

# Zukunft nachgefragt

Neues zum Delphi '98



**Belegexemplar**

ISI-SCHRIFTEN

Bitte nicht entfernen

## Delphi '98 – Zukunftswissen von 2.000 Experten

Im Februar 1998 wurde die neue Delphi '98-Umfrage, eine Studie zur globalen Entwicklung von Wissenschaft und Technik, der Öffentlichkeit vorgestellt.

Mehr als 2.000 Fachleute aus Unternehmen, Dienstleistung und Verwaltung, Hochschulen und Forschungsinstituten haben 1.070 Einzelentwicklungen der nächsten 30 Jahre in zwölf Themenfeldern beurteilt.

Ziele dieser Studie sind, das notwendige Orientierungswissen zu erarbeiten, eine Informations-

grundlage für Entscheidungen bereitzustellen und sich über gemeinsame Zukunftsrichtungen zu verständigen. Damit an diesem Prozeß möglichst viele Akteure beteiligt werden, kann die Studie beim Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI) unter dem Stichwort Delphi '98 gegen eine Schutzgebühr von DM 55,- zuzügl. MwSt. und Versand angefordert werden, Fax: (0721) 68 91 52. *Zukunft nachgefragt* wird einige Ergebnisse aufgreifen und vorstellen.

### Warum Zukunft nachgefragt?

Der Delphi '98-Prozeß ist mit dem Abschluß der Befragung noch nicht zu Ende. Der Prozeß der Zukunftsgestaltung muß kontinuierlich geführt werden.

Mit **Zukunft nachgefragt** sollen einige der Themen des Delphi '98 vertieft und die Diskussion um die Zukunft angestoßen werden. Im Vergrößerungsglas betrachten wir in dieser Ausgabe die Nanotechnologie.

Herausgegeben wird **Zukunft nachgefragt** vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF)



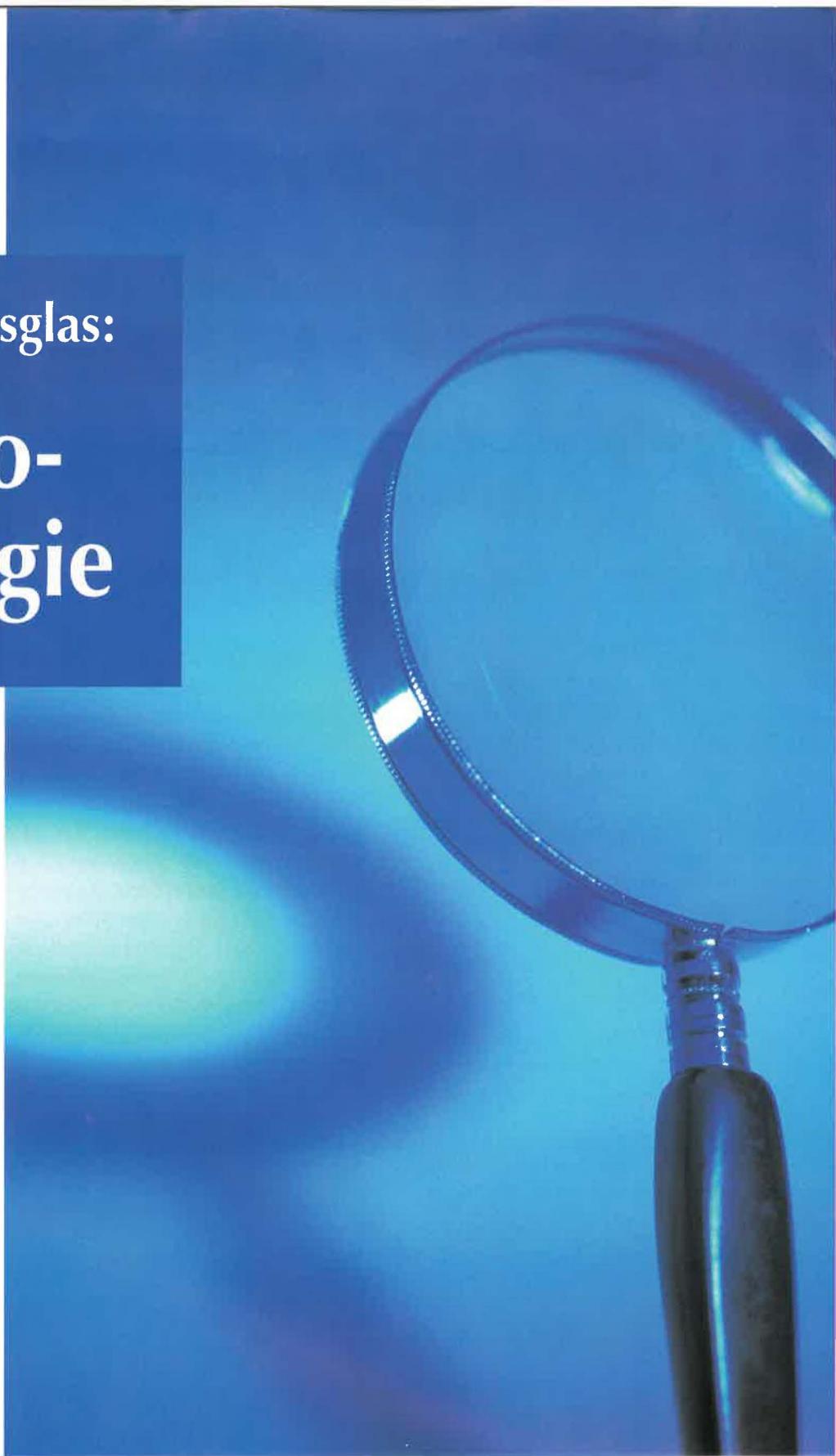
Im Vergrößerungsglas:

# Die Nanotechnologie

Die Umfrage des Delphi '98 skizziert wichtige Trends in Wissenschaft und Technik. Die 1.070 Thesen verteilen sich dabei auf 12 Fragebögen. Diese Einteilung wird dem an einzelnen Disziplinen oder Sektoren Interessierten gerecht: Sie oder er findet schnell zum eigenen Gebiet. Entsprechend ist der Bericht Delphi '98 auch in seinem Datenteil gegliedert worden.

Man kann an das Datenmaterial aber auch ganz anders herangehen, nämlich mit dem Vergrößerungsglas. Gerade interdisziplinäre Gebiete werden in mehreren Thesen in unterschiedlichen Fachgebieten angesprochen. In *Zukunft nachgefragt*

werden in loser Folge ausgewählte Gebiete betrachtet, die forschungspolitisch interessant sind. Diese Beispiele laden aber auch zur Nachahmung ein, es selbst zu versuchen und sich ein anderes "Teilgebiet" auszuschneiden.



Die Eroberung des Nanokosmos ist eine der Visionen im Delphi '98, die (noch) nicht den Rang eines eigenständigen Fachgebiets hat, aber auch schon aus mehreren Thesen besteht. Wie immer bei einem neu entstehenden Gebiet versteht nicht jeder Fachwissenschaftler exakt das gleiche unter dem Oberbegriff "Nanotechnologie". In der Bekanntmachung des BMBF über einen Wettbewerb zur Förderung von Nanotechnologie-Kompetenzzentren wird die Nanotechnologie als ein junges innovatives Gebiet beschrieben, das sich aus einer Vielzahl spezialisierter Fachdisziplinen von hoher Komplexität zusammensetzt. Die Nanotechnologie hat für fast alle Wirtschaftsbranchen Bedeutung und erfordert dabei interdisziplinäres Zusammenwirken.

**Fensterglas erzeugt Strom**

Im Delphi '98 finden sich 21 Thesen, die sich unzweifelhaft mit Aspekten der Nanotechnologie beschäftigen. Sieben dieser Thesen sind im Fachgebiet "Information und Kommunikation" enthalten, zwei im Bereich von "Management und Produktion" und die übrigen im Bereich "Chemie und Werkstoffe". Da geht es um Herstellungsverfahren für sehr komplexe Strukturen bis in molekulare und atomare Bereiche hinein, Speicherdichten, die Größenordnungen über den heutigen liegen, und allgemeine Prozeßtechniken, die sich für Strukturen einer Abmessung von einem Dutzend Nanometern industriell eignen. Es geht aber auch um die Aufklärung von Phänomenen der stofflichen Selbstorganisation in anorganischen und organischen Werkstoffen, um zerstörungsfreie Prüfverfahren zur Auffindung winzigster Risse, um so praktische Dinge wie transparente So-

larzellen auf der Basis von nanoskaligen Materialien und um die berühmten Fensterscheiben, die Strom erzeugen.

### Die zeitliche Perspektive

Im Mittel können die ausgewählten Nanovisionen um das Jahr 2010 realisiert werden. Eine Delphi-Umfrage unterscheidet sich von anderen Umfragen dadurch, daß die erhaltenen Bewertungen in anonymer Weise allen

Befragten wieder zugänglich gemacht werden, so daß diese ihre ursprüngliche Einschätzung korrigieren können, wenn sie wollen. Üblicherweise wird in der zweiten Befragungsrunde ein Konvergenzeffekt entdeckt, wenn die wissenschaftlichen und technischen Communities bereits so etwas wie einen Konsens entwickelt haben. Existiert dieser nicht, gehen die Meinungen eher noch weiter auseinander. Dabei gibt es immer einzelne Fachleute, die selbst an den einzelnen Themen arbeiten, und daher eine besonders hohe Kompetenz beanspruchen können, andererseits aber möglicherweise befangen sind: schließlich geht es um ihre eigene berufliche Zukunft und Karriere.

Was man allgemein erwarten darf, findet sich ebenfalls unter dem Vergrößerungsglas. In der Nanotechnologie spreizen sich die Einschätzungen zu einer mittleren Realisierungszeit von 2006 bis 2015 in der ersten Befragungsrunde. In der zweiten Runde pas-

sen sich einige Optimisten den mittleren Einschätzungen an: die Spannweite reicht jetzt nur noch von 2008 bis 2015, der Medianwert verschiebt sich von 2010 auf 2011. Die selbst an diesen Fragen arbeitenden Experten deuten zwar auch auf einen Medianwert von 2010 hin, sind aber ein wenig optimistischer: ihre Schätzbreite reicht von 2007 bis 2013.

### Wofür ist Nanotechnologie wichtig?

Obwohl die wirtschaftlichen Anwendungen der Nanotechnologie zweifelsfrei zu beschreiben und erste Produkte bereits auf dem Markt sind, ist das Gebiet noch sehr in den Grundlagen verhaftet. Es konnte erwartet werden, daß durch eine Befassung mit den Thesen unser wissenschaftliches Verständnis verbessert wird und damit eine Erweiterung unserer Erkenntnisse eintritt. So sehen es auch die befragten Experten: 27 % aller Befragten weisen auf die Erweiterung des Wissens durch die Erforschung der Nanotechnologie hin, gerade mal 1 % nennt die Befassung mit der Nanotechnologie "unwichtig".

**Ob für die Wirtschaft allgemein, die Ökologie oder Beschäftigungssituation – die Nanotechnologie hat zukünftig eine enorme Bedeutung.**

Aber nun kommt die Überraschung: Fast genau so viele „Stimmen“, die den Erkenntnisfortschritt hervorheben, weisen auf das ökologische

Potential (24 %), auf die Bedeutung der Nanotechnologie für Arbeit und Beschäftigung (22 %) und den gesellschaftlichen Fortschritt (22 %) hin (Mehrfachantworten sind zugelassen).

## Welche Maßnahmen müssen zur Entwicklung der Nanotechnologie ergriffen werden?

In dem Maßnahmenbündel erhalten drei Aspekte etwa gleichermaßen Priorität. Jeweils mehr als 50 % der Befragten verlangen internationale Kooperation, den Ausbau der FuE-Infrastruktur und mehr Fördermittel.

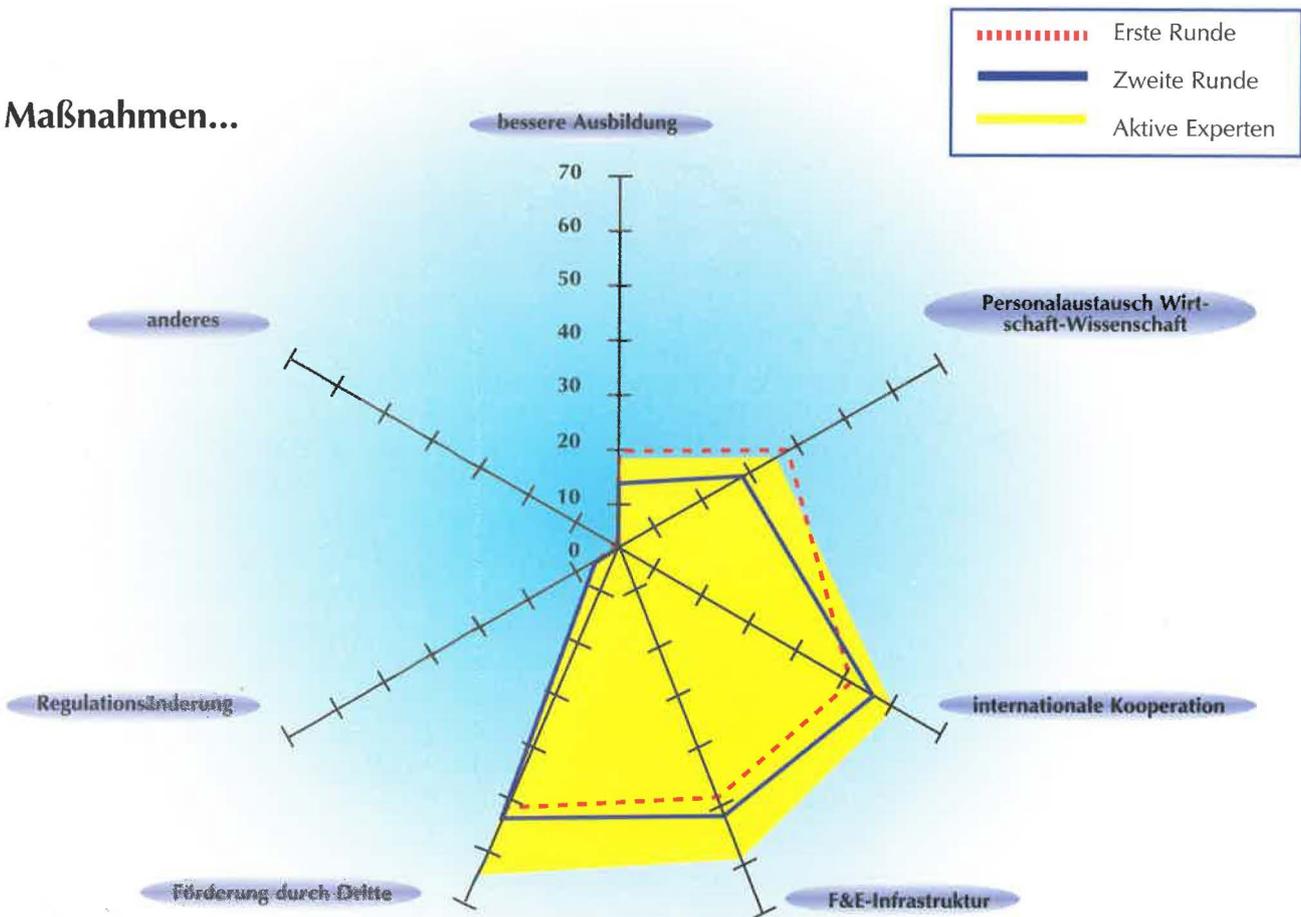
Darüber hinaus halten mehr als 1/4 der Befragten die Verstärkung des Personalaustausches zwischen Wirtschaft und Wissenschaft für notwendig; selten wird die Verbesserung der Ausbildungsgänge und praktisch nie der Bereich der Regulierung angesprochen.

Auffallend ist, daß die unmittelbar an der Nanotechnologie arbeitenden Fachleute in noch

viel stärkerem Maße eine verbesserte Forschungsförderung fordern (65 %) und auch in höherem Maße den Personalaustausch zwischen Wirtschaft und Wissenschaft verstärkt sehen wollen (36 %).

Wir werden noch viel von der Nanotechnologie hören - sehen kann man sie ja nur im Vergrößerungsglas.

## Maßnahmen...



## Tagung zum Delphi '98: Neue Chancen durch strategische Vorausschau

Am 1. Juli 1998 findet in der Deutschen Bibliothek in Frankfurt eine auswertende Tagung Delphi '98 - Neue Chancen durch strategische Vorausschau statt. Die Tagung richtet sich insbesondere an die Teilnehmer der Delphi-Befragung. Einige große Linien aus

dem Delphi '98 werden vorgestellt und von ausgewählten Rednern in deren Kontext beurteilt. Neue Richtungssetzungen können im Plenum diskutiert werden. Welche Chancen bieten sich für einzelne Forschungseinrichtungen oder Unternehmen?



## Presse-Echo auf die Vorstellung der Delphi '98 - Umfrage

Die Resonanz auf die Vorstellung der neuen Delphi '98-Umfrage war beachtlich. Alle großen regionalen und überregionalen Tageszeitungen berichteten, ebenso einige Zeitschriften. Einige Organe brachten Sonderseiten (z.B. die Stuttgarter Nachrichten, Bild der Wissenschaft) oder berichteten mehrfach (wie die Frankfurter Rundschau). Bis Anfang Mai 1998 waren bereits mehr als 65 Zeitungs- und mehr als 20 Zeitschriftenartikel zum Thema erschienen.

Das Echo insgesamt war positiv. Einige Journalisten jedoch bezweifeln die Nützlichkeit des Vorausschau-Ansatzes generell ("Kaffeesatz") oder empfinden die Ergebnisse als zu optimistisch ("Rosarot die Zukunft meistern" oder "Visionen einer schönen neuen Welt?"). Andere dagegen halten die Ergebnisse für zu pessimistisch: Anlässlich der CeBit titelte die Frankfurter Rundschau "Die Realität überrollt die Prognosen der Experten". Bei letzterem Artikel wurde allerdings übersehen, daß im Delphi '98 nicht (nur) von Prototypen - wie auf der CeBit vorgestellt - die Rede war, sondern von weiter Verbreitung bestimmter Technologien.

Wir hoffen, daß die Diskussion um die Zukunft weitergeht - auch in den Medien.



Wissenschaftler aus Deutschlands größten Forschungsinstituten

## Arbeitsgruppe des Wissenschaftsrats legt Pilotstudie zur Forschungsprospektion vor

Eine Arbeitsgruppe des Wissenschaftsrats unter der Leitung der damaligen Präsidentin, Prof. Dr. Dagmar Schipanski, legte eine Pilotstudie zur Vorausschau vor. 12 Wissenschaftler aus Deutschlands sechs größten Forschungsinstituten (u.a. DFG, FhG, MPG) wandten einen Methoden-Mix der Vorausschau an. Sie kombinierten qualitative Methoden wie Peer-Reviews mit quantitativ-statistischen Methoden wie das bibliographische Mapping internationaler Publika-

tionen und analysierten den deutschen Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik, der 1993 vom BMBF herausgegeben wurde.

Eines der wichtigen Ergebnisse ist, daß die Experten aus den Materialwissenschaften in Zukunft wesentlich stärker mit denen der "Lebenswissenschaften" zusammenarbeiten müssen. Überhaupt wird in Zukunft noch mehr interdisziplinäre Kooperation gefragt sein.

## Fraunhofer-Gesellschaft nutzt Delphi '98-Ergebnisse für ihre Systemevaluation

Im Rahmen der Systemevaluation der Fraunhofer-Gesellschaft, die von einer unabhängigen und international zusammengesetzten Evaluationskommission in diesem Jahr durchgeführt wird, werden unter anderem die Ergebnisse der Delphi '98-Umfrage für eine Bewertung hinzugezogen. Dabei sollen Fragen beantwortet werden wie: Welche technologieorientierten Märkte weisen weltweit

und für die deutsche gewerbliche Wirtschaft die größte Wachstumsdynamik auf? Auf welchen Technologien wird diese Marktdynamik vornehmlich beruhen? Entspricht das technologische Portfolio der Fraunhofer-Gesellschaft heute der absehbaren Entwicklung? In einer späteren Ausgabe von Zukunft nachgefragt werden wir über diese Systemevaluation berichten.

**Im nächsten Zukunft nachgefragt:** Themen die uns alle angehen: Krebs, Aids, Solarzellen, Recycling, Electronic Cash und vieles mehr. Technologie, die für die heutige Jugend in Zukunft eine Selbstverständlichkeit sein wird...

Herausgeber: BMBF Ref. 111, Bonn • Redaktion: K. Cuhls, K. Blind, H. Grupp (FhG-ISI), Karlsruhe • 6/1998