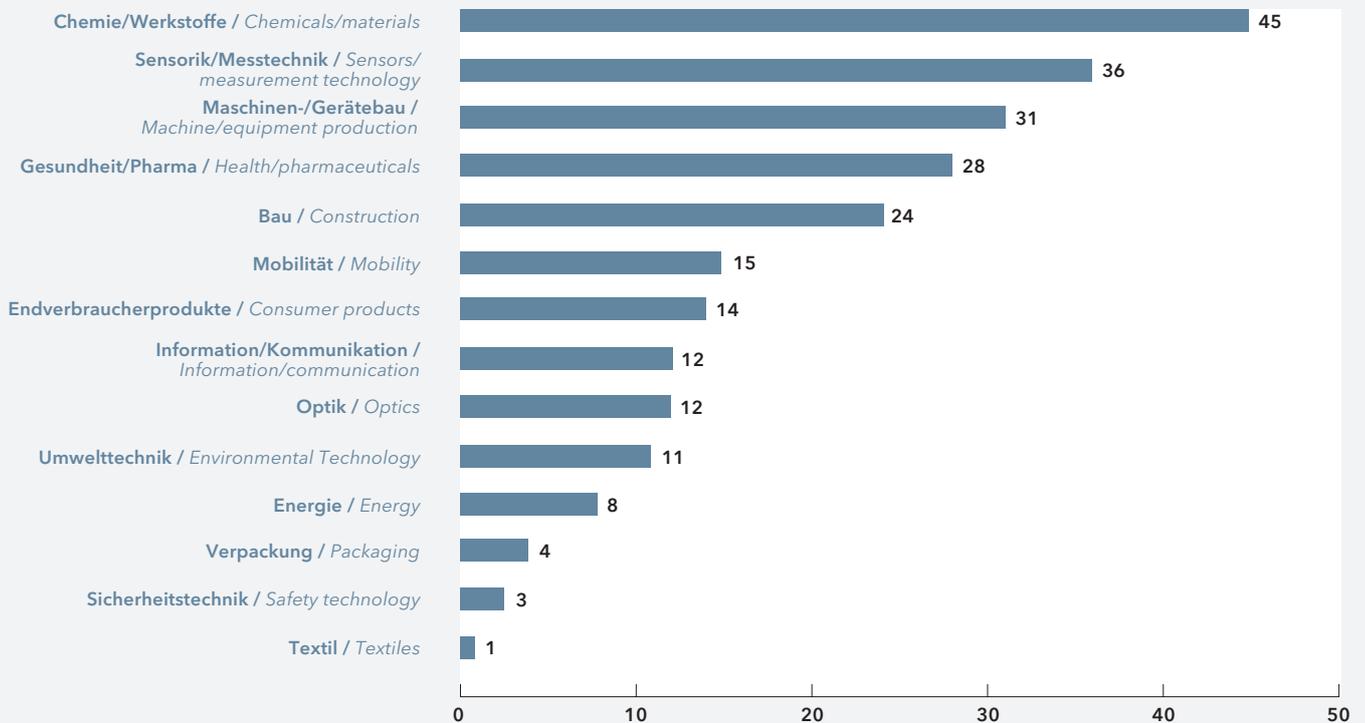


Abb. 5: Kategorisierung von Nano-Unternehmen nach Anwendungsfeldern
 Fig. 5: Categorisation of nanotech companies according to application areas

Eine noch feinere Kategorisierung der Anwendungsfelder erhält man durch eine Analyse der Suchfilter des Internetkompetenzatlas Nano-Map, bei dem die Anwendungsfelder in weitere Unterkategorien unterteilt sind. Hieraus werden einzelne Schwerpunkte in den verschiedenen Anwendungsfeldern deutlich. Im Branchenschwerpunkt Chemie/Werkstoffe wird deutlich, dass die hessischen Unternehmen thematisch breit aufgestellt sind und viele Teilbereiche wie Beschichtungschemikalien, Pigmente/Füllstoffe, Kunststoffe, Metall- und Keramikwerkstoffe etc. abdecken (Vgl. Anhang B).

A more detailed characterisation of the application areas can be achieved by analysing the search filters of the Nano-Map online competency map in which the application areas are divided into additional sub-categories. This reveals the individual key fields within the various application areas. In the chemicals/materials sector it becomes clear that the companies in Hessen have a wide-ranging scope and cover many sub-areas, including coating chemicals, pigments/filling materials, plastics, metal and ceramic materials, etc. (see Annex B).

4. Umsatz- und Beschäftigungswirkung der Nanotechnologie in Hessen

Revenue and employment effect of nanotechnology in Hessen



Zur Ermittlung der Umsatz- und Beschäftigungswirkung der Nanotechnologie in Hessen wurde auf Basis der Ergebnisse einer bundesweiten Fragebogenerhebung eine Extrapolation von Mitarbeiterzahlen und Umsätzen hessischer Nanotechnologie-Unternehmen vorgenommen. Zur Plausibilisierung der Ergebnisse wurden die Daten mit Zahlen aus anderen verfügbaren Quellen wie zum Beispiel Wirtschaftsdatenbanken, unternehmenseigenen Internetseiten oder Geschäftsberichten ergänzt und abgeglichen. Für alle erfassten Nanotechnologie-Unternehmen wurden darüber hinaus, sofern verfügbar, die Gesamtmitarbeiterzahlen (nicht auf Nano eingeschränkt) am Standort Hessen beziehungsweise in Deutschland ermittelt, um daraus einen Indikator für die wirtschaftliche Hebelwirkung der Nanotechnologie abzuleiten. Die ermit-

An extrapolation of employee figures and revenues for Hessian nanotechnology companies to determine the revenue and employment effect of nanotechnology in Hessen was carried out on the basis of the results of a nationwide questionnaire survey. The data were supplemented and compared with figures from other available sources such as economic databases, company websites and business reports in order to validate the results. Furthermore, for all nanotechnology companies concerned and where available, the total employee figures (not restricted to nanotech) were determined for the Hessen region and, where applicable, Germany as a whole, in order to derive an indicator for the economic leverage created by nanotechnology. The data collected can only be regarded as an esti-

telten Daten sind hierbei allerdings nur als Schätzzahlen für die Umsatz- und Beschäftigungswirkung der Nanotechnologie zu werten. Aufgrund des Fehlens einer eindeutigen Definition und einer schwierigen Abgrenzbarkeit der Nanotechnologie basieren die Zahlen auf einer relativ subjektiven Einschätzung, bei der aber die gleichen Maßstäbe herangezogen werden wie bei der Bewertung des gesamtdeutschen Nanotechnologie-Sektors im Rahmen der BMBF Publikation nano.DE-Report 2011.⁸

Als Bezugsgrößen dienen die Beschäftigtenzahlen von rund 61.000 und ein Gesamtumsatz von 13 Milliarden Euro, die für den Nanotechnologie-Sektor in Gesamtdeutschland für das Jahr 2010 ermittelt worden sind.⁸ Legt man den aktuellen Datenbestand von 194 Unternehmen mit Nanotechnologie-Aktivitäten in Hessen zu Grunde, ergibt sich bei einer Hochrechnung ein Wert von circa 4.500 Nano-Beschäftigten in Hessen. Dies entspricht einem Durchschnittswert von circa 20 Nanotech-Beschäftigten pro Unternehmen. Insgesamt erscheint der Wert zumindest in der Größenordnung plausibel, da in Hessen eine Vielzahl von Großunternehmen aktiv sind, bei denen die Anzahl der Nanotech-Mitarbeiter deutlich oberhalb 100 angenommen werden kann (zum Beispiel Merck, Evonik Degussa, Pfeiffer, Omicron/Oxford Instruments, Rittal). Allein am Standort Hanau-Wolfgang ist von circa 1.000 Beschäftigten auszugehen, die sich mit Nanotechnologie befassen.⁹ Bezogen auf die Gesamtzahl der Nanotechbeschäftigten in Gesamtdeutschland von 61.000 liegt der Anteil Hessens bei gut sieben Prozent.

Wird der Anteil des Nanoelektronik-/Halbleiter-Sektors vernachlässigt, der in Deutschland hauptsächlich in der Region Dresden fokussiert ist, ergibt sich ein Anteil Hessens von rund zehn Prozent an der Gesamtzahl der Nanotechnologie-Beschäftigten in Deutschland. Der Nanotechnologie-Umsatz hessischer Unternehmen wird auf rund 1,5 Milliarden Euro bezogen auf das Jahr 2010 geschätzt. Allerdings unterliegen die der Nanotechnologie zurechenbaren Umsatzzahlen noch größeren Unsicherheiten als die Mitarbeiterzahlen, da Interpretationsspielräume und Schwierigkeiten bei der Definition eines Nanoproduktes einen noch erheblicheren Einfluss ausüben.

mate for the revenue and employment effect of nanotechnology. Because of the lack of a clear definition and the difficulty of creating a specific boundary for nanotechnology, the figures are based on a relatively subjective estimate. However, this estimate is subject to the same standards as the evaluation of the nanotechnology for Germany as a whole carried out as part of the BMBF publication nano.DE-Report 2011⁸.

The key figures consist of employment of approximately 61,000 and a total revenue of 13 billion euros for the nanotechnology sector in Germany as a whole for the year 2010.⁸ Based on the current data of 194 companies with nanotechnology activities in Hessen then the extrapolation indicates approximately 4,500 nanotech employees in Hessen. This corresponds to an average value of approximately 20 nanotech employees per company. Overall the value appears to lie within a plausible range as a number of major companies are active in Hessen whereby a number of nanotech employees significantly exceeding 100 can be assumed (for example Merck, Evonik Degussa, Pfeiffer, Omicron/Oxford Instruments, Rittal). Alone Hanau-Wolfgang can be assumed to operate with approximately 1,000 employees in the nanotechnology sector.⁹ Compared with 61,000 nanotech employees in Germany as a whole, the share of nanotech employees in Hessen easily reaches seven percent.

If we disregard the share belonging to the nanoelectronics/semiconductor sector, which is primarily focused in the Dresden region in Germany, then approximately ten percent of the overall number of nanotechnology employees in Germany is based in Hessen. The nanotechnology revenue of Hessian companies is estimated at approximately 1.5 billion euros for the year 2010. However, the revenue figures ascribed to nanotechnology are even more uncertain than the employee figures, as room for interpretation and the difficulties in defining a nanoproduct have an even more significant influence.

⁸ Quelle: BMBF: „nano.DE-Report 2011“

⁹ Quelle: „Hochtechnologie am geschichtsträchtigen Ort“, Artikel in der Rhein-Main-Zeitung vom 26.9.2011

⁸ Source: BMBF: "nano.DE-Report 2011"

⁹ Source: "High-technology at a historical location", article in the Rhein-Main-Zeitung from 26.9.2011



Wirtschaftlich relevanter als die direkt der Nanotechnologie zurechenbaren Beschäftigten und Umsatzzahlen ist die Hebelwirkung durch nanobasierte Innovationen in nachgelagerte Wertschöpfungsstufen und Branchen. Eine Vielzahl der für die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Industrieunternehmen notwendigen Innovationen resultiert aus Erkenntnissen und Umsetzungen der Nanotechnologie. Allein die 194 Unternehmen in Hessen, die im Nanotechnologiebereich engagiert sind, bieten insgesamt rund 90.000 Arbeitsplätze in Hessen. Durch Impulse zu innovativen und wettbewerbsfähigen Produkten dieser Unternehmen leistet die Nanotechnologie Beiträge, um diese Arbeitsplätze zu sichern und auszubauen.

Speziell die in Hessen stark vertretenen Bereiche Pharma/Medizintechnik, Messtechnik/Analytik, Kunststoffe/Spezialchemie sowie die Automobilwirtschaft profitieren stark von nanotechnologischen Innovationen. Die Nanotechnologie ist ebenfalls ein Schlüssel, um neue Technologieplattformen wie die Elektromobilität, die Brennstoffzellentechnologie oder die organische Elektronik zu etablieren. Aufgrund dieser wirtschaftlichen Hebelwirkung ergibt sich eine zentrale Bedeutung der Nanotechnologie für den Wirtschaftsstandort Hessen.

The leverage effect exerted by nanotech-based innovations in downstream value chains and sectors is of greater economic relevance than the numbers of employees and revenue figures directly ascribed to nanotechnology. Numerous innovations necessary for the international competitiveness of industrial companies result from the findings and the implementation of nanotechnology. Alone the 194 companies in Hessen which are involved in the nanotechnology sector provide more than 90,000 jobs in Hessen. Through the impetus for these companies to create innovative and competitive products, nanotechnology contributes to securing these jobs and creating further employment.

In particular, strongly represented fields such as pharmaceuticals/medical technology, analysis/measuring technology, plastics/special chemicals and the automotive industry greatly profit from nanotechnology innovations. Nanotechnology is also the key to establishing new technology platforms such as electro-mobility, fuel cell technology or organic electronics. This economic leverage makes nanotechnology essential for the Hessen economic region.

5. Nationales Benchmarking und SWOT-Analyse des Nanotechnologie-Standortes Hessen

National benchmarking and SWOT analysis of nanotechnology in Hessen

Zu einer Einordnung der Nanotechnologie-Aktivitäten in Hessen wurden relevante Indikatoren analysiert und jeweils der Anteil Hessens in Bezug auf Gesamtdeutschland ermittelt.

The relevant indicators were analysed and the corresponding proportion in Hessen determined in comparison to Germany as a whole in order to categorise the nanotechnology activities in Hessen.

