

**Antwort
der Bundesregierung**

**auf die Kleine Anfrage des Abgeordneten Dr. Manuel Kiper und der
Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN**

— Drucksache 13/6567 —

**Evaluation der Förderung von Forschung und Entwicklung in der
Informationstechnik I – Mikroelektronik und Höchstleistungsrechnen**

Mit Ablauf des Jahres 1996 endet auch das Forschungsförderungsprogramm der Bundesregierung im Bereich Informationstechnik. Das „Förderprogramm Informationstechnik 1993–1996“ soll ersetzt werden durch das Konzept „Innovationen für die Informationsgesellschaft 1997–2001“. Damit wäre es an der Zeit, die Forschungsförderung der letzten Jahre zu evaluieren und identifizierte Probleme mit neuen Lösungsansätzen anzugehen. Eine derartige Evaluation ist jedoch nicht erkennbar.

Die Lage der Informationstechnik in der Bundesrepublik Deutschland ist von einem Idealzustand sehr weit entfernt. Auch in der Informationstechnik werden Forschungsmittel gekürzt; international angesehene Spitzenforschung findet kaum statt. Es mangelt an international konkurrenzfähigen Produkten. Dieser Zustand hat sich in den letzten Jahren kaum gebessert. Als besonders erfolgreiches Feld staatlicher Forschungsförderung wird die Mikroelektronik genannt. Hier sei eine Technologielücke geschlossen worden und der Anschluß an die technologische Leistungsfähigkeit der USA und Japans erreicht. Dieser Erfolg wird nicht zuletzt dem Forschungsprogramm JESSI (Joint European Submicron Silicon) zugeschrieben, dessen Nachfolger MEDEA (Micro-Electronics Development for European Application) schon projektiert wird. Erfolg bedeutet in diesem Zusammenhang schon, daß der Anteil europäischer Anbieter am Weltmarkt bei zehn Prozent liegt und in die EU – wie schon vor dem Beginn von JESSI – immer noch ein Drittel der benötigten mikroelektronischen Komponenten importiert wird (Süddeutsche Zeitung, 2. Dezember 1996, S. 23). Dennoch hat die Forschungsförderung in der Mikroelektronik einen großen Teil der Gesamtfördermittel im Bereich Informationstechnik ausgemacht, was sich für die Zukunft nicht wesentlich ändern soll.

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) treibt derzeit als Modell zur Lösung der Umsetzungsprobleme von Forschungsergebnissen in die wirtschaftliche Verwertung die intensivere Kooperation von Forschung und Industrie und eine Neugründung von jungen Technologiefirmen voran. JESSI gilt dabei als ein gelungenes Beispiel für die Kooperation von Wirtschaft und Forschung für anwendungsnahe Ergebnisse.

Eine besondere Rolle spielt bei den Neugründungen von Technologiefirmen die Ausgründung von Firmen im Umfeld von For-

schungseinrichtungen. Das ehemalige Bundesministerium für Forschung und Technologie hat im Bereich Informationstechnik mit der Förderung von Unternehmensgründungen aus Forschungsinstitutionen heraus bereits Erfahrungen gesammelt. Die Ergebnisse vor allem des Projekts SUPRENUM (Super-Computer für numerische Anwendungen) – das als einer der Gründe für die Umstrukturierung der GMD (Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH) angeführt wird – kann dabei aber kaum als Vorbild für weitere Aktivitäten gesehen werden.

Von Japan initiiert begann Anfang der 80er Jahre ein Wettlauf um die Entwicklung wesentlich leistungsfähigerer Supercomputer, an dem sich neben den USA auch die Bundesregierung beteiligte. Zu jener Zeit expandierte der Supercomputermarkt, da die Anwendung derartiger Systeme nicht mehr länger vornehmlich auf den militärischen – vornehmlich zur Konstruktion von Atomwaffen oder für kryptographische Arbeiten – sowie den wissenschaftlichen Bereich beschränkt schien, sondern auch Märkte für neue kommerzielle Aufgaben für diese Klasse von Rechnern entstanden.

Zur Überwindung physikalischer Grenzen beim Bau herkömmlicher Supercomputer orientierte sich die Forschung an der Entwicklung von Systemen, in denen massiv parallele Prozessorarchitekturen neue Leistungsrekorde ermöglichen. Derartige Parallelität lässt sich durch verschiedene Verfahren realisieren. Die Bundesregierung entschied sich mit dem von ihr vorangetriebenen Projekt SUPRENUM für eine Rechnerarchitektur, die für spezielle mathematische Verfahren optimiert war. Andere in der Bundesrepublik Deutschland entwickelte massiv parallele Systeme betonten – wie vergleichbare und kommerziell zeitweilig erfolgreiche Systeme in den USA – dagegen schon vom Ansatz her die möglichst flexible Konfiguration der Systeme.

Ein gravierendes Problem aller neuen Projekte in diesem Sektor ist der Umstand, daß für die neue Hardware im allgemeinen auch die entsprechende systemspezifische Software – angefangen vom Betriebssystem bis zu Systemen zur Parallelisierung von Programmen – neu erstellt werden muß. Diese Situation unterscheidet sich nicht wesentlich von den Bedingungen bei der Entwicklung erster Computersysteme aus deutscher Produktion in den 60er und 70er Jahren, die nicht zuletzt wegen des Mangels an proprietärer Software auf dem Markt nicht Fuß fassen konnten. Erschwert wird dies heute dadurch, daß sich verteilte parallele Supercomputerleistung auch softwaremäßig auf vernetzten Workstations realisieren läßt.

Das Ende der SUPRENUM GmbH und eines größeren Teils der internationalen Supercomputer-Anbieter in den letzten Jahren machte deutlich, daß die Anbieter dieser Systeme die Abnahme vor allem der Nachfrage für militärische Zwecke nicht durch die Entwicklung eines kommerziellen Marktes kompensieren konnten. Die derzeitig maßgebliche Weiterentwicklung von Supercomputern wird im Programm ASCI (Advanced Strategic Computing Initiative) wiederum durch Mittel des US-Department of Energy vorangetrieben, das für Validierung, Test und Entwicklung von Atomwaffen Simulationssysteme benötigt, die nur mit Supercomputern realisiert werden können.

Vorbemerkung

Die Bundesregierung hat mit dem „Zukunftsconcept Informationstechnik“ (ZKI) 1989 sehr frühzeitig die Herausforderung der Entwicklungen zur Wissensgesellschaft aufgegriffen, die inzwischen weltweit u.a. in den USA, in der Europäischen Union (Bangemann-Bericht) und in Großbritannien zu politischen Initiativen geführt haben. Die vom „Zukunftsconcept Informationstechnik“ der Bundesregierung 1989 beschriebenen Ziele

- Fortentwicklung der wirtschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen für breitere und effizientere Anwendung der Informationstechnik,
- die Nutzung von Informationstechnik für ein ressourcenschonendes, umweltfreundliches und sozialverträgliches Wirtschaftswachstum,

- der Einsatz von Informationstechnik für zukunftsträchtige, qualifizierte Arbeitsplätze und Stärkung des Entwicklungs-, Forschungs- und Produktionsstandortes Deutschland und
- die Einbeziehung aller Bereiche des Bildungswesens für die Entwicklung verstärkter Medienkompetenz in der Gesellschaft

sind inzwischen Grundlage nationaler und internationaler Anstrengungen auf dem Weg der Informationsgesellschaft zur Wissensgesellschaft. Auf mehreren internationalen Tagungen wie z. B. der G 7-Konferenz zur Informationsgesellschaft in Brüssel im Februar 1995, der Nachfolgekonferenz auf Einladung des südafrikanischen Präsidenten im Juni 1996 und der vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie auf dem Petersberg bei Bonn durchgeführten Konferenz im September 1996 „Macht Information“ wurden diese Grundsätze bestätigt und Maßnahmen zur Realisierung in internationaler Zusammenarbeit vereinbart.

Im nationalen Rahmen hat die Bundesregierung die in dem Zukunftskonzept Informationstechnik formulierten Ziele Schritt um Schritt verwirklicht:

Mit der Liberalisierung des Telekommunikationsmarktes in Deutschland ab 1. Januar 1998 werden die Wachstumskräfte, die wirtschaftlichen und technischen Chancen der netzgebundenen wie der mobilen Kommunikation für den Standort Deutschland erschlossen; der international anerkannte Erfolg des Börsengangs der deutschen Telekom AG vom November 1996 und die dynamische Entwicklung des Mobilkommunikationsmarktes in Deutschland sind Beispiele dafür.

Die Bundesregierung hat im Dezember 1996 den Entwurf des Informations- und Kommunikationsdienstesgesetzes vorgelegt, das einen gesicherten rechtlichen Rahmen und damit auch Investitionssicherheit für die verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten von Multimediatechniken in Deutschland unter Berücksichtigung des Datenschutzes, des Urheberrechts und des Schutzes gegen Mißbrauch durch politischen Radikalismus oder Pornographie gewährleistet.

Mit dem Forum „Info 2000“ hat die Bundesregierung im Oktober 1996 einen breiten öffentlichen Dialog über Chancen, Wirkungen, Risiken und Entwicklungsperspektiven der Informationsgesellschaft eingeleitet, der in den nächsten zwei Jahren in 7 thematischen Schwerpunkten unter Mitwirkung von über 150 gesellschaftlichen Gruppen, Verbänden und Organisationen die technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Aspekte der Nutzung von Informationstechnik diskutieren und zu Vorschlägen kommen wird, wie in den verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen die Chancen genutzt und Risiken vermieden werden können.

Mit der von einer Arbeitsgruppe aus Vertretern der Bundesregierung, der Tarifpartner und der Wissenschaft erarbeiteten Studie „Beschäftigungspotentiale der neuen Medien“ vom Dezember 1996 wurde ein Maßnahmenkatalog vorgelegt, der dazu beitragen

wird, die Chancen für neue Arbeitsplätze und mehr Beschäftigung durch Multimedia systematisch auszuschöpfen.

Schließlich hat die Bundesregierung durch das Förderkonzept Informationstechnik 1993 bis 1996 die kontinuierliche Förderung von Informationstechnik in Deutschland fortgesetzt und wird diese Förderung mit dem in Vorbereitung befindlichen Rahmenkonzept „Innovationen für die Wissensgesellschaft“ durch gezielte Schwerpunktsetzungen im Interesse der Erhaltung und Stärkung des Forschungs- und Produktionsstandortes Deutschland weiterführen.

Forschung und Entwicklung werden ihre Rolle als Innovationsmotoren weiter ausfüllen.

Sie können auf ermutigende Erfolge verweisen.

- Frühzeitig wurde durch Modellprojekte inhaltliche und methodische Erfahrungen mit dem Einsatz neuer Medien in Bildungseinrichtungen gewonnen.
- Mit Initiativen wie „Schulen ans Netz“ und neuen Ausbildungsprofilen werden die Medienkompetenz erhöht und junge Menschen befähigt, die Zukunft mitzugestalten.
- Das Deutsche Forschungsnetz gehört zur internationalen Spitzengruppe der Infrastrukturen für Bildung und Wissenschaft.
- Mit dem JESSI-Programm hat die deutsche Mikroelektronik-industrie wieder Anschluß an die internationale Entwicklung gefunden, wurde Deutschland als Forschungs- und Produktionsstandort für Halbleiter gesichert.
- Durch Projekte der Schwerpunkte „Telekooperation“ und POLIKOM wurden öffentliche Verwaltung und Wirtschaft auf das wichtige Feld neuer Kooperations- und Dienstleistungsformen orientiert.
- Mit dem Digital Audio Broadcasting (DAB) wurde eine neue Qualität der technischen Infrastrukturen im Rundfunk erreicht.
- Das Global System for Mobile Communication ist als GSM-Standard zum internationalen Maßstab für Mobilkommunikation geworden und sichert deutschen Unternehmen einen Spitzenplatz im internationalen Wettbewerb.
- Deutsche Forschungseinrichtungen wie GMD-Forschungszentrum für Informationstechnik, Heinrich-Hertz-Institut und weitere Einrichtungen der Blauen Liste sowie zahlreiche Institute der Max-Planck-Gesellschaft und der Fraunhofer-Gesellschaft sind gesuchte Partner der Wirtschaft für Entwicklungsaufgaben und für europäische Projekte.
- Die Forschungspotentiale in den neuen Ländern wurden in die gesamtdeutsche Forschungslandschaft einbezogen und es entwickeln sich Kerne von High-Tech-Regionen.

Die Leistungsfähigkeit unserer Volkswirtschaft hängt davon ab, wie es uns gelingt, Information und Wissen für eine hohe Wertschöpfung am Standort Deutschland einzusetzen. Das technische Instrument, die „Digitale Revolution“, nimmt eine Schlüsselposition ein und wird Innovationen hervorrufen, vergleichbar mit der

industriellen Revolution des vergangenen Jahrhunderts. Die Informationsgesellschaft ist unsere Chance, die Energie- und Materialintensität technischer Prozesse und Produkte zu verringern und neue Dienstleistungen anzubieten, um den Bedarf der Weltmärkte aufzugreifen. Die Menschen erhalten die Chance, ihre Arbeit effizienter zu organisieren und die Freizeit besser zu gestalten. Unter globalen Aspekten ist die Informationsgesellschaft alternativlos. Die Informationsgesellschaft ist der Weg zur Wissensgesellschaft.

1. Wie viele Unternehmen und wie viele Forschungseinrichtungen produzieren jeweils nach Kenntnis der Bundesregierung in der Bundesrepublik Deutschland Speicherchips, Prozessoren und Anwendungsspezifische Integrierte Schaltkreise (ASICs)?

Die Anzahl der Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die solche Chips in Deutschland produzieren, läßt sich wie folgt darstellen:

- a) Speicherchips: 5 Unternehmen
keine Forschungseinrichtung
- b) Prozessoren: ab 1998 ein Unternehmen (AMD Dresden)
keine Forschungseinrichtung
- c) ASICs: 8 Unternehmen
3 Forschungseinrichtungen

2. Wie bewertet die Bundesregierung den Stand bei Produktion und Design von Mikrochips in der Bundesrepublik Deutschland und dabei insbesondere die Leistungsfähigkeit der Forschung?

Deutschland hatte zu Beginn der 90er Jahre einen deutlichen Rückstand zu Japan und den USA. Dieser Rückstand betraf sowohl Produktion als auch FuE. Die Bundesregierung hat deshalb in enger Kooperation mit den anderen Mitgliedstaaten der EU das EUREKA-Programm JESSI durchgeführt. Dieses Programm ist 1996 ausgelaufen.

Heute kann man feststellen, daß die FuE sowohl bei Unternehmen als auch bei Forschungseinrichtungen in Deutschland in etwa auf international konkurrenzfähigem Stand ist.

Im Jahr 1996 betrug das Volumen des Weltmarktes für Mikroelektronik 141 Mrd. US \$.

Davon entfielen

32 % auf die USA,
25 % auf Asien/Pazifik,
22 % auf Japan,
19 % auf Europa,
2 % Rest.

Dieser Bedarf wurde zu folgenden Teilen von Produzenten aus den jeweiligen Regionen gedeckt:

44,3 % USA,
36,7 % Japan,
9,4 % Asien/Pazifik,
9,4 % Europa (davon etwa 31 % aus Deutschland).

Das bedeutet, daß nur etwa 50 % des europäischen Chip-Bedarfs von europäischen Herstellern gedeckt wird.

3. Wie hoch ist derzeit die nutzbare Ausbeute von Klein- und Kleinstserien bei ASICs, und welche Verbesserungen strebt die Bundesregierung hier an?

Zur Ermittlung von Ausbeutezahlen sind ausreichend große und statistisch gesicherte Datenmengen erforderlich. Diese lassen sich nur bei kontinuierlicher Produktion großer Stückzahlen ermitteln, zu der nur kommerzielle Unternehmen, nicht aber Forschungseinrichtungen in der Lage sind. Angaben über Ausbeuten sind sehr vertrauliche betriebsinterne Daten, die die Unternehmen nicht oder nur in wenigen Ausnahmefällen an die Öffentlichkeit dringen lassen. Die Bundesregierung hat deshalb keine Kenntnis über entsprechende Zahlen der Unternehmen.

Weil es sich um betriebsinterne Daten handelt und die Steigerung der Ausbeute allein ein unternehmerisches Problem darstellt, kann es auch nicht Aufgabe der Bundesregierung sein, Maßnahmen zu deren Verbesserung zu ergreifen.

4. In welcher Weise haben sich die Kosten der Produktion von Mikrochips in den letzten Jahren entwickelt, und welche Bedeutung hatten dabei die Fördermittel der Bundesregierung zur Optimierung der Chipproduktion?

Die Entwicklung der Produktionskosten von Chips ist ein sehr vielschichtiges und kompliziertes Problem. Schlüssige Darstellungen liegen der Bundesregierung nicht vor.

Die Bundesregierung fördert Forschung und Entwicklung im Bereich Mikroelektronik, nicht aber die Optimierung der Chipproduktion. Die Optimierung der Produktion liegt allein in der Verantwortung der Unternehmen.

5. Inwieweit hat sich nach Kenntnis der Bundesregierung die Situation einer Abhängigkeit der Endverbraucher von der Chipproduktion in Japan und den USA verbessert?

- a) Speicherchips: Eine Abhängigkeit der deutschen Endverbraucher bei Speicherchips besteht nicht.
- b) Prozessoren: Der Weltmarkt wird weitgehend von Intel (USA) dominiert. Wettbewerber sind AMD, Cyrix und Motorola (alle USA).
- c) ASICs: Vor allem innovative mittelständische Unternehmen benötigen schon in der Entwicklungsphase neuer Produkte die

enge Kooperation mit versierten ASIC-Herstellern, weil ein Großteil des eigentlichen System-Know-hows in diesen Chips steckt. Voraussetzung ist, daß der ASIC-Hersteller auch über sehr fortschrittliche Technologien verfügt. Die Bundesregierung unterstützt aus diesem Grunde FuE der in Deutschland ansässigen meist kleinen ASIC-Hersteller.

6. Wie hoch sind nach Kenntnis der Bundesregierung die Subventionen, die für neue Halbleiterwerke in Sachsen geflossen sind?

Nach Auskunft des hierfür zuständigen Wirtschaftsministeriums in Dresden sind für die Ansiedlung der Chipfabriken von Siemens und AMD insgesamt ca. 1.7 Mrd. DM bewilligt worden. Davon entfallen auf GA-Mittel ca. 950 Mio. DM und auf Zinszuschüsse ca. 750 Mio. DM.

7. Welche Erfolge bei Produkten und Forschungsergebnissen führt die Bundesregierung auf ihr Engagement beim JESSI-Programm zurück?

Das EUREKA-Programm JESSI wird von der Bundesregierung in Übereinstimmung mit den anderen europäischen Regierungen, der Industrie und der informierten Fachpresse als Erfolg eingeschätzt.

Einige ausgewählte Beispiele und Entwicklungen, zu denen JESSI beigetragen hat, sind:

- Die europäische Equipment-Industrie konnte im letzten Jahr der Laufzeit von JESSI (1996) ihr Wachstum auf 71 % p.a. erhöhen, während die Wettbewerber in den USA nur 36 %, in Korea/Taiwan 33 % und in Japan nur 20 % erzielten.(Quelle: Elektronik, 23/1996).
- Die Firmen Wacker, Jenoptik, Meissner+Wurst, AST, Steag, Plasmos und andere haben sich zu weltweit mit führenden Anbietern entwickelt.
- JESSI hat eine Basis dafür geschaffen, daß der in Europa entwickelte Mobilkommunikationsstandard GSM sich weltweit durchsetzen kann. Die gesamte europäische Chipindustrie profitiert von diesem Erfolg.
- JESSI hat wesentliche Komponenten für die Entwicklung der digitalen Nachrichten-, Rundfunk- und Fernsehübertragung geliefert. Die Beherrschung der dafür nötigen Technologien ist unabdingbare Voraussetzung für die Informationsgesellschaft.

8. Welche Bedeutung hat nach Einschätzung der Bundesregierung bei der Chipproduktion einerseits und in der Forschung andererseits heute Galliumarsenid, und aus welchem Grund wurde der dafür in den Förderprogrammen vorhergesagte Nachfragezuwachs bislang nicht erzielt?

Bei der Chipproduktion hat das Halbleitermaterial GaAs aufgrund kosteneffektiver MMIC-Technologien (Monolithic Microwave Integrated Circuit) in den letzten Jahren immer mehr das Interesse des Massenmarktes angezogen, und zwar in dem Sinne, daß HF-Front-End-Chips für Mobilfunk-Handies und Satellitenreceiver wegen der überlegenen Eigenschaften weltweit ausschließlich in GaAs-Technologie ausgeführt werden, während die nachgeschaltete Elektronik aus Kostengründen in Siliziumtechnologie ausgeführt wird. Damit bleiben GaAs-Chips im direkten Vergleich zum Siliziumchipmarkt zwar vom Finanzvolumen her ein Nischenprodukt, das aber inzwischen Massenstückzahlen erreicht und dem innovativen Endprodukt (z. B. Handy) die marktentscheidenden Leistungsmerkmale (z. B. 100 h Standzeit) verleiht. Ähnliches gilt für HF-Leistungshalbleiter auf GaAs-Basis. Das in Oxford (England) angesiedelte Marktforschungsinstitut Elsevier Advanced Technology erwartet für den GaAs-Weltmarkt, der 1995 ein Volumen von 694 Mio. US \$ hatte, für das Jahr 2000 ein Volumen von 1496 Mio. US \$. Dies entspricht einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 15 %.

In der Forschung ist GaAs weltweit unverändert im Mittelpunkt des Interesses. Die hohe Elektronenbeweglichkeit und die hervorragenden Höchstfrequenzeigenschaften von GaAs erschließen der Informationstechnik neue Frequenzbereiche und neuartige, sog. Quantenstrukturbaulemente, bei denen zukünftig ein Elektron zur Speicherung eines Informationsbits genutzt werden könnte. Die Bewältigung von Informationsströmen im Bereich 1 bis 100 Gbit/s zwischen den Knotenpunkten von Breitbandnetzen, sowie der Übergang von Photonik zur Elektronik macht die Entwicklung entsprechender optoelektronischer Verarbeitungssysteme erforderlich. Wegen der sehr hoch eingestuften Marktrelevanz und der rasanten Entwicklungsdynamik setzt hier Forschungsförderung im Zusammenwirken von Wirtschaft und Forschungsinstituten an.

9. Welche Kapazitäten von Massenspeichern sowohl auf elektronischer und optischer Basis wie auf der neuartiger Verfahren werden in von der Bundesregierung geförderten Projekten angestrebt, insbesondere im Hinblick auf Vorhaben in den USA zu Massenspeichern mit einem Terabyte Kapazität pro Kubikzentimeter?

Die Bundesregierung fördert im Rahmen ihrer Zukunftsvorsorge auch Grundlagenforschung auf dem Gebiet neuartiger physikalischer Ansätze, die möglicherweise auch für hochdichte Informationsspeichersysteme sowohl auf elektronischer als auch auf optischer Basis verwendet werden können. Im Rahmen eines Schwerpunktes Nanoelektronik beispielsweise werden physikalische Wirkprinzipien untersucht, die Quanteneffekte für Baulementefunktionen nutzbar machen sollen.

Diese Arbeiten dienen dem generellen und grundlegenden Verständnis der inneren Vorgänge und Zusammenhänge, eine

direkte Ausrichtung auf eine bestimmte Speicherkapazität erscheint allen Beteiligten zum heutigen Zeitpunkt als verfrüht.

10. An welchen Zielen bei der Taktgeschwindigkeit von Prozessorchips und an welchen Architekturen orientiert sich die Förderung von Projekten durch die Bundesregierung in den nächsten Jahren?

Die Festlegung der Taktgeschwindigkeiten und Architekturen obliegt den Unternehmen im Rahmen ihrer Planungen für neue Produkte.

Die Förderung der Forschung und Entwicklung durch die Bundesregierung kann nur im vorwettbewerblichen Bereich ausgewählte Themen unterstützen.

11. Wann gab es in der Bundesrepublik Deutschland die ersten Arbeiten zu dreidimensionalem Chipdesign, welche Projekte verfolgen dieses Konzept heute, und warum blieb dieser Ansatz einige Jahre unbeachtet?

Etwa seit 1993 werden erste FuE-Arbeiten zu dreidimensionalen Aufbau- und Verbindungstechniken in Deutschland durchgeführt. Diese Arbeiten wurden und werden von Beginn an von der Bundesregierung gefördert. Insbesondere die Fraunhofer-Institute IZM Berlin und IFT München haben einen Stand erreicht, der weltweit mit führend ist. Großer Wert wurde von Anfang an auf die spätere Umsetzbarkeit in industrielle Methoden gelegt.

Als besonders erfolgversprechend wird derzeit das „Vertical Integrated Circuit“-Konzept gesehen.

Die Bundesregierung ist nicht der Auffassung, daß diese Ansätze einige Jahre unbeachtet blieben, insbesondere deshalb nicht, weil sie frühzeitig realistische Projektvorschläge zu diesem Thema in die Förderung einbezogen hat.

12. Welchen Stand der Entwicklung hat nach Ansicht der Bundesregierung der Bereich Photonik heute erreicht, und welchen Entwicklungstrend hält die Bundesregierung für besonders förderungswürdig?

Deutschland verfügt im internationalen Vergleich über eine leistungsfähige Photonikindustrie. Photonik ist ein High-Tech-Gebiet mit hoher Innovationsrate. Nur mit intensiver Forschung ist es möglich mitzuhalten, Arbeitsplätze zu sichern und neue Arbeitsplätze zu schaffen. Der BMBF fördert die Photonik seit 1990. Die Förderung wurde von Anfang an in Form von Verbundprojekten durchgeführt, also in enger Verzahnung zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen.

Die deutsche Photonikindustrie ist heute in der Lage, den nationalen und ausländischen Netzbetreibern Photoniknetze anzubieten, die der internationalen Konkurrenz gewachsen sind.

Hierbei geht es zunächst um den Ausbau der Fernübertragungsstrecken in derartigen Photoniknetzen. Die große Herausforderung besteht jedoch darin, die Photoniknetze bis in jedes Haus zu verlegen. Für diesen Masseneinsatz der Photonik müssen kostengünstige Lösungen noch geschaffen werden. Hier ist ein stuifenweises Vorgehen durch Verbinden der optischen Nachrichtentechnik mit der heutigen Kupferkabeltechnik und mit der Funktechnik vorgesehen.

Die Förderprogramme des BMBF auf den Gebieten der Photonik und der Mobilkommunikation sind mit der Industrie im Hinblick auf die geschilderte Entwicklung abgestimmt.

13. Wie viele Unternehmen boten nach Kenntnis der Bundesregierung zu Beginn der Entwicklung von SUPRENUM auf dem Weltmarkt Supercomputer an?

Zu Beginn der Entwicklung von SUPRENUM wurden nach Angaben von Fachleuten Supercomputer von den Firmen Cray, CDC (ETA), NEC, Fujitsu und Hitachi angeboten. Es handelte sich dabei um herkömmliche Vektor-Supercomputer mit einem oder wenigen Prozessoren. SUPRENUM war insofern eine erste Entwicklung in Richtung der massiv-parallelen Supercomputer mit verteiltem Speicher.

14. Wie viele Unternehmen bieten heute nach Kenntnis der Bundesregierung Supercomputer an, wie viele davon sind aus der Bundesrepublik Deutschland, und wie ist nach Ansicht der Bundesregierung diese Entwicklung zu erklären?

Nach Auskunft von Experten werden heute Supercomputer von den Firmen IBM (SP-Linie), CRAY/SGI, Convex/HP, NEC, Fujitsu, Hitachi und Meiko/Alenia angeboten. Als einziges Unternehmen aus der Bundesrepublik Deutschland vertreibt derzeit die Siemens Nixdorf Informationssysteme AG Supercomputer; es handelt sich dabei um Rechnersysteme des Herstellers Fujitsu. Mehrere internationale Unternehmen, die in früheren Jahren Supercomputer anboten, haben ihre Geschäftstätigkeit mittlerweile eingestellt oder haben sich aus diesem Markt zurückgezogen. Letzteres gilt auch für die deutsche Firma Parsytec, Aachen, die Anfang der 90er Jahre hinsichtlich der Leistung als Supercomputer einzustufende Rechnersysteme bis zu 1 024 Prozessoren anbot.

Auf der Anbieterseite wird der heutige Supercomputermarkt nach Meinung von Fachleuten insbesondere durch enorm hohe Entwicklungskosten geprägt, die nur von solchen Unternehmen getragen werden können, die auch in anderen Märkten präsent sind.

15. Aus welchem Grund wurde die SUPRENUM-Architektur als geeignet befunden, um darauf einen Supercomputer mit ausreichenden Marktchancen zu entwickeln?

Generell ist klarzustellen, daß es nicht Gegenstand des SUPRENUM-Fördervorhabens war, ein Produkt zu entwickeln. Es sollte vielmehr eine neuartige Architektur für einen parallelverarbeitenden Hochleistungsrechner entwickelt werden, und es sollten die Funktionsfähigkeit und Programmierbarkeit an einem funktionalen Prototypen demonstriert werden. Für den Fall des Erfolgs sollten von Anfang an Strukturen für eine spätere Umsetzung in ein industrielles Produkt geschaffen werden.

Mit seiner neuartigen MIMD-Architektur war SUPRENUM – im Gegensatz zu den damals vorherrschenden Vektorrechnern – nicht prinzipiell durch die Bauelementetechnologie und die Impulsgeschwindigkeit der elektrischen Signale begrenzt. Das vorausgeschätzte Preis-Leistungsverhältnis des Rechners erschien günstig. Außerdem wurden Leistungsvorteile durch Ausrichtung der Rechnerarchitektur auf leistungsfähige Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen gesucht.

Der grundsätzlich richtige Ansatz von SUPRENUM wird aus heutiger Sicht nach Meinung von Fachleuten dadurch bestätigt, daß die meisten späteren Architekturentwicklungen paralleler Supercomputer das SUPRENUM-Konzept auf der Hardware- und Softwareseite (Architektur mittlerer Granularität, verteilter Speicher, botschaftenorientierte Software) aufgegriffen haben.

16. Für welche Anwendungen war die SUPRENUM-Architektur vorgesehen, und wie hoch wurden ihre Marktchancen beurteilt?

In erster Linie war die SUPRENUM-Architektur für alle DV-Anwendungen vorgesehen, die hochparallele Algorithmen erlauben. Hierzu gehören: Meteorologie, Klimaforschung, Umweltsimulation, Energieforschung, Strömungsmechanik, Aerodynamik (Automobil-, Flugzeugbau), Verbrennung (Motoroptimierung), Computerchemie (Pharmadesign, Quantenchemie, Molekulardynamik, Anlagensimulation), Computerphysik (Hochenergiephysik, Experimentauswertung), Geologie, Öl-Exploration, Bauphysik etc.

Mit seiner für die genannten Anwendungsbereiche besonders geeigneten Architektur wurden die Marktchancen von SUPRENUM seinerzeit von nationalen und internationalen Experten, den Industriepartnern des Vorhabens, der Europäischen Gemeinschaft (im Rahmen des GENESIS-Projekts) und aufgrund einer Bedarfstudie als vielversprechend eingeschätzt.

Der dennoch ausgebliebene nachhaltige wirtschaftliche Erfolg von SUPRENUM ist nach Einschätzung der früheren Projektleitung vor allem auf das mangelnde Interesse finanzieller Wirtschaftspartner zurückzuführen.

17. Wie viele Exemplare des SUPRENUM-Computers wurden nach Kenntnis der Bundesregierung verkauft und an wen?

Ein großes 16-Cluster-System mit 256 Knotenrechnern wurde an die Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung mbH (GMD) in Sankt Augustin verkauft, SUPRENUM-Systeme mit jeweils einem Cluster an die Universität Erlangen-Nürnberg und die Universität Liverpool. Im Rahmen des Verbundvorhabens waren außerdem SUPRENUM-Entwicklungs- oder Testsysteme mit einem oder mehreren Clustern bei folgenden Projektpartnern im Einsatz: KFA Jülich, GMD (Berlin und Sankt Augustin), SUPRENUM GmbH (Bonn), Krupp-Atlas-Elektronik GmbH (Bremen), Universität Erlangen-Nürnberg und Technische Universität Braunschweig.

18. Wie hoch wurde der Förderaufwand zur Entwicklung des SUPRENUM-Computers zu Beginn geschätzt, und wieviel wurde bis zur Abwicklung der SUPRENUM GmbH tatsächlich aufgewandt?

Einschließlich der Definitionsphase des Projekts, die im Jahr 1984 begann, wurden vom BMFT für das Verbundvorhaben SUPRENUM bis Ende 1989 rd. 165 Mio. DM Fördermittel aufgewandt. Dabei wurden die ursprünglich bewilligten Mittel im wesentlichen aufgrund konzeptionell oder technisch notwendiger Ergänzungen des Vorhabens um ca. 25 % überschritten. Die Gesamtsumme aller Projektkosten, d. h. incl. der Beteiligung der Industrie und einer Zuwendung des Landes Nordrhein-Westfalen an die SUPRENUM GmbH, beliefen sich auf rd. 200 Mio. DM. Nach Beendigung der BMFT-Förderung haben die industriellen Projektpartner nochmals ca. 15 Mio. DM in das Vorhaben eingebracht.

19. Mit welchen Fördermitteln wurden von der Bundesregierung – außer im Zusammenhang mit SUPRENUM – Firmen bei der Entwicklung von Supercomputern gefördert, und wieviel davon entfiel auf die Förderung von Software zur Parallelverarbeitung?

Neben dem Vorhaben SUPRENUM gab es in der Bundesrepublik Deutschland kein weiteres Fördervorhaben auf dem Gebiet der Supercomputer im engeren Sinne.

Die Firma Parsytec, Aachen (siehe Antwort zu Frage 14) erhielt für die Firmengründung und die Entwicklung paralleler Systeme hoher Leistung im Rahmen mehrerer Vorhaben Fördermittel in Höhe von ca. 4,9 Mio. DM. Die Mittel wurden zum großen Teil für die Entwicklung parallelverarbeitender Software aufgewandt.

-
20. Für welche Einsatzbereiche werden heute Computer für Höchstleistungsrechnen benötigt, und welche davon sind die für den Markt wichtigsten?

Höchstleistungsrechner werden heute für die verschiedensten Einsatzbereiche in Wissenschaft und Wirtschaft benötigt und angewendet, so beispielsweise für die Konstruktionsoptimierung der Hochenergiephysik, die Quantenchemie, die Optimierung von Verbrennungsvorgängen im Motor, die Crash-Simulation, die Prozeßsimulation von Anlagen und Produktionsverfahren, die Qualitätskontrolle in der industriellen Fertigung, die Optimierung betrieblicher Abläufe sowie die Entwicklung neuer Wirkstoffe und Werkstoffe. Die besondere Anwendungsperspektive für die Wirtschaft liegt darin, daß teure und zeitintensive Versuchsreihen und gefährliche Experimente mehr und mehr durch Computersimulationen ersetzt werden können. Welche von den zahlreichen Anwendungen für den Markt die wichtigsten sind, wird insgesamt unterschiedlich beurteilt. Für Deutschland mit einer starken Konzentration der Industrie im Bereich Automobil und Chemie und auch Luftfahrt sind die Anwendungen im Bereich der Strukturodynamik (Crash-Tests), der Strömungsmechanik (aerodynamische Probleme) und der chemischen sowie biotechnologischen Forschung als wesentlich hervorzuheben.

21. Welche Bedeutung kommt nach Ansicht der Bundesregierung Supercomputern im Vergleich zu skalierbarer massiver Parallelität durch vernetzte Systeme zu?

Parallelverarbeitung auf vernetzten Systemen, wie z. B. auf einem vernetzten Workstation-Cluster, ist nach Aussage von Fachleuten in der Regel nur für eine kleine Zahl im Netz integrierter Rechner effektiv, da die Verbindungsnetze von Workstation-Clustern im Gegensatz zu den Verbindungsnetzwerken zwischen den Prozessoren eines massiv-parallelen Rechners keine ausreichenden Übertragungskapazitäten für die hohen Kommunikationsanforderungen bieten. Es existiert nur eine sehr kleine Zahl von praktischen Anwendungen mit so geringen Kommunikationsanforderungen, daß eine große Zahl vernetzter Workstations oder anderer Systeme sinnvoll parallel eingesetzt werden könnte. Für nahezu alle komplexen Anwendungsprobleme sind daher (massiv-parallele) Supercomputer unverzichtbar.

22. Welche Entwicklungsziele werden nach Kenntnis der Bundesregierung heute in den USA für die Rechenleistung von Supercomputern bis zum Jahr 2010 angestrebt, und für welche Zwecke wird diese benötigt?

Ende letzten Jahres hat ein Supercomputer (in den USA) die tatsächliche Rechenleistung (sustained performance) von 1 TeraFLOPS¹⁾ erreicht. Nach den bisherigen Erfahrungen wird im Höchstleistungsrechnerbereich etwa alle drei Jahre eine Leistungssteigerung (bezogen auf den jeweils leistungsstärksten

Rechner) um den Faktor 10 erzielt, so daß man für das Jahr 2010 ggf. mit einem 1-PetaFLOPS-Rechner rechnen kann. Bisherige Vermutungen nach einem Ende dieser Entwicklung haben sich bislang nicht bewahrheitet. Neben der häufig für die USA genannten Anwendung, Nukleartests durch Simulationen ersetzen zu können, gibt es die sog. grand challenges, die von seismologischen Berechnungen über die Simulation turbulenter Strömungen bis hin zur Proteinsimulation zur Entwicklung neuer Impfstoffe und Arzneien reichen und solch hohe Rechenleistungen erfordern.

23. Welche Ergebnisse bei Methoden und Werkzeugen zur Parallelisierung von Software liegen vor, inwieweit sind diese sowohl für Parallelarchitekturen als auch für Strukturen heterogener Parallelität nutzbar, und welchen Stellenwert und welche Ausrichtung wird dieser Bereich nach Einschätzung der Bundesregierung in den nächsten Jahren haben?

Die Ergebnisse bei den Methoden und Werkzeugen zur Parallelisierung von Software sind so zahlreich, daß hier nur grundlegende Beispiele aufgeführt werden können.

Für die effiziente Nutzung von Parallelrechnern muß nach Meinung von Experten ein originärer Parallelisierungsansatz gewählt werden, d. h. es sind neuartige Algorithmen anstelle der bislang meist verwendeten, restrukturierten sequentiellen Algorithmen zu entwickeln. Insbesondere für Rechner mit verteiltem Speicher ist eine komfortable Benutzerschnittstelle unabdingbar, um den Programmierer von der verteilten Organisation des Speichers freizuhalten. Wichtige Entwicklungen gibt es hierbei auf den Feldern des Debugging und der automatischen Datenaufteilung. Die deutsche Forschung nimmt auf diesem Sektor eine Spitzenstellung ein; so wurden die weltweiten Standards HPF (zur FORTRAN-Weiterentwicklung für massiv-parallele Rechner) sowie MPI (für Kommunikationsbibliotheken) unter maßgeblicher Mitarbeit deutscher Unternehmen und Forschungsinstitute entwickelt.

Die Ergebnisse in diesem Feld sind nur zum Teil, wie etwa MPI, auch für Strukturen mit heterogener Parallelität nutzbar. Erst neuere Entwicklungen sehen auch Parallelverarbeitung auf mehreren Parallelrechnern mit teilweise unterschiedlicher Architektur vor. Bedeutsam ist hier die Kombination aus traditionellen Supercomputern (mit leistungsfähigen Vektorprozessoren) und neueren Supercomputern des massiv parallelen Typs mit verteiltem Speicher. Untersuchungen haben ergeben, daß bestimmte Anwendungen durch die gleichzeitige Nutzung dieser unterschiedlichen Supercomputerarchitekturen, auch über große Entfernung (Metacomputing), Effizienzvorteile erreichen. Daher werden solche Kombinationen in Zukunft an Bedeutung gewinnen und die Entwicklung spezifischer Programmierwerkzeuge und -umgebungen erfordern.

24. Hält die Bundesregierung es auch in Zukunft für angebracht, Forschungsergebnisse über die Ausgründung von Unternehmen aus Forschungseinrichtungen bis zur Markteinführung zu treiben?

Die herausragende Bedeutung innovativen, technologieorientierten Unternehmertums für wirtschaftliches Wachstum und das Entstehen neuer Arbeitsplätze ist unstrittig. Regionen mit einem hohen Grad an öffentlicher Forschungsinfrastruktur bieten hierfür die notwendigen Voraussetzungen. Dies zeigt sich zum Beispiel eindrucksvoll am amerikanischen Bundesstaat Massachusetts, wo es aus dem Massachusetts Institut of Technology (MIT) heraus bisher zu über 600 Unternehmensgründungen mit über 300 000 Arbeitsplätzen gekommen ist.

Unter diesem Aspekt steht auch die Förderung von Mitarbeiterausgründungen aus Forschungseinrichtungen. Die Bundesregierung ist der Ansicht, daß ein volkswirtschaftlicher Mehrwert aus öffentlich finanzierte Forschung im Hochtechnologiebereich u. a. besonders dadurch erzielt werden kann, daß sich Mitarbeiter von Forschungseinrichtungen – bei entsprechender Befähigung – mit eigenen Unternehmen zur Vermarktung ihrer FuE-Ergebnisse und ihres Know-hows aus der Einrichtung ausgründen. Der Übertritt der Mitarbeiter in einen privatwirtschaftlichen Rahmen sichert ihnen eine flexible unternehmerische Grundlage und setzt öffentliche Gelder für neue Forschungsaufgaben in den Einrichtungen frei.

Gleichwohl kann auch eine Ausgründung den wirtschaftlichen Erfolg einer Entwicklung nicht garantieren. Erfolglose Einzelfälle können jedoch das Modell an sich nicht in Frage stellen. Allein bei den Forschungszentren der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft ist es seit 1993 zu über 35 Ausgründungen gekommen, die teilweise erhebliche Wachstumsraten aufweisen.

Die Bundesregierung setzt sich für ausgründungsfreundliche Rahmenbedingungen in den Forschungseinrichtungen ein. Die Maßnahmen sehen Beratungsleistung, entgeltliche Nutzung von Einrichtungsinfrastruktur und Nebentätigkeits- und Teilzeitregelungen vor. Ausgeschlossen sind jedoch geldwerte Leistungen der Einrichtungen. Zur Kapitalbeschaffung stehen ausgründungswilligen Mitarbeitern die generellen Fördermaßnahmen für junge Technologieunternehmen zur Verfügung.

