

Ist die gegenwärtige Bereitstellung von Fachkräften für die Nanotechnologie ausreichend?



isw

Uwe Schumann

Ekkehard Schlicht

Über uns: Das **isw** Institut für Strukturpolitik und Wirtschaftsförderung gemeinnützige GmbH

- 1991 wurde das isw aus der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg gegründet
- das Hauptbüro befindet sich in Halle/ Saale, weitere Niederlassungen sind in Berlin und Magdeburg
- das isw steht für interdisziplinäre Forschung und ist der anwenderorientierten Wirtschafts-, Bildungs- und Technologieforschung verpflichtet
- die Nanotechnologie ist seit 2002 ein Forschungsthema sowohl in Deutschland als auch auf internationaler Ebene



Über uns: Forschungsschwerpunkt Früherkennung von Qualifikationsanforderungen

- 1999 wurde im isw die Methode zur Ermittlung von **Trendqualifikationen** entwickelt und seitdem **in 14 Branchen** erfolgreich erprobt
- Das isw Institut ist Teil der Netzwerk-Früherkennungsinitiativen:
 - **Skillsnet**, europaweit durch Cedefop koordiniert
 - **FreQueNz**, deutschlandweit durch das BMBF unterstützt



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Inhalt

0. Zur Situation der Nanotechnologie

isw- Projektauswahl

1. Ermittlung von Trendqualifikationen im Bereich der Nanotechnologie
2. Qualifikationsanforderungen von Akademikern in zwölf Nanotechnologie-Unternehmen (Best-practice)
3. Nano to Business - Wissenstransfer von der Wissenschaft zur Wirtschaft, als Modellprojekt
4. Weiterbildungsbedarfe in der Nanotechnologie

Was ist Nanotechnologie?

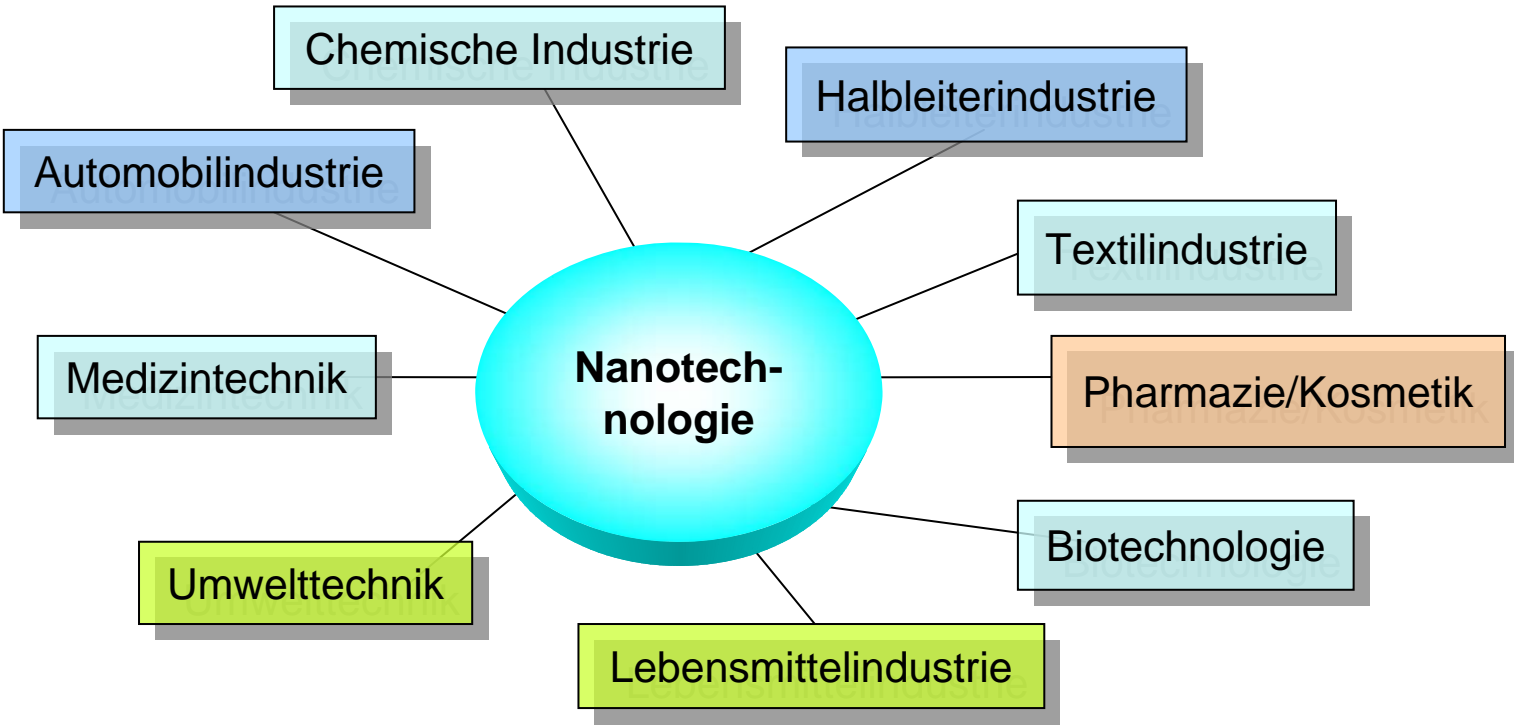
Herstellung, Untersuchung und Anwendung von Strukturen und molekularen Materialien **unterhalb von 100 nm**.

Entscheidend sind **neue Funktionalitäten und Eigenschaften**, die eine Verbesserung bestehender oder die Entwicklung neuer Produkte und Anwendungen ermöglichen.

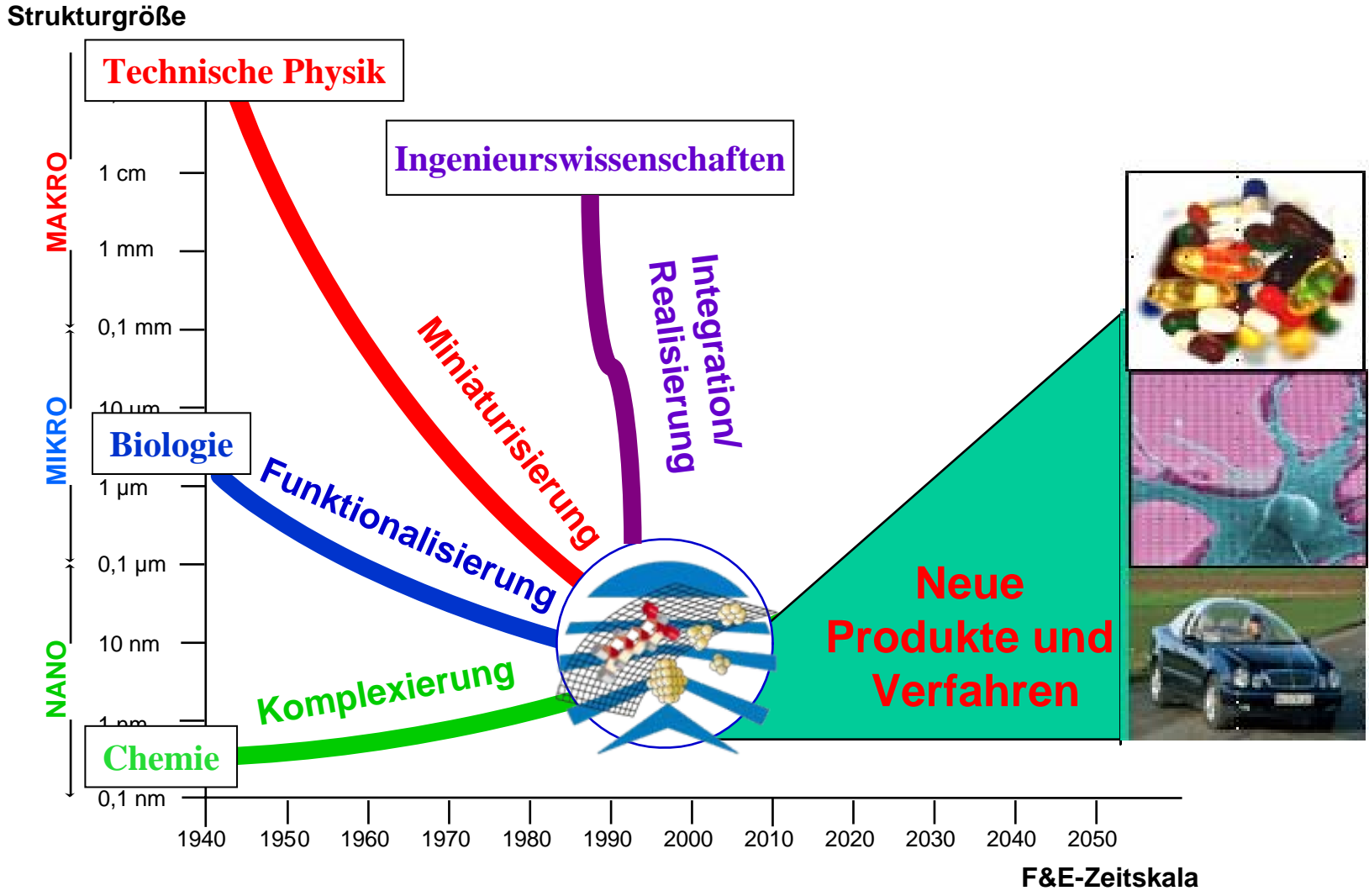
(Definitionsvariante nach Bachmann 1998, VDI-Technologiezentrum)

Was ist Nanotechnologie?

Nanotechnologie besitzt Querschnittscharakter!



Nanotechnologie erfordert Interdisziplinarität!

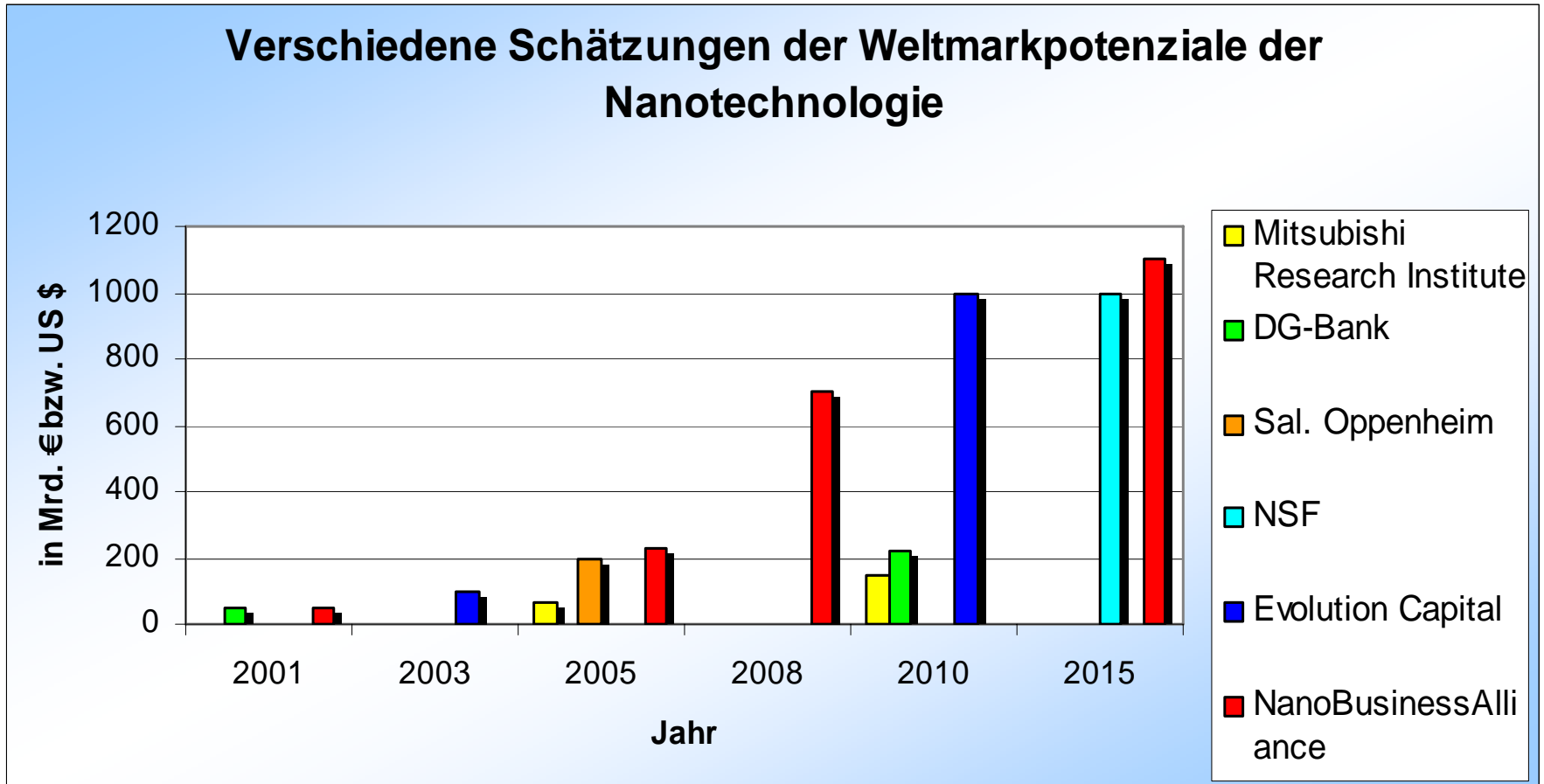


(teilw. nach VDI-Technologiezentrum)

Trendentwicklungen der Nanotechnologie

<p>Nanoanalytik</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Oberflächenanalytik bis in den Nanobereich (Nanoskopie, AFM, STM usw.) - Kombination verschiedener Analyseverfahren, - Hochdurchsatzverfahren. parallele Messungen (Wirkstoffe)
<p>Nanochemie/ Material</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Nanopartikelproduktion in Lösung und auf Oberflächen - chemische Nanobeschichtungen, wie Lacke - chemische Nanoanalytik
<p>Nanobiotechnologie</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - neue Diagnoseverfahren erlauben effektivere Tests, z.B. Biochips - der Bereich Biosensorik gewinnt z.B. in der Sicherheitsbranche an Bedeutung - durch Individualmedizin werden maßgeschneiderte Therapien möglich
<p>NanoOptik</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - Ultrapräzisionsoptik erlaubt bessere optische Komponenten (Linsen, Spiegel) - die Lasertechnologie wird immer vielseitiger genutzt - neue effiziente Leuchtdioden
<p>Nanoelektronik</p> 	<ul style="list-style-type: none"> - zunehmende Miniaturisierung in der CMOS-Technik - Polymerelektronik (RFID) - effektivere digitale Speicher, GMR-Effekt

Die wirtschaftliche Bedeutung der Nanotechnologie



(Verschiedene Quellen)

Bedeutung der Nanotechnologie

Europa erwartet ein Fehlen von qualifiziertem und interdisziplinär ausgebildetem Fachpersonal in 5 bis 10 Jahren (90% Zustimmung von 720 Experten)!

Ergebnisse einer europaweiten online- Befragung von nanoforum.org (2004)

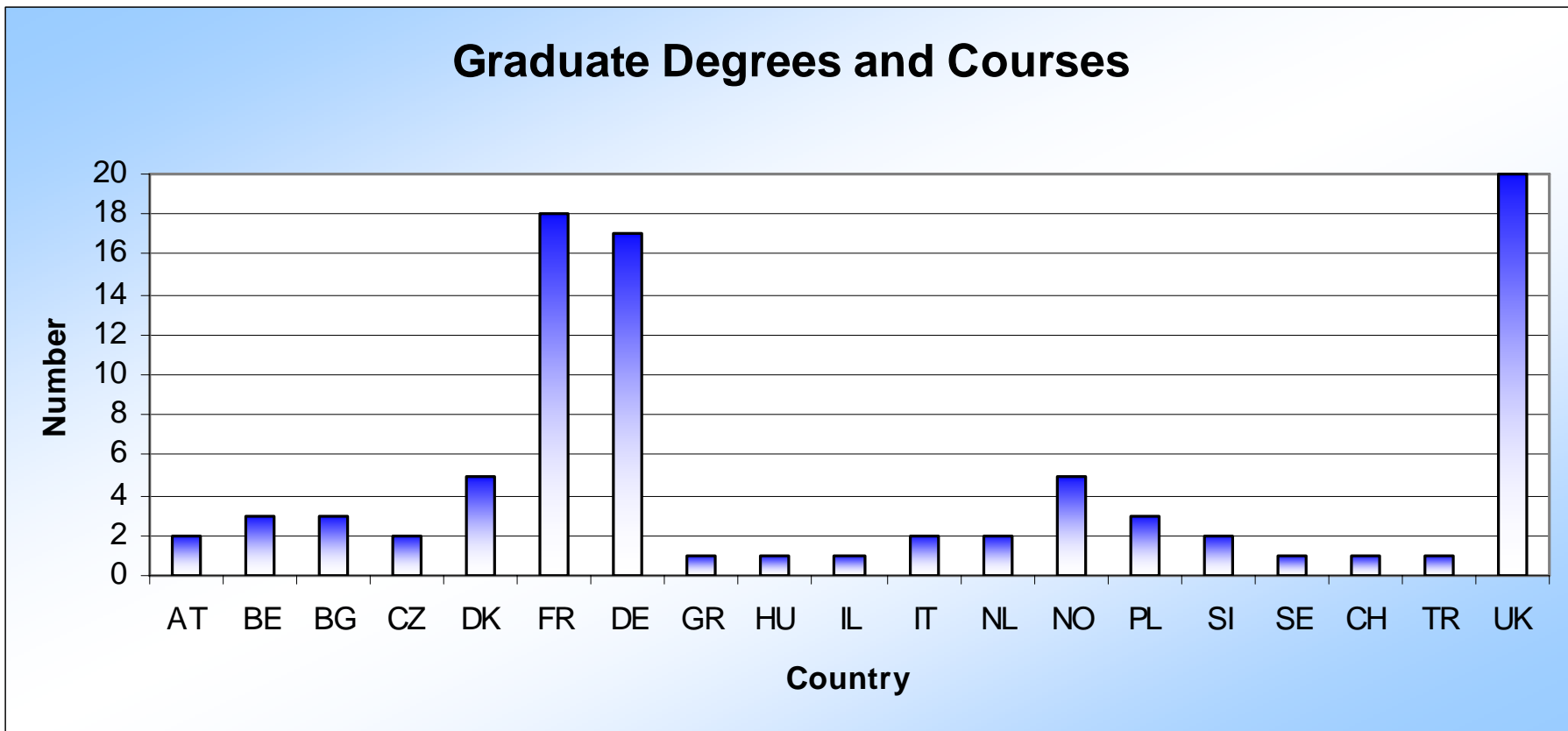


nanoforum.org
European Nanotechnology Gateway



www.nanoforum.org

Die Hochschulen berücksichtigen zunehmend die Nanotechnologie



Anzahl der Studiengänge und Hochschulkurse zur Nanotechnologie in der EU

(nach Nanoforum 2005)

Hochschulangebote zur Nanotechnologie in Deutschland (1/2)

Name des Studiengangs	Hochschule	Bemerkung
Biosystemtechnik/ Bioinformatik	Technische Fachhochschule Wildau	Dualer Studiengang mit Bachelorabschluss, ab WS 2001/02
Nanobiotechnologie	CC-NanoBioTech, ZFUW und TU Kaiserslautern	Berufsbegleitendes Online- Fernstudium, ab WS 2004/05
Bio- und Nanotechnologien	Fachhochschule Südwestfalen	Diplom- Ingenieurstudium, ab WS 2002/03
Mikro- und Nanotechnik	Fachhochschule München	Master-Studiengang, ab WS 2001/02
Bio-, Ingenieur- und Umweltinformatik	Technische Universität München	Bachelor- Studiengang, ab WS 2002/03
Nanostrukturtechnik	Universität Würzburg	Diplom- Ingenieurstudium, ab WS 2000/01

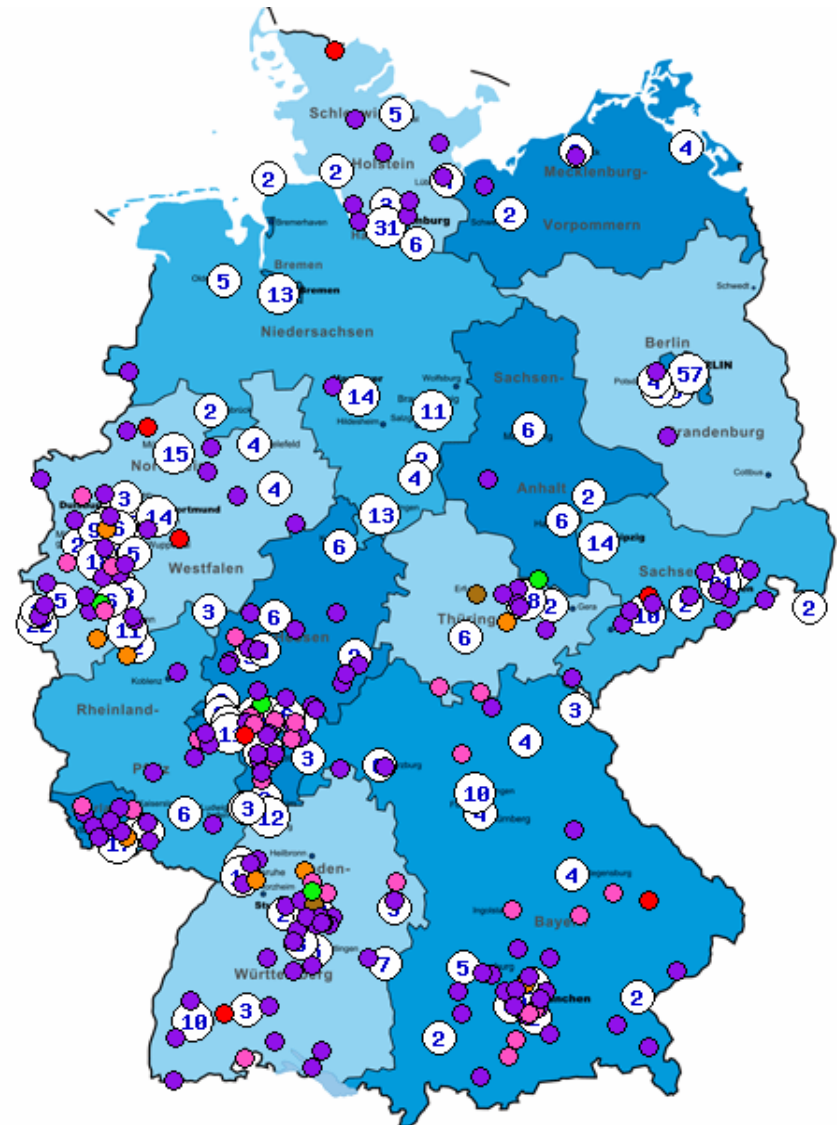
Hochschulangebote zur Nanotechnologie in Deutschland (2/2)

Name des Studiengangs	Hochschule	Bemerkung
Biophysik	Universität Kaiserslautern	Diplom-Studiengang, ab WS 2002/03
Nanostrukturwissenschaft – Nanostructure and molecular science	Universität Kassel	Diplom-Studiengang, ab WS 2003/04
Mikro-und Nanostrukturen	Universität des Saarlandes	Diplomstudiengang, ab WS 2000/01
Nanomolecular Science	Internationale Universität Bremen	Master-Studiengang, ab 2003
Biophysik, Nanowissenschaften, Molekulare Biotechnologie	Universität Bielefeld	Experimenteller Bachelor- Studiengang, ab WS 2004/05
Dipl-Ing. Nanotechnologie	Bundesanstalt für Arbeit Nürnberg	Diplom-Ingenieur (Uni)
Molecular Science	Universität Erlangen- Nürnberg	Bachelor/Master- Studiengang
Festkörperphysik und Nanotechnologie	LMU München	Diplom-Studiengang, Schwerpunktstudium

Nanotechnologie in Deutschland

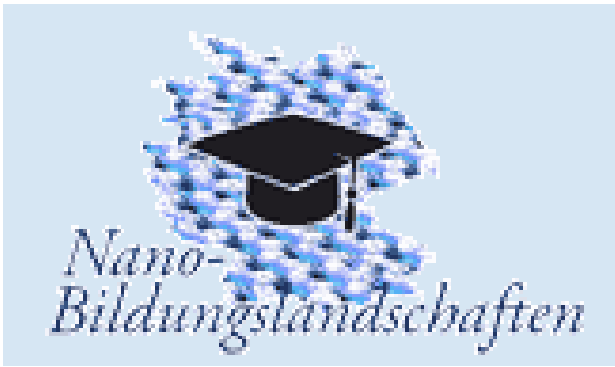
- ca. **650** Unternehmen (480 KMU) mit Bezug zur NT
- ca. **50.000** direkte und 114.000 indirekte **Arbeitsplätze** werden geschätzt
- Deutschland weltweit auf 3. Platz in der öffentl. Forschungsförderung in der NT
- 4. Platz bei Patentanmeldungen

(nach VDI-Technologiezentrum und BMBF)



Nanotechnologie in Deutschland

Bildungslandschaften Nano



- 175 Universitäten
- 48 Fachhochschulen
- 21 Weiterbildungsträger

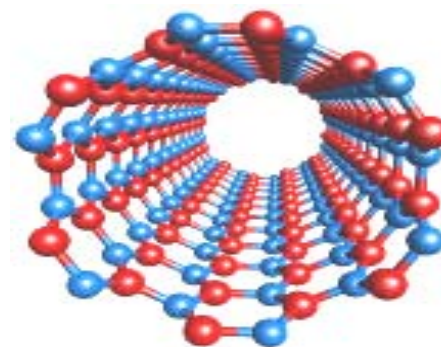
(Nach VDI- Technologiezentrum)

Deutschland (244 Einträge)



Projekt (2003-2005)

1. „Ermittlung von Trendqualifikationen im Bereich der Nanotechnologie“



Unterstützt durch



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH



WING
Werkstoffinnovationen
für Industrie und Gesellschaft

Was sind **Trendqualifikationen**?

umfassen das **ganzheitliche Gefüge** von Wissen, Können, Motivationen und Verhaltensmustern

sind Qualifikationen, die bereits im Ansatz **real existieren** und bei denen absehbar ist, dass sie künftig in einen **breiten Bedarfstrend** einmünden können

entstehen durch Veränderung konkreter Tätigkeitsinhalte in einem innovativen betrieblichen Umfeld, die als **Trendsetter** der Entwicklung ihrer Branche voraus sind

Wissensbasis für die Ermittlung von Trendqualifikationen

Sekundärquellen

→ Experten / Brancheninsider

Vertreter von Kammern, Verbänden, Gewerkschaften etc., die mit der konkreten Branchenentwicklung vertraut sind und den Zugang zu Trendsettern und Schlüssellieferanten erleichtern können.

→ Ergebnisse der Trend- und Zukunftsforschung

Primärquellen

→ Trendsetterunternehmen

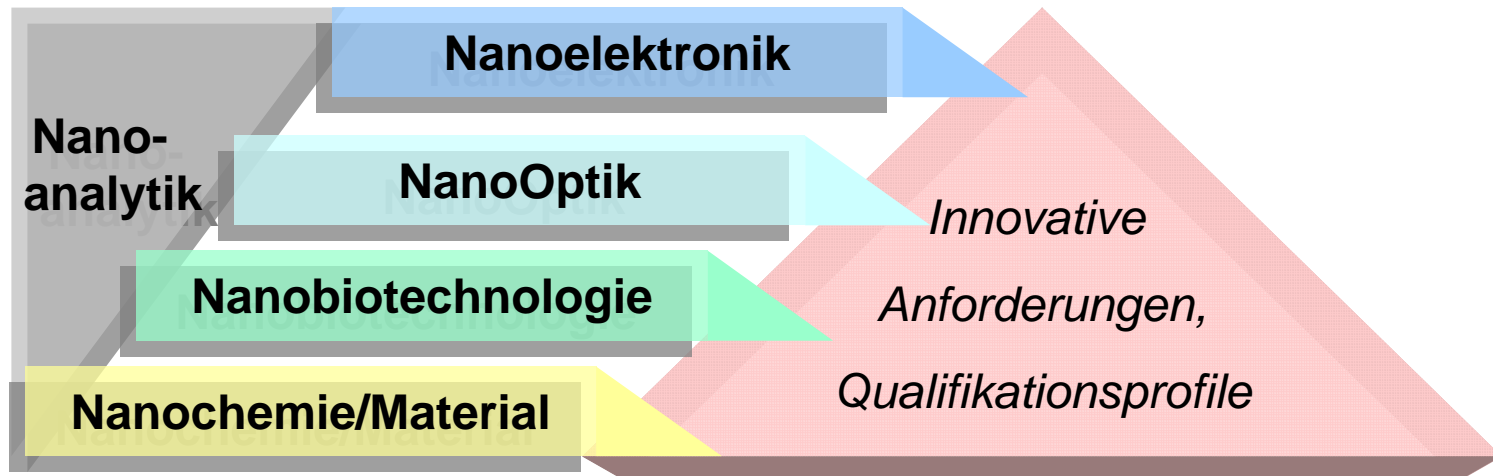
Unternehmen, die als erste ihrer Branche neue Technologien oder Organisationsformen anwenden bzw. neuartige Produkte herstellen und so als erste neuen Qualifikationsbedarf verspüren.

→ Schlüssellieferanten

Unternehmen, die Spitzentechnologien entwickeln, herstellen und vertreiben und deshalb Aussagen zu Qualifikationsanforderungen an die Nutzer treffen können.

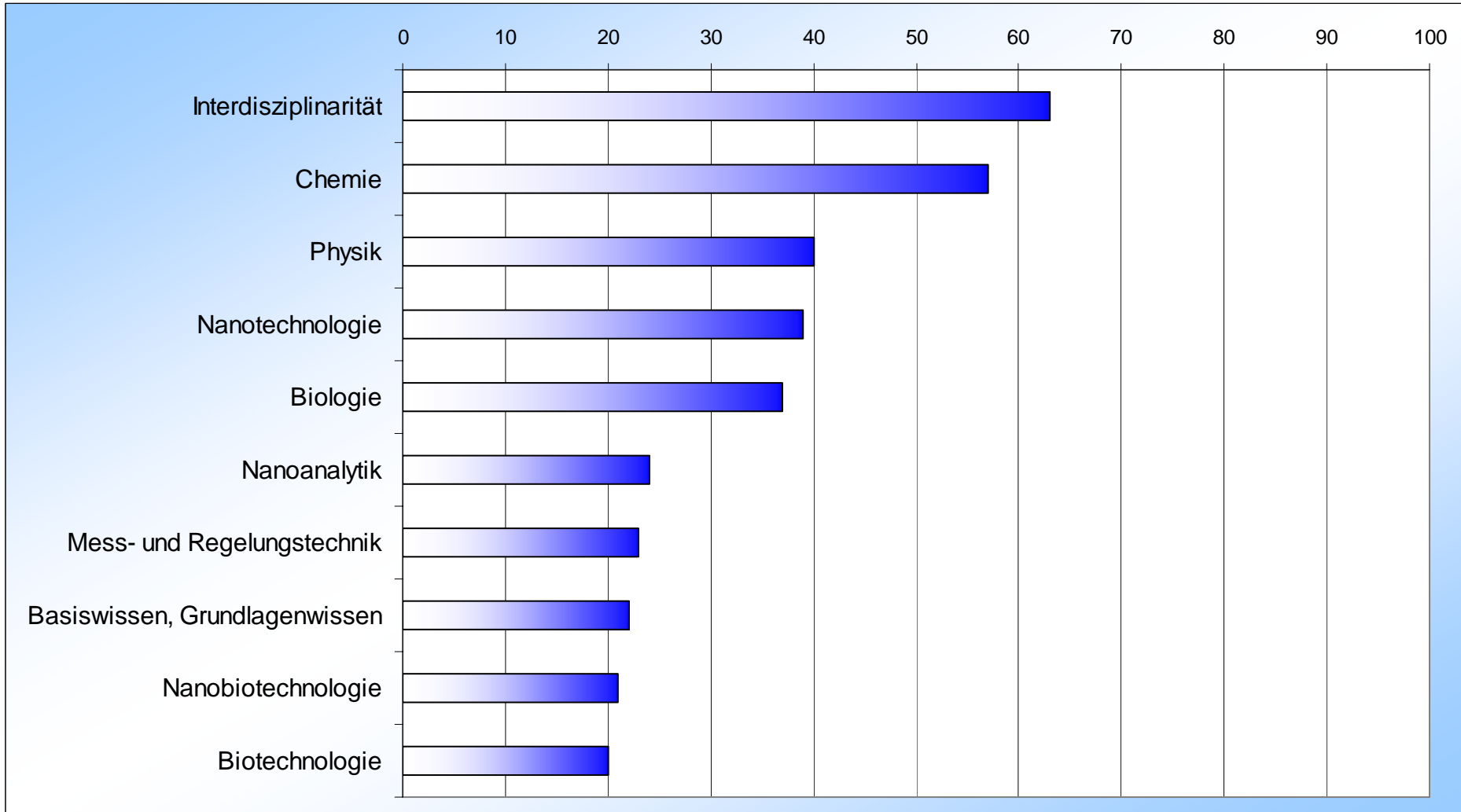
Untersuchungsbasis und Ergebnisse

- **151** Leitfadengestützte, qualitative **Interviews** mit Personen in **132 Einrichtungen** mit Bezug zur Nanotechnologie wurden durchgeführt
- befragt wurden Unternehmen, Netzwerke, Kompetenzzentren sowie Forschungs- und Bildungseinrichtungen in **fünf Untersuchungsclustern** in Deutschland



- es wurden vielseitige Trendqualifikationen und **18 Qualifikationsprofile** entwickelt,

Häufig geforderte Fachkompetenzen zur NT in % von 151 Befragten in Deutschland



(Qualifikationsprofile sind keine neuen Berufe, sondern zeigen neue Anforderungen auf! Sie dienen der Verbesserung von Aus- und Weiterbildung.)

Cluster	Clusterspezifische Qualifikationsprofile (14)
Nanochemie/ Material/ Nanoanalytik	<ul style="list-style-type: none"> - Nanochemielaborant (1), - Nanokant (2), - Materialwissenschaftlich-technischer Assistent MATA (3)
Nanobiotechnologie/ Nanoanalytik	<ul style="list-style-type: none"> - Fachkraft in der nanobiotechnologischen Forschung (4), - Spezialist für biohybride Technologien (5), - Fachkraft für Qualitätssicherung (6), - Dokumentationsspezialist für Nanobiotechnologie (7), - Produktberater für nanobiotechnologische Applikationen (8)
NanoOptik/ Nanoanalytik	<ul style="list-style-type: none"> - Fachkraft für Ultrapräzisionsoptik (9), - Fachkraft für Photonik/ Lasertechnik (10), - Produktberater für nanooptische Applikationen (11)
Nanoelektronik/ Nanoanalytik	<ul style="list-style-type: none"> - Fachkraft Nanoelektronik (12), - Fachkraft Maskenfertigung (13), - Optoelektroniker (14)

Clusterübergreifende Qualifikationsprofile (4)

- Nanoanalytiker/in (15),
- Spezialist für Nano-Oberflächenbearbeitung (16),
- Dokumentationsspezialist Nanotechnologie (17),
- Produktberater/in für nanotechnologische Applikationen (18)

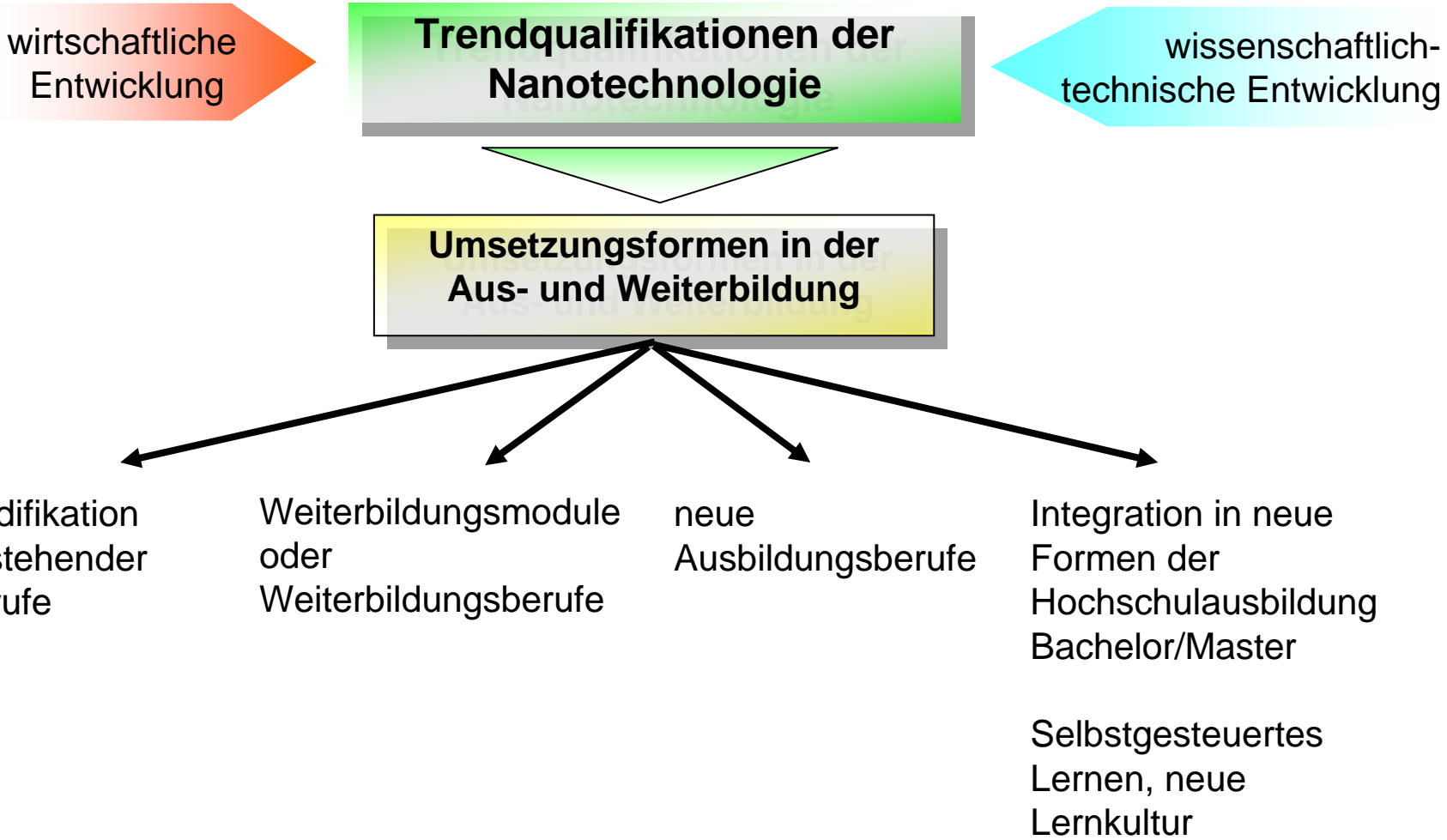
Beispiel Qualifikationsprofil (15) Nanoanalytiker/in

Auszug aus dem Qualifikationsprofil 15: Nanoanalytiker/in

Tätigkeits- und Einsatzfeld	- Schwerpunkte sind die Probenvorbereitung, Durchführung von Messreihen und Tests mit nanoanalytischen Verfahren, sowie die entsprechende Nachbearbeitung
Wissen- und Kenntnisse	- Grundlagen der Physik, Chemie, Biologie - Kenntnisse der verschiedenen Messprinzipien, wie Mikroskopie, Spektroskopie usw. sowie Qualitätssicherungssysteme
Fertigkeiten und Fähigkeiten	- Umgang mit Verfahren der Nanoanalytik, z.B. STX, AFM, STM, IR-, UV- oder Massenspektroskopie

Umsetzungsmöglichkeiten in die Aus- und Weiterbildung

kurzfristig	- Integration in Weiterbildungsformen (Module)
mittelfristig	- Entwicklung und Etablierung eines Weiterbildungsberufes zur Nanoanalytik
langfristig	- Entwicklung und Etablierung eines Erstausbildungsberufes zur Nanoanalytik



Projekt (2006-2007)

2. „Qualifizierung von Akademikern/innen im Bereich der Nanotechnologie - Fallbeispiele guter Praxis der Unternehmen“