5.1 Anzahl der Akteure

Als ein wichtiges Kriterium für ein Benchmarking wurden die Akteurszahlen im Nanotechnologiebereich herangezogen. Als Datenbasis diente hierbei der Nanotechnologie-Kompetenzatlas www.nano-map.de (Stand November 2011). Auch wenn der Kompetenzatlas keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, sind die Nanotechnologie-Akteure zu großen Teilen abgebildet, so dass ein zahlenmäßiger Vergleich zumindest tendenzielle Aussagen ermöglicht. Die entsprechenden Nanotechnologie-Akteure werden bei dem Vergleich nach der Art der Institutionen aufgeschlüsselt.

5.1 Number of stakeholders

The number of stakeholders in the nanotechnology sector was included as an important criteria for the benchmark. The nanotechnology competency map, www.nano-map.de, (version November 2011) served as the basis for the data. Although the competency map raises no claim to completeness, the majority of the nanotechnology stakeholders are listed, enabling a numerical comparison capable of at least making statements about trends. The corresponding nanotechnology stakeholders are categorised in the comparison by the type of institution.

	Hessen		Deutschland / Germany ¹⁰
	Anzahl / Number	Anteil / Share (%)	Anzahl / Number
KMU / SME	103 ¹¹	14	743
Großunternehmen / LSE	56 ¹¹	22	250
Institutionelle Forschungseinrichtungen / Institutional research facilities	3	2	155
Universitäts-/Hochschulinrichtungen / University/higher education institutions	58	13	442

¹⁰ Quelle: www.nano-map.de, Stand März 2012

¹¹ Genannt sind nur die Unternehmen, die in der Nano-Map gelistet sind (die tatsächliche Zahl liegt höher).

¹⁰ Source: www.nano-map.de, version March 2012

¹¹ Only those companies are mentioned which are listed in the Nano-Map (the actual number is higher).

Tab. 2: Nanotechnologie-Akteure in Hessen im Vergleich zu Gesamtdeutschland (Datenquelle: www.nano-map.de)

Table 2: Nanotechnology stakeholders in Hessen in comparison to Germany as a whole (data source: www.nano-map.de)



Eine ausgeprägte Stärke Hessens liegt im Bereich der industriellen Nanotechnologie-Akteure. In Summe liegt Hessen hier an zweiter Stelle in Deutschland und in Bezug auf ansässige Großunternehmen an der Spitzenposition gleichauf mit Nordrhein-Westfalen. Allerdings ist anzumerken, dass in Hessen internationale Konzerne zum Teil nur mit Vertriebs- und Servicestandorten vertreten sind, für die Hessen aufgrund der zentralen räumlichen Lage in Deutschland einen bevorzugten Standort darstellt. Neben der Ansiedlung von weiteren Forschungs- und Entwicklungszentren sowie Produktionsstätten bietet Hessen Ausbaupotenzial auf dem Gebiet der Gründung von institutionellen Forschungseinrichtungen. Eine hohe Zahl an solchen Einrichtungen wirkt sich vorteilhaft sowohl auf die Akquisition von Fördermitteln als auch auf den Technologietransfer und mögliche Unternehmensausgründungen aus.

5.2 Publikationen und Patente

Als Benchmark für die Exzellenz des Nanotechnologie-Standortes kann neben der Forschungsförderung die Anzahl und Qualität wissenschaftlicher Publikationen sowie die Zahl der Patentanmeldungen herangezogen werden. Der Schutz geistigen Eigentums, unter ande-

One notable strength in Hessen consists of the industrial nanotechnology stakeholders, with the second highest number in Germany and joint top ranking along with North Rhine-Westphalia in terms of the number of large-scale enterprises. However, it must be noted that some international corporations are only present in Hessen with sales and service locations for which Hessen represents a preferred site due to its central location in Germany. In addition to the establishment of additional research and development centres along with production sites, Hessen also provides expansion potential with regard to the establishment of institutional research facilities. A large number of such facilities is beneficial with regard to both the acquisition of grants and subsidies and also in view of the technology transfer and the establishment of new companies.

5.2 Publications and patents

In addition to research subsidisation, the number and quality of scientific publications as well as the number of patent registrations can serve as a benchmark for the excellence of the nanotechnology region. The protection of intellectual property, through patents and other means, is highly important for the commercial utilisation

rem durch Patente, ist gerade in einem jungen und dynamischen Feld wie der Nanotechnologie für die kommerzielle Verwertung von Forschungsergebnissen von zentraler Bedeutung.

Publikationsanalyse

Alle Indikatoren und Methoden der Studie basierten auf der quantitativen Analyse bibliometrischer Daten, die unabhängig von Experteneinschätzungen eine objektive Basis bilden. In Bezug auf die Anzahl von Nanotechnologie-Publikationen im Zeitraum 2000 bis 2009 liegt Deutschland mit über 30.000 Publikationen weltweit auf dem vierten Platz hinter den USA, China und Japan (Datenquelle Web of Science). Hessen hat mit der TU Darmstadt und den Universitäten Marburg und Frankfurt drei Institutionen unter den Top 50 in Deutschland, allerdings keinen Eintrag unter den Top 10. Zu den publikationsstärksten Institutionen im Nanotechnologiebereich in Deutschland zählen das KIT Karlsruhe (1), die TU München (2), die LMU München (3), die TU Berlin (4) und die Universität Nürnberg-Erlangen (5).

of research results, especially in a young and dynamic field such as nanotechnology.

Publication analysis

All of the indicators and methods utilised in the study are based on the quantitative analysis of bibliometric data which forms an objective basis independent of expert assessments. In terms of the number of nanotechnology publications in the period from 2000 to 2009, Germany takes fourth place worldwide behind the USA, China and Japan with more than 30,000 publications (data source: Web of Science). With TU Darmstadt and the Marburg and Frankfurt universities, Hessen has three institutions among the Top 50 in Germany, although none feature within the Top 10. The institutions releasing the greatest number of nanotechnology publications in Germany are KIT Karlsruhe (1), TU Munich (2), LMU Munich (3), TU Berlin (4) and Nuremberg-Erlangen University (5).

	Anzahl Top 50 / Quantity Top 50	Anteil Top 50 (%) / Share Top 50 (%)	Anteil Top 10 / Quantity Top 10	Anteil Top 10 (%) / Share Top 10 (%)
Hessen	3	6	0	0

Tab. 3: Forschungsinstitutionen in Hessen mit einer besonders hohen Zahl an Publikationen im Nanotechnologiebereich im Zeitraum 2000 bis 2009, Anteil bezogen auf Gesamtdeutschland (Datenquelle Web of Science)

Table 3: Research institutions in Hessen with an especially high number of nanotechnology publications in the period from 2000 to 2009, proportional to Germany as a whole (Data source Web of Science)

Patentanalyse

Zu den Top 5 der Institutionen mit den meisten Patentveröffentlichungen im Nanobereich in Deutschland im Zeitraum zwischen 2000 und 2010 zählen Infineon, Evonik Degussa, BASF, Siemens und die Fraunhofer-Gesellschaft. Die Patente der Evonik Degussa GmbH können zum Teil dem Standort Hanau in Hessen zugeordnet werden, obwohl in der Anmeldung oftmals der Hauptsitz Nordrhein-Westfalen genannt ist. Mit der Merck KGaA verfügt Hessen über ein weiteres Unternehmen in den Top 10 der Patentveröffentlichungen.

Patent analysis

The top five institutions with the greatest number of patent publications for the nanotechnology sector in Germany in the period between 2000 and 2010 consist of Infineon, Evonik Degussa, BASF, Siemens and the Fraunhofer Society. Some of the patents from Evonik Degussa GmbH originate from Hanau in Hessen although the headquarters in North Rhine-Westphalia is often specified in the registration. With Merck KGaA Hessen has another company among the Top 10 in patent publications.

Nr. / No.	Anzahl / Quantity	Unternehmen/ Institution Company / Institution
1	477	Infineon
2	380	Evonik Degussa
3	258	BASF
4	247	Siemens
5	205	Fraunhofer-Gesellschaft
6	137	Carl Zeiss SMT AG
7	136	OSRAM
8	131	MERCK AG
9	109	HENKEL KGaA
10	97	Max-Planck-Gesellschaft
11	96	Bosch
12	95	SONY Deutschland GmbH
13	78	Bayer MaterialSciences
14	75	Qimonda
15	71	INM Saarbrücken
16	68	Beiersdorf AG
17	65	Forschungszentrum Jülich
18	57	Bayer AG
19	57	Cognis GmbH
20	52	Wacker-Chemie GmbH

Tab. 4: Top 20 der Unternehmen/Institutionen mit den meisten Patentveröffentlichungen im Nanobereich in Deutschland im Zeitraum zwischen 2000 und 2010 (Fettdruck: Unternehmen mit Betrieb(en) in Hessen, Blau: Unternehmen mit Nanotechnologie-Aktivität in Hessen), Datenquelle DEPATIS Datenbank
 Table 4: The Top 20 companies/institutions with the most patent publications in the nanotechnology sector in Germany during the period between 2000 and 2010 (Bold font: Companies with branch(es) in Hessen, Blue: Companies with nanotechnology activity in Hessen), data source: DEPATIS database



Die meisten Patentanmeldungen weist Bayern auf, noch vor Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg und Hessen. Auch wenn die regionale Zuordnung der Patentdaten mit Ungenauigkeiten verbunden ist (siehe Seite 25-26), lässt sich daraus zumindest eine relative Gewichtung ableiten. Hessen liegt hier vor allem durch die Großunternehmen Evonik Degussa und Merck bei einem Anteil von über zehn Prozent aller deutschen Patentveröffentlichungen.

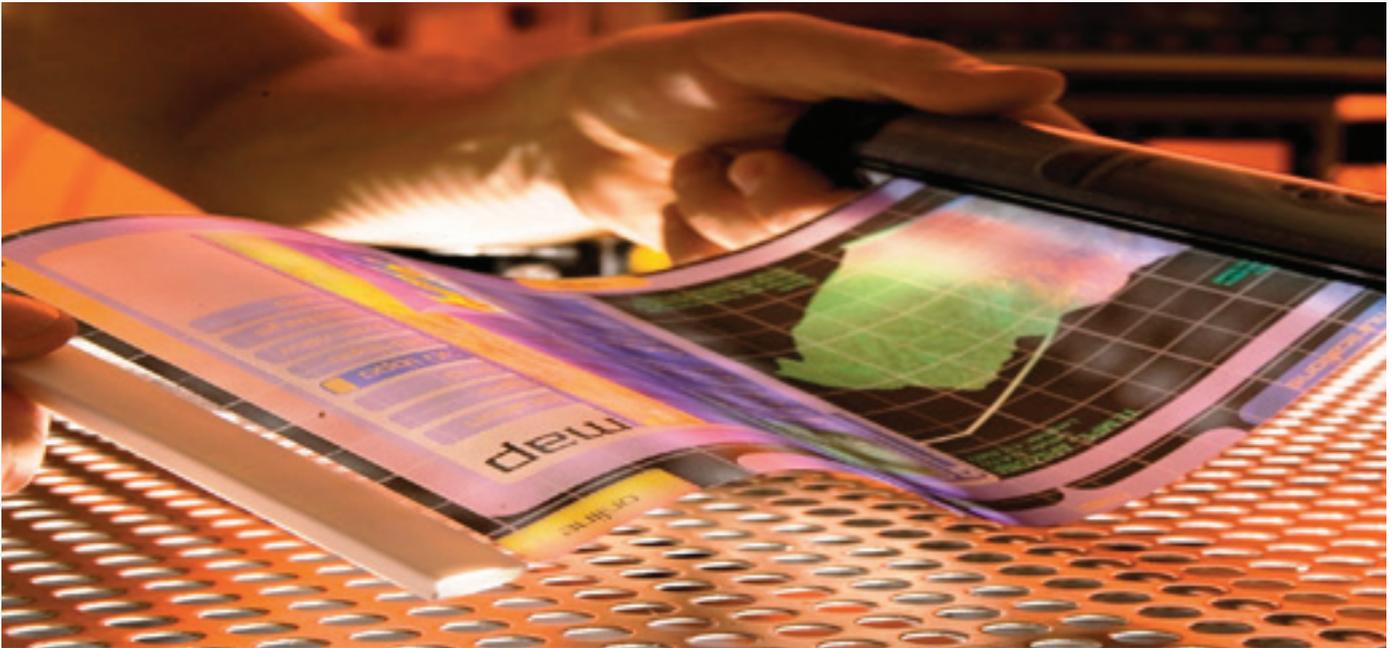
5.3 Beteiligung an der Forschungsförderung

Die öffentliche Forschungsförderung ist gerade in neuen Technologiefeldern eine wichtige finanzielle Komponente, um innovative Produkte und Geschäftsfelder zu erschließen. Neben den monetären Zuflüssen spielen hierbei auch der erleichterte Zugang zu Know-how und die Vernetzung mit öffentlichen Forschungseinrichtungen eine wichtige Rolle. In den Jahren 2007 bis 2010 sind im Rahmen der Forschungsförderung des Bundes und der EU deutlich über eine Milliarde Euro an projektbezogenen Fördergeldern für Nanotechnologie-Projekte an deutsche Nanotech-Akteure geflossen. Der Anteil Hessens liegt im gleichen Zeitraum bei circa 85 Millionen Euro; dies entspricht einer Förder-summe von rund 20 Millionen Euro pro Jahr.

Bavaria has the largest number of patent registrations, ahead of North Rhine-Westphalia, Baden-Württemberg and Hessen. Although the regional allocation of the patent data is not absolutely precise (see page 25-26), it nevertheless allows the derivation of a relative weighting. Due to the large-scale enterprises, Evonik Degussa and Merck, Hessen has a share of more than ten percent of all German patent publications.

