

## Große Potentiale der Nanotechnologie in Deutschland

Georg Erber  
gerber@diw.de

*Nanotechnologie ist eine technologische Innovation, die aufgrund ihrer absehbaren vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten große Hoffnungen auf neue Wachstumschancen der Wirtschaft weckt. Derzeit befindet sich die Nanotechnologie noch überwiegend in einer Phase der Grundlagenforschung, in einigen Fällen ist es aber bereits zu marktreifen Entwicklungen und kommerzieller Nutzung gekommen. Deutschland sowie die EU insgesamt stehen auch hier im internationalen Innovationswettbewerb mit den anderen Hochtechnologienationen, insbesondere den USA und asiatischen Ländern wie Japan, China und Südkorea. In diesen Ländern wird Nanotechnologie zu einem Schwerpunkt der Forschungsförderung. Derzeit verfügt Deutschland auf diesem Gebiet über eine international wettbewerbsfähige Forschungs- und Innovationslandschaft. Trotzdem bedarf es nicht nur verstärkter Unterstützung durch öffentliche Mittel, sondern auch intensiver Anstrengungen zur wirtschaftlichen Verwertung dieser Technologie.*

Mit „Nanotechnologie“ werden Technologien aus dem Bereich der Cluster- und Oberflächenphysik sowie der Halbleiterphysik bezeichnet. Als gemeinsames Merkmal dient dabei die Größenordnung von Objekten, die in Einheiten von Nanometern (ein nm = ein Milliardstel Meter) gemessen werden. Diese Dimension reicht in den Bereich von einzelnen Atomen oder Molekülen hinein. Nanotechnologie zielt darauf ab, diese kleinen Teilchen so anzuordnen, dass sie gewünschte Eigenschaften annehmen, die mit traditionellen Verfahren nicht erzeugt werden können. Hinzu kommt die Möglichkeit, quantenphysikalische Effekte zu nutzen. Man spricht deshalb auch von „größeninduzierten Funktionalitäten“ der Nanotechnologie.

### **Vielfältige Anwendungsmöglichkeiten**

Ein oft zitiertes Beispiel ist der Lotuseffekt, der bei entsprechender Gestaltung von Oberflächen jede Art von Flüssigkeit wie bei einem Lotusblatt abperlen lässt. Staubpartikel lassen sich von derartigen Oberflächen ohne spezielle Lösungsmittel mit einfachem Wasser herunterspülen. Eine auf Nanotechnologie beruhende industrielle Massenproduktion von Geschirr, Glasflächen oder lackierten Oberflächen wie bei Fahrzeugen oder Hausfassaden hätte über die unmittelbaren Kostenvorteile hinaus positive ökologische Wirkungen. Die für die Reinigung der bisherigen verschmutzungsanfälligen Oberflächen eingesetzten chemischen Substanzen wären nicht mehr erforderlich. Eine Reihe von Produkten, die diese Eigenschaften besitzen, werden bereits jetzt am Markt angeboten.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vgl. hierzu auch die Pressemitteilung des BMBF, Schavan: „Wir setzen neue Akzente in der Nanotechnologie“ anlässlich der Präsentation vom 6. November 2006 des „Nano-Initiative – Aktionsplan 2010“. Im Eingangsstatement heißt es dort: „Ein Miniatur-Datenspeicher mit einem Fassungsvermögen der gesamten Datenmenge der deutschen Bibliothek. Fenster, die sich selbst reinigen, energiesparende Beleuchtungssysteme und eine effiziente Trinkwasseraufbereitung: Keine Zukunftsmusik sondern Realität. Denn mit Hilfe der Nanotechnologie sind diese Dinge bereits auf dem Markt.“ Berlin 2006.