Unterstützt durch



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



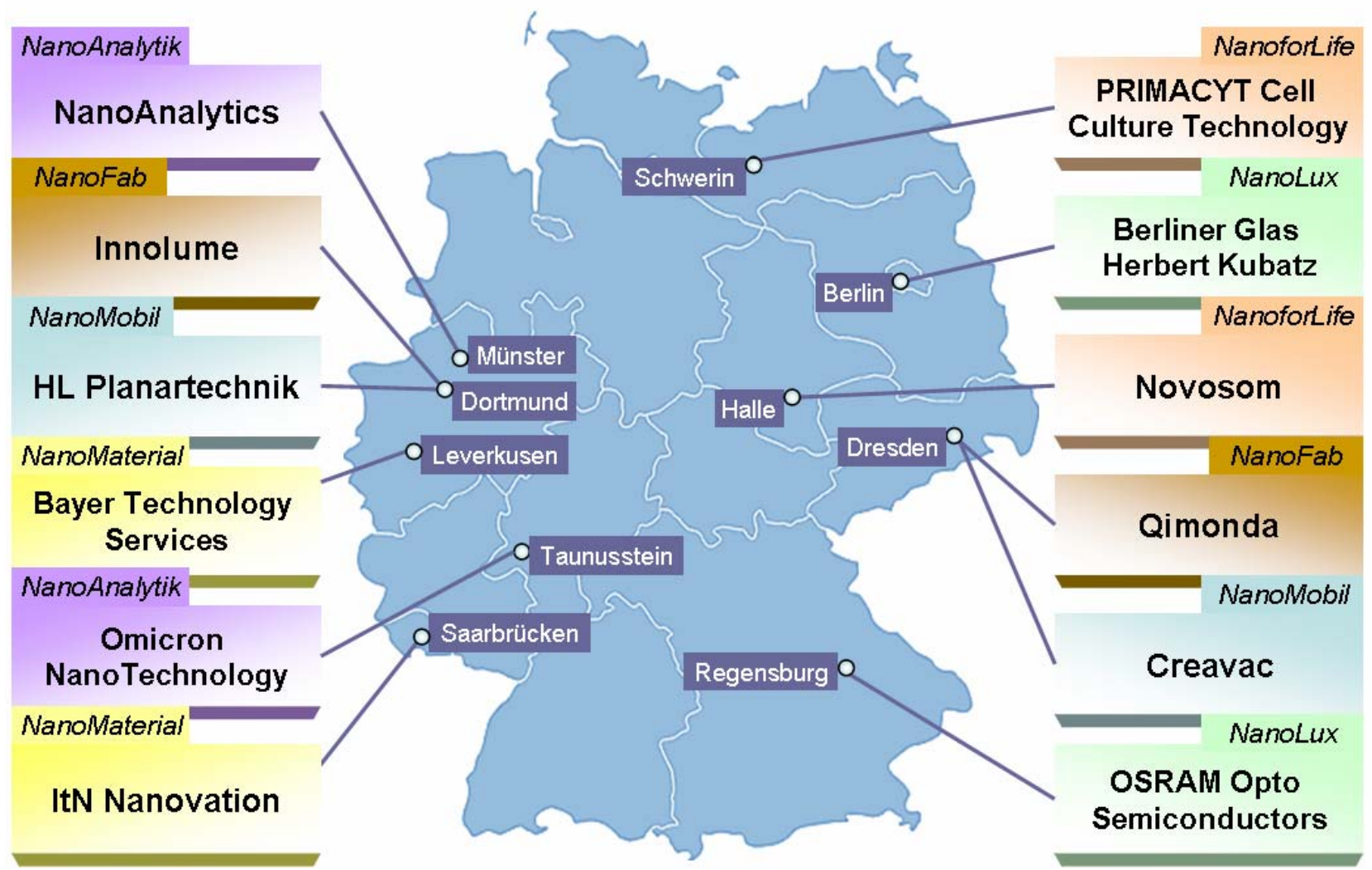
Technologiezentrum

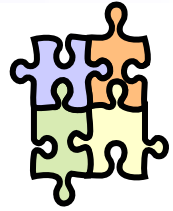
Leitfragen der Untersuchung

- Welche Tätigkeiten üben Akademiker in Unternehmen der Nanotechnologie aus?
- Welche Kooperationen mit Hochschulen haben sich beim Wissenstransfer bewährt und sollen ausgebaut werden?
- Welche Einzelmaßnahmen / Qualifizierungsprogramme werden eingesetzt / genutzt?
- Welche Anforderungen werden an zukünftiges Personal gestellt?
- Wie sind die Anforderungen an Mitarbeiter im Ausland?

Vorgehensweise:

- In 12 Best-practice-Unternehmen
wurden leitfadengestützte Interviews durchgeführt
- Interviews mit folgenden Schwerpunkten:
 - Unternehmensprofil
 - Strategische Personal- und Organisationsentwicklung
 - Fachliche und fachübergreifende Qualifikationsanforderungen an die Tätigkeit
 - Leitlinien der Weiterbildung
- es wurden qualitative, empirisch erhobene Ergebnisse gewonnen





Strategien zur Fachkräftesicherung

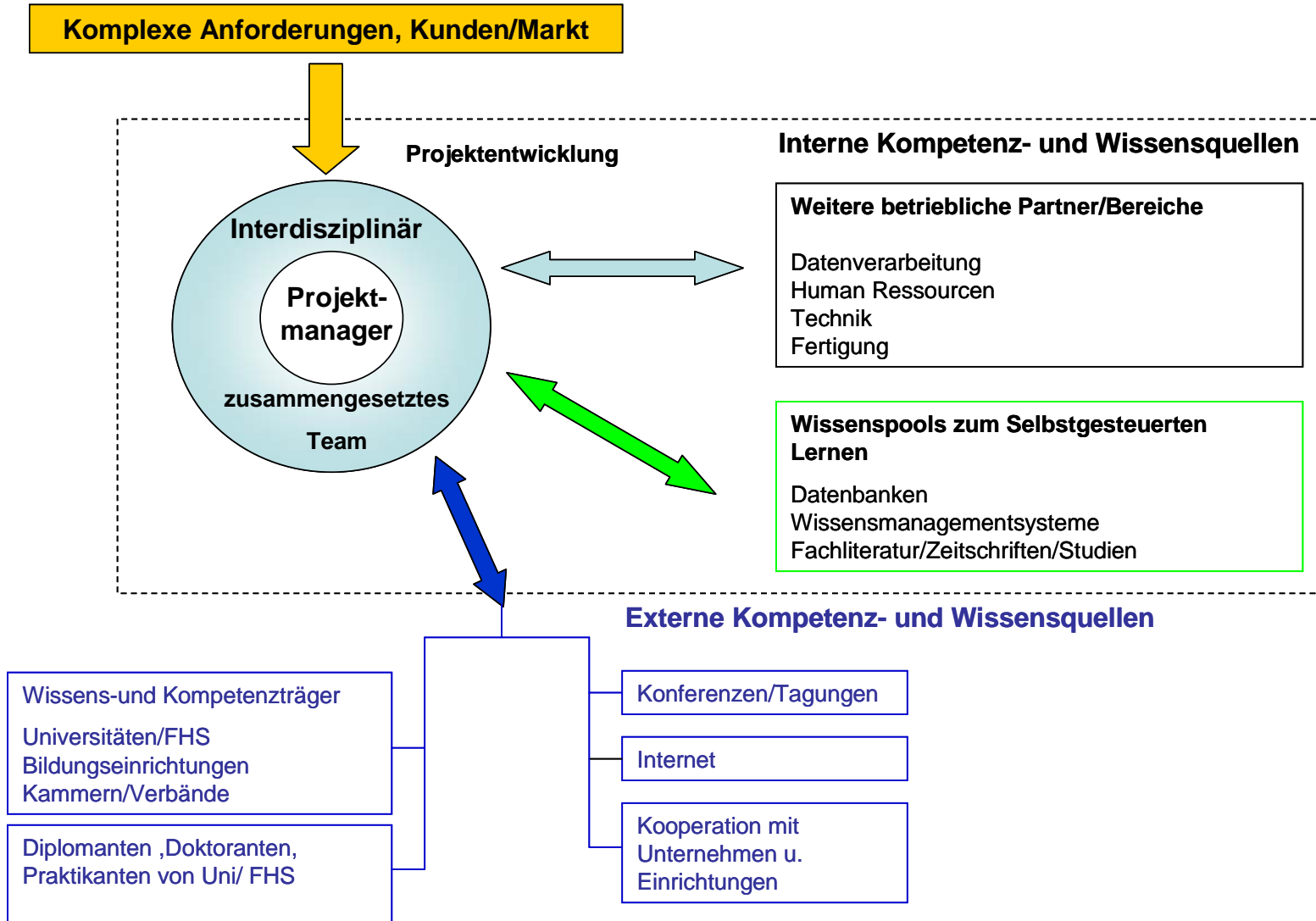
Tätigkeitsanforderungen!

- rasante nanotechnologische Entwicklungen im internationalen Wettbewerb
- sich schnell ändernde Kunden- und Marktanforderungen
- zunehmende Komplexität der Tätigkeitsanforderungen
- ständig steigende Wissensanforderungen und Kompetenzbedarfe

Merkmale der neuen Lernkultur in den Fallbeispielunternehmen:

- Selbstgesteuertes Lernen der akademischen Fachkräfte
- Lebenslanges, gezieltes und schnelles Lernen
- Nutzung von internen und externen sowie von formellen und informellen Wissensquellen
- Vernetztes Lernen durch Kooperationen mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen
- Nutzung von passgenauen und fachspezifischen Weiterbildungen
- Kompetenzentwicklung in Forschungsprojekten durch Einbeziehung von Wissens- und Kompetenzpools

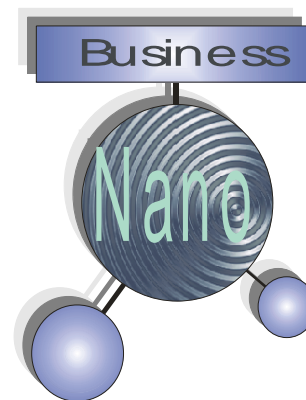
Modellbeispiel Fachkräfteentwicklung in Großunternehmen



Aktuelles Projekt

3. „NANO TO BUSINESS“

im Rahmen des INNOPUNKT-Programms „Wissenstransfer zwischen
Wissenschaft und Unternehmen stärken“



Das Projekt "Nano to Business" wird aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds und des
Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Familie des Landes Brandenburg gefördert



Das Projekt „NANO to Business“

„Ziel des Projektes ist

der **Wissenstransfer** zwischen nanotechnologischer
Forschung und brandenburgischen Unternehmen.

Im Mittelpunkt steht

das **Innovationsmanagement** für neue Produkte und
Verfahren in Unternehmen verschiedener
technologischer Branchen

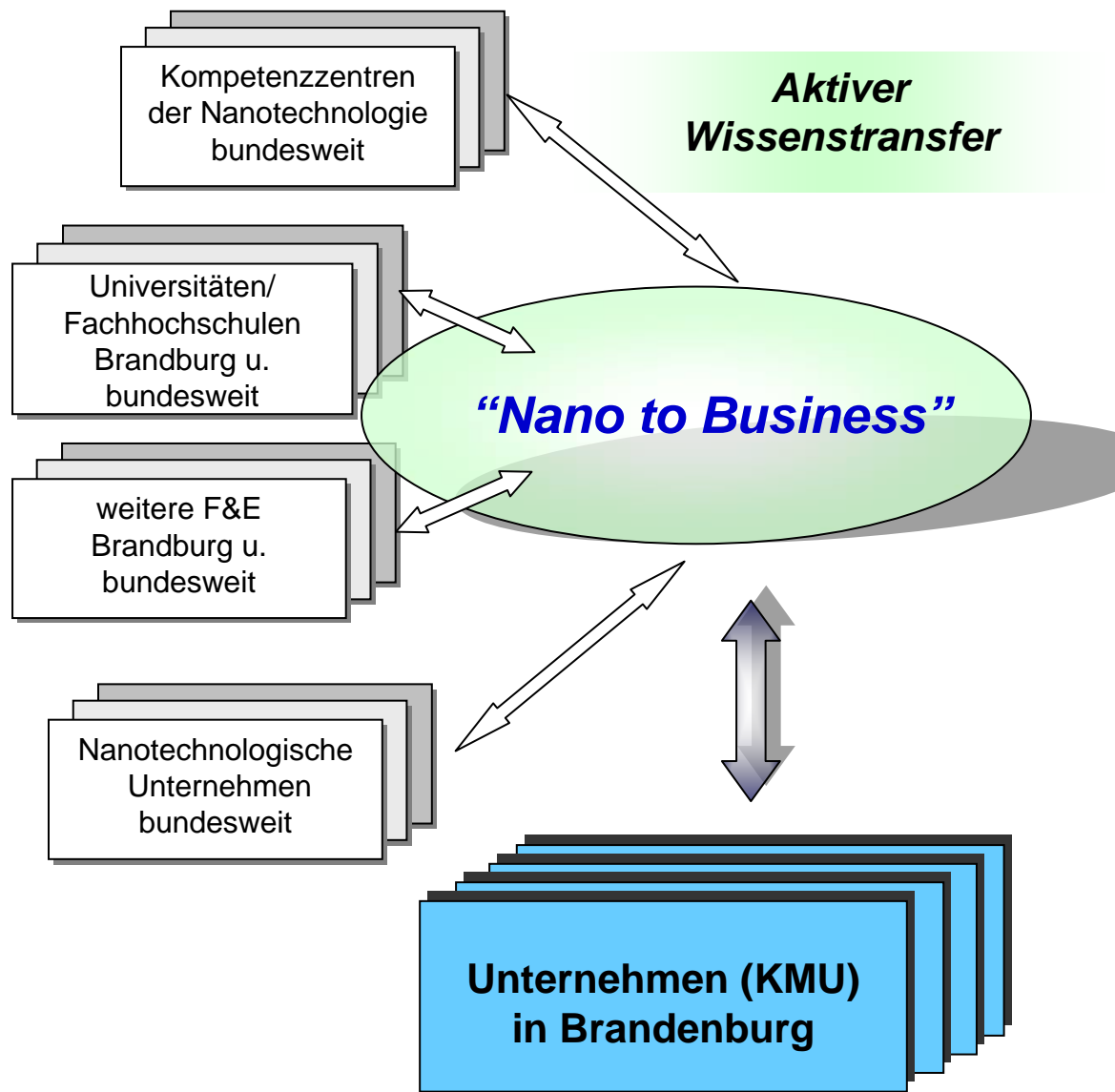
Das Projekt umfasst

die **individuelle Kompetenzentwicklung** durch die
vielfältigen Wissenspotenziale der Nanotechnologie

Wissenstransfer-
plattform



Die Projekthomepage: www.isw-institut.de/nano-brandenburg



Effekte

- individueller Wissenstransfer über Köpfe
- Kompetenzentwicklung der Beschäftigten
- Projektentwicklung zwischen Unternehmen und Wissenschaft
- Netzwerkbildung

Aktuelles Projekt

4. „Untersuchung zum Weiterbildungsbedarf in Unternehmen der Nanotechnologie auf der Basis einer Unternehmensbefragung“



Unterstützt durch



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Technologiezentrum

Untersuchungsbasis:

- bei der quantitativen Befragung sollen mehr als **600 Nanotechnologie-Unternehmen bundesweit** einbezogen werden, die Studie wird Mitte 2008 veröffentlicht

Fragestellungen:

- Welcher **Weiterbildungsbedarf** besteht für welche Branchen und Technikfelder im Bereich der Nanotechnologie?
- Welchen Bedarf haben **kleine und mittlere Unternehmen** im Vergleich zu **Großunternehmen**?
- Welche technologischen, sozialen und methodischen **Kompetenzen** sollen vermittelt werden?
- Wie können Arbeitnehmer im Alter von **über 50 Jahren** für den Bereich Nanotechnologie gezielt weitergebildet werden?

isw- Projektauswahl zum Themenbereich:

innovative Qualifikationsanforderungen in der Nanotechnologie und Formen des Wissenstransfers

- 1. Ermittlung von Trendqualifikationen im Bereich der Nanotechnologie**
- 2. Qualifikationsanforderungen von Akademikern in zwölf Nanotechnologie-Unternehmen (Best-practice)**
- 3. „Nano to Business - Wissenstransfer von der Wissenschaft zur Wirtschaft“, als Modellprojekt**
- 4. Weiterbildungsbedarfe in der Nanotechnologie**

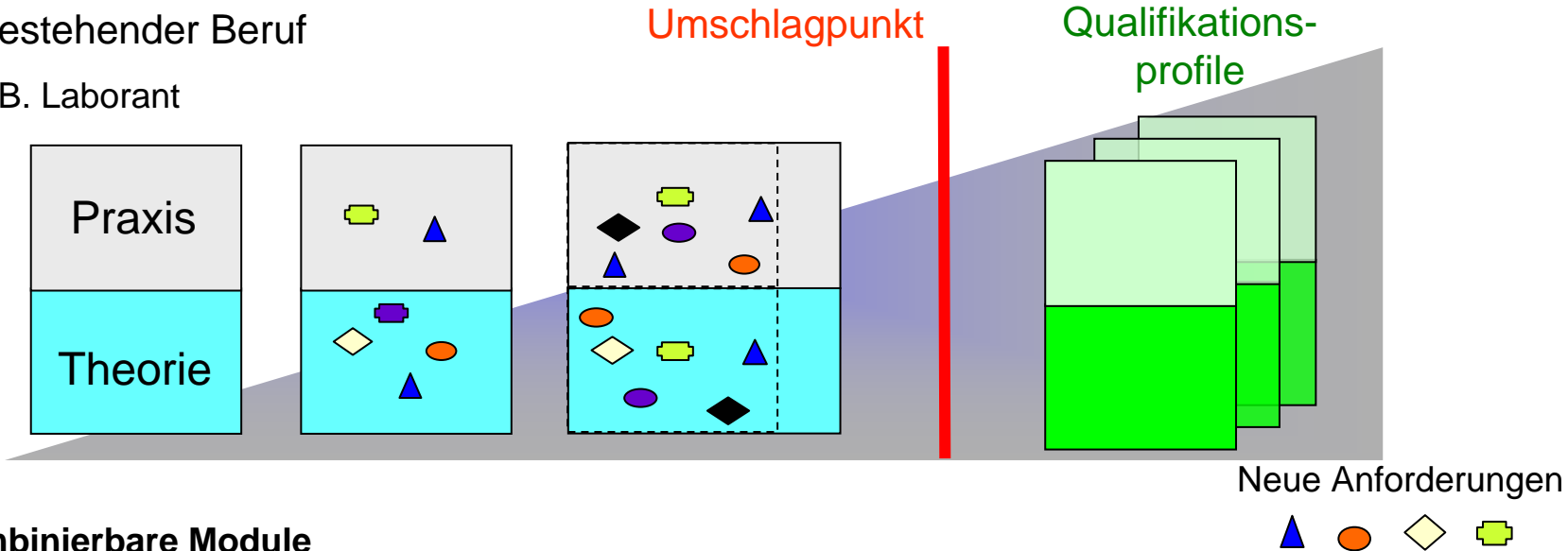
Fazit

1. Ebene Mittlere Qualifikation

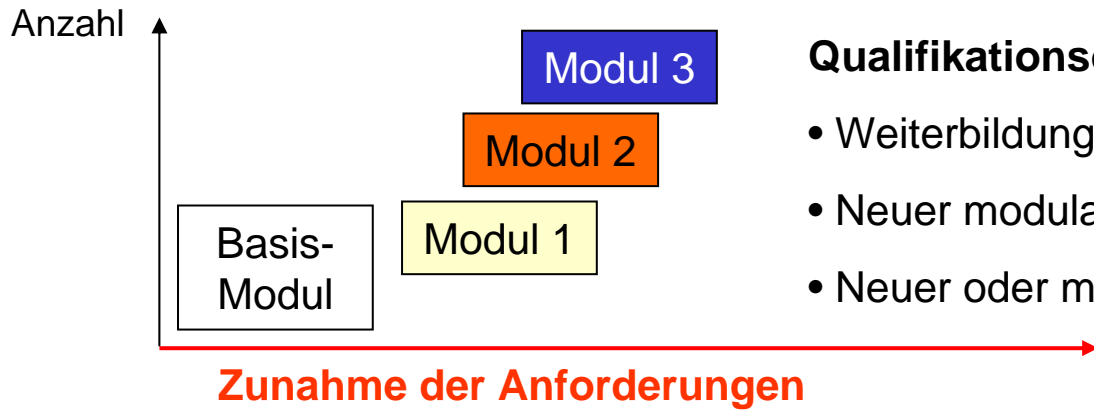
- In den verschiedenen industriellen Bereichen sind die **Tätigkeitsanforderungen** der NT an die Facharbeiter **unterschiedlich stark ausgeprägt**
- Einen einzelnen Beruf „Nanotechniker“ für alle Bereiche ist zu umfassend
- Bisherige Berufe mit Bezug zur NT sind Laboranten (Physik-, Chemie, Biologie-), Technische Assistenten, Elektroniker, Mikrotechnologien, Mechatroniker u. a.
- Arbeitsschwerpunkte sind spezielle Probenvorbereitung, Nanoanalytik, Dokumentation und Qualitätssicherung
- Momentan können gezielte Weiterbildungsmaßnahmen die neuen Anforderungen decken, problematisch ist die Unübersichtlichkeit und schlechte Übertragbarkeit vieler Angebote, hier sind modulare, transparente Formen empfehlenswert
- Bei zunehmendem Bedarf ist die Entwicklung von Weiterbildungsberufen und perspektivisch auch von Ausbildungsberufen sinnvoll

Neue Tätigkeitsanforderungen der NT in der Qualifizierung berücksichtigen!

Bestehender Beruf
z.B. Laborant



Kombinierbare Module



Qualifikationsoptionen

- Weiterbildung durch spezielle Module
- Neuer modularer Weiterbildungsberuf
- Neuer oder modifizierter Ausbildungsberuf

Fazit

2. Ebene Hochschulqualifikation

- Die NT befindet sich momentan noch stark im Bereich **Forschung & Entwicklung, Naturwissenschaftler** und **Ingenieure** spezieller Fachrichtungen sind also besonders gefragt
- seit 2000 werden in Deutschland eine Vielzahl an nanospezifischen Studiengängen angeboten, das neue Bachelor/Master-System ermöglicht ein flexibleres Studium
- viele Unternehmen bevorzugen aber noch Absolventen klassischer Diplom-Studiengänge bzw. ein Grundstudium mit herkömmlichen Studienschwerpunkten, da diese aktuell besser vergleichbar sind
- dem **selbstgesteuerten Lernen** wird für Akademiker eine hohe Relevanz beigemessen, hier sollten entsprechende Arbeitsbedingungen die verschiedenen formellen und informellen Lernformen unterstützen, wie in der **Neuen Lernkultur** postuliert

Publikationen aus dem isw- Untersuchungsschwerpunkt Nanotechnologie

2004



isw
Institut für Strukturpolitik und Wirtschaftsförderung gemeinnützige GmbH (isw)

Schlussbericht

Trendqualifikationen in der Nanotechnologie

II Eingehende Darstellung

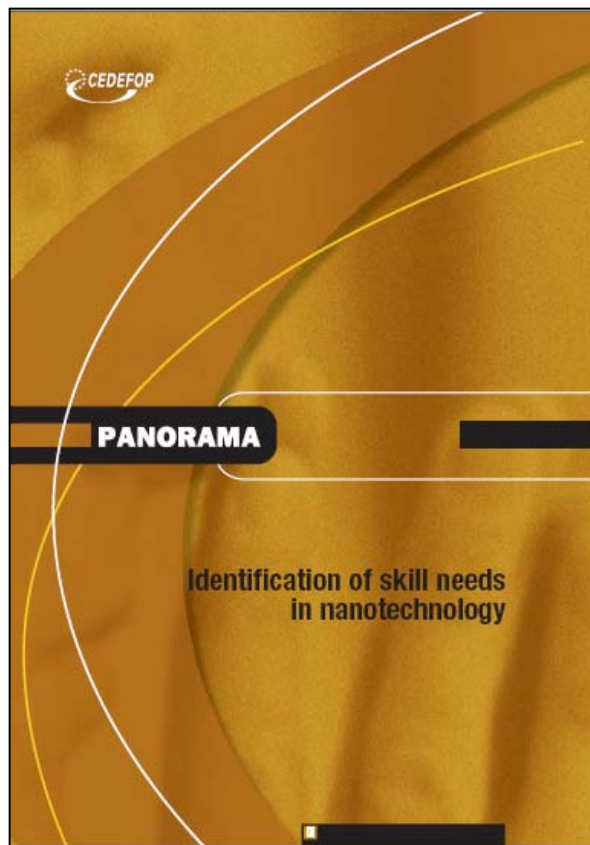
im Rahmen des Projekts
„Ermittlung von Trendqualifikationen im Bereich
der Nanotechnologie“

Der diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums
für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen NMT-03H909 gefördert. Die Ver-
antwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Priv. Doz. Dr. Lothar Abicht
Ekkehard Schlicht
Uwe Schumann

Halle, August 2005

2006



CEDEFOP

PANORAMA

Identification of skill needs in nanotechnology

2007



isw
Institut für Strukturpolitik und Wirtschaftsförderung gemeinnützige Gesellschaft mbH

Qualifizierung von Akademikern/innen im Bereich der Nanotechnologie

Fallbeispiele guter Praxis der Unternehmen



 Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 VDI Technologiezentrum

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Uwe Schumann
schumann@isw-institut.de

Ekkehard Schlicht
schlicht@isw-institut.de

isw Institut
gemeinnützige GmbH,
Büro Berlin

Petersburger Str. 94
10247 Berlin
Tel: 030 42 02 47 25
Fax: 030 42 02 47 28