5.3 Share of research subsidisation

Public research subsidisation is an important financial component for developing new products and areas of business, especially in new fields of technology. In addition to the monetary inflow, simplified access to knowledge and networking with public research institutions also play an important role. In the years from 2007 to 2010 nanotechnology projects from German nanotech stakeholders received far in excess of one billion euros of project-related subsidies from the German state and the EU. Hessen's share during the same time period amounts to approximately 85 million euros. This represents subsidisation of approximately 20 million euros per year.



5.3.1 BMBF-Forschungsförderung

Für die Analyse der Beteiligung hessischer Akteure an der vom BMBF geförderten Verbundprojektforschung wurde die Förderdatenbank des Bundes ausgewertet. In die Analyse wurden sämtliche dem Bereich Nanotechnologie zugeordneten Projekte ab dem Jahr 2007 einbezogen. Die Nanotechnologie umfasst dabei Förderaktivitäten einer Vielzahl von Fachreferaten und Abteilungen innerhalb des BMBF. Anhand der Verteilung der Fördermittel über den Bewilligungszeitraum konnten Fördersummen für die jeweiligen Jahre ermittelt werden. Unter anderem erfolgte eine Aufschlüsselung nach Bundesländern der ausführenden Institutionen sowie nach Art des Zuwendungsempfängers (Industrie, öffentlicher Sektor). Auf Hessen entfielen im Zeitraum von 2007 bis 2010 circa 53 Millionen Euro an Fördermitteln. Dies entspricht einem Anteil von sieben Prozent bezogen auf Gesamtdeutschland. Hessische Akteure waren im betrachteten Zeitraum an 155 Einzelprojekten von insgesamt über 2.000 Nanotechnologie-Projekten in Deutschland beteiligt (Anteil 7,2 Prozent).

Von den 53 Millionen Euro BMBF-Fördermitteln hessischer Akteure entfielen 31 Millionen Euro (58 Prozent) auf Unternehmen. Den weitaus größten Anteil an der Förderung hessischer Unternehmen weist hierbei die Firma Merck auf. Dies resultiert in erster Linie aus der Tatsache, dass Merck einer der Hauptakteure der OLED-Initiative des BMBF darstellt, die vom BMBF mit rund 40 Millionen Euro gefördert wird.

5.3.1 BMBF research subsidisation

The German state subsidisation databank was analysed to evaluate the involvement of stakeholders in Hessen in collaborative research projects subsidised by BMBF. The analysis included all of the projects allocated to the nanotechnology sector from the year 2007 onward. Nanotechnology consists of subsidisation activities from a broad range of departments within the BMBF. The subsidies for the corresponding years can be determined by the distribution of the subsidisation throughout the grant period. The analysis included a breakdown into federal states to which the institutions belong as well as the type of subsidisation recipient (industry, public sector). During the period from 2007 to 2010 Hessen received subsidies to the amount of approximately 53 million euros. This corresponds to a share of approximately seven percent in comparison to Germany as a whole. During this time period stakeholders in Hessen were involved in 155 individual projects out of a total of more than 2000 nanotechnology projects in Germany.

Some 31.0 million euros (58 percent) of the 53.0 million euros in subsidies from BMBF for stakeholders in Hessen was granted to companies. Merck granted by far the largest share of the subsidies to companies in Hessen. This is primarily due to the fact that Merck is one of the primary stakeholders in BMBF's OLED initiative. BMBF subsidises this initiative with approximately 40 million euros.

5.3.2 Sonstige Bundesressorts

Neben dem BMBF als Hauptförderer im Nanotechnologiebereich setzen auch andere Bundesressorts wie das BMWi, BMU, BMELV und BMVBS Fördermittel für Forschungsprojekte in der Nanotechnologie ein. In Summe beliefen sich die Nanotechnologie-Fördermittel der genannten Ressorts auf circa 30 Millionen Euro in den Jahren 2007 bis 2010. Den weitaus größten Teil mit 23 Millionen Euro nimmt hier das Wirtschaftsministerium ein, das Projekte im Bereich der Exist-Gründungsförderung sowie in Technologiebereichen wie beispielsweise der Batterie- oder Solarzellenentwicklung fördert. Hessische Akteure haben an der Förderung durch Bundesressorts außerhalb des BMBF nur in sehr geringem Maße partizipiert. Lediglich an einem Verbundprojekt des BMELV zur Entwicklung von Nanofasern als Träger für Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft waren drei hessische Akteure (Uni Marburg, Gießen, Trifolio-M GmbH) mit einem Fördervolumen von 700.000 Euro beteiligt. Damit liegt die Beteiligung Hessens bei 2,3 Prozent bezogen auf Gesamtdeutschland.

5.3.2 Other government departments

In addition to the BMBF as the primary subsidiser in the nanotechnology sector other government departments such as BMWi, BMU, BMELV and BMVBS also provide subsidies for nanotechnology research projects. The nanotechnology subsidies from these departments amounted to approximately 30.0 million euros in the years from 2007 to 2010. The Ministry of Finance provides the greatest share with 23.0 million euros and subsidises projects related to company start-ups and technology sectors such as battery and solar cell development. Stakeholders in Hessen only received a marginal share of the subsidies from departments other than the BMBF. Only in the case of a BMELV collaborative project for the development of nanofibres as a carrier medium for agricultural pesticides were three Hessian stakeholders (Marburg University, Gießen University, Trifolio-M GmbH) involved with a subsidisation volume of 700,000 euros. As such, Hessen's involvement amounts to 2.3 percent of Germany as a whole.

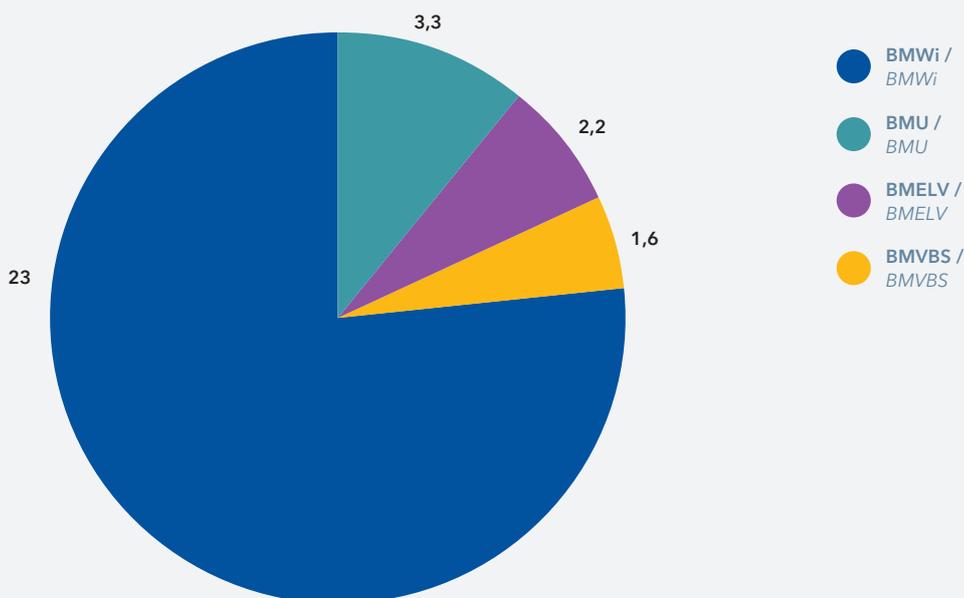


Abb. 6: Nanotechnologie-Fördersummen sonstiger Bundesressorts (Quelle: Förderkatalog des Bundes)
Fig. 6: Nanotechnology subsidies from other government departments (source: Federal subsidisation catalogue)

5.3.3 EU-Förderung FP6

Im Rahmen des 6. Forschungsrahmenprogramms der EU sind in der thematischen Priorität NMP (Nanotechnologie/ Material- und Produktionstechnik) insgesamt rund 300 Millionen Fördermittel in insgesamt 926 Projekten an deutsche Institutionen geflossen (vgl. Tabelle 6). Hessische Akteure akquirierten hierbei rund 18 Millionen Euro (sechs Prozent bezogen auf Gesamtdeutschland) in 62 Projekten (sieben Prozent bezogen auf Gesamtdeutschland). Bei 70 Projekten stammt der Koordinator aus Deutschland, davon wurden lediglich zwei Projekte von hessischen Akteuren (TU Darmstadt, EDAG Engineering) koordiniert (drei Prozent bezogen auf Gesamtdeutschland). Hervorzuheben bei der EU-Förderbeteiligung ist die Fraunhofer-Gesellschaft (FHG), deren Institute bei FP6-Projekten rund ein Viertel der deutschen Koordinatoren stellten und rund 15 Prozent des gesamten deutschen Fördervolumens akquirierten.

5.3.3 EU subsidies FP6

As part of the 6th EU research framework programme approximately 300 million euros of subsidies were granted to German institutions for a total of 926 projects (see Table 6) for the NMP priority (nanotechnology/material and production technology). Stakeholders in Hessen acquired approximately 18 million euros (six percent for Germany as a whole) in 62 projects (seven percent of Germany as a whole). In 70 projects the coordinator originated from Germany. Of these only two projects (three percent of Germany as a whole) were coordinated by stakeholders in Hessen (TU Darmstadt, EDAG Engineering). With regard to the EU subsidisation the Fraunhofer Society (FHG) is worthy of special mention since its institutes provided approximately a quarter of the German coordinators for FP6 projects and acquired approximately 15 percent of the total German subsidisation volume.

	Gesamtförderung / Total subsidisation		NMP-Projekte / NMP project subsidisation		NMP-Koordinatoren / NMP coordinators	
	(Mio. Euro) / (million euros)	Anteil (%) / Share (%)	Anzahl / Number	Anteil (%) / Share (%)	Anzahl / Number	Anteil (%) / Share (%)
D gesamt <i>Ger total</i>	297	100	926	100	70	100
Hessen	18	6	62	7	8	3
FHG / <i>FHG</i>	40	13	77	8	16	23

Tab.5: Fördermittel sowie Anzahl und Koordinatoren von Projekten im Rahmen der EU-Verbundprojektförderung in der Priorität NMP des 6. Forschungsrahmenprogramms

Table 5: Subsidies along with the number and coordinators of projects as part of the EU collaborative project subsidisation for the NMP priority of the 6th research framework programme

Bezogen auf Unternehmen liegt die Erfolgsquote Hessens mit neun Prozent etwas höher als der Anteil an der Gesamtförderung. Rund elf Millionen Euro sind an hessische Unternehmen in insgesamt 41 Projekten geflossen. Hervorzuheben bei den hessischen Unternehmen sind Merck sowie Evonik Degussa.

With regard to companies, Hessen's success quota of nine percent is slightly higher than the share of the total subsidisation. Approximately eleven million euros were granted to companies in Hessen for a total of 41 projects. Merck and Evonik Degussa in Hessen are worthy of special mention.

	Gesamtförderung Unternehmen / <i>Total subsidisation Companies</i>		Projekte-Unternehmen / <i>Project companies</i>	
	(Mio. Euro) / <i>(million euros)</i>	Anteil (%) / <i>Share (%)</i>	Anzahl / <i>Number</i>	Anteil (%) / <i>Share (%)</i>
D gesamt / <i>Ger total</i>	119	100	462	100
Hessen	11,1	9	41	9

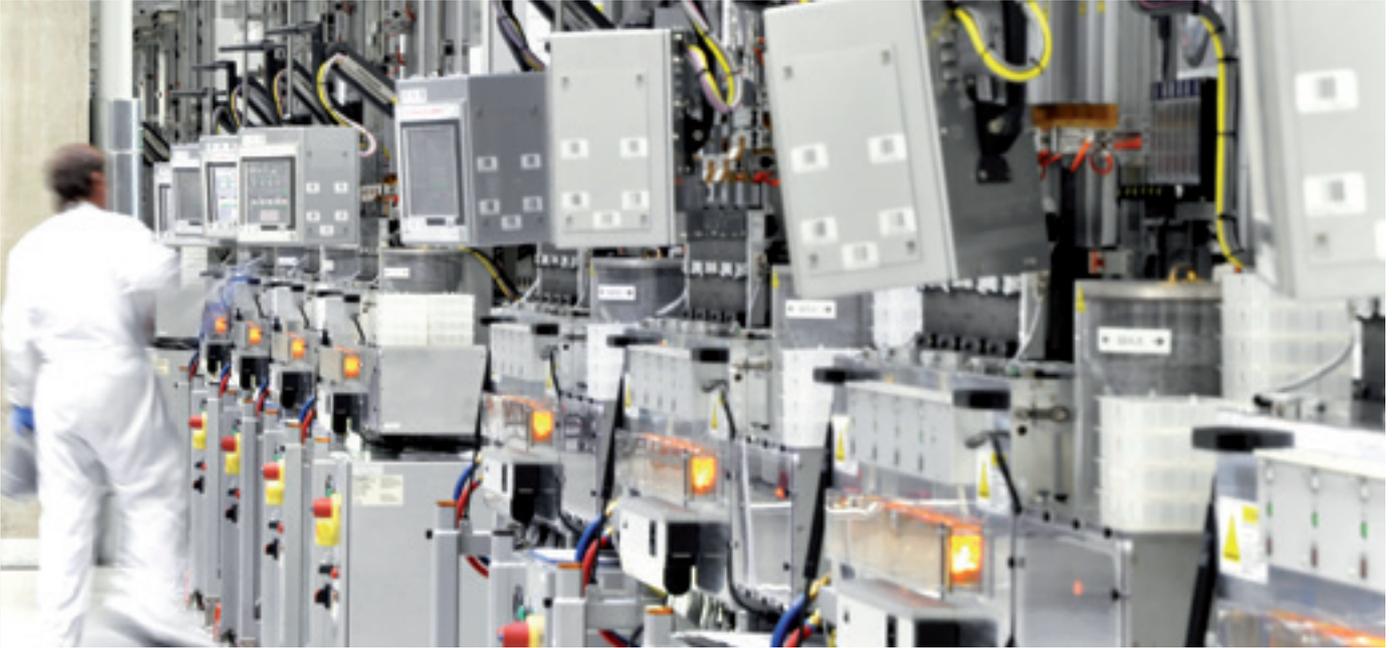
Tab. 6: Fördermittel an Unternehmen im Rahmen der EU-Verbundprojektförderung in der Priorität NMP des 6. Forschungsrahmenprogramms
 Table 6: Subsidies to companies as part of the EU collaborative project subsidisation for the NMP priority of the 6th research framework programme

5.3.4 EU-Förderung FP7

Im Rahmen des 7. Forschungsrahmenprogramms der EU sind in der thematischen Priorität NMP (Nanotechnologie/ Material- und Produktionstechnik) bis Mitte 2011 insgesamt rund 400 Millionen Euro Fördermittel in insgesamt circa 1.000 Projekten an deutsche Institutionen geflossen. Der Anteil hessischer Akteure ist mit circa 13 Millionen Euro (drei Prozent) noch ausbaufähig.

