Richard Sietmann

'Neues Spiel, neues Glück'

Staatssekretär Uwe Thomas über IT-Förderung in Deutschland

Mit dem Programm IT 2006 will das Bundesforschungsministerium neue Wege in der Forschungsförderung beschreiten. c't sprach mit BMBF-Staatssekretär Uwe Thomas über Erfolge und Misserfolge der staatlichen IT-Förderung.

c't: Herr Thomas, auf einer Veranstaltung zogen Sie neulich eine Bilanz von mehr als drei Jahrzehnten Förderung der Informationstechnik durch das Bundesforschungsministerium: 'Am Ende des ersten von drei Datenverarbeitungs-Programmen war Zuse pleite, als das zweite zu Ende ging, die AEG; zum Glück wurde das dritte Programm vorzeitig abgebrochen, deshalb lebt Siemens immer noch'. Was berechtigt zu der Hoffnung, dass mit 'IT-Forschung 2006' diesmal alles anders wird?

Thomas: Man predigt mir immer: Mach keine Witze über deine Arbeit! Aber ernsthaft: Wenn sie vor 20 Jahren behauptet hätten, dass deutsche Unternehmen es schaffen würden, in der Mikroelektronik technologisch an die Spitze zu kommen, hätte man sich über sie lustig gemacht. Jetzt steht die modernste Produktionsanlage für hochinte-grierte Schaltungen in Dresden. Vom digitalen Mobilfunk bis zur optischen Nachrichtentechnik gibt es viele weitere Beispiele. Es braucht einen langen Atem und hängt davon ab, wie solche Programme angelegt sind. Und man muss die Unternehmen auch fordern.

c't: Worin besteht denn die Neuausrichtung der Forschungsförderung, von der in dem Programm die Rede ist?

Thomas: Erstens in der relativ kurzen Laufzeit. Zweitens sind die Roadmaps und die Auffächerung der verschiedenen Themen ein Angebot und keine Festlegung. Wir haben nicht den Ehrgeiz, auf Jahre hinaus genau zu sagen, was gefördert werden soll.

Nehmen Sie zum Beispiel die Konvergenz von Sprach- und Datendiensten zu einem einheitlichen, IP-basierten Netz. Es bedeutet eine gigantische Veränderung, synchrone Sprach- und Videodienste in das paketvermittelnde Internet zu integrieren. Niemand kann heute sagen, ob sich das wirklich durchsetzt, weil die Fragen des Quality of Service, des Billing und vieles andere mehr sehr komplex sind. Wir wollen hier also nicht die Richtung vorgeben, werden aber Projekte fördern, die das überzeugend darstellen.

Oder denken Sie an die Chip-Technologie. Die stößt mit den vielen Beinchen in der Aufbau- und Verbindungstechnik an ihre Grenzen, weil die Daten nach wie vor über galvanisch-elektrische Verbindungen vom Chip zum System laufen. Wenn jemand eine Lösung findet, wie man die Datenströme optisch abgreifen kann, entsteht auf einmal ein völlig neues Feld. Darauf muss man sich dann stürzen und die Schwerpunkte verschieben können.

c't: Sie haben es in der Informationstechnik überall mit extrem kurzen Innovationszyklen zu tun; überfordert das nicht die Mechanismen der staatlichen Programmförderung?

Thomas: Deshalb konzentrieren wir uns in 'IT-Forschung 2006' auf Grundlagenthemen. In der Software-Technik für Embedded Systems beispielsweise werden wir daher nicht einzelne Design-Tools fördern, sondern die Methoden, die für die Zukunft bestimmend sind, also eher die mathematische Durchdringung und Formalisierung als die Umsetzung.

c't: Wäre es nicht sinnvoller, die Institute so auszustatten, dass sie die Mittel selbst disponieren können?

Thomas: Wir wollen ja keine reinen Institutsprojekte, sondern in der Regel die Industrie dabei haben. Das darf kein in sich geschlossener Kreislauf werden; das muss in die Universitäten und vor allem in die Industrie hineinwirken.

c't: Die Experten, die die Projekte evaluieren, sollen 'nicht allein Gutachter, sondern auch Mentoren der Projekte' sein. Wird dabei nicht der Bock zum Gärtner?

Thomas: Nein, nein, das wäre die falsche Interpretation. Aber Projekte, wenn sie risikoreich sind - und das sollten sie sein - können halt auch schief laufen. Die Idee ist, dass man ein Vorhaben nicht einmal begutachten und dann irgendwie laufen lässt, sondern versucht, über die Mentoren eine fortlaufende Qualitätskontrolle zu etablieren.

c't: Die Gutachter sind dann nicht mehr unabhängig, sondern stecken mit drin.

Thomas: Das ist ein grundlegendes Problem, das wir nie lösen können: Entweder wir haben es mit völlig unabhängigen Experten zu tun, dann fehlt ihnen das Verständnis für das, was in der Realität geht und was nicht; oder aber sie haben enge Verbindungen zur Wirtschaft, dann sind sie nicht völlig unabhängig. Unsere Aufgabe ist, dafür zu sorgen, dass die Qualitätsstandards stimmen.

c't: Nur ein geringer Teil der von der deutschen Industrie benötigten elektronischen Bauelemente und Komponenten wird hierzulande produziert - in der Mikroelektronik ist die Bundesrepublik ein Importland. Wie wollen Sie die Wettbewerbsfähigkeit voranbringen?

Thomas: Indem wir die Technologieführerschaft, die im DRAM-Bereich inzwischen erreicht wurde, auf komplexe Bausteine übertragen. Das bedeutet, auf 300-mm-Scheiben nicht nur regelmäßige Strukturen aufzubringen, sondern auch Systeme. Dass sich damit die Wertschöpfung erhöht, liegt auf der Hand. Dabei setzen wir besonders auf die Embedded Systems, die Funktionsintegration von Microcontrollern und Speicherzellen auf einem Chip für spezielle Systemanwendungen, etwa für Motorsteuerungen.

Die Idee, frontal gegen Intel einen neuen Mikroprozessor zu entwickeln und durchzusetzen, ist unrealistisch. Aber es gibt einen großen und weiter steigenden Bedarf an Systembausteinen. Man denke nur an die Anforderungen der Automobilindustrie und des Maschinenbaus.

c't: An dem Programm fällt die starke Fixierung auf die Automobilelektronik auf ...

Thomas: Finden Sie?

c't: ... Ja, neben den Embedded Systems zum Beispiel in der Software-Technik und bei den Displays. Aber die Automobilindustrie nutzt doch meist nur die technologischen Spin-offs von Entwicklungen, die woanders vorangetrieben wurden. Embedded Systems liegen in der Technologie stets ein, zwei Generationen zurück.

Thomas: Sie haben völlig Recht, die Mikroelektronik der Automobilzulieferer war aus Kostengründen immer von gestern. Der Trick liegt in dem Brückenschlag zwischen den Systemleuten und denen, die in der führenden Technologie produzieren können. Nehmen Sie das Beispiel der Mobilkommunikation: Dort kommt es bei der Höchstintegration nicht auf die Zahl der Transistoren pro Chip an, dort braucht man die extreme Dimensionsreduzierung, damit die Schaltungen möglichst schnell werden. Wir setzen auf die Wertschöpfung mit Embedded Systems in der modernsten Technologie.

c't: Bislang sind noch Prozessoren, Speicher, Rechner, Software, Netze, Endgeräte die Technologietreiber.

Thomas: Das ist ein interessanter Punkt. Wie weit dringen die Embedded Systems vor, und wie weit dominiert der klassische Computer mit immer größerer Leistung? Wir reden hier übrigens nicht nur über den Automobilsektor, sondern über alle möglichen Industrie- und Dienstleistungszweige - Automaten, Maschinensteuerungen, Medizintechnik, Mobilfunk und so weiter. Ich kann mir sehr gut vorstellen, dass sich die Vielfalt von Funktionen auch mit universellen Bausteinen abdecken lässt, von leistungsfähigen Computern-on-Chip, und dann die Wertschöpfung immer weniger in der Hardware, sondern in den Applikationen und der Software stattfindet.

c't: Dann hätten Intel & Co. wieder einen Wettbewerbsvorteil, weil sie auf ihren Bauteilbibliotheken aufbauen können. Gegen diesen Vorsprung würde man mit Embedded Systems nie ankommen.

Thomas: Damit aus Modulen Chips mit Milliarden von Transistorfunktionen entstehen, die vom Design her noch beherrschbar sind, brauche ich erstens sehr mächtige Designwerkzeuge; zweitens muss ich den ganzen Designvorgang so formalisieren und mathematisieren, dass ich überhaupt noch in einer vernünftigen Zeit testbare Lösungen bekomme. Sind diese Voraussetzungen gegeben, ist die Vervielfältigung billig.

Das ist doch der Grund, weshalb die DRAM-Leute so den Wechselbädern des Marktes ausgesetzt sind: Dort findet die Wertschöpfung kaum im Design statt. Deshalb müssen wir die Technologiebasis, die wir uns erarbeitet haben, und die ungeheure Systemfähigkeit, die in Deutschland existiert, zusammenbringen. Das sollte doch wohl möglich sein!

Deshalb fördern wir zum Beispiel das jetzt in Hannover aufgebaute 'edacentrum' zur Automatisierung des Schaltungsentwurfs. Nicht, weil wir bei den Designwerkzeugen jetzt autark werden wollten, das wäre Unsinn, aber wir wollen ein ernst zu nehmender Mitspieler werden. Die Voraussetzungen dafür sind gar nicht schlecht. Was die Formalisierung mit den Mitteln der diskreten Mathematik angeht, haben die Mathematiker in Deutschland - etwa die Gruppen um Bernhard Korte an der Uni Bonn oder am Max-Planck-Institut von Kurt Mehlhorn in Saarbrücken - wirklich etwas zu bieten.

c't: In der Internet-Technologie spielt Europa nur eine untergeordnete Rolle, die USA dominieren Standards und Infrastruktur. In Deutschland gibt es nur wenige Forschergruppen, die international Beachtung finden. Lässt sich das Terrain noch gutmachen?

Thomas: Es gibt in Europa und auch in Deutschland, nicht zuletzt durch den Wettbewerbsdruck, eine sehr klare Modernisierungsstrategie. Ob das nun die Aufrüstung des Kupfernetzes zum Teilnehmer mit DSL ist oder das optische Kernnetz oder die Strategien zur Konvergenz der Netze - das sollte man nicht unterschätzen. Wir haben hier meines Erachtens eine Chance. Aber nur, wenn es genauso läuft, wie es bei GSM funktionierte, nämlich dass vorausschauende Forschung, eine clevere Industrie und vernünftige Carrier kooperieren. Aus dieser Kooperation entstand der GSM-Standard, und dank dieses Standards hat die Mobilfunkindustrie ihre führende Wettbewerbsposition erlangt.

Wir stehen jetzt vor dem Übergang vom Kupfer auf die Optik bis zum Teilnehmeranschluss. Das verändert die Netzstrukturen, und wie die optischen Router der Zukunft aussehen, ist noch nicht entschieden. Da bieten sich gute Chancen, gemeinsam mit der Industrie und dem Know-how in Forschungseinrichtungen wie FOKUS und dem Heinrich-Hertz-Institut voranzukommen. Und mit KomNet und dem Nachfolgeprojekt MultiTeraNet sind wir auf dem besten Weg.

c't: Welche Rolle spielen die Forschungs- und Wissenschaftsnetze in diesem Zusammenhang?

Thomas: Das Deutsche Forschungsnetz mit dem Gigabit-Netz leistet einen ganz entscheidenden Beitrag in der Ausbildung; wenn es das nicht gäbe, fehlten uns Tausende von Leuten mit Erfahrung im Netzwerkbereich.

c't: Ist das ein klares Bekenntnis zum Fortbestand des DFN-Vereins?

Thomas: Es ist etwas ärgerlich, dass wir Baden-Württemberg nicht überzeugen konnten. Ich mag auch die persönlichen Querelen nicht, die da zum Teil dahinter stehen, denn ich halte den DFN gerade wegen seines ungeheuren Beitrags zur Ausbildung für eine verdienstvolle Einrichtung. Bei der Entwicklung neuer Standards hat er aus meiner Sicht sicherlich zu wenig geleistet. Woran immer das gelegen haben mag, ich werfe es niemandem persönlich vor.

c't: Die Evaluierung des DFN-Vereins durch den Wissenschaftsrat steht kurz vor dem Abschluss - ist denn die Option 'Privatisierung' jetzt vom Tisch?

Thomas: Der DFN-Verein ist privat organisiert; der Bund und die Länder sind nicht Mitglied des DFN. Mitglieder und Entscheider sind im Wesentlichen die Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Eine ganz andere Frage ist die Finanzierung. Ein international führendes Forschungsnetz gibt es nicht zum Nulltarif; hier wird der Staat weiter gefordert bleiben.

c't: Der Vorwurf lautet, dass die Dienste des DFN-Vereins für die akademischen Einrichtungen von privaten Netzbetreibern billiger erbracht werden könnten.

Thomas: Dieser Vorwurf geht von falschen Voraussetzungen aus. Zunächst einmal ist der DFN eine gemeinnützige Einkaufsgemeinschaft. Der DFN ist selbst Kunde der privaten Netzbetreiber; ihm geht es darum, standardisierte Leistungen zu einem guten Preis einzukaufen und der Community zur Verfügung zu stellen. Aber ich erwarte vom DFN auch neue Dienste, das heißt der DFN-Verein sollte neue Netzanwendungen, die er für die Hochschulen realisiert und die ein paar Jahre vor den am Markt erhältlichen Dienstleistungen liegen, möglichst gemeinsam mit privaten Service Providern einer wirtschaftlichen Nutzung zuführen.

c't: Das Thema Displaytechnik taucht in 'IT-Forschung 2006' nur als Unterpunkt der Kommunikationstechnik auf - hat es für einen eigenständigen Schwerpunkt nicht gereicht?

Thomas: Displaytechnik trägt heute aufgrund der wirtschaftlichen Ausgangslage noch keinen eigenen Programmbereich. Das heißt aber nicht, dass wir dieses Thema als eine chancenlose Geschichte ansehen. Wir haben bei Flachdisplays zwar eine lange Leidensgeschichte hinter uns, aber wir befinden uns jetzt beispielsweise mit den Polymer-Displays in einer völlig neuen Situation.

Bei den Displays gibt es ja die U-Kurven-Theorie: Wenn man den Gewinn über der Stückzahl aufträgt, ergibt sich eine U-förmige Kurve. Sie besagt, dass man mit einer Spezialität auch bei geringen Stückzahlen schon Geld verdienen kann; mit einem Massenprodukt ist das erst bei großen Stückzahlen der Fall. Und dazwischen gibt es einen kritischen Bereich, aus dem man durch Mengenwachstum schnell herauskommen muss, sonst hat man keine Chance. Die Schwierigkeit liegt darin, dieses Verlusttal zu durchschreiten. Der Automobilsektor ist ein Bereich, hinter dem Stückzahlen stehen. Da macht das Programm eine klare Aussage: 'Die größten Chancen für den deutschen Standort werden in Zukunft insbesondere bei Displays für die Automobil- und Kommunikationstechnik gesehen'.

c't: Die praktisch einzige Firma auf diesem Sektor in Deutschland, Optrex Europe, ist eine japanische Tochter.

Thomas: Wenn sich Technologien ändern, gibt es immer wieder neue Einstiegsmöglichkeiten. Ich muss noch einmal auf das Beispiel zurückkommen: Vor 15 Jahren hat Siemens von Toshiba die DRAM-Technologie übernommen; vor ein paar Wochen ist Toshiba völlig ausgestiegen und hat die letzte DRAM-Fabrik verkauft. Und ausgerechnet der Nachhilfeschüler Siemens beziehungsweise Infineon hat gute Chancen, beim Aufschwung nächstes Jahr wieder einen Milliardengewinn zu machen. Neues Spiel, neues Glück. Das müssen wir auch bei der Displaytechnik nutzen.

c't: Das klingt sehr nach Industriepolitik. Ist das nicht ein Unwort?

Thomas: Das war eines, als das Wirtschaftsministerium noch von Neoliberalen und nicht von Praktikern geführt wurde. Natürlich ist die Forschungsförderung industriepolitisch motiviert.

c't: Wirtschaftswissenschaftler vergleichen Forschung und Entwicklung gern mit einem Lotteriespiel: Auf das richtige Pferd gesetzt, winkt mit etwas Glück ein saftiger Gewinn. Muss sich der Staat eigentlich an diesem Spiel beteiligen? Das könnte doch den Kapitalanlegern und Venture-Capital-Gesellschaften überlassen bleiben.

Thomas: Darauf gebe ich Ihnen eine seriöse und eine unseriöse Antwort. Hier ist erst mal die unseriöse: Mit dem Lottoeinsatz finanzieren sie immer auch den Anteil, den die Gesellschaften abzocken - es werden ja nicht alle Einnahmen voll ausgeschüttet. Das heißt, es gewinnen immer auch diejenigen, die sich daran nicht beteiligen, nämlich ihre Opportunitätskosten. Bei der FuE ist es umgekehrt: Nur wer mitspielt, hat eine Chance.

Aber jetzt die seriöse Antwort: In diesem Jahr - das hat sich Gott sei Dank in den letzten zwei Jahren kräftig erhöht - geben öffentliche Hand und Wirtschaft in Deutschland etwa 50 Mrd. Euro für FuE aus, rund zwei Drittel davon die Industrie. Daraus ziehen einige kluge Leute den Schluss, dass die Industrie sowieso alles dominiert. Diese Helden, die Nationalökonomie und nicht Technik studiert haben, haben nie hinter die Statistik geschaut: Ein Drittel der FuE-Ausgaben der Industrie geht in die Entwicklung neuer Autos. Von den rund 33 Mrd. Euro der Industrie entfallen bei großzügiger Rechnung 2,5 Mrd. Euro auf die Forschung; alles andere ist Produktentwicklung. Von den 17 Mrd. Euro dagegen, die der Staat ausgibt, ist fast alles Forschung und nur ein verschwindender Bruchteil Entwicklung.

Mit anderen Worten, die langfristige Zukunftssicherung erfolgt durch die Forschung der öffentlichen Hand. Firmen können keine Entwicklung treiben, wenn es keine Forschungsbasis gibt. Dort wo die öffentliche Hand massiv eintritt - in den USA, Frankreich, Deutschland - entstehen wirklich die Grundlagen für die Zukunft. Das Problem ist nur, man muss die richtigen Gebiete erwischen und es so anpacken, dass daraus Innovationen werden. Diese beiden Leistungen kann der Staat nicht isoliert erbringen, das können nur Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam leisten. So ist das ganze Programm 'IT-Forschung 2006' angelegt.

c't: Die USA wenden in diesem Bereich pro Kopf rund zwei Euro mehr auf.

Thomas: Wobei ein nicht unerheblicher Teil der Mittel aus dem Militärhaushalt stammt. Das für mich Verblüffende ist, dass wir überall, wo wir uns strategisch aufstellen und konzentrieren, für einen Bruchteil des Geldes mit der amerikanischen Forschung mithalten können. Nehmen sie das Beispiel Galliumarsenid, vor dem Aufschwung des Mobilfunks ein typisches Halbleitermaterial der Militärelektronik: Da kommt heute ein Viertel der gesamten Weltmarktproduktion aus Freiberg in Sachsen.

Wir müssen uns also keineswegs immer vor den Amerikanern verstecken. Ich würde sogar behaupten, dass bei den Misserfolgen, die wir gelegentlich hatten, die Projekte weniger an mangelnden Ressourcen scheiterten, sondern weil die Industrie zu wenig Mut aufbrachte, den letzten Schritt zu tun und mit den Ergebnissen in den Markt zu gehen.

Bei dem Projekt SUPRENUM, einem Vorläufer der heutigen numerischen Höchstleistungsrechner, hätte sich ein Unternehmen, so wie Cray seinerzeit in den USA, der Geschichte annehmen und wir mindestens 20 solcher Maschinen für unsere Forschungszentren kaufen müssen. Das einzige Unternehmen - Krupp-Atlas damals - war zu klein, und aus Ängstlichkeit wurde das Projekt zu früh abgebrochen. Das lag nicht an fehlenden technischen Fähigkeiten oder zu knappen Ressourcen. Wir brauchen halt ein bisschen mehr Selbstbewusstsein.

c't: Woran werden Sie den Erfolg von 'IT-Forschung 2006' messen?

Thomas: An Marktanteilen im Jahr 2010.

c't: Also nicht unbedingt in Veröffentlichungen oder Patenterteilungen?

Thomas: Auf dem Weg dahin, sicher. Aber das ist nicht das letztlich entscheidende Kriterium. Wir machen Industriepolitik. Wobei man das nicht zu eng eingrenzen sollte, Dienstleistungen gehören dazu.

c't: Die deutsche Software-Szene hat bei Linux und Open Source Software eine relativ starke Position. Dieser ganze Bereich steht aber in dem Ruch, eine fragile Angelegenheit von Freizeitprogrammierern zu sein. Was kann das BMBF tun, um die Stabilität der OSS-Entwicklung zu sichern?

Thomas: Ich bin ein Fan von Open Source Software, da sie in vielen Fällen innovativ wirkt und insbesondere neue Geschäftsmodelle zulässt. Die Tür für OSS machen wir in 'IT-Forschung 2006' explizit auf. Aber ich wünschte mir, dass OSS von den Unternehmen - aber auch von der öffentlichen Hand - stärker noch als Chance gesehen wird.

c't: Woran scheitert es?

Thomas: An den Marktgegebenheiten und dem Mut der Akteure. Viele vergessen, wie leicht sich die Verhältnisse ändern können. Denken Sie an IBM. Früher dachte man, IBM ist unschlagbar, bis sie in ein tiefes Tal hineinfielen ...

c't: Jetzt setzt IBM unter anderem auf Linux.

Thomas: ... das kann Microsoft irgendwann einmal genauso gehen. (anm)

Dr. Uwe Thomas (63) war von 1973 bis 1988 im Forschungsministerium für die Informationstechnik zuständig. Als verantwortlicher Unterabteilungsleiter initiierte der Physiker Anfang der achtziger Jahre unter anderem das Sonderprogramm 'Anwendungen der Mikroelektronik'. Von 1988 bis 1993 war er Staatssekretär und Minister für Wirtschaft, Technik und Verkehr in Schleswig-Holstein. Seit Oktober 1998 ist er Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).

Seitenanfang

IT-Forschung 2006

Rund 1,5 Milliarden Euro an Projektfördermitteln will das Bundesforschungsministerium in den Jahren 2002 bis 2006 in die Forschung und Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) stecken, zusammen mit den Projektmitteln im Anwendungsbereich 'IT in der Bildung' und der anteiligen institutionellen Förderung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen (FhG, HGF, WGL, DFG, MPG) in Höhe von 1,5 Mrd. Euro umfasst das Programm 'IT 2006' insgesamt ein Volumen von 3,6 Mrd. Euro. Im laufenden Haushaltsjahr sind 593 Millionen Euro veranschlagt, das sind mit umgerechnet 6,52 Dollar pro Kopf der Bevölkerung zwei Dollar weniger als die USA aufwenden (8,47 Dollar) und ist in etwa vergleichbar den japani-schen Investitionen in die IT-Forschung (6,33 Dollar).

Mehr als 300 Fachleute wirkten in 30 Workshops, Expertenrunden und Konsensgesprächen an der Ausarbeitung der vier Schwerpunktbereiche mit:

- **Nanoelektronik und -systeme** (395,5 Mio. Euro 2002-2006)

  Die staatliche Förderung der auf Silizium basierenden Elektronik mit Strukturbreiten von unter 100 nm orientiert sich an den von der International Technology Roadmap for Semiconductors (ITRS-Roadmap) vorgegebenen Entwicklungszielen und konzentriert sich auf Technologien und Geräte für die Fertigung (z. B. next-generation Lithography), neuartige Schaltungen und Bauelemente sowie Chipsysteme und Entwurfsmethodik.

- **Softwaresysteme** (272,8 Mio. Euro 2002-2006)

  Schwerpunkte sind Software Engineering als 'Produktionstechnik des 21. Jahrhunderts', Höchstleistungsrechnen und Grid Computing, Mensch-Technik-Interaktion, Intelligente Systeme/Wissensverarbeitung und bioanaloge Informationsverarbeitung.

- **Basistechnologien für die Kommunikationstechnik** (282,5 Mio. Euro 2002-2006)

  Hierunter fallen photonische Kommunikationsnetze mit optischer Übertragungstechnik (MultiTeraNet), Mobile Breitband-Kommunikatonssysteme (HyperNet), daneben Displaytechnik (OLEDs und Projektionssysteme) und 'neue Komponenten und Materialien' (Polymerelektronik, Photonische Kristalle, Quantenstrukturen).

- **Internet - Grundlagen und Dienste** (150,5 Mio. Euro 2002-2006)

  Dieser Programmbereich umfasst Middleware, Protokolle und mobiles Internet; die Erschließung von Wissen im Netz (Semantic Web, mobiles Streaming, intelligente Suchmaschinen, Directory Dienste) sowie Internet-gestützte Prozesse (IT-Service-Management) und Dienste für die Wissenschaft.

Als 'Megatrends', an denen sich die Förderung ausrichtet, nennt 'IT-Forschung 2006' die Konvergenz (der Informations-, Kommunikations- und Medientechnologien in Netzen, Endgeräten und Anwendungen) und die Komplexität (die vor allem bei softwaredefinierten Prozessen eine Herausforderung an die Systemsicherheit und für die Entwicklung neuer kognitiver Systeme an der Mensch-Maschine-Schnittstelle darstellt). In den Bereich der eher langfristig orientierten Forschungsvorhaben fallen Quantum Computing, die rein-optische Datenverarbeitung, Magnetoelektronik und Spintronik, DNA-Computer und Biohybrid-Systeme.