### **1. Bericht**

Große Potentiale der Nanotechnologie  
in Deutschland  
Seite **393**

Ein weiteres wichtiges Anwendungsfeld umfasst biologische Prozesse auf der Ebene von Molekülen, die insbesondere in der Medizin große Hoffnungen auf völlig neuartige Medikamente und Behandlungstechniken geweckt haben.<sup>2</sup>

Besonders intensiv erforscht werden Anwendungsmöglichkeiten der Nanotechnologie im Bereich der Elektronik und Halbleitertechnologie. Durch fortlaufende Verkleinerung von Transistoren und Leiterbahnen auf integrierten Schaltungen erreichen diese bereits jetzt die Größenordnung von 30 bis 40 nm. Die Vorteile der Miniaturisierung dieser Bauteile entsprechend Moore's Law liegen in einer Leistungssteigerung aufgrund höherer Verarbeitungsgeschwindigkeit wegen kürzerer Wege sowie in dem gleichzeitig sinkenden Energie- und Materialverbrauch.<sup>3</sup> Im Jahr 2006 lag der Anteil der Nanoelektronik (d. h. Strukturbreiten von weniger als 100 nm) bei etwa 10% des gesamten CMOS-Segmentes des Halbleitermarktes. Das Weltmarktvolumen hatte hierbei insgesamt eine Größenordnung von 20 Mrd. US-Dollar.<sup>4</sup>

Im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie wird die Nutzung von Quantenelektronik bzw. -photonik zu völlig neuartigen Informations- und Kommunikationstechnologien in Form von Quantencomputern führen. Anstelle von Bits zur digitalen Darstellung von Informationen und ihrer Verarbeitung treten Qubits.<sup>5</sup>

Im wahrsten Sinne des Wortes würde der Übergang vom klassischen, digitalen Computer zum Quantencomputer einen „Quantensprung“ hinsichtlich der Verarbeitungsgeschwindigkeit herbeiführen.<sup>6</sup> Zugleich schafft die Quantenverschränkung, die in der Quantenkryptografie genutzt wird, neue Möglichkeiten zur abhörsicheren Datenübertragung.<sup>7</sup>

## Nanotechnologie als Wachstumsfaktor

Die wirtschaftliche Nutzung der Nanotechnologie eröffnet vielfältige Möglichkeiten, die den bisherigen makroskopischen Verfahren hinsichtlich der funktionellen Eigenschaften und Reaktionen deutlich überlegen sind. Es wird deshalb zu erheblichen wirtschaftlichen Vorteilen bei der Anwendung nanotechnologischer Verfahren insbesondere hinsichtlich der Herstellungskosten kommen.<sup>8</sup>

Im Unterschied zu den bisher in der ökonomischen Literatur diskutierten Vorteilen (Skalenerträgen) aufgrund der Vergrößerung von Objekten wie Tankschiffen, Flugzeugen oder Halbleiterwafern führt die Nanotechnologie zu einem umgekehrten Skaleneffekt.<sup>9</sup>

Eine Schrumpfung der Objekte erhöht im Falle von Nanotechnologien stattdessen ihre technische Leistungsfähigkeit und senkt zugleich die Kosten. Im Gegensatz zum üblichen Skaleneffekt in der Ökonomie könnte man hier von einem „nanoökonomischen Skaleneffekt“ sprechen.<sup>10</sup> In der industriellen Massenfertigung können beide Arten von Skalenerträgen zusammen auftreten.

**2** Vgl. hierzu beispielsweise BMBF: Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft – WING, Berlin Bonn 2003; EU-DG Forschung: Nanomedicine: Nanotechnology for Health. European Technology Platform, Strategic Research Agenda for Nanomedicine, Brüssel, November 2006; „Die Life Sciences werden langfristig als einer der bedeutendsten Märkte für die Nanotechnologie eingeschätzt. Der Hauptanteil des nanotechnologischen Marktpotenzials im Bereich der Life Sciences basiert derzeit auf biomedizinischen Schnelltests (DNA-, Protein-Chips), bei denen der nanotechnologische Einfluss in erster Linie im Bereich der Detektionssysteme deutlich wird.“ Luther, W. et al.: Nanotechnologie als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt. Studie des VDI/TZ im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft, Berlin Bonn 2007, IV.

**3** Das Mooresche Gesetz besagt, dass sich die Zahl der integrierten Schaltkreise je Flächeneinheit bei minimalen Änderungen der Kosten etwa alle zwei Jahre verdoppelt.

**4** Andere Halbleiterbereiche werden zukünftig ebenfalls zunehmend Produkte und Prozesse aus der Nanotechnologie verwenden. Vgl. hierzu Luther, W. et al., a.a.O., III.

**5** Ein Qubit (für „Quantenbit“) dient als kleinstmögliche Speichereinheit, und definiert gleichzeitig ein Maß für die Quanteninformation. Es wird nur durch die Quantenmechanik korrekt beschrieben. Qubits repräsentieren nicht binäre Zustandsräume, sondern Mannigfaltigkeiten von Parallelzuständen, so dass anstelle einer sequentiellen Berechnung von klassischen Lösungsalgorithmen ein simultanes Rechnen mittels der Mannigfaltigkeiten von Qubits möglich wird. Vgl. hierzu die Website des Fraunhoferinstituts für Rechnerarchitekturen und Softwaretechnik (FIRST), [www.qc.fraunhofer.de/](http://www.qc.fraunhofer.de/).

**6** Vgl. hierzu die Quantum Computing Roadmap der ARDA: A Quantum Information Science and Technology Roadmap, Part 1: Quantum Computation. Report of the Quantum Information Science and Technology Experts Panel, Los Alamos National Laboratory, 2. April 2004. Advanced Research and Development Activity (ARDA). Inzwischen ist diese Organisation in Disruptive Technology Office (DTO) umbenannt worden.

**7** Der Vorteil der Quantenkryptografie gegenüber klassischen Verfahren zur Schlüsselverteilung besteht darin, dass die damit erreichte Sicherheit auf physikalischen Gesetzmäßigkeiten beruht und nicht auf Annahmen über die Leistungsfähigkeit von Computern und Algorithmen. Ein erstes Übertragungsprotokoll zur Quantenkryptografie wurde bereits 1991 von Artur Ekert entwickelt. Es ist bereits heute möglich, die Quantenkryptografie über relativ große Distanzen von mehr als 100 km praktisch zu nutzen. Vgl. hierzu ARDA: A Quantum Information Science and Technology Roadmap, Part 2: Quantum Cryptography, Version 1.0. Report of the Quantum Cryptography Technology Experts Panel, Los Alamos National Laboratory, 19. Juli 2004 sowie Nature: Quantum Cryptography Goes Wireless. Meldung vom 5. März 2007.

**8** Luther, W. et al., a.a.O.: „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.“

**9** Steigende Skalenerträge werden dadurch erzielt, dass bei Vergrößerung von Einheiten, die eingesetzten Faktormengen unterproportional steigen. Mithin kann bei Vorliegen solcher Skaleneffekte ein wirtschaftlicher Gewinn infolge von Kostendegression erzielt werden. So ist der Airbus A380 wirtschaftlicher als kleinere Passagierflugzeuge, weil die Transportkosten je Fluggast aufgrund von Größenvorteilen niedriger ausfallen.

**10** Bei einer Produktionsfunktion  $\lambda^r \cdot Y = F(\lambda \cdot K, \lambda \cdot L)$  führt üblicherweise eine Steigerung aller Faktormengen  $K$  und  $L$  um beispielsweise einen Skalenfaktor  $\lambda$  zu einem Outputmengenanstieg  $Y$ , der wegen  $\lambda > 1$  und  $r > 1$  überproportional zunimmt. Dabei bezeichnet  $r$  die Skalenelastizität der Produktionsfunktion. Im Unterschied hierzu führen nanoökonomische Skalenerträge zum Ergebnis  $\lambda^{-r} \cdot Y = F(\lambda \cdot K, \lambda \cdot L)$ , wenn  $\lambda < 1$  und  $r > 1$  ist, d. h. bei sinkendem Faktoreinsatz steigt der Output überproportional.

Gegenwärtig existieren in Deutschland etwa 450 bis 600 „Nanotechnologieunternehmen“.<sup>11</sup> Eine exakte Ermittlung des Beschäftigungsvolumens im Bereich Nanotechnologie in Deutschland ist derzeit aufgrund der statistischen Erfassung leider nicht möglich. Nach Schätzungen des VDI/TZ beruhen 20 000 bis 32 000 Arbeitsplätze direkt auf Nanotechnologie, weitere 114 000 Arbeitsplätze hängen indirekt mit dieser Technologie zusammen.

Weltweit wird derzeit ein Marktvolumen von etwa 100 Mrd. Euro durch die Nutzung von Nanotechnologie beeinflusst. Allerdings bestehen hinsichtlich einer sauberen statistischen Abgrenzung zwischen direkten und indirekten Effekten der Nanotechnologie auf einzelne Märkte und Wirtschaftszweige erhebliche Probleme, so dass dies nur als eine erste grobe Einschätzung angesehen werden kann. Das schon jetzt erhebliche Potential wirtschaftlicher Nutzung von Nanotechnologie wird rasch zunehmen; es wird mit jährlichen Wachstumsraten von mehr als 10% gerechnet.

### **Forschungs-, Entwicklungs- und Ausbildungsaktivitäten weiter intensivieren**

Die Bundesregierung fördert die nanotechnologische Forschung in Deutschland bereits seit Mitte der 90er Jahre. Derzeit wird im Rahmen des Aktionsplans 2010 der Nano-Initiative des BMBF an der Fortsetzung der bisher erfolgreichen Förderstrategie gearbeitet.<sup>12</sup>

Bei den öffentlichen F&E-Ausgaben belegt Deutschland mit 310 Mill. Euro im Jahr 2005 hinter den USA und Japan den dritten Platz. Gleiches gilt für die Patentanmeldungen. Bei Publikationen wurde Deutschland kürzlich von China auf den vierten Platz verdrängt.<sup>13</sup> Dies zeigt, dass Deutschland seine Anstrengungen in diesem Technologiebereich weiter verstärken muss, um nicht im internationalen Wettbewerb zurückzufallen.

Der Einsatz der Nanotechnologie in der Industrie erfordert entsprechend ausgebildete Mitarbeiter. Es besteht deshalb eine zunehmende Nachfrage nach darauf ausgerichteten Ausbildungs- und Studiengängen sowie nach Aufbaustudiengängen.<sup>14</sup> Bereits qualifizierten Nachwuchswissenschaftlern wird im Rahmen der NanoFutur-Förderung der Aufbau von eigenständigen Forschungsgruppen ermöglicht.<sup>15</sup>

Da bisher in Deutschland vorwiegend kleine und mittlere Unternehmen im Bereich der Nanotechnologie tätig sind, kommt es in den nächsten Jahren insbesondere darauf an, die vorhandenen Unternehmen gemeinsam mit den universitären

und außeruniversitären Forschungseinrichtungen in Innovationsclustern zu bündeln und den Informationsaustausch, vor allem mit Blick auf die Nutzung von neuen Marktchancen, zu fördern.<sup>16</sup> Gestärkt werden muss auch die Fähigkeit der Umsetzung in großtechnische Fertigung, um durch Massenproduktion die preisliche Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig zu gewährleisten.

Je eher es gelingt, Ergebnisse der Grundlagenforschung bis zur Marktreife einschließlich der Massenfertigung – auch im internationalen Verbund mit anderen Ländern und Innovationsclustern – zu entwickeln, desto größer werden die Wachstums- und Beschäftigungseffekte für die deutsche Wirtschaft sein.<sup>17</sup> Zu diesem Zweck finden bereits Branchendialoge statt. Seitens der Bundesregierung wurde ein Programm *Nano geht in Produktion* initiiert, um zwischen Branchenvertretern und Nanotechnologie-

<sup>11</sup> Der höhere Wert wird vom BMWi genannt. Vgl. hierzu BMBF: „So sind derzeit ca. 600 Unternehmen mit der Entwicklung, Anwendung und dem Vertrieb nanotechnologischer Produkte befasst, darunter ca. 120 Großunternehmen und 480 KMU.“ Die VDI/TZ-Studie nimmt folgende Abgrenzung vor: „Als „Nanotechnologieunternehmen“ werden Unternehmen bezeichnet, die sich entweder nach eigener Einschätzung als in der Nanotechnologie tätige Unternehmen betrachten, an Projekten des Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Bereich Nanotechnologie partizipieren oder aufgrund ihrer Aktivitäten im Bereich Nanotechnologie als solche Unternehmen von den Verfassern dieser Studie klassifiziert wurden.“ Luther, W. et al., a.a.O., 15 bzw. 1.

<sup>12</sup> BMBF: Nano-Initiative, a.a.O. Diese ist Bestandteil der vom BMBF verkündeten Hightech-Strategie: Die Hightech-Strategie für Deutschland. Berlin Bonn 2006, 80-83. Zur Evaluation der bisherigen Förderung liegt die Studie des Instituts Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) und munid consulting vor: Die Kompetenzzentren der Nanotechnologie in der Frühphase der Bundesförderung. Ein Bericht zur begleitenden Evaluation. 2002. Insbesondere die Fraunhofer Institute haben sich bereits zu Kooperationsnetzwerken, Forschungsgruppen und -allianzen sowie Innovationsclustern untereinander, insbesondere im Rahmen der Information and Communication Technology Group, vernetzt. Zur regionalen Verteilung der nanotechnologischen Aktivitäten in Deutschland siehe auch die vom VDI/TZ entwickelte Website nano-map.

<sup>13</sup> Vgl. hierzu Forbes.Com: China Closing Gap with US on Nanotechnology – Report. Meldung vom 26. September 2006. Nemets, A.: China's Nanotechnology Revolution. In: The Jamestown Foundation – China Brief, Volume 4, Issue 16, 5. August 2004. Appelbaum, R. P.: Innovation or Imitation? China's Bid to Become a Global Leader in Nanotechnology. Woodrow Wilson Center, Konferenz zum Thema: Nanotechnology in China: Ambitions and Realities. Project on Emerging Nanotechnologies, 6. Februar 2007.

<sup>14</sup> Vgl. hierzu auch das Portal des VDI/TZ „Bildungslandschaften Nano“, [www.techportal.de/de/25/2/static\\_public\\_static\\_1106/](http://www.techportal.de/de/25/2/static_public_static_1106/).

<sup>15</sup> Vgl. hierzu die BMBF-Website [www.bmbf.de/foerderungen/6092.php](http://www.bmbf.de/foerderungen/6092.php).

<sup>16</sup> Vgl. hierzu beispielsweise das deutschlandweite Competence Centre for the Application of Nanostructures in Optoelectronics (NanOp), [www.nanop.de/](http://www.nanop.de/) sowie den Überblick aller in Deutschland derzeit existierenden Nanotechnologiekompetenzzentren (CCN), [www.techportal.de/de/322/2/static\\_public\\_static\\_1103/](http://www.techportal.de/de/322/2/static_public_static_1103/).

<sup>17</sup> Exner, K.-J.: „Die gegenwärtig erst rund 600 der Nanotechnologie zurechenbaren, meist kleinen Unternehmen in Deutschland sind ein Anfang und zeigen zugleich die Dimension der Herausforderung einer breitenwirksamen und damit KMU-orientierten Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen auf diesem Gebiet. Von besonderer Bedeutung sind hier die schnelle Diffusion in die klassischen Industriebranchen und die spezifische Start-up-Förderung nach erfolgreicher anwendungsorientierter Forschung in Leitprojekten und Technologiestudien.“ Nanotechnologiebeauftragter des BMWi in Luther, W. et al., a.a.O., 11.

experten neue Fertigungs- und Prozesstechnologien im Bereich der Massenfertigung zu erkunden.<sup>18</sup>

Ein weiteres Aufgabenfeld besteht in der Standardisierung und Normung von nanotechnologischen Produkten und Verfahren im Rahmen des europäischen Forschungsprojekts NANO-STRAND. Standardisierung ist eine wesentliche Voraussetzung für die Realisierung von Skaleneffekten sowie direkten und indirekten Netzwerkeffekten.

Im Vergleich zu den Bemühungen in den USA und in Ostasien erfolgt die Nutzung der Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung in Deutschland noch zu zögerlich.<sup>19</sup> Die Diffusion nanotechnologischer Verfahren in den verschiedenen Wirtschaftsbereichen, die Neugründung innovativer Unternehmen zur wirtschaftlichen Nutzung von Nanotechnologien und die Vielfalt an Produkten und Verfahren sind insgesamt im Vergleich zu anderen Wettbewerbern noch zu schwach ausgebildet. Die wichtigste Herausforderung besteht daher in der Intensivierung der wirtschaftlichen Verwertung.

Hierzu müssen insbesondere für die kleinen und mittleren Unternehmen in diesem Bereich auch adäquate Möglichkeiten der Risikokapitalfinanzierung entwickelt werden. Aufgrund der vergleichsweise hohen Kapitalintensität sind die hierfür erforderlichen Budgets größer als in anderen Bereichen. Hinzu kommt die Notwendigkeit einer besseren Risikoabsicherung, da das Geschäftsrisiko – wie generell bei hochinnovativen Produkten – besonders groß ist.

## Fazit

Deutschland verfügt über günstige Ausgangsbedingungen, seine starke Stellung in der Nanotechnologie zu halten oder noch auszubauen. Allerdings müssen die vorhandenen Potentiale durch den weiteren Ausbau von Innovationsclustern und durch stärkere Vernetzung von innovativen kleinen und mittleren Unternehmen mit weltweit agierenden Großunternehmen weiterentwickelt werden. Gleichzeitig müssen die Anstrengungen zur wirtschaftlichen Verwertung der Nanotechnologie intensiviert werden. Hinzu kommt die Bereitstellung von entsprechend qualifizierten Fachkräften im Rahmen neuer Studien- und Ausbildungsgänge an den Universitäten

und Fachhochschulen. Des Weiteren ist die breite Öffentlichkeit über die Risiken und Chancen der Nanotechnologie noch besser zu informieren, um mehr Aufmerksamkeit auf diesen wichtigen Innovationsbereich zu lenken.<sup>20</sup>

Durch internationale Kooperation mit anderen weltweit führenden Innovationsclustern kann darüber hinaus ein notwendiger Wissenstransfer zum gegenseitigen Nutzen erreicht werden. Die zwei im 7. EU-Rahmenprogramm initiierten Europäischen Technologieplattformen für spezielle Anwendungsfelder der Nanotechnologie, ENIAC für Nanoelektronik sowie Nanomedicine, verbessern die Kooperationsmöglichkeiten im europäischen Forschungsraum in diesen Forschungsfeldern erheblich. Im 6. EU-Rahmenprogramm hatte dagegen noch der Förderschwerpunkt auf der Entwicklung neuer Materialien und Fertigungsverfahren gelegen. Über den Bereich der EU hinaus bedarf es weiterer Kooperationsabkommen und Fördermaßnahmen auch seitens der Bundesregierung.<sup>21</sup>

<sup>18</sup> Vgl. hierzu PTKA: Nano geht in die Produktion, Produktionstechnik zur Nutzung der nanotechnologischen Potentiale. Ergebnis der Diskussion über den Forschungs- und Handlungsbedarf bei den 8. Karlsruher Arbeitsgesprächen am 14. und 15. März 2006, Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe, [www.produktionsforschung.de/fzk/groups/pft/documents/internetdokument/id\\_053696.pdf](http://www.produktionsforschung.de/fzk/groups/pft/documents/internetdokument/id_053696.pdf). Gefördert werden derzeit Leitinnovationen in den Programmen NanoFab, NanoMobil, NanoforLife sowie NanoLux. Des Weiteren sollen auch im Bereich Brennstoffzellen Anwendungen nanotechnologischer Verfahren entwickelt und wirtschaftlich genutzt werden, siehe hierzu BMBF, a. a. O., 17.

<sup>19</sup> Vgl. hierzu die in der National Nanotechnology Initiative (NNI) sowie der National Science Foundation in den USA zusammengefassten Aktivitäten, [www.nsf.gov/crssprgm/nano/reports/related\\_rpts.jsp](http://www.nsf.gov/crssprgm/nano/reports/related_rpts.jsp). Auch Großunternehmen wie Microsoft sind in die Entwicklung von Quantum Computing involviert. Vgl. hierzu die Website von Chetan Nayak, KITP & Microsoft: Project Q, The Quantum Hall Effect and Topological Quantum Computation. [online.kitp.ucsb.edu/bblunch/nayak/](http://online.kitp.ucsb.edu/bblunch/nayak/). Die dort verwendeten technologischen Konzepte werden derzeit als besonders aussichtsreich angesehen, zuverlässige Verfahren für Quantum Computing zu entwickeln. Dies wirft sicherlich auch bedeutsame Fragen hinsichtlich der zukünftigen Patentrechte an diesen Technologien auf. Insbesondere im Bereich des Risikoassessments bezüglich möglicher Umwelt- und Gesundheitsrisiken scheinen die USA gegenüber anderen Ländern ebenfalls derzeit einen deutlich Vorsprung zu besitzen. IRGC: Nanotechnology Risk Governance. White Paper, International Risk Governance Council, Genf 2006.

<sup>20</sup> Vgl. hierzu auch die Ergebnisse einer Umfrage für Deutschland von TNS Infratest und des SOEP: Wissenschaftsdialog und Nanotechnologie. München Berlin, August 2006. Dort heißt es: „Die Nanotechnologie ist bisher noch weniger im Bewusstsein der Bevölkerung ‚angekommen‘ als andere Zukunftstechnologien ... Der Wissensstand in der Bevölkerung zur Nanotechnologie ist bisher äußerst gering. Nur etwa die Hälfte der Befragten hat nach eigener Aussage vom Begriff Nanotechnologie überhaupt schon gehört.“ 12.

<sup>21</sup> Vgl. hierzu auch Erber, G., Hagemann, H.: Deutsche Innovationspolitik: Herausforderungen im Zuge der Globalisierung. Wochenbericht des DIW Berlin, Nr. 16/2007. Im vergangenen Jahr fand ein gemeinsamer EU-China Workshop on Nanomaterials im Rahmen des 6. EU-Rahmenprogramms statt, [ftp.cordis.europa.eu/pub/nmp/docs/eur-china-workshop-programme\\_en.doc](http://ftp.cordis.europa.eu/pub/nmp/docs/eur-china-workshop-programme_en.doc).

JEL Classification:  
L63, L52, O30

Keywords:  
Nanotechnology,  
Quantencomputing,  
Industrial Policy

## DIW-Konjunkturbarometer

vom 11. Juni 2007

### Leicht abgeschwächtes Wachstum im zweiten Quartal

Das DIW-Konjunkturbarometer zeigt für die Wirtschaftsleistung (saison- und kalenderbereinigtes Bruttoinlandsprodukt) im laufenden Quartal einen Zuwachs von 0,4% gegenüber dem Vorquartal an. Gegenüber der Prognose im Mai, die mit einem Wert von 0,6% noch eine geringfügige Beschleunigung des Wachstums gegenüber dem Vorquartal (das Wirtschaftswachstum im ersten Quartal betrug 0,5%) signalisierte, legt die aktuelle Prognose eine leichte Abschwächung nahe. Ein grundsätzlich anderes gesamtwirtschaftliches Konjunkturbild ergibt sich hieraus jedoch nicht. Zum einen sind für die Prognoseanpassungen nicht zuletzt Revisionen der Produktionszahl im Schlussquartal des Vorjahres verantwortlich, zum anderen liegen derart geringe Prognoseschwankungen innerhalb des statistischen Prognosebandes. Insgesamt setzt die deutsche Volkswirtschaft damit unverändert ihren Aufwärtstrend fort.

Innerhalb der Wirtschaftsbereiche ist für das Produzierende Gewerbe (ohne Bau) nunmehr mit einer etwas verhalteneren Entwicklung zu rechnen. Dies liegt zum einen an den bereits angesprochenen Revisionen, zum anderen deuten aber auch die Produktions- und Auftragsingangszahlen am aktuellen Rand auf eine weniger schwungvolle Entwicklung hin, als noch im Vormonat erkennbar war. Diesem Effekt wirkt jedoch eine geringere Abschwächung im Baubereich entgegen. Trotz der zuletzt wieder aufwärtsgerichteten Einzelhandels- und Gaststättenumsätze, die als erste Zeichen einer Erholung nach dem mehrwertsteuerbedingten Einbruch im ersten Quartal gelten können, ist der Wirtschaftszweig „Handel, Gaststätten, Verkehr“ nach wie vor deutlich von dem im Schlussquartal des Vorjahres erreichten Niveau entfernt. In den übrigen Dienstleistungssektoren gibt es hingegen kaum Bewegung.

#### Impressum

DIW Berlin  
 Königin-Luise-Str. 5  
 14195 Berlin

#### Herausgeber

Prof. Dr. Klaus F. Zimmermann (Präsident)  
 Prof. Dr. Georg Meran (Vizepräsident)  
 Prof. Dr. Tilman Brück  
 Prof. Dr. Claudia Kemfert  
 Prof. Dr. Viktor Steiner  
 Prof. Dr. Alfred Steinherr  
 Prof. Dr. Gert G. Wagner  
 Prof. Dr. Christian Wey

#### Redaktion

Kurt Geppert  
 PD Dr. Elke Holst  
 Manfred Schmidt

#### Pressestelle

Renate Bogdanovic  
 Tel. +49 – 30 – 89789–249  
 presse@diw.de

#### Vertrieb

DIW Berlin Leserservice  
 Postfach 7477649  
 Offenburg  
 leserservice@diw.de  
 Tel. 01805–19 88 88, 14 Cent/min.

Reklamationen können nur innerhalb von vier Wochen nach Erscheinen des Wochenberichts angenommen werden; danach wird der Heftpreis berechnet.

#### Bezugspreis

Jahrgang Euro 180,–  
 Einzelheft Euro 7,– (jeweils inkl. Mehrwertsteuer und Versandkosten)  
 Abbestellungen von Abonnements spätestens 6 Wochen vor Jahresende

ISSN 0012-1304

Bestellung unter leserservice@diw.de

#### Konzept und Gestaltung

kognito, Berlin

#### Satz

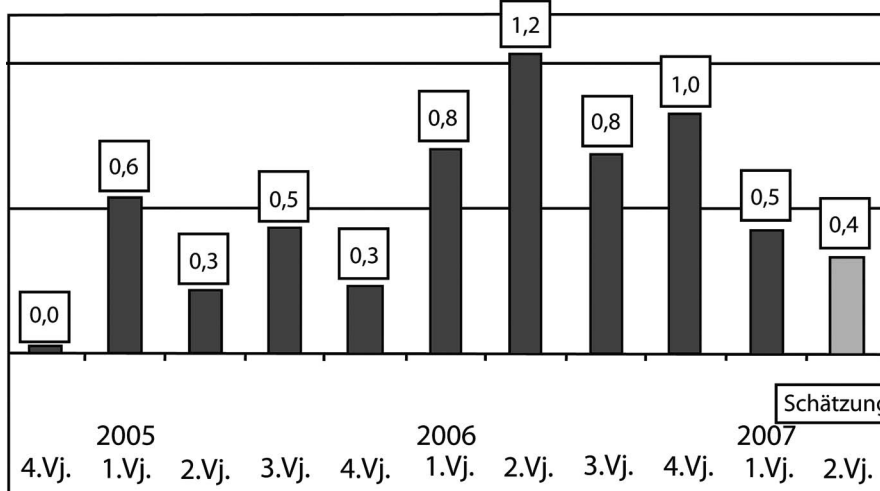
eScriptum, Berlin

#### Druck

Walter Grünzacher GmbH & Co. KG, Berlin

Nachdruck und sonstige Verbreitung – auch auszugsweise – nur mit Quellenangabe und unter Zusendung eines Belegexemplars an die Stabsabteilung Information und Organisation des DIW Berlin (Kundenservice@diw.de) zulässig.

Arbeitstäglich und saisonbereinigtes reales Bruttoinlandsprodukt in Deutschland (Kettenindex)



DIW Berlin 2007

Siehe auch [www.diw.de/deutsch/produkte/konjunkturbarometer](http://www.diw.de/deutsch/produkte/konjunkturbarometer).