5.3.4 EU subsidies FP7

As part of the 7th EU research framework programme approximately 400 million euros of subsidies were granted to German institutions for a total of approximately 1,000 projects for the NMP priority (nanotechnology/material and production technology) by the middle of 2011. The share for stakeholders in Hessen amounts to approximately 13 million euros (three percent) and thus has potential for development.



5.4 Umsatz und Beschäftigung

Der Anteil Hessens mit circa acht bis zehn Prozent der Beschäftigten im Bereich Nanotechnologie entspricht, gemessen am Bruttosozialprodukt, ungefähr dem Anteil Hessens an der Gesamtwirtschaftsleistung Deutschlands. Der Anteil Hessens am gesamten Nanotechnologie-Umsatz liegt bei über zehn Prozent und ist damit überdurchschnittlich. Der Umsatz pro Beschäftigten im Nanotechnologiebereich liegt mit circa 330.000 Euro nach Baden-Württemberg am zweithöchsten im Bundeslandvergleich. Hieraus lässt sich auf eine besonders hohe Wertschöpfung und qualitativ hochwertige Arbeitsplätze innerhalb des Nanotechnologie-Sektors in Hessen schließen.¹²

5.4 Revenue and employment

Hessen's share of approximately eight to ten percent of the employees in the nanotechnology sector roughly corresponds to Hessen's share of Germany's overall economic output when measured against the gross national product. Hessen's share of the total nanotechnology revenue exceeds ten percent and is thus above average. Compared to other German states, the revenue of approximately 330,000 euros per employee in the nanotechnology sector is the second highest after Baden-Württemberg. This indicates an especially high level of value creation and high-quality jobs within the nanotechnology sector in Hessen.¹²

¹² Ermittelt wurden die Umsatz- und Beschäftigtenzahlen mangels belastbarer statistischer Daten durch Extrapolation auf Basis der Daten einer Unternehmenserhebung und können daher nur der Orientierung dienen.

¹² Due to the lack of reliable statistical data, the revenue and employee figures were determined by the extrapolation from data obtained from a company survey and can thus only serve as a guideline.

Bundesland / Total	Nano Beschäftigte / Nanotech employees by state	Anteil in D (%) / Share in Ger (%)	Nano Umsatz / Nanotech revenue	Umsatz pro Beschäftigte / Revenue per employee
Hessen	4.500	7,4	1,5 Mrd. Euro	333.333 Euro

Tab. 7: Extrapolierte Zahlen für Beschäftigten- und Umsatzzahlen der jeweiligen Bundesländer sowie der Anteil bezogen auf die Gesamtzahl der Beschäftigten von 61.000 in Deutschland gemäß nano.DE-Report 2011 (Datenbasis Erhebungen VDI TZ)

Table 7: Extrapolated figures for employee and revenue statistics for the individual federal states as well as the share of the 61,000 employees in Germany as per the nano.DE-Report 2011 (data source: VDI TZ surveys)

5.5 SWOT-Analyse

Die ermittelten Indikatoren wie Umsatz und Beschäftigung, Anzahl der Akteure, Erfolgsquoten an BMBF- und EU-Förderprogrammen etc. werden als Basis für ein Benchmarking der Nanotechnologie in Hessen in Relation zu Gesamtdeutschland herangezogen. In nachfolgender Tabelle ist für unterschiedliche Indikatoren jeweils angegeben, ob Hessen in der Nanotechnologie besser (+), gleich gut (=) oder schlechter (-) als der Vergleichswert gemäß Königsteiner Schlüssel (7,3 Prozent, Stand 2012) abschneidet.¹³

5.5 SWOT analysis

Indicators such as revenue and employees, the number of stakeholders, success quotas for BMBF and EU subsidisation programmes, etc. served as the basis for benchmarking of nanotechnology in Hessen in comparison to Germany as a whole. The following table provides comparisons for the various indicators and illustrates whether Hessen ranks better (+), equally (=), or worse (-) than the comparative value as per the Königsteiner key (7.3 percent as of 2012).¹³

¹³ <http://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Papers/koenigsteiner-schluessel-2012.pdf>

Kriterium / Criteria	Wertung / Assessment
Akteurszahl / Number of stakeholders	
Anzahl KMU / Number of SME	+
Anzahl GU / Number of LSE	+
Anzahl Forschungsinstitutionen / Number of research institutions	-
Anzahl Hochschulinstitutionen / Number of university institutions	+
Publikationen / Publications	-
Patente / Patents	+
Industrielle Arbeitsplätze / Industrial jobs	(+)
Umsatz / Revenue	+
Umsatz pro Beschäftigten / Revenue per employee	+
Beteiligung BMBF-Förderung / Share of BMBF subsidies	
Fördermittel Gesamt / Total subsidies	=
Fördermittel Unternehmen / Subsidies for companies	+
Beteiligung EU FP6-Förderung / Share of EU FP6 subsidies	
Fördermittel Gesamt / Total subsidies	-
Fördermittel Unternehmen / Subsidies for companies	+
Anzahl Koordinatoren / Number of coordinators	-

Tab. 8: Bewertung des Nanotechnologie-Standortes Hessen anhand ausgewählter Indikatoren. Als Bewertungsgrundlage diente ein Vergleich mit dem prozentualen Anteil Hessens gemäß Königsteiner Schlüssel 2012 (7,3 Prozent Anteil in Deutschland) beziehungsweise Durchschnittswerten für Gesamtdeutschland (bezogen auf Erfolgsquoten); Legende: „+“, „=“, „-“).

Table 8: Evaluation of the Hessen nanotechnology region on the basis of selected indicators. The evaluation was based on a comparison with Hessen's percentile share as per the Königstein key for 2012 (7.3 percent share in Germany) or the average values for Germany as a whole (with regard to success quotas); Key: „+“, „=“, „-“).

Beteiligung EU FP7-Förderung / Share of EU FP7 subsidies	
Fördermittel Gesamt / <i>Total subsidies</i>	–
Fördermittel Unternehmen / <i>Subsidies for companies</i>	–
Anzahl Teilnehmer / <i>Number of participants</i>	–
Anzahl Koordinatoren / <i>Number of coordinators</i>	–
Landesspezifische Forschungsförderung / State-specific research subsidisation	+
Standortmarketing und Vernetzung / Region marketing and networking	=

Der Nanotechnologie-Standort Hessen schneidet vor allem im Bereich der industriellen Beteiligung und Umsetzung sowie im Bereich des Technologie- und Standortmarketings sehr gut ab. In Bezug auf die involvierten Unternehmen liegt Hessen deutschlandweit auf Platz 2 nach Nordrhein-Westfalen.

In der nachfolgenden SWOT-Matrix werden die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken der Nanotechnologie in Hessen dargestellt.

The nanotechnology region Hessen primarily achieves very good rankings in industrial involvement and implementation as well as in technology and region marketing. With regard to the number of companies involved, Hessen ranks second nationwide after North Rhine-Westphalia.

The following SWOT matrix illustrates the strengths and weaknesses as well as the opportunities and risks for nanotechnology in Hessen.

Stärken	Schwächen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Industriebeteiligung im Nanotechnologie-Sektor (Platz 2 in D in Bezug auf Anzahl beteiligter Unternehmen) ▪ Hohe Wertschöpfung (hoher Umsatz pro Beschäftigten) im industriellen Nanotechnologiebereich ▪ Überdurchschnittliche Zahl an Patentanmeldungen ▪ Hohe Sichtbarkeit des Nanotechnologie-Standortes in Hessen durch ausgeprägtes Technologie- und Standortmarketing ▪ Breites Themenspektrum, Stärken vor allem im Bereich Nanomaterialien (u. a. Kunststoffe, organische Halbleiter) für Chemie und Life Sciences 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mangel an institutionellen Forschungseinrichtungen ▪ Unterdurchschnittliche Zahl an Institutionen mit hoher Publikationsleistung ▪ Unterdurchschnittliche Beteiligung und Erfolg an der EU-Forschungsförderung deutet sich an (vor allem 7. Rahmenprogramm NMP). ▪ Unterdurchschnittliche Vernetzung im europäischen Forschungsraum ▪ Schwach ausgeprägter Nanoelektronik/IKT-Sektor ▪ Relativ geringe Zahl an Unternehmens-Neugründungen

Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausbau des Nanotechnologie-Standortes durch Etablierung und Ausbau von Forschungszentren der Großindustrie (unter anderem Clariant, Merck) ▪ Wissenschaftlich-technische Profilbildung durch Schaffung neuer Verbünde/Institutionen (zum Beispiel Deutsches Kunststoff-Institut (DKI)/ Fraunhofer Gesellschaft (FHG), Fraunhofer-Projektgruppe für Wertstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie IWKS) ▪ Chancen durch Aufbau neuer Technologieplattformen für Zukunftsmärkte (u. a. organische Elektronik, Elektromobilität) ▪ Nanomaterialentwicklungen können Querschnittsinnovationen für alle wichtigen Industriebranchen in Hessen vorantreiben (zum Beispiel durch adaptive Materialien, Nanosensorik/-aktorik) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nanomaterialien stellen einen Schwerpunkt der Nanoaktivitäten in Hessen dar. Entwicklung des Nanotechnologie-Sektors ist daher stark abhängig von möglichen regulatorischen Einschränkungen. ▪ Fehlende Akzeptanz in der Bevölkerung könnte Kommerzialisierung von Nanoinnovationen beeinträchtigen. ▪ Gefahr des Know-how-Abflusses infolge Firmenakquisitionen durch ausländische Konzerne ▪ Langfristig mögliche Wettbewerbsnachteile bei unterdurchschnittlicher Forschungsbeteiligung an Förderprogrammen (insbes. auf europäischer Ebene)

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> ▪ High level of industrial involvement in the nanotechnology sector (2nd place in Germany with regard to the number of companies involved) ▪ High value creation (high revenue per employee) in the industrial nanotechnology sector ▪ Above-average number of patent registrations ▪ High visibility of nanotechnology in Hessen through extensive technology and region marketing ▪ Broad spectrum, strengths primarily in nanomaterials (including plastics, organic semiconductors) for chemicals and life sciences 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lack of research institutions ▪ Below-average number of institutions with high publication output ▪ Indications of below-average involvement and success with EU research subsidisation (especially in the 7th NPM framework programme). ▪ Below-average networking with European research landscape ▪ Weak presence in the nanoelectronics/ICT sector ▪ Relatively low number of company start-ups
Opportunities	Risks
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Expansion of the nanotechnology region through the establishment and expansion of research centres from large-scale enterprises (such as Clariant and Merck) ▪ Stronger scientific and technical profile through the creation of new associations/institutions (such as the German Plastics Institute (DKI)/Fraunhofer Society (FHG), Fraunhofer Project Group for Materials Recycling and Resource Strategies IWKS) ▪ Opportunities through the establishment of new technology platforms for future markets (such as organic electronics, electro-mobility) ▪ Nanomaterial developments can promote and advance lateral innovations in other important industrial sectors in Hessen (through adaptive materials, nanosensors/actuators, for example) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nanomaterials represent one focus of the nanotech activities in Hessen. As such, the development of the nanotechnology sector is strongly dependent on possible regulatory restrictions. ▪ A lack of acceptance among the population could impair the commercialisation of nanotech innovations. ▪ Danger of loss of expertise as a result of corporate acquisitions by foreign companies ▪ Possible long-term competitive disadvantages due to varying research involvement in subsidisation programs (in particular at a European level)

Tab. 9: SWOT-Matrix des Nanotechnologie-Standortes Hessen
Table 9: SWOT matrix of the Hessen nanotechnology region

6. Zusammenfassung

Summary



Nanotechnologie-Akteurslandschaft

Der Nanotechnologie-Standort Hessen ist geprägt durch eine große Anzahl von Unternehmen, die in der Entwicklung und Vermarktung nanotechnologischer Produkte und Dienstleistungen engagiert sind. Mit rund 200 Unternehmen liegt Hessen nach Nordrhein-Westfalen auf einer nationalen Spitzenposition. Der Anteil an Großunternehmen ist dabei mit rund einem Drittel überdurchschnittlich hoch. Vor allem die chemische Großindustrie ist im Nanotechnologiebereich in Hessen stark vertreten. Zum Teil ist die starke Präsenz von Großunternehmen darauf zurückzuführen, dass internationale Konzerne Hessen aufgrund der zentralen räumlichen Lage und exzellenten Verkehrsanbindung in Deutschland als bevorzugten Standort für Vertriebs- und Serviceneiederlassungen gewählt haben. In Hessen sind weiterhin Hauptgeschäftsstellen verschiedener Wissenschafts-, Wirtschafts- und Industrieverbände lokalisiert, die im Nanotechnologiebereich aktiv sind, wie der VCI, die DECHEMA, die DGM und die GDCh.

Nanotechnology stakeholder landscape

The Hessen nanotechnology region is characterised by a large number of companies involved in the development and marketing of nanotechnology products and services. With approximately 200 companies, Hessen has a top position nationwide after North Rhine-Westphalia. There is an above-average proportion of large-scale enterprises, which make up approximately one third of the companies. Above all, major chemical companies are strongly represented in the nanotechnology sector in Hessen. The strong presence of large-scale enterprises is largely attributable to international companies preferring Hessen as a location for sales and service branches as a result of its central location and excellent transport connections within Germany. Furthermore, the headquarters of a variety of scientific, economic and industrial associations involved in the nanotechnology sector are also located in Hessen. These include VCI, DECHEMA, DGM and GDCh.

Circa 20 Prozent der identifizierten Unternehmen können als Nanotechnologie-Kernunternehmen mit einem Anteil von mehr als 50 Prozent der Nanotechnologie an den Gesamtgeschäftsaktivitäten bezeichnet werden. Bei diesen Unternehmen handelt es sich in erster Linie um spezialisierte Hersteller von Nanomaterialien sowie Geräten zur Nanostrukturierung und -analytik, aber zum Teil auch um Komponentenhersteller, zum Beispiel in der Optik und Elektronik. In Bezug auf die Stellung innerhalb der Wertschöpfungskette bietet die Nanotechnologie-Landschaft in Hessen ein sehr ausgewogenes Bild. Bei rund einem Drittel der Unternehmen handelt es sich um Hersteller von Nanomaterialien oder Geräten zur Analyse und Herstellung von Nanostrukturen und bei einem weiteren Drittel um Komponentenhersteller, die Nanotechnologien einsetzen, um nanooptimierte Komponenten und Systeme herzustellen. Die restliche Anzahl verteilt sich zu ungefähr gleichen Anteilen auf Nanozulieferer, Nanodienstleister und Endprodukthersteller, die Nanotechnologien zur Optimierung von Produkten für den Endverbraucher sowie -nutzer einsetzen. Über 70 Prozent der Nano-Unternehmen sind mit dem Hauptsitz in Hessen vertreten. Weitere 15 Prozent verfügen über eigene Produktions- und F&E-Standorte in Hessen.

Die Nanotechnologie-Forschungslandschaft wird stark von universitären Forschungseinrichtungen geprägt. Rund 80 Hochschuleinrichtungen sind in der Nanotechnologie-Forschung engagiert. Drei kürzlich abgeschlossene Schwerpunktprogrammen der Deutschen Forschungsgemeinschaft mit Bezug zur Nanotechnologie wurden an hessischen Hochschulen (Marburg, Darmstadt und Kassel) koordiniert. Als Standort für nano- und materialbezogene institutionelle Forschungseinrichtungen ist Hessen - insbesondere aufgrund des guten industriellen Umfeldes - noch ausbaufähig.

Approximately 20 percent of the companies identified can be designated as core nanotechnology companies in which nanotechnology comprises more than 50 percent of the total business activity. These companies are primarily specialised manufacturers of nanomaterials and equipment for nanostructuring and analysis but also include component manufacturers in fields such as optics and electronics. The nanotechnology landscape in Hessen is very well balanced with regard to its position within the value chain. Approximately one third of the companies are manufacturers of nanomaterials or devices for analysing and producing nanostructures. An additional third are component manufacturers which utilise nanotechnologies in order to produce nano-optimised components and systems. The remaining companies are divided roughly equally among nanotech suppliers, nanotech service companies and end product manufacturers which utilise nanotechnologies to optimise products for end consumers and users. More than 70 percent of the nanotech companies have their headquarters in Hessen. An additional 15 percent maintain their own production and R&D sites in Hessen.

The nanotechnology research landscape is strongly characterised by university research institutions. Approximately 80 higher education institutions are involved in nanotechnology research. Three recently completed, nanotechnology-related focal programs from the German Research Foundation were coordinated by universities in Hessen (Marburg, Darmstadt and Kassel). Hessen possesses further potential for development as a location for nanotech and material-related institutional research facilities, especially in view of the favourable industrial environment.

Technologie- und Anwendungsschwerpunkte hessischer Unternehmen

Schwerpunkte der Nanotechnologie-Aktivitäten in Hessen liegen in den Bereichen Nanomaterialien und Nano-beschichtungen. Innerhalb der Nanomaterialien sticht vor allem der Bereich der Nano-Polymerkomposite hervor. Als weitere Schwerpunkte können die Nanoanalytik sowie Nanosysteme und -sensoren identifiziert werden. Die Unternehmen in Hessen sind thematisch breit aufgestellt und decken den Großteil der nanotechnologischen Teilgebiete ab.

In Bezug auf die Anwendungsfelder der Nanotechnologie liegen die Schwerpunkte in den Bereichen Chemie/Werkstoffe, Sensorik/Messtechnik, Maschinen/Gerätebau sowie Gesundheit/Pharma. Im Branchenschwerpunkt Chemie/Werkstoffe wird deutlich, dass die hessischen Unternehmen thematisch breit aufgestellt sind und viele Teilbereiche wie Beschichtungschemikalien, Pigmente/Füllstoffe, Kunststoffe, Metall- und Keramikwerkstoffe etc. abdecken.

Auch der Automobilbau spielt in Hessen mit Produktionsstandorten der Automobilhersteller Opel, VW und Mercedes eine wichtige Rolle. Weniger als zehn Prozent der Unternehmen adressieren den Bereich Endverbraucherprodukte, wobei die meisten Nennungen auf Beschichtungen für Alltagsprodukte fallen. Keinen Schwerpunkt hat Hessen auf der Anbieterseite im Bereich der Nanoelektronik.

Umsatz- und Beschäftigungswirkung der Nanotechnologie in Hessen

Auf Basis einer Extrapolation der Daten einer gesamtdeutschen Unternehmensbefragung wird die Zahl der direkt der Nanotechnologie zugeordneten Arbeitsplätze in Hessen auf rund 4.500 geschätzt. Zu den bedeutendsten Unternehmen mit Aktivitäten in der Nanotechnologie in Hessen zählen Merck, Evonik Degussa, Oxford Instruments (Übernahme von Omicron im Jahr 2011), Pfeiffer oder Heraeus. Allein am Standort Hanau-Wolfgang ist von über 1.000 Beschäftigten auszugehen, die sich mit Nanotechnologie befassen. Wird der Anteil des Nanoelektronik-/Halbleiter-Sektors, der in Deutschland hauptsächlich in der Region Dresden fokussiert ist, herausgerechnet, ergibt sich ein Anteil Hessens von rund zehn Prozent an der Gesamtzahl der Nanotechnologie-Beschäftigten in Deutschland.

Key technologies and applications of companies in Hessen

The focal areas of nanotechnology activities in Hessen consist of nanomaterials and nanocoatings. The polymer nanocomposites field stands out within the nanomaterials sector. Nanoanalysis along with nanosystems and sensors were also identified as additional key aspects. The companies in Hessen are highly diversified and cover the majority of the sub-areas within the nanotechnology sector.

The key nanotechnology application areas consist of chemicals/materials, sensors/measurement technology, machine/equipment production and health/pharmaceuticals. In the chemicals/materials sector it becomes clear that the companies in Hessen have a wide-ranging scope and cover many sub-areas, including coating chemicals, pigments/filling materials, plastics, metal and ceramic materials, etc.

Automotive production also plays an important role in Hessen with production locations belonging to automotive manufacturers such as Opel, VW and Mercedes. Less than ten percent of the companies address the consumer products sector, with the majority focusing on coatings for conventional products. There is no focal presence in Hessen in the nanoelectronics sector.

Revenue and employment effect of nanotechnology in Hessen

The extrapolation of data obtained as part of a Germany-wide company survey indicates an estimated 4,500 jobs directly involved in nanotechnology in Hessen. The most important companies with activities in the nanotechnology sector in Hessen include Merck, Evonik Degussa, Oxford Instruments (taken over by Omicron in 2011), Pfeiffer and Heraeus. Alone Hanau-Wolfgang can be assumed to operate with more than 1,000 employees in the nanotechnology sector. If we disregard the share belonging to the nanoelectronics/semiconductor sector, which is primarily focused in the Dresden region in Germany, then approximately ten percent of the overall number of nanotechnology employees in Germany is based in Hessen.

The nanotechnology revenue of companies in Hessen can be estimated at approximately 1.5 billion euros for



Der Nanotechnologie-Umsatz hessischer Unternehmen kann auf Basis der Unternehmensbefragung auf rund 1,5 Milliarden Euro für das Jahr 2010 geschätzt werden. Wirtschaftlich relevanter als die direkt der Nanotechnologie zurechenbaren Beschäftigten- und Umsatzzahlen ist die Hebelwirkung durch nanobasierte Innovationen in nachgelagerte Wertschöpfungsstufen und Branchen. Eine Vielzahl der für die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Industrieunternehmen notwendigen Innovationen resultiert aus Erkenntnissen und Umsetzungen der Nanotechnologie.

Allein die 194 Unternehmen in Hessen, die im Nanotechnologiebereich engagiert sind, bieten insgesamt rund 90.000 Arbeitsplätze in Hessen. Durch Impulse zu innovativen und wettbewerbsfähigen Produkten dieser Unternehmen leistet die Nanotechnologie Beiträge, um diese Arbeitsplätze zu sichern und auszubauen. Speziell die in Hessen stark vertretenen Bereiche Pharma/Medizintechnik, Messtechnik/Analytik, Kunststoffe/Spezialchemie sowie die Automobilwirtschaft profitieren stark von nanotechnologischen Innovationen.

Die Nanotechnologie wirkt weiterhin als ein Schlüssel, um neue Technologieplattformen wie die Elektromobilität, die Brennstoffzellentechnologie oder die organische Elektronik zu etablieren. Aufgrund dieser wirtschaftlichen Hebelwirkung ergibt sich eine zentrale Bedeutung der Nanotechnologie für den Wirtschaftsstandort Hessen.

the year 2010 based on the company survey. The leverage effect exerted by nanotech-based innovations in downstream value chains and sectors is of greater economic relevance than the numbers of employees and revenue figures directly ascribed to nanotechnology. Numerous innovations necessary for the international competitiveness of industrial companies result from the findings and the implementation of nanotechnology.

Alone the 194 companies in Hessen involved in the nanotechnology sector provide more than 90,000 jobs in Hessen. Through the impetus for these companies to create innovative and competitive products, nanotechnology contributes to securing these jobs and creating further employment. In particular, strongly represented fields such as pharmaceuticals/medical technology, analysis/measuring technology, plastics/special chemicals and the automotive industry greatly profit from nanotechnology innovations.

Moreover, nanotechnology is also the key to establishing new technology platforms such as electro-mobility, fuel cell technology or organic electronics. This economic leverage makes nanotechnology essential for the Hessen economic region.

SWOT-Analyse des Nanotechnologie-Standortes Hessen

Die Stärken überwiegen

Die Ergebnisse eines Benchmarking in Bezug auf die Nanotechnologie-Aktivitäten ausgewählter Bundesländer zeigen, dass eine ausgeprägte Stärke Hessens im Bereich der industriellen Umsetzung der Nanotechnologie liegt. Bezogen auf die Anzahl der Nanotechnologie-Unternehmen rangiert Hessen an zweiter Stelle nach Nordrhein-Westfalen. Der Anteil Hessens am gesamtdeutschen Nanotechnologie-Umsatz liegt bei über zehn Prozent und ist damit deutlich überdurchschnittlich im Bundeslandvergleich. Der Umsatz pro Beschäftigten im Nanotechnologiebereich liegt mit über 330.000 Euro nach Baden-Württemberg an zweiter Stelle in Deutschland. Hieraus lässt sich auf eine besonders hohe Wertschöpfung und auf qualitativ hochwertige Arbeitsplätze innerhalb des Nanotechnologie-Sektors in Hessen schließen.

Eine weitere Stärke des Nanotechnologie-Standortes Hessen ist die wirtschaftliche Verwertung in Form von Patentanmeldungen. Über zehn Prozent aller deutschen Patentanmeldungen in der Nanotechnologie stammen von hessischen Unternehmen, wobei ein Großteil auf die Unternehmen Evonik Degussa und Merck zurückzuführen sind. Überdurchschnittlich sind weiterhin die Beteiligung und der Erfolg hessischer Unternehmen an der Forschungsförderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Hessische Unternehmen haben im Zeitraum von 2007 bis 2010 jährlich rund acht Millionen Euro an Fördermitteln für Projekte zur Nanotechnologie akquiriert. Der Anteil der Unternehmen an der Gesamtförderung hessischer Akteure liegt dabei deutlich über 50 Prozent. Auch bezogen auf die Beteiligung am 6. EU-Forschungsrahmenprogramm schneiden hessische Unternehmen überdurchschnittlich gut ab.

Der Nanotechnologie-Standort Hessen zeichnet sich vor allem durch eine hohe Sichtbarkeit aus, die insbesondere auch durch ein ausgeprägtes Technologie- und Standortmarketing erreicht wurde. Weiterhin wird ein breites Themenspektrum abgedeckt mit ausgeprägten Stärken im Bereich der Nanomaterialien und der Messtechnik/Sensorik sowie im Anwendungsfeld Chemie und Life Sciences.

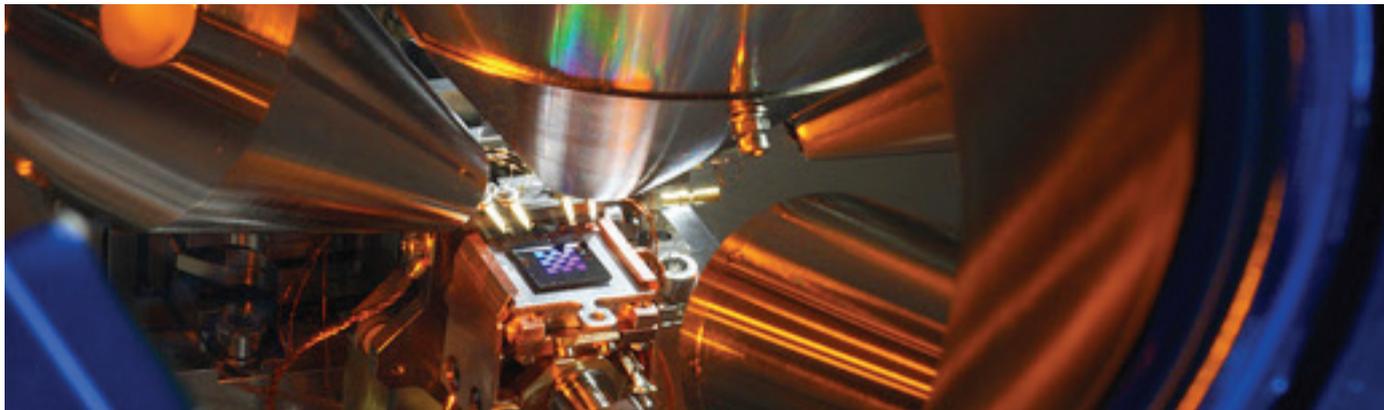
SWOT analysis of the Hessen nanotechnology region

The strengths outweigh the weaknesses

The results of a benchmark study assessing the nanotechnology activities of selected federal states indicate that Hessen has a distinctive strength in the industrial implementation of nanotechnology. Hessen ranks second after North Rhine-Westphalia with regard to the number of nanotechnology companies and its share of the total German nanotechnology revenue exceeds ten percent and is thus above average when compared to other federal states. The revenue per employee in the nanotechnology sector amounts to more than 330,000 euros, ranking second in Germany after Baden-Württemberg. This indicates an especially high level of value creation and high-quality jobs within the nanotechnology sector in Hessen.

Another strength of the Hessen nanotechnology region lies in economic exploitation through patent registrations. More than ten percent of all German patents registrations for the nanotechnology sector originate from companies in Hessen with the majority of these originating from Evonik Degussa und Merck. Furthermore, the involvement in and the success of companies in Hessen with regard to research subsidisation from the German Federal Ministry of Education and Research (BfM) is also above average. During the period from 2007 to 2010 companies in Hessen acquired approximately eight million euros in grants and subsidisation for nanotechnology projects. The number of companies involved in the overall subsidisation for stakeholders in Hessen significantly exceeded 50 percent. Companies in Hessen also displayed an above average involvement in the 6th EU research framework programme.

The Hessen nanotechnology region is primarily distinguished by a high profile and visible presence which have largely been achieved through extensive marketing of both the technology and the region. Moreover, nanotechnology activities in the region are highly diversified with particular strengths in nanomaterials and measurement technology/sensors in addition to chemical and life sciences applications.



Ebenfalls hervorzuheben ist die gut entwickelte Hochschulforschungslandschaft in der Nanotechnologie mit ihrer ausgeprägten Vernetzung und hohen Qualität der Forschungsleistungen. Die Philipps-Universität Marburg ist die einzige akademische Institution in Deutschland, die drei Wissenschaftler auf der Liste der weltweiten Top 100 Forscher der Jahre 2000 bis 2010 im Bereich der Nanomaterialien aufzuweisen hat.¹⁴

Optimierbare Schwächen

Hohes Ausbaupotenzial weist der Nanotechnologie-Standort Hessen auf dem Gebiet der institutionellen Forschungseinrichtungen auf. Diese wirken sich positiv auf die Akquisition von Fördermitteln, aber auch im Hinblick auf den Technologietransfer und mögliche Unternehmensausgründungen aus. Institutionelle Forschungseinrichtungen wie Fraunhofer- und Max-Planck-Institute stellen einen wichtigen Eckpfeiler der Nanotechnologie-Forschung in Deutschland dar und weisen sehr hohe Werte in Bezug auf Fördermittelakquisitionen, Publikations- und Patenzahlen auf. Auf der anderen Seite wartet Hessen mit ausgeprägten Nanotechnologie-Forschungsaktivitäten an den Hochschulen auf. Dennoch ist ein abnehmender Trend in der Beteiligung hessischer Akteure an der EU-Nanotechnologie-Forschungsförderung im 7. Rahmenprogramm zu verzeichnen. Die Erfolgsquote in Bezug auf Fördermittel, die Anzahl an Projektbeteiligungen sowie die Anzahl an Projektkoordinatoren ist im Vergleich zum 6. Rahmenprogramm abgefallen und liegt jetzt deutlich unter dem Bundesdurchschnitt. Thematisch ist im Bereich der Nanoelektronik und deren Anwendungen in der Informations- und Kommunikationstechnik eine Lücke festzustellen. In Hes-

The well-developed university research landscape in the nanotechnology sector with its extensive networking and high-quality research output is also worthy of emphasis. The Philipps University in Marburg is the only academic institution in Germany which possesses three scientists on the list of the worldwide top 100 researchers in the field of nanomaterials from 2000 to 2010.¹⁴

Weaknesses requiring strengthening

The Hessen nanotechnology region possesses extensive potential for expansion with regard to research institutions. This would have a positive effect on the acquisition of subsidies and also on the technology transfer and possible company start-ups. Research institutions such as the Fraunhofer Institute and the Max Planck Institute represent important cornerstones of nanotechnology research in Germany and are highly successful in terms of subsidy acquisition, publication and patents figures. On the other hand, Hessen is distinguished by extensive nanotechnology research activities at its higher education institutions. Nevertheless, a declining trend exists with regard to the involvement of stakeholders in Hessen in the EU nanotechnology research subsidisation as part of the 7th framework programme. The success quota with regard to subsidies, the number of project involvements and the number of project coordinators has decreased in comparison with the 6th framework programme and now lies significantly below the national average. There is also an identifiable lack of involvement in the nanoelectronics sector and its applications for information and communication technology. Moreover, there has

¹⁴ Quelle: Thomson Reuters 2011: Studie für das Magazin „Times Higher Education“
http://www.timeshighereducation.co.uk/Journals/THE/THE/24_February_2011/attachments/Top%20Materials%20Scientists.pdf

sen konnten weiterhin in den letzten Jahren relativ wenig Unternehmensneugründungen in der Nanotechnologie festgestellt werden.

Chancen für den Ausbau

Chancen für den Ausbau des Nanotechnologie-Standortes Hessen bieten sich durch Etablierung und Ausbau von Forschungszentren der Großindustrie vor allem an den Standorten Hanau (zum Beispiel Heraeus und Evonik Degussa) und Frankfurt (zum Beispiel Clariant). Eine Schärfung des wissenschaftlich-technischen Profils des Standortes kann durch Initiativen in Bezug auf die Etablierung neuer Forschungsschwerpunkte und den Ausbau der institutionellen Forschungseinrichtungen erzielt werden. So erfolgten zum Beispiel die Integration des Deutschen Kunststoffinstituts DKI in das Fraunhofer Institut für Leichtbau und Betriebsfestigkeit LBF in Darmstadt und der begonnene Aufbau der Fraunhofer-Projektgruppe für Werkstoffkreisläufe und Ressourcenstrategie (IWKS) in Hanau-Wolfgang.

Die Nanotechnologien liefern Innovationsimpulse für den Aufbau neuer Technologieplattformen in Zukunftsmärkten, wie beispielsweise in den Bereichen organische Elektronik oder Elektromobilität. Darüber hinaus bieten Nanomaterial-Entwicklungen Potenziale für Querschnittsinnovationen in allen wichtigen industriellen Anwendungsfeldern in Hessen, zum Beispiel im Bereich der Smart Materials oder der Nanosensorik und -aktoren.

Gibt es Risiken?

Mögliche Risiken für den Nanotechnologie-Standort Hessen ergeben sich durch eine mögliche Verschärfung der regulatorischen Anforderungen bei der Zulassung beziehungsweise Anwendung von Nanomaterialien, die einen Schwerpunkt der Nanoaktivitäten in Hessen darstellen. Derzeit werden auf EU-Ebene nanospezifische Anpassungen der REACH-Gesetzgebung diskutiert, wie unter anderem eine Absenkung der Mengenschwelle

also been a relatively low number of company start-ups in the nanotechnology sector in Hessen in recent years.

Opportunities for expansion

The Hessen nanotechnology region has the opportunity to expand through establishing and expanding research centres belonging to large-scale enterprises most notably in Hanau (Heraeus and Evonik Degussa, for example) and Frankfurt (Clariant, for example). The region's scientific and technical profile can be strengthened through initiatives oriented on establishing new focal research areas and expanding institutional research facilities. Examples of this include the integration of the German Plastics Institute (DKI) into the Fraunhofer Institute for Structural Durability and System Reliability (LBF) in Darmstadt and the progressive development of the Fraunhofer Project Group for Materials Recycling and Resource Strategies (IWKS) in Hanau-Wolfgang.

Nanotechnologies provide innovation impulses for establishing new technology platforms in future markets such as organic electronics and electro-mobility. Furthermore, nanomaterial developments also offer the potential for lateral innovations in all of the important industrial fields of application in Hessen such as those related to smart materials or nanosensors and actuators.

Are there risks?

Possible risks for the Hessen nanotechnology region arise from the possible tightening of regulatory requirements governing the approval and use of nanomaterials since these represent a key focus of nanotech activities in Hessen. Nanotech-specific adaptations to the REACH legislation are currently being discussed at an EU level. These include a reduction of the quantity threshold governing the registration and testing requirements for nanomaterials. The costs for the chemi-



für Registrierungs- und Prüfpflichten bei Nanomaterialien. Bereits heute stellen die Kosten für die Chemikalienzulassung für KMU eine hohe Barriere dar und könnten somit die Kommerzialisierung von Nanomaterialien beeinträchtigen.

Für Hessen als ein Standort mit einem hohen Anteil an Großunternehmen würden sich die Beeinträchtigungen aber relativieren, da Großunternehmen über größere Ressourcen bei der Umsetzung von Sicherheitsstandards und Risikomanagementmaßnahmen verfügen. Dennoch könnte eine Polarisierung der gesellschaftlichen Risikodebatte eine Gefahr für die wirtschaftliche Entwicklung der Nanotechnologie bedeuten, so dass die Bemühungen um einen transparenten Dialog und umfassende Maßnahmen des Risikomanagements weitergeführt werden sollten.

cal approval already represent a major barrier for small and middle-sized enterprises and could thus impair the commercialisation of nanomaterials.

As a region with a large proportion of large-scale enterprises, Hessen would be able to compensate for the impediments, given that major companies possess larger resources for implementing safety standards and risk management measures. Nevertheless, a polarisation of the public debate regarding the risks represents a danger for the economic development of nanotechnology. As such, efforts must be made to continue a transparent dialogue and comprehensive risk management measures.

7. Methodik und Definitionen

Method and definitions



7.1 Methodik

Die der Broschüre zugrunde liegende Studie wurde methodisch vorwiegend als Desk-Research auf Basis der im VDI TZ verfügbaren Branchen- und Marktkenntnis konzipiert. Als Quellen dienten beispielsweise Studien der Hessen Agentur zu hessischen Leitbranchen und Branchenprofilen sowie Publikationen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung.

Erhebung der Nanotechnologie-Akteurslandschaft

Auf der Grundlage von Vorarbeiten der Hessen Agentur wurde zunächst eine Aktualisierung der Nanotechnologie-Akteurslandschaft in Hessen vorgenommen, wobei der Schwerpunkt auf der Erfassung von Unternehmen mit Nano-Aktivitäten lag. Dabei wurde eine Analyse von Zuwendungsempfängern im Rahmen aktueller BMBF- und EU-Projekte, der Aktivitäten der Aktionslinie Hessen-Nanotech sowie eine Auswertung relevanter Publikationen, Patente, Konferenzen, Messeauftritte und Firmenbroschüren vorgenommen.

7.1 Method

The study serving as the basis for the brochure was primarily carried out as desk research based on the sector and market information available in the VDI TZ. Sources included studies carried out by the HA Hessen Agentur GmbH examining key sectors and sector profiles as well as publications from the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF).

Examination of the nanotechnologies stakeholder landscape

An updated examination of the nanotechnology stakeholder landscape in Hessen was carried out on the basis of the preliminary work from HA Hessen Agentur GmbH, with a focus on obtaining data regarding companies with nanotech activities. In the process, an analysis of the subsidy recipients as part of current BMBF and EU projects and the Aktionslinie Hessen-Nanotech activities was carried out along with an evaluation of relevant publications, patents, conferences, exhibition appearances and company brochures.

Relevante Akteure wurden im Nanotechnologie-Kompetenzatlas www.nano-map.de ergänzt. Der Kompetenzatlas wurde weiterhin für eine detaillierte Analyse und statistische Auswertung hinsichtlich der Anwendungs- und Technologie-Schwerpunkte der hessischen Nanotechnologie-Akteure herangezogen. Die Ergebnisse wurden mit dem Kompetenz- und Infrastrukturatlas Nanotechnologien in Hessen und weiteren Quellen abgeglichen.

Publikationsanalyse

Für die Publikationsanalyse wurde eine Studie der Universität Leiden (NL) im Auftrag des BMBF zur Exzellenz des deutschen Nano-Wissenschaftssystems anhand bibliometrischer Daten ausgewertet, an der VDI TZ unterstützend beteiligt war. Als Datenbasis der Studie wurden Publikationen verwendet, die in der Thomson-Reuters Datenbank „Web of Science“ verzeichnet sind. Die Eingrenzung des Technologiefeldes und die Suchparameter für die bibliometrische Analyse wurden anhand eines vom VDI TZ entwickelten Definitionsansatzes und Schlagwortverzeichnisses vorgenommen.

Patentanalyse

Für die Analyse der Patentaktivitäten im Nanotechnologiebereich in Deutschland wurde eine Abfrage in der Patentdatenbank DEPATIS des deutschen Marken- und Patentamtes durchgeführt. Zur Eingrenzung des Technologiefeldes wurde die internationale Patentklassifikation B82Y genutzt, die für Patente im Nanotechnologiebereich mittlerweile international einheitlich verwendet wird. Weltweit sind rund 200.000 Patentdokumente dieser Patentkategorie zugeordnet. Für die Analyse deutscher Akteure wurde die Länderkennung DE des Inhabers/Anmelders verwendet. Insgesamt sind rund 18.000 Patente zu verzeichnen, bei denen als Inhaber/Anmelder eine Institution/Person aus Deutschland beteiligt ist.

Die Suche wurde auf einen Zeitraum der Patentveröffentlichung nach dem Jahr 2000 eingeschränkt, um einen Bezug zu aktuellen Technologieentwicklungen zu gewährleisten. Weiterhin wurden ähnliche Patentdokumente innerhalb einer Patentfamilie entfernt, um eine bessere Vergleichbarkeit der Datensätze zu gewährleisten. Insgesamt wurde der Datensatz so auf rund 7.000 Patentdokumente eingegrenzt. Da in der Patentdatenbank keine Adressdaten der Anmelder recherchierbar sind, konnte keine systematische Zuordnung nach Bundesländern erfolgen. Patentanmelder mit mehr als fünf

The nanotechnology competency map, www.nano-map.de, also served as a source detailing the relevant stakeholders. Furthermore, the competency map was also utilised to provide a detailed analysis and statistical evaluation of the key applications and technologies of the nanotechnology stakeholders in Hessen. The results were compared with the nanotechnology competency and infrastructure map in Hessen and additional sources.

Publication analysis

The publication analysis consisted of the evaluation of a study carried out by Leiden University (NL) and commissioned by BMBF regarding the excellence of the German nanoscience system on the basis of bibliometric data. The VDI TZ was also involved in the study in a supporting capacity. In addition, publications listed in the "Web of Science" database from Thomson-Reuters also provided data for the study. The technology field boundaries and the search parameters for the bibliometric analysis utilised a set of definitions and a keyword index developed by VDI TZ.

Patent analysis

The patent activities in the nanotechnology sector in Germany were analysed by querying the DEPATIS patent database belonging to the German Trademark and Patent Office. The international patent classification B82Y was utilised to restrict the technology field. This classification is now utilised as an international standard for patents in the nanotechnology sector. More than 200,000 patent documents are assigned to this patent category worldwide. The national code "DE" was utilised for the owner/applicant to analyse the German stakeholders. A total of approximately 18,000 patents are recorded for which an institution/person from Germany is registered as the owner/applicant.

The search was restricted to a patent publication period after the year 2000 in order to guarantee relevance to the current technological developments. Moreover, similar patents documents within a patent family were also removed in order to ensure better comparability among the data sets. As a result, the dataset was reduced to approximately 7,000 patent documents. As the patent database does not allow the applicant address data to be researched it was not possible to systematically assign the patents to specific federal states. From 2010 onward, patent applicants with more than

Patentanmeldungen ab dem Zeitraum 2010 wurden anhand des Namens der Institutionen den Bundesländern zugeordnet. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass nach dem Verfahren insbesondere bei Großunternehmen bei fehlender Adressangabe zum Teil keine exakte regionale Zuordnung möglich ist.

7.2 Definitionen

Nanohersteller

Hersteller von Nanomaterialien und Geräten zur Analyse und Herstellung von Nanostrukturen

Komponentenhersteller

Weiterverarbeitende Industrie, die Nanotechnologien einsetzen, um nanooptimierte Komponenten und Systeme herzustellen, die von anderen Industriezweigen eingesetzt werden.

Endprodukthersteller

Unternehmen, die Nanotechnologien zur Optimierung von Produkten für den Endverbraucher/-nutzer einsetzen.

Zulieferer

Zulieferer von Geräten/Produkten für Nanohersteller (zum Beispiel Vakuumtechnik, Metrologielösungen, Produktionstechnik zur Verarbeitung von Nanokomponenten etc.)

Nano-Dienstleister

Unternehmen, die nanospezifische Dienstleistungen in verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette anbieten, zum Beispiel in den Bereichen Auftragsanalytik und -forschung, Lohnbeschichtung, Beratung, Risikobewertung, Simulation, Vertrieb etc.

Hauptsitz in Hessen

Unternehmen, die ihren Hauptsitz in Hessen haben, an dem in der Regel auch Produktion und F&E angesiedelt sind

Produktion/F&E in Hessen

Unternehmen, deren Stammsitz außerhalb Hessens liegt, die aber über eigene Produktions-/F&E-Standorte in Hessen verfügen

Vertrieb/Service in Hessen

Unternehmen, die in Hessen lediglich über Service- und Vertriebsstandorte verfügen

five patent registrations were allocated to the federal states on the basis of the name of the institution. In this regard it must be taken into consideration that the process does not always allow the exact regional allocation due to the lack of address information, in particular for large-scale enterprises.

7.2 Definitions

Nanotech manufacturer

Manufacturer of nanomaterials and devices for analysing and producing nanostructures

Component manufacturer

A processing industry which utilises nanotechnologies in order to produce nano-optimised components and systems which are, in turn, utilised by other industries.

End product manufacturer

Companies which utilise nanotechnology to optimise products for end consumers/users.

Suppliers

Suppliers of devices/products for nanotech manufacturers (such as vacuum technology, metrology solutions, production technology for processing nanocomposites, etc.)

Nanotech service companies

Companies which provide nanotech-specific services for various areas of the value chain such as order analysis and research, contract coating, consulting, risk evaluation, simulation, sales, etc.

Headquarters in Hessen

Companies which have their headquarters in Hessen, where production and R&D are also generally located

Production/R&D in Hessen

Companies which have their headquarters outside Hessen yet maintain their own production/R&D facilities in Hessen

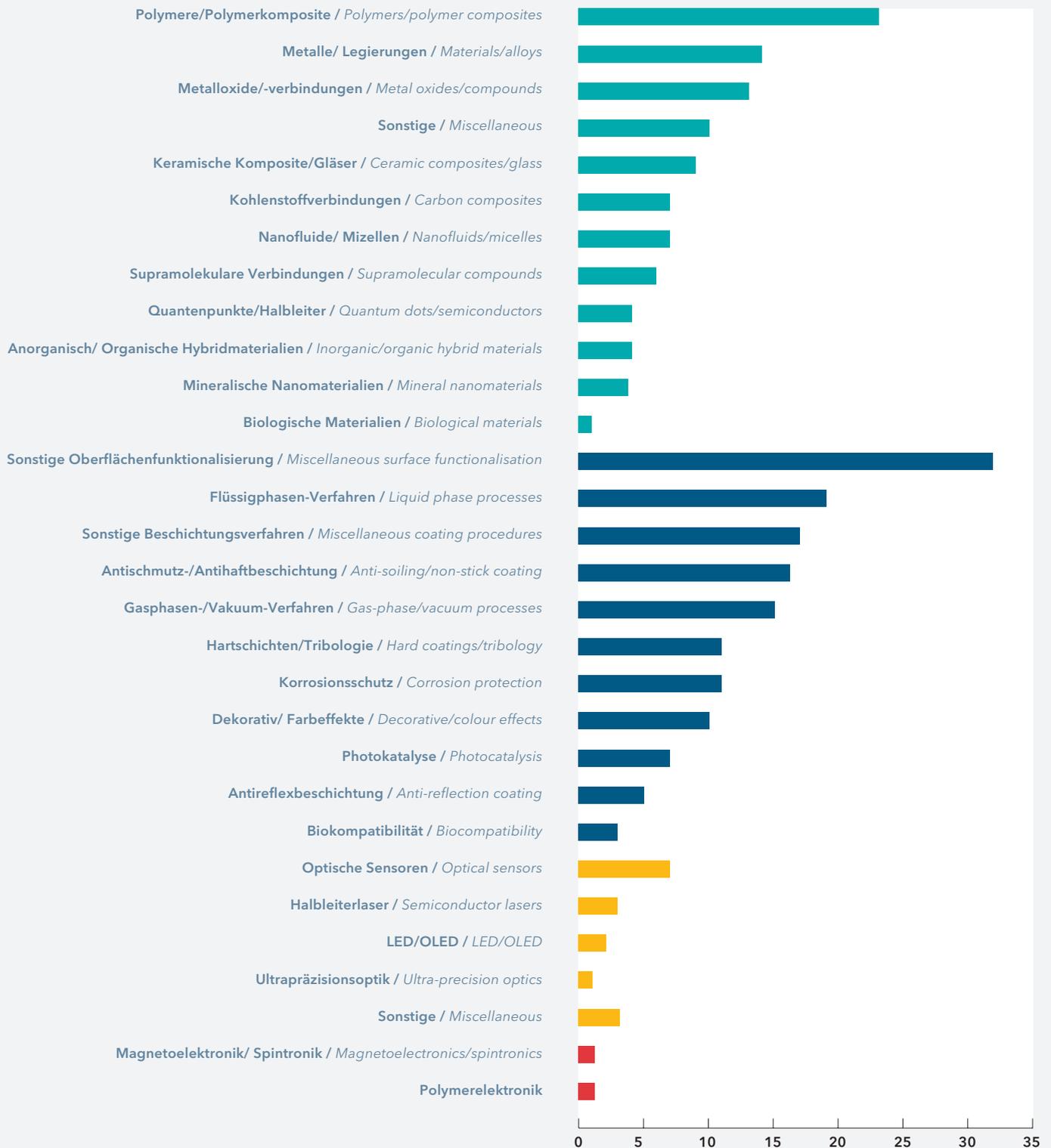
Sales/service in Hessen

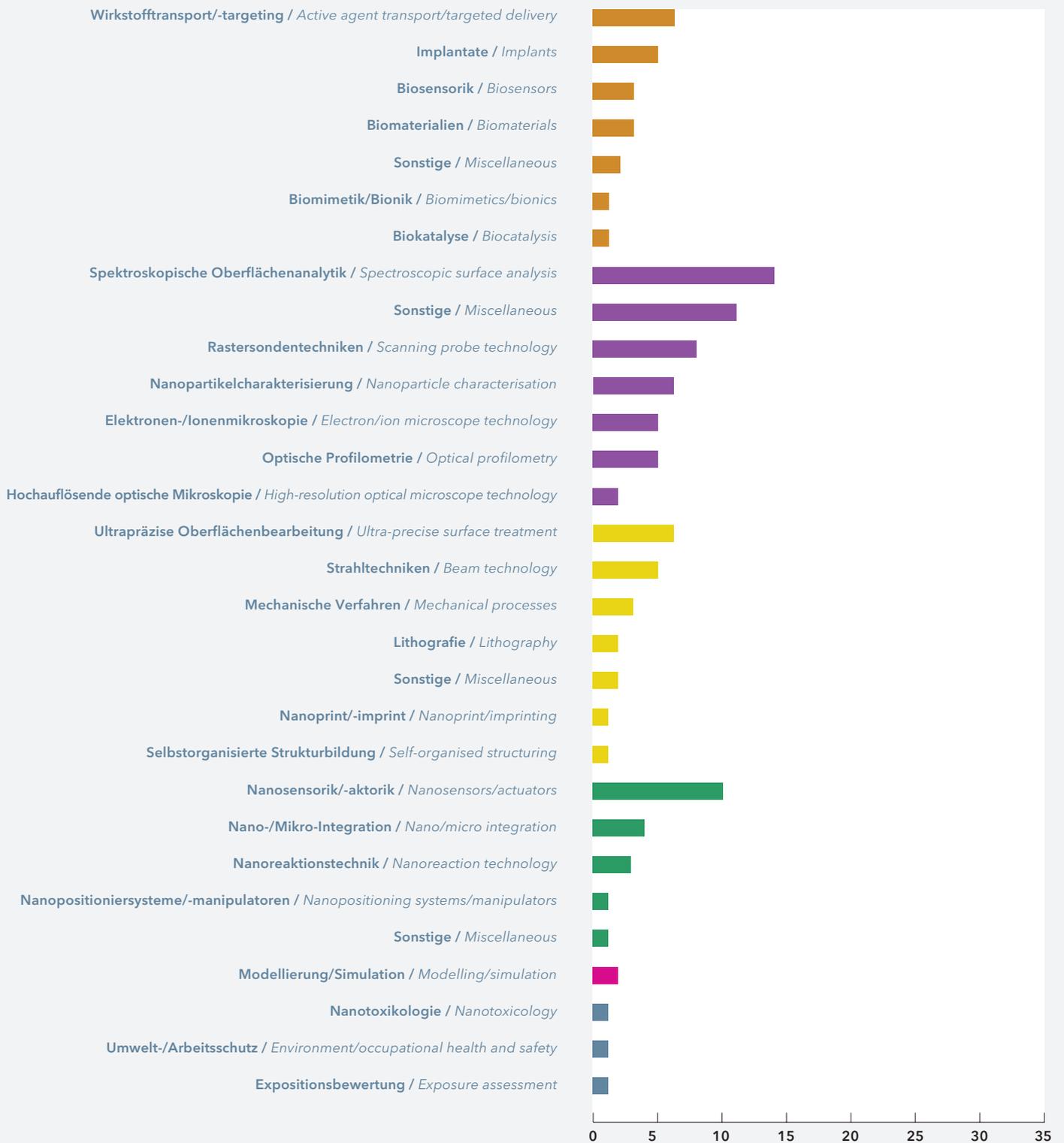
Companies which only possess service and sales branches in Hessen

8. Anhang

Annex

A: Aufschlüsselung der Nanotechnologie-Teilfelder in Unterkategorien¹⁵
A: Categorisation of the nanotechnology sub-fields into sub-categories¹⁵



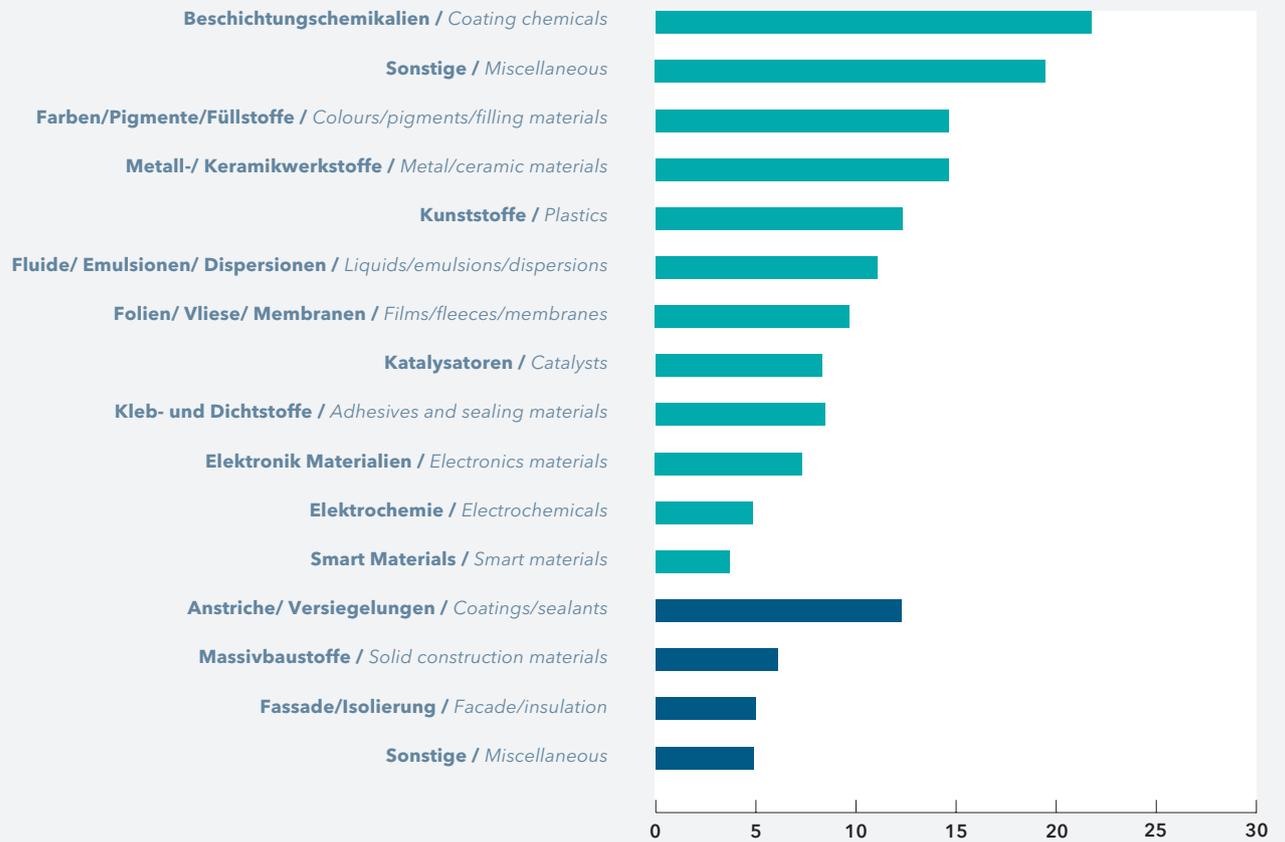


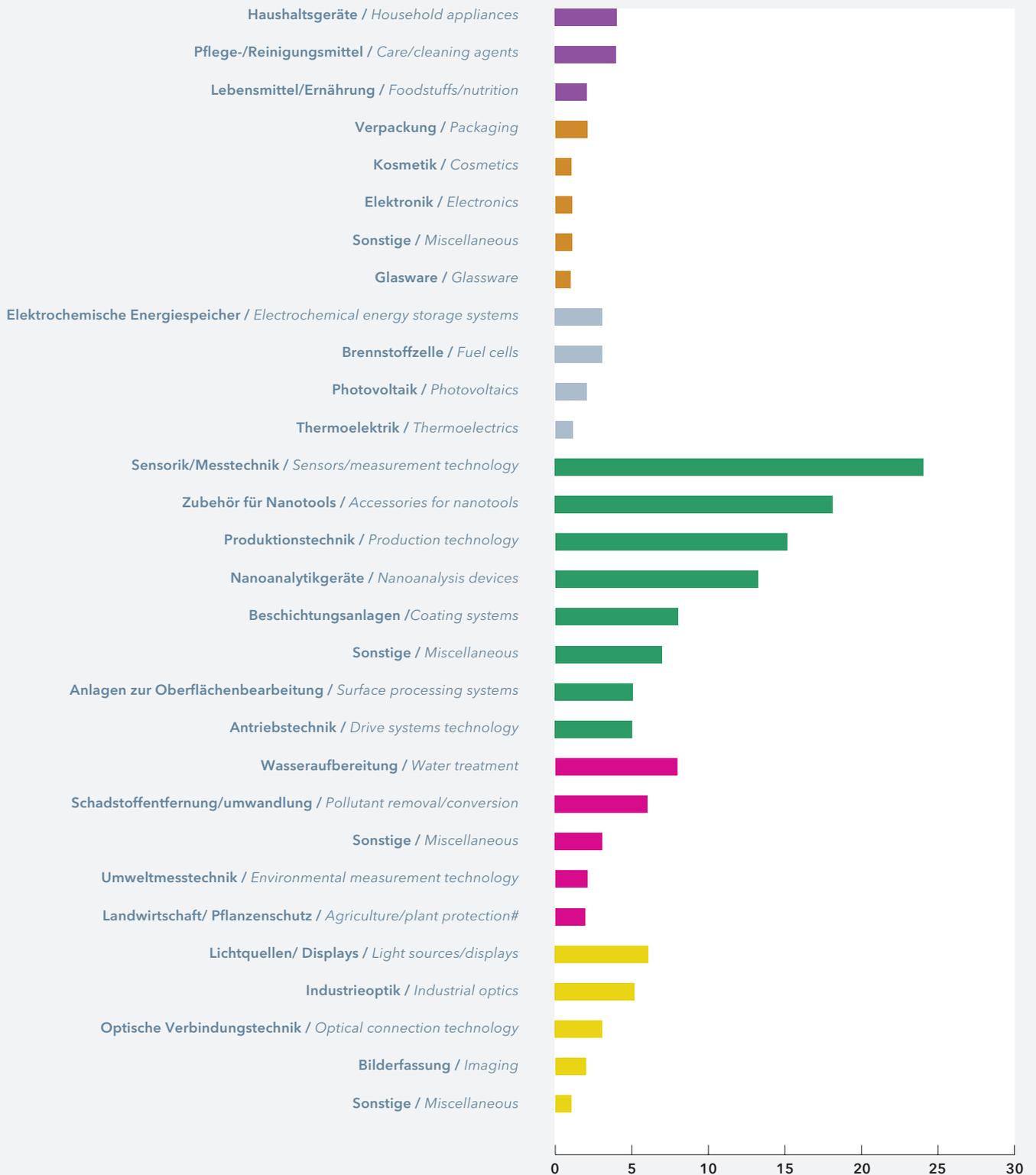
¹⁵ Quelle: Aufschlüsselung der Nanotechnologie-Teilfelder in Unterkategorien gemäß Analyse der Suchfilter des Kompetenzatlas www.nanomap.de

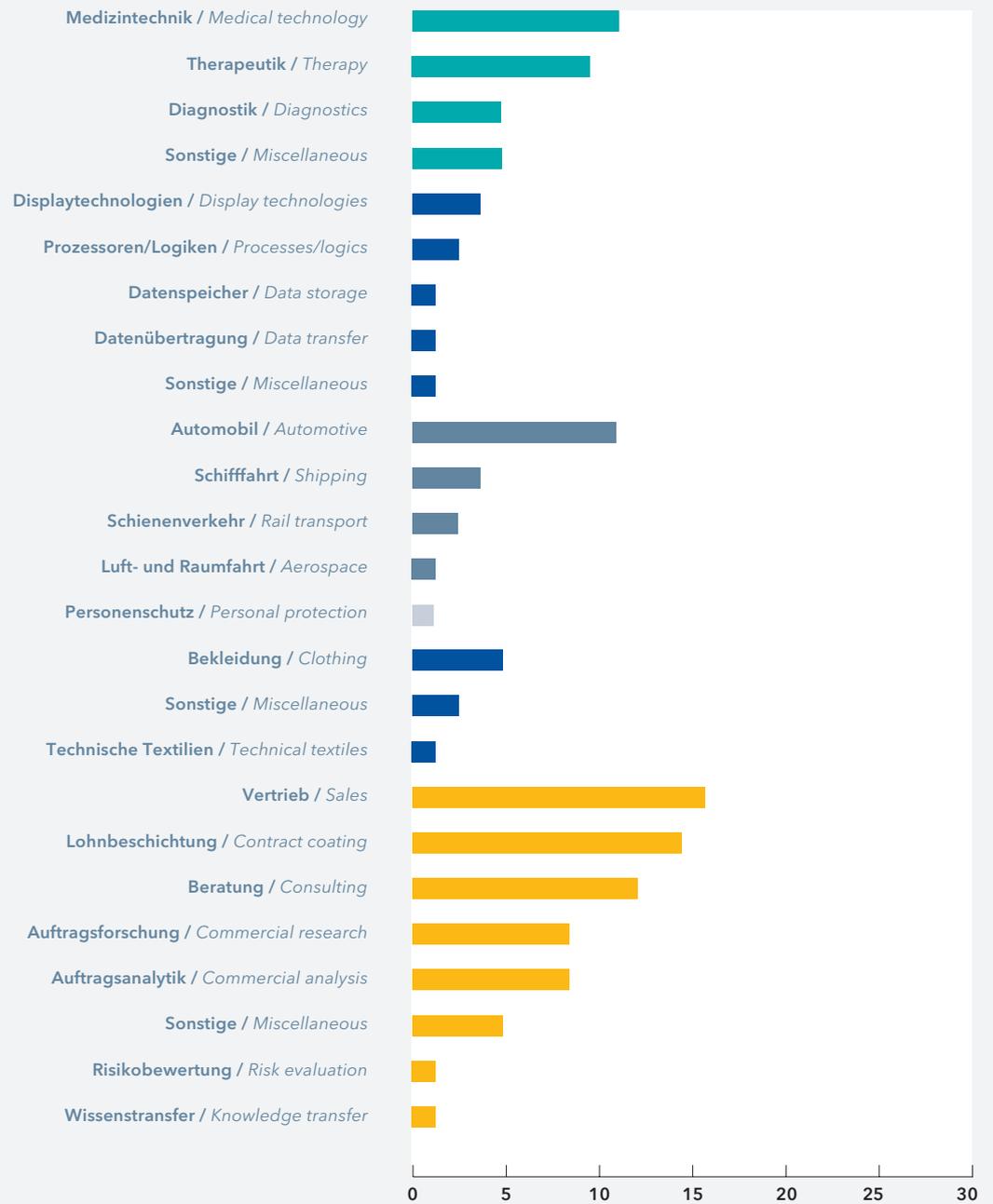
¹⁵ Source: Categorisation of the nanotechnology application areas into sub-fields based on the search filters from the competency map www.nano-map.de

B: Aufschlüsselung der Nanotechnologie-Anwendungsfelder in Unterkategorien¹⁶

B: Categorisation of the nanotechnology application areas into sub-categories¹⁶







¹⁶ Quelle: Aufschlüsselung der Nanotechnologie-Anwendungsfelder in Unterkategorien gemäß Analyse der Suchfilter des Kompetenzatlas www.nano-map.de

¹⁶ Source: Categorisation of the nanotechnology application areas into sub-categories based on the search filters from the competency map www.nano-map.de

Hessen

Nanotech

www.hessen-nanotech.de



Technologiezentrum

www.vditz.de

Projekträger der Aktionslinie Hessen-Nanotech
des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft,
Energie, Verkehr und Landesentwicklung



HESSEN

TRADE & INVEST

Das Projekt wird kofinanziert aus
Mitteln der Europäischen Union



EUROPÄISCHE UNION:
Investition in Ihre Zukunft
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung