

---

# Erfahrungen und Schlussfolgerungen aus Bildungsprozessen für Nanotechnologien im Projekt InnoNano

---

Marion Wadewitz, Dietmar Naue, Wolfgang Wetter

BWAW Bildungswerk für berufsbezogene Aus- und Weiterbildung Thüringen gGmbH  
99096 Erfurt, Peter-Cornelius-Str. 12  
Tel: 0361 601460  
E-Mail: [info@bwaw-thueringen.de](mailto:info@bwaw-thueringen.de)  
[www.innonano.de](http://www.innonano.de)

Gefördert durch:  
EUROPÄISCHE UNION  
Europäischer Sozialfonds



**FREISTAAT  
THÜRINGEN**   
Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Arbeit



Zielstellungen und Vorgehen im Projekt InnoNano



Aus der Iststandsanalyse definierter Qualifizierungsbedarf  
(Inhalte, Zielgruppen, Lernformen)



Durchführung und Evaluierung des Qualifizierungsprogramms



Weitere Ergebnisse des Projekts



Erkenntnisse und Ausblick

Anwendungsbereiche der wahrscheinlich aussichtsreichsten  
Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts

**Nanotechnologie**

Chemie/Werkstoffe/Verfahrenstechnik

Information und Kommunikation

Medizin/Gesundheit

Messtechnik

Transport und Verkehr

Umwelt

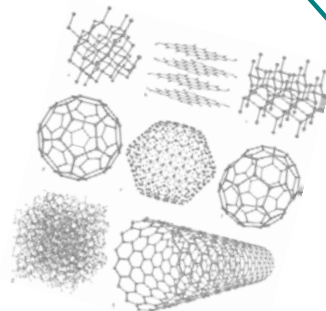
Kosmetik

Energie

Lebensmittel/ -verarbeitung

Maschinenbau

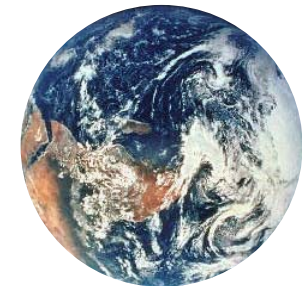
Baugewerbe



▶ „Nanotechnologie beschreibt die Untersuchung, Anwendung und Herstellung von Strukturen, molekularen Materialien und Systemen mit einer Dimension oder mit Fertigungstoleranz typischerweise unterhalb 100 Nanometer. Allein aus der Nanoskaligkeit der Systemkomponenten resultieren dabei neue Funktionalitäten und Eigenschaften zur Verbesserung bestehender oder Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsoptionen.“

(Nano-Initiative – Aktionsplan 2010, Hrsg.: BMBF, Berlin 2006, S. 11)

→ **Nanoskaligkeit → neue Funktionalitäten und Eigenschaften**



1 m

1 nm



Modellvorhaben „Innovationspotenziale der Nanotechnologie für und mit KMU Thüringens mittels Bildungsprozessen erschließen und gestalten (InnoNano)“

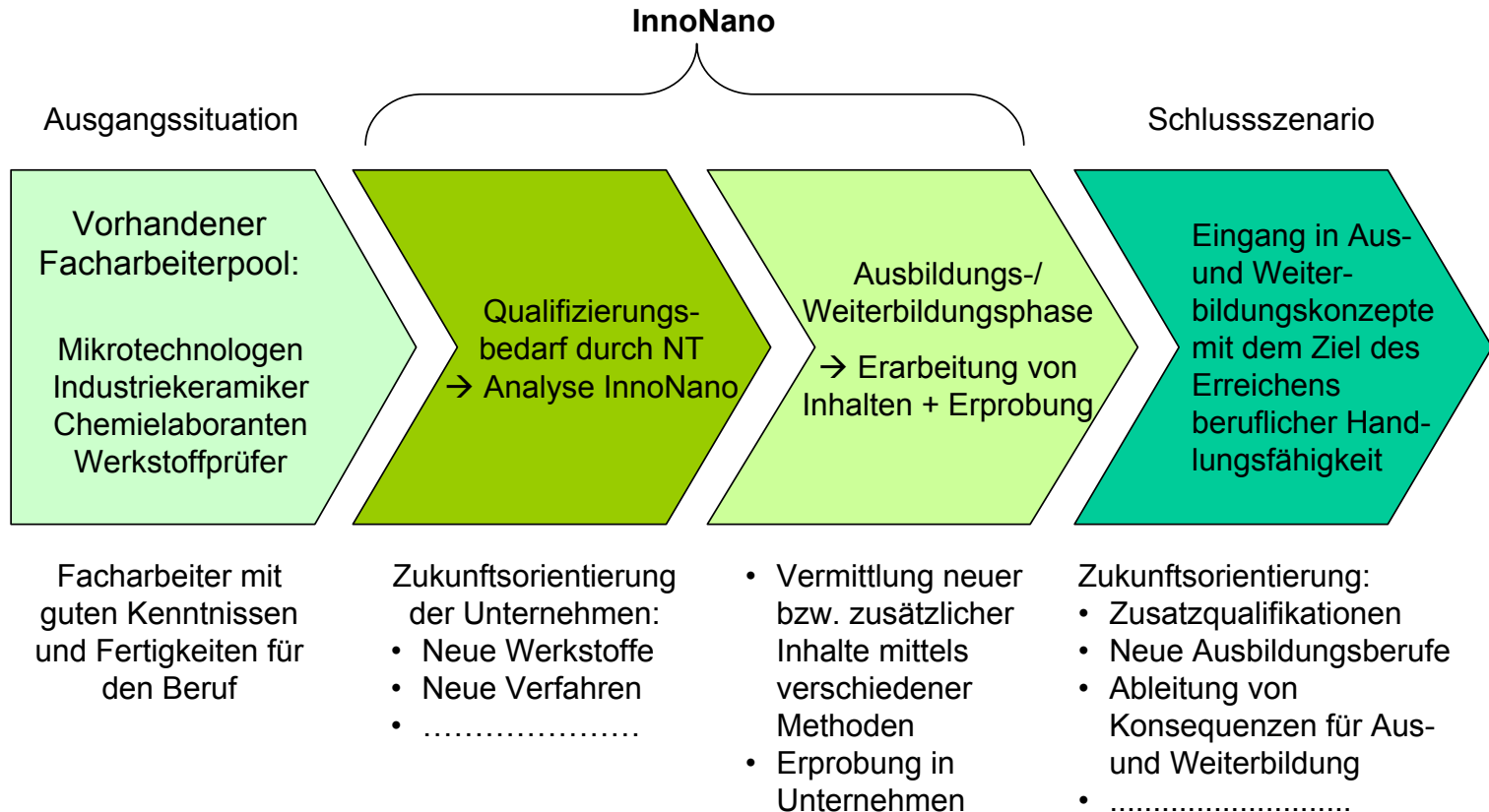
Ausschöpfung des Innovationspotenzials der Nanotechnologie bedarf entsprechend qualifizierten Personals



**InnoNano zielt darauf ab,**

- technische **Projekte** zur Nanotechnologie als innovationsunterstützende Maßnahme mit bedarfsgerechter Erstausbildung und beruflicher Weiterbildung zu verbinden,
- die **Kompetenzen** der Akteure auf dem Gebiet der Nanotechnologie zu **nutzen**, um Konsequenzen für die Aus- und Weiterbildung ableiten und inhaltliche Angebote der Nanotechnologie der beruflichen Bildung zugänglich machen zu können,
- zu untersuchen, inwieweit Aspekte der Nanotechnologie in bestehende und weiterzuentwickelnde **Berufs- und Tätigkeitsbilder** Eingang finden können.

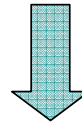
Laufzeit: März 2006 – Februar 2008



**Kooperationspartner/  
Pilotunternehmen**

## Zielstellung der Interviews:

- Analyse der Bildungsbedarfe
- arbeitsprozessorientierte Betrachtung (Prozessanalyse)



Anwendungsfelder

Prozesstechnologien bzw. Herstellungsverfahren

Technologiekompetenzen

Werkstoffe

Bedeutung NT für Unternehmen

**Fragebogen Nanotechnologie**

Die Nanotechnologie ist eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts. Bereits heute werden mit Produkten, die sich nur mit Hilfe der Nanotechnologie realisieren lassen, beträchtliche Umsätze erzielt. Diese Umsätze dürften mit dem wirtschaftlichen Durchbruch der Nanotechnologie zukünftig enorm steigen. Als Beispiele für heutige und zukünftige Anwendungsfelder der Nanotechnologie lassen sich unter anderem die Pharmazie, die Elektronik, der Bereich Neue Materialien, der Automobilbau und der Maschinenbau sowie die Umwelttechnik nennen.<sup>1</sup>

Folgende Befragung wird im Rahmen des NanoImmo-Projekts durchgeführt. Dieses Projekt zielt u. a. darauf ab, die Kompetenzen der Akteure auf dem Gebiet der Nanotechnologie zu erheben, um Konsequenzen für die Aus- und Weiterbildung abzuleiten und in konkrete Angebote der Nanotechnologie der betrieblichen Bildung zugänglich zu machen.

**Allgemeine Informationen**

Ort: .....

Unternehmen: .....

Gesprächspartner/in: .....

Telefon/Fax/E-Mail: .....

**1. Einordnung des Unternehmens**

Hersteller von Nanotechnologieprodukten

Hersteller, der Nanotechnologieprodukte in der Produktion verwendet

Nutzer von Nanotechnologieprodukten in der Dienstleistungsbereich

Vertriebs von Nanotechnologieprodukten

sonstiges: .....

**2. Für welche der folgenden Anwendungsfelder sind Ihre nanotechnologischen Produkte gegenwärtig von Bedeutung (Mehrfachnennungen möglich)?**

<input type="checkbox"/> Information und Kommunikation	<input type="checkbox"/> Energie (Energiespeicherung)
<input type="checkbox"/> Medizinische Diagnostik	<input type="checkbox"/> Maschinenbau
<input type="checkbox"/> Kosmetik	<input type="checkbox"/> Messtechnik
<input type="checkbox"/> Transport und Verkehr	<input type="checkbox"/> Bergbau
<input type="checkbox"/> Chemische Industrie und Verarbeitendes Gewerbe	<input type="checkbox"/> Lebensmittelherstellung/-verarbeitung
<input type="checkbox"/> Umwelt (inkl. Recycling)	
<input type="checkbox"/> Sonstige: .....	

<sup>1</sup> <http://www.forschungsbund-nanotechnologie.de> (Stand: 2009)

<sup>2</sup> „Innovationsbarometer der Nanotechnologie“ ist ein Metriken und mit kleinen Unternehmen Thüringens (NMI) mit Hilfe Bildungsprozessen erdient ein und geteilt.“

1

Relevante Berufsbilder

Typische Aufgaben

Kompetenzen

Qualifizierung

Bildungsbedarfe



- **Nanotechnologie als Chance** für Innovationen und damit für Markterfolge der Unternehmen
- Differenzierte Prozess- und Produktstrategien in den Unternehmen;  
**unterschiedlicher Grad der Implementation von Nanotechnologie**  
(gegenwärtig und in absehbarer Zukunft)  
→ **unterschiedliche Anforderungen** an Facharbeiter und Auszubildende
- **Querschnittscharakter und Interdisziplinarität der Nanotechnologie**  
in Bildungsprozessen beachten
- **Bildungsbedarfe** hinsichtlich Nanotechnologie:
  - Vermittlung des gegenwärtigen Entwicklungsstandes und der Potenziale
  - Sensibilisierung mit Blick auf zukünftige technisch-technologische Entwicklungen
  - Fließende Übergänge zwischen Mikrotechnologie und Nanotechnologie, zunehmende Anforderungen an Soft Skills→ Vermittlung entsprechender fachlicher und überfachlicher Inhalte

### Die Iststandsanalyse flankierende Aktivitäten, u. a.:



Austausch von Erfahrungen und Abstimmung mit JenALL e. V.



Recherchen, vor allem Auswertung von Aktionsplänen, Studien in Deutschland  
– z. B. isw Institut für Strukturpolitik und Wirtschaftsförderung Halle  
(Studie „Trendqualifikationen“)

### Zielgruppen

- Facharbeiter, Vorarbeiter, Auszubildende aller relevanten Berufe
- speziell: Vorarbeiter
- speziell: auszubildende Mikrotechnologen u. a. Auszubildende



Betriebsinterne Qualifizierung



Betriebsübergreifende Qualifizierung für Projektunternehmen



Projektübergreifende Qualifizierung, z. B. für auszubildende Mikrotechnologen



### Lernformen

- Präsenzphasen
  - Seminare
  - Workshops
  - Praktisches Training
- Selbstlernphasen mit bereitgestellten Lernmaterialien

### Fachliche Bildungsmodulare

- Einführung in die Nanotechnologie
- Nanopulver und Nanokomposite
- Risikoaspekte im Zusammenhang mit der Nanotechnologie
- Aufbau- und Verbindungstechnik
- Einführung in die Mikrosystemtechnik

### Überfachliche Bildungsmodulare

- Qualitätssicherung und Dokumentation im Unternehmen
- Reinraumgerechtes Verhalten
- Lernkompetenzen und Wissensmanagement
- Kommunikation im Unternehmen; Problemlösungskompetenzen



Auch bei gleichen Themen Anpassung an Zielgruppen, Anforderungen und Produkte/Verfahren im jeweiligen Unternehmen (weitere Gespräche in den Unternehmen, Betriebsbesichtigungen)  
→ **angepasste inhaltliche Schwerpunktsetzungen und methodisches Herangehen**

Was ist Nanotechnologie?

Woher kommt sie?

Welche Effekte treten mit dem Übergang zur Nanoskaligkeit auf?

Wie werden nanoskalige Strukturen erzeugt?

*Breite und Tiefe der Vermittlung nach Unternehmen differenziert*

Welche Technologiebereiche gibt es in der Nanotechnologie?  
Welche Anwendungen sind bekannt?

Welche branchenbezogenen Arbeitsrichtungen werden verfolgt?

Wo steht Thüringen in der Nanotechnologie?

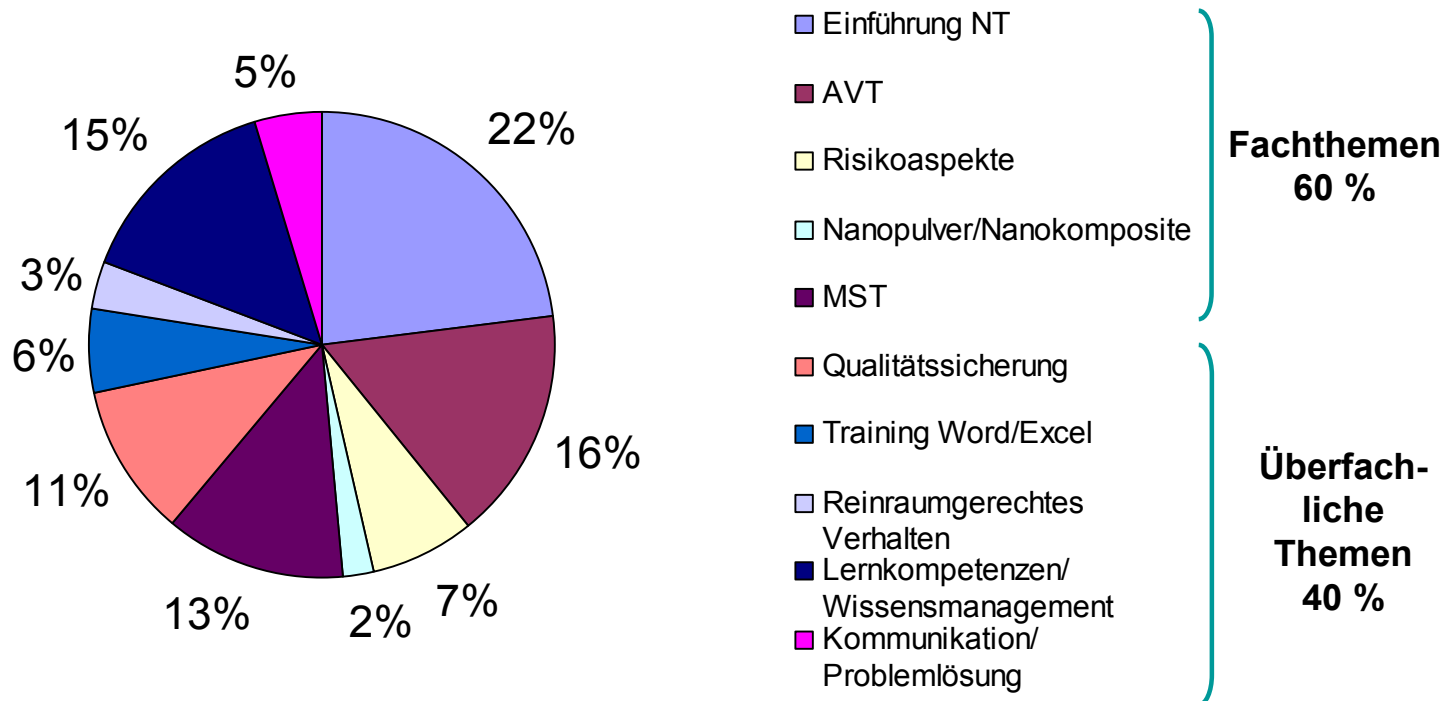
Wie sieht es mit Risiken aus?

*Vertieft im Seminar „Risikoaspekte im Zusammenhang mit der Nanotechnologie“*

+ Unterlagen/Dateien und Hinweise für vertiefende **Selbstlernphase**

Insgesamt 576 Teilnehmer/-innen (z. T. mehrmals) mit 3.749 Stunden, darunter 2.586 Stunden in 43 Seminaren, Workshops (= Präsenzstunden).

## Verteilung der Teilnehmerstunden nach Qualifizierungsinhalten



### Evaluierung

- ↙ Einschätzungen durch Teilnehmer (Fragebogen)
- ↙ Auswertung durch Referenten (Fragebogen)
- ↙ Workshops, Arbeitsberatungen, Gespräche mit Geschäftsführern bzw. anderen Führungskräften der Pilotunternehmen



- Erwartungen der Teilnehmer erfüllt – ca. 70 %  
Gesamteindruck des jeweiligen Seminars gut ... sehr gut – ca. 75 %
- Besonders gut angekommen: Veranstaltungen, die komprimierte Einblicke in neue Entwicklungstendenzen gaben bzw. konkreten Bezug zu den täglichen Arbeitsprozessen aufwiesen
- Verbesserung und Niveaueausgleich im Wissen der Mitarbeiter erzielt
- Angebote für Bildungsdienstleistungen in der Region verbessert



- Ergebnisse der Qualifizierungen nicht direkt in einer Verbesserung der Qualität bzw. des Betriebsergebnisses messbar → eher langfristiger Effekt des Kompetenzzuwachses
- Engagement der Mitarbeiter in Selbstlernphase vor allem davon abhängig, inwieweit Lerninhalte bereits das „Tagesgeschäft“ erreicht haben
- Hoher Abrechnungsaufwand für Unternehmen im Projekt



Eine die Aus- und Weiterbildung in der Mikrosystemtechnik flankierende  
**Struktur zur beruflichen Bildung für die Beförderung der Nanotechnologie**  
→ Angebote für Aus- und Weiterbildung



**Bildungsmodule und Lehr-/Lernmaterialien** einschließlich ergänzender  
Informationen für Referenten/Lehrkräfte, z. B.

- zur Einführung in die Nanotechnologie,
- zu Zusammenhängen und Unterschieden zwischen Mikrotechnologie und Nanotechnologie,
- Sammlung von Experimenten zur Nanotechnologie,
- Liste mit Experten zur Nanotechnologie in Thüringen



Empfehlungen, die Eingang in die **bildungspolitischen Diskussionen** zur beruflichen Bildung auf dem Gebiet der Hochtechnologien gefunden haben bzw. finden können

- Dokumentation zu Nanotechnologie und bestehenden Berufen  
→ Möglichkeiten zur Berücksichtigung der Nanotechnologie bei der Ausbildung in bestehenden Berufen
- Erkenntnisse aus dem Projekt → Vorträge
  - auf dem Kongress zur Aus- und Weiterbildung in Hochtechnologiefeldern (Berlin, 29./30.11.07),
  - in der Beratung des AMA-Fachgremiums „Mikrosystemtechnik“ (Jena, 24.01.08)

① Technische Projekte zur Nanotechnologie als **innovationsunterstützende Maßnahme** mit bedarfsgerechter Erstausbildung und beruflicher Weiterbildung verbinden



für Facharbeiter: Sensibilisierung für Nanotechnologie, Überblickswissen zu Entwicklungsstand und Potenzial



Stärkung der Kompetenzen in der Mikrotechnologie bedeutsam wegen fließendem Übergang zur Nanotechnologie

② Kompetenzen der Akteure auf dem Gebiet der Nanotechnologie nutzen, um **Konsequenzen für die Aus- und Weiterbildung ableiten und inhaltliche Angebote** der Nanotechnologie der beruflichen Bildung zugänglich machen zu können



Gespräche mit Akteuren → konkrete Bildungsmodule entwickelt und erprobt unter Beachtung Pkt. 1



Abstimmung mit JenALL im Zusammenhang mit „fanimat nano“ → Zielgruppen abgegrenzt, Erfahrungen ausgetauscht

③ Untersuchen, inwieweit Aspekte der Nanotechnologie in **bestehende und weiterzuentwickelnde Berufs- und Tätigkeitsbilder Eingang** finden können



Relevante Berufe aufnahmefähig für Aspekte der Nanotechnologie, ggf. Lernbausteine, Zusatzqualifikationen für Mikrotechnologie/-in, andere Berufe.

## Ansätze zur zukünftigen Anwendung der im Projekt erprobten Bildungsmodule

„Einführung in die Nanotechnologie“,  
zusammengefasst mit

- „Nanopulver/Nanokomposite“ und
- „Risikواسpekte im Zusammenhang mit der Nanotechnologie“,  
perspektivisch + Experimente

Zusatzangebot für Auszubildende  
(1 – 2 Tage im BWAW)

„Lernkompetenzen und Wissens-  
management“

Zusatzangebot für Auszubildende,  
(1 Tag im BWAW)

„Kommunikation im Unternehmen,  
Problemlösungskompetenzen“

Zusatzangebot für Auszubildende,  
(1 Tag im BWAW)

Verschiedene Aspekte der Nano-  
technologie im Zusammenhang  
mit AVT, MST

Einbeziehung in bestehende Module  
AVT, MST der überbetrieblichen  
Ergänzungsausbildung

Erfahrungen, Inhalte aus o. g. und  
weiteren Bildungsmodulen des Projekts

Bildungsdienstleistungen für  
Ausbildung, Fortbildung für Arbeitsuchende,  
berufsbegleitende Weiterbildung  
(siehe Infoblatt)

## Einbringen der Ergebnisse und Erfahrungen aus dem Projekt

- ↳ Diskussionen zu Zusatzqualifikationen für verschiedene Berufe
- ↳ Überlegungen zur zukünftigen Gestaltung der Berufestruktur
- ↳ Erarbeitung des DIHK-Rahmenplans für den Geprüften Prozessmanager-Mikrotechnologie
- ↳ Handlungsempfehlungen zur Gestaltung regionaler Technologie- und Innovationspolitik am Beispiel der Mikro- und Nanotechnologien (EU-Projekt REACT – LEG Thüringen)

---

Ergebnisse des Projekts → Homepage [www.innonano.de](http://www.innonano.de)

*Wir danken den Pilotunternehmen,  
insbesondere deren Geschäftsführern und für Aus- und Weiterbildung Verantwortlichen,  
für die konstruktive und engagierte Zusammenarbeit im Projekt.*

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Übrigens:

Bei jedem von uns ist das Haar während des Vortrags  
um durchschnittlich 3.600 nm gewachsen!