

**Antwort
der Bundesregierung**

**auf die Kleine Anfrage des Abgeordneten Dr. Manuel Kiper und der Fraktion
BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN
— Drucksache 13/6566 —**

**Evaluation der Förderung von Forschung und Entwicklung in der
Informationstechnik II — Softwaretechnologie und wissensbasierte Systeme**

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 Anwendung programmierbarer Computer wird durch ihre Software bestimmt. Die Verfügbarkeit von Software entscheidet darüber, wie Computer genutzt, und oft auch, welche angeschafft werden. Die Softwarebranche liefert die Schlüssel für Anwendungsprobleme und ist durch eine sehr hohe Wertschöpfung gekennzeichnet. Allein als Softwareanbieter konnte in den USA ein kleiner Betrieb zum weltweiten Quasi-Monopolisten für PC-Betriebssystemsoftware werden, der gleichzeitig einen großen Teil des Anwendungssoftware-Marktes abdeckt. Der Börsenwert dieses Unternehmens hat den großer Automobilhersteller überrundet.

Es hat lange Zeit gedauert, bis alte Erkenntnisse über die Bedeutung von Software in der Bundesrepublik Deutschland breiteres Gehör fanden. Immerhin wird nun auch hierzulande davon gesprochen, Softwaretechnologie sei eine Schlüsseltechnologie für die Wirtschaft in der Informationsgesellschaft. Die Beherrschung der Softwaretechnologie und die Erforschung und Entwicklung neuer Technologielinien bestimmen bei Unternehmen über ihre Innovations- und Problemlösungsfähigkeit und für Bürgerinnen und Bürger über die ihren Bedürfnissen gerechte Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnologie. Softwareprodukte bestimmen somit weite Lebens- und Arbeitsbereiche.

In der Forschungsförderung hat die Softwaretechnologie lange Zeit ein Schattensein geführt. Entwurf und Design von Software ist eine komplexe Arbeit hochqualifizierter Expertinnen und Experten. Software hat mittlerweile bei vielen technischen Produkten einen Anteil von 75 bis 80 % an den Herstellungskosten. Die Unterstützung durch adäquate Entwicklungswerkzeuge macht Softwareerstellung heute erst be-

herrschbar. Das von der Forschungsförderung in den letzten Jahren suggerierte Bild einer „Softwarefabrik“ geht an diesen Erfordernissen vorbei und ist daher irreführend. Forschung und Entwicklung in der Softwaretechnologie sollten nicht primär anwendungsbezogen arbeiten, sondern die Mittel zur Produktion besserer Softwareprodukte bereitstellen. Dabei sollte die Erkenntnis klar sein, daß die Abbildung von komplexer Realität in Software nicht in einer dekontextualisierten Fabrik, sondern nur durch solche Mittel erfolgreich sein kann, die reale Komplexität ebenso handhabbar machen wie die Grenzen solcher Abbildungen aufzeigen.

Bundesdeutsche Forschung hat Stärken auf verschiedenen softwaretechnologischen Gebieten, deren Breite jedoch abnimmt. Dennoch gibt es immer wieder Arbeiten, die zu marktfähigen Produkten führen, wenn diese auch kaum von Unternehmen in der Bundesrepublik Deutschland vermarktet werden. Softwareunternehmen in der Bundesrepublik Deutschland sind bis auf wenige Ausnahmen kleine und mittelgroße Unternehmen mit vornehmlich nationalen Märkten. Produkte mit einem internationalen Markt gibt es nur wenige. In diesem Jahr verloren besonders solche Unternehmen an Boden, die sich auf den lokalen Markt konzentrieren. Die verstärkte Verlagerung arbeitsintensiver Teile der Softwareproduktion in Länder mit geringen Lohnkosten verschärft die Lage der Softwarebranche in den nächsten Jahren.

Eine spezielle Softwaretechnologie sind Arbeiten des ehemals „Künstliche Intelligenz“ genannten und heute unter der Bezeichnung „wissensbasierte Systeme“ zusammengefaßten Forschungsbereichs. Ziel ist es hier, mit spezifischen Mitteln algorithmisch schwer beherrschbare Probleme auf heuristische oder andere innovative Art anzugehen. Kennzeichen der Arbeiten ist insbesondere der Versuch, menschliches Wissen für Computeranwendungen handhabbar zu machen. Dies umfaßt von der maschinellen Aneignung von Wissen durch Computer über die Ableitung und Bearbeitung komplexer Zusammenhänge bis zum Verstehen natürlicher Sprache in der Regel diffizile Probleme hoher Komplexität.

In den 80er Jahren hatte die „Künstliche Intelligenz“ forschungspolitisch Konjunktur mit ihrer Versprechung, Expertenwissen auf eine in der industriellen Praxis nutzbare Weise in „Expertensysteme“ abzubilden. Übrig blieb von diesem Anspruch – wie häufiger in der Geschichte der „Künstlichen Intelligenz“ – die Nutzung dabei entwickelter Methoden und Werkzeuge für die Softwaretechnologie allgemein.

Die Forschungsförderung der Softwaretechnologie hat für die Informationstechnik der nächsten Jahre eminenten Bedeutung. Eine solche Förderung aber, die vorrangig auf marktfähige Produkte ausgerichtet ist, wird deswegen keine brauchbaren Ergebnisse erzielen, weil sie erstens nur zu wenigen Produkten und damit zu eingeschränktem Nutzen führt, zweitens die technologische Basis nicht verbreitert und drittens gegen Unternehmen immer den kürzeren ziehen wird, von denen der Marktführer allein für die Erforschung von Softwaretechnologie weit mehr als das Doppelte des Betrages aufwendet, mit dem die Bundesregierung pro Jahr die Forschung und Entwicklung in der Informationstechnik insgesamt fördert.

Vorbemerkung:

Auf eine Evaluierung der im „Förderkonzept Informationstechnik 1993 bis 1996“ enthaltenen Förderschwerpunkte Softwaretechnologie und Künstliche Intelligenz (KI) wurde von Anfang an großer Wert gelegt. Sie erfolgte daher nicht erst nach Ablauf, sondern bereits während der Förderperiode.

Der Schwerpunkt KI, zu dem u. a. die Wissensbasierten Systeme gehören, wurde mit der Anfang 1994 von der Firma Arthur D. Little vorgelegten „Studie zur Evaluierung des Förderschwerpunkts Künstliche Intelligenz des BMFT“ (ADL-Studie) umfassend bewertet. Die Auswertung der Studie hatte Auswirkungen auf die weiteren Fördermaßnahmen in diesem Bereich. Darüber hinaus wurde im April 1996 das Statusseminar des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) „Neuroinformatik und Künstliche Intelligenz“ genutzt, um die Ergebnisse der Förderung zu präsentieren und mit Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft zu diskutieren.

Die große Bedeutung der Softwaretechnologie für die deutsche Wirtschaft ist der Bundesregierung seit langem bekannt, wie den Förderkonzepten von 1984 und 1989 zu entnehmen ist. Im Förderkonzept Informationstechnik von 1993 schließlich wurde auf die besondere Schlüsselstellung der Softwaretechnologie in der Informatik verwiesen. Im Rahmen dieses Förderkonzepts entstand die „Initiative zur Förderung der Softwaretechnologie in Wirtschaft, Wissenschaft und Technik“, die Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft mit ihren Bewertungen und Empfehlungen maßgeblich mitgestaltet haben. Die Projektanträge zur Software-Initiative wurden von unabhängigen Experten begutachtet. Der Zentralverband der Elektroindustrie (ZVEI) und der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA) begleiten die Durchführung der geförderten Verbundprojekte mit einem Beratergremium (Industrieboard). Darüber hinaus fand im März 1996 ein Statusseminar „Softwaretechnologie“ statt, bei dem die bisherigen Ergebnisse der Förderung der Fachwelt vorgestellt und mit ihr diskutiert wurden.

Die in der abgelaufenen Förderperiode 1993 bis 1996 begonnene Konzentration auf anwendungsbezogene Forschung wird in der 1997 beginnenden neuen Förderphase konsequent weitergeführt. Gefördert werden FuE-Themen, die sich aus konkreten Anwendungsproblemen ableiten, aber dennoch zu theoretisch fundierten Prinziplösungen führen, die sich auch in langfristige, interdisziplinäre Szenarien einbinden lassen. Zukunftsweisende Systemkonzepte schließen daher auch Grundlagenforschung ein.

1. Welchen Anteil am Bruttonsozialprodukt hat die Softwarereproduktion in der Bundesrepublik Deutschland?

Der Anteil der Softwarereproduktion (Software und Dienstleistungen) am Bruttonsozialprodukt in der Bundesrepublik Deutschland lag nach Kenntnis der Bundesregierung im Jahr 1996 bei ca. 1,2 %.

2. Wie hoch ist die Zahl von Softwareunternehmen in der Bundesrepublik Deutschland, und wie ist diese Zahl in Relation zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung durch Software zu sehen, in die ja auch Softwareprodukte einfließen, die von Unternehmen im Rahmen ihrer andersgearteten Aktivitäten entwickelt werden?

Der Bundesregierung liegen keine exakten Angaben über die Zahl der Softwareunternehmen in der Bundesrepublik Deutschland vor. Die Zahl deutscher Softwareunternehmen, incl. Kleinstunternehmen, wird auf ca. 10 000 geschätzt, wobei die Abgrenzung von Softwarehäusern gegenüber den IT-Dienstleistern und IT-Beratungsfirmen fließend ist. Die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung durch Software ist nach Schätzungen insgesamt etwa doppelt so hoch wie die deutsche Softwarereproduktion. In exportorientierten Branchen der deutschen Wirtschaft übersteigt der Softwareanteil aus der Wertschöpfung der Produkte aber die 50 %-Marke.

3. Inwieweit fließt bei Angaben zur Softwareproduktion die Modifikation von Applikationen durch Anwender ein?

Es ist zu unterscheiden zwischen der (deutschen) Softwareproduktion (Absatz deutscher Unternehmen im In- und Ausland), dem (deutschen) Softwaremarkt (zu dem auch ausländische Anbieter beitragen) und schließlich der gesamtwirtschaftlichen (deutschen) Wertschöpfung durch Software, die auch die Softwareweiterentwicklung in branchenfremden Unternehmen einschließt. Bei der Antwort zu Frage 1 fließt die Modifikation von Applikationen durch Anwender in die Angabe zur Softwareproduktion daher nicht ein.

4. Wie erklärt die Bundesregierung, daß die Softwaretechnologie noch im Förderkonzept Informationstechnik 1993 bis 1996 auf wenigen Seiten abgehandelt wurde und ihr erst in den Entwürfen des neuen Rahmenkonzeptes bis 2001 ein höherer Stellenwert eingeräumt wird, insbesondere, hält sie diesen für angemessen?

Die Softwaretechnologie ist bereits seit den 70er Jahren Bestandteil der Förderkonzepte der Bundesregierung. Ihre Bedeutung im Bereich der Förderungspolitik Informationstechnik war und ist unbestritten. Im Förderkonzept Informationstechnik 1993 bis 1996 konnte die Softwaretechnologie – wie auch andere essentielle Gebiete – aus Gründen des Gesamtumfangs des Konzepts nur in knapper Form dargestellt werden. Zur Detaillierung war ein eigenes Konzept vorgesehen (vgl. Antwort zu Frage 5). Der Softwaretechnologie wird in künftigen Förderkonzepten eine große Bedeutung zugemessen.

5. Weshalb wurde die Initiative Softwaretechnologie erst 1995 eingeleitet, und was waren dafür die Auslöser?

Die „Initiative zur Förderung der Softwaretechnologie in Wirtschaft, Wissenschaft und Technik“ zur Ausgestaltung und Umsetzung des Förderschwerpunkts wurde nicht erst 1995 eingeleitet. Die Vorbereitung zu dieser Initiative begann bereits im Dezember 1992 mit der Vergabe eines Auftrags des BMBF an die Gesellschaft für Informatik zur Unterbreitung von „Handlungs- und Verbundprojekt-Vorschlägen zur Förderung von Forschung und Entwicklung in der Softwaretechnologie“. Ende August 1993 lag diese Studie dem BMBF vor. Die Ergebnisse dieser Studie wurden mit Fachexperten aus Wissenschaft und Wirtschaft in der Folgezeit diskutiert. Eine Vereinbarung zur Beteiligung der Wirtschaft an der Initiative wurde im Juli 1994 zwischen BMBF und den Verbänden ZVEI/VDMA geschlossen. Im August 1994 erfolgte schließlich die „Bekanntmachung über die Förderung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auf dem Gebiet der Informationstechnik im Förderbereich Softwaretechnologie“ im Bundesanzeiger Nr. 150.

6. Ist die Bundesregierung der Ansicht, daß die schon Ende der 60er Jahre thematisierte „Softwarekrise“ als Problem der Beherrschbarkeit komplexer Systeme durch ihre Förderung in den letzten Jahren behoben oder zumindest gelindert wurde?

Die angesprochene Softwarekrise ist kein deutsches, sondern ein internationales Problem. Die Komplexität bzw. Beherrschbarkeit von Software kann in Deutschland sicherlich auch nicht allein mit der Förderung der Softwaretechnologie durch die Bundesregierung gelöst werden. Nach Meinung von Experten ist es aber unbestritten, daß die Förderprogramme des BMBF wesentlich dazu beigetragen haben, die in Deutschland vorhandenen Konstruktionstechniken zu systematisieren, zu bündeln und vor allem die Entwicklung und Integration unterstützender Werkzeuge zu initiieren, womit die mit dem Begriff „Softwarekrise“ adressierten Probleme merklich abgemildert wurden.

7. Wie hoch ist nach Kenntnis der Bundesregierung der Nutzungs- und Verbreitungsgrad objektorientierter Software, die derzeit als Ansatz auch zur Beherrschung komplexer Systeme genutzt wird?

Nach der Bundesregierung vorliegenden Schätzungen setzen ca. 10 % aller Unternehmen in Deutschland objektorientierte Software ein. Rund 40 % aller deutschen Unternehmen evaluieren gemäß diesen Schätzungen den Einsatz objektorientierter Softwaretechnologie. Die Verbreitung objektorientierter Software wächst zwar zunehmend, stößt jedoch teilweise durch den Paradigmenwechsel auf starke Schwierigkeiten und ist auch kein Garant für eine geringere Komplexität.

8. Wie viele deutsche Unternehmen bieten nach Kenntnis der Bundesregierung Werkzeuge und Methoden zur objektorientierten Programmierung an, und wie hoch ist deren Anteil auf dem entsprechenden Softwaremarkt?

Der Bundesregierung vorliegende Schätzungen gehen davon aus, daß sich weniger als 100 bundesdeutsche Unternehmen schwerpunktmäßig mit Objektorientierung befassen; deren Marktanteil im Segment für objektorientierte Softwareprodukte in Deutschland wird auf unter 30 % geschätzt.

9. Welchen Anteil hatten deutsche Forschungsinstitute an der Entwicklung der heute genutzten objektorientierten Programmiersprachen der vierten Generation, um welche handelte es sich, und in welchen Projekten wird an den Programmiersprachen der nächsten Generation gearbeitet?

In deutschen Forschungsinstituten wurde und wird zum Thema Objektorientierung geforscht, an der Entwicklung von für den Markt bedeutenden objektorientierten Sprachen (die Experten unterscheiden hier keine Generationen) waren deutsche Institutionen nach Kenntnis der Bundesregierung jedoch nicht direkt

beteiligt. Es gibt auch gegenwärtig keine Förderprojekte des BMBF, in denen Programmiersprachen für die breite Anwendung entwickelt werden. Forschungsergebnisse aus laufenden Projekten des BMBF-Förderschwerpunkts Softwaretechnologie könnten aber indirekt Einfluß auf die Gestaltung neuer Sprachen nehmen.

10. Was sind nach Ansicht der Bundesregierung die prägnantesten Erfolge bei Projekten zur benutzergerechten Softwaregestaltung der letzten sechs Jahre?

Im Bereich der Oberflächen und Benutzerschnittstellen wurden große Fortschritte erzielt. Im Hinblick auf eine verbesserte Softwareergonomie wurden Module entwickelt, die von Softwareentwicklern eingesetzt werden können, um benutzergerechte Software zu konstruieren. Hier waren im Bereich der Programmierung von Industrierobotern die Projektergebnisse so erfolgreich, daß sie von allen führenden deutschen Herstellern in diesem Feld aufgegriffen wurden.

11. Ist die Bundesregierung der Ansicht, daß die Umsetzung der EU-Bildschirmrichtlinie der Nutzung und dem Absatz von Systemen, die softwareergonomischen Anforderungen in besonderer Weise entsprechen, fördert, und wenn ja, warum hat sie sich mit der Umsetzung der Richtlinie in deutsches Recht so viel Zeit gelassen?

Die EU-Bildschirmrichtlinie beschreibt die Voraussetzungen für Endgeräte und deren Ergonomie, ist also im wesentlichen hardwarebezogen. Die im Anhang „Mindestvoraussetzungen“ unter Punkt 3 (Mensch-Maschine-Schnittstelle) angegebenen Anforderungen an die Softwareergonomie sind so allgemein gehalten, daß nach Auskunft von Experten keine besonderen bzw. positiven Auswirkungen für Softwarevertreiber zu erwarten sind, auch nicht für solche, deren Produkte über eine herausragende Softwareergonomie verfügen.

Grund für die Verzögerung bei der Umsetzung der EG-Richtlinie über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten (90/270/EWG) war das Fehlen einer ausreichenden Verordnungsermächtigung. Die Ermächtigung wurde im Arbeitsschutzgesetz (Artikel 1 des Gesetzes zur Umsetzung der EG-Rahmenrichtlinie Arbeitsschutz und weiterer Arbeitsschutzrichtlinien) vom 7. August 1996 geschaffen. Dies ist am 21. August 1996 in Kraft getreten. Die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an Bildschirmgeräten, die diese EG-Richtlinie in nationales Recht umsetzt, trat zum 20. Dezember 1996 in Kraft.

12. Welche Fortschritte sind nach Ansicht der Bundesregierung seit 1993 bei Methoden und Verfahren zur partizipativen Softwaregestaltung erzielt worden, die im Förderkonzept (S. 88) hervorgehoben wurden?

Die partizipative Softwaregestaltung sieht die Beteiligung des Endbenutzers an der Erstellung der Software vor. Durch partizipative Softwaregestaltung erhöhen sich die Chancen, daß Nachbesserungen aufgrund der praktischen Anwendungen beim Nutzer vermieden werden. In verschiedenen Projekten wurde nachgewiesen, daß partizipative Softwaregestaltung effektiv realisierbar ist.

13. Ist die Bundesregierung der Ansicht, daß auch in Zukunft die von ihr als bisherige Stützen der bundesdeutschen Softwareindustrie gesehnen Teile – kundenspezifische Individualsoftware und softwarebezogene Dienstleistungen – dieselbe Bedeutung wie bisher behalten werden, und wenn dies nicht der Fall sein sollte, welche Konsequenzen hat dies für ihren Einsatz von Fördermitteln?

Nach Meinung von Experten werden kundenspezifische Individualsoftware und softwarebezogene Dienstleistungen ihre tragende Bedeutung für die bundesdeutsche Softwareindustrie be halten und noch weiter erhöhen. Die Ausrichtung des BMBF-Förder schwerpunkts Softwaretechnologie trägt dieser Entwicklung Rechnung.

14. In welchen Bereichen der Softwaretechnologie sieht die Bundes regierung in der Bundesrepublik Deutschland die Erforschung grundlegend neuer Techniken, und welche Bedeutung haben diese für die Markt-, vor allem auch die Innovationsfähigkeit bundes deutscher Unternehmen?

Grundlegend neue Techniken sind vor allem für die Qualitäts sicherung softwareintensiver Systeme zu entwickeln. Deutsche Produkte sind international vor allem wegen ihres hohen Qualitätsstandards wettbewerbsfähig. Dieser Qualitätsstandard sollte auch für softwarebezogene Produkte aufrechterhalten werden, um damit der deutschen Industrie die entsprechenden Märkte zu erhalten bzw. ihr neue Märkte zu öffnen. Es besteht ein hoher Be darf an der Weiterentwicklung der Informationslogistik, um die in den globalen Netzen bereitstehenden Informationen effektiv verarbeiten zu können. Von großer Bedeutung für den Markt und die Innovationsfähigkeit sind weiterhin Software für eingebettete Systeme und verteilte Systeme.

15. Welche Projekte zur global verteilten Softwareerstellung werden derzeit gefördert, welche Mittel sind dafür in den nächsten Jahren vorgesehen, und welche Folgen hat dies für Softwareunternehmen in der Bundesrepublik Deutschland?

Zur Zeit werden keine Projekte zur global verteilten Softwareerstellung durch das BMBF gefördert. Hierfür sind in den nächsten Jahren auch keine Mittel vorgesehen.

16. Welchen Erfolg hatten die Forschungsprojekte, in denen unter der Bezeichnung Softwarefabrik der gesamte Prozeß von Programmierung organisiert werden sollte, wie hoch war der Anteil der Förde

rung durch die Bundesregierung, und wo werden die 1990 für 1996 angekündigten Softwarefabriken für die „reale Welt“ heute eingesetzt?

In den wichtigsten Teilbereichen des Projektes sind erfolgreiche Ergebnisse erzielt worden. Das BMBF unterstützte das Projekt ESF wegen seiner strategischen Bedeutung in den Jahren 1986 bis 1994 mit rd. 42 Mio. DM. Dem standen im gleichen Zeitraum Eigenaufwendungen der deutschen Firmen in Höhe von ca. 112 Mio. DM gegenüber. Die im Projekt ESF erarbeitete Architektur für Softwarefabriken und die dort entwickelten Produktplattformen und Werkzeuge haben ihren Niederschlag in der späteren Neugestaltung der entsprechenden Produkte der beteiligten deutschen Unternehmen gefunden.

17. In welchen Bereichen liegen nach Ansicht der Bundesregierung die Herausforderungen in der Softwaretechnologie der kommenden Jahre, und wie will sie dafür Fördermittel einsetzen?

Folgende Bereiche der Softwaretechnologie werden in den kommenden Jahren von besonderem Interesse sein:

- Entwicklung von Methoden und Techniken zur Modellierung organisatorischer und technischer Systeme und Prozesse
- Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Integration, Pflege und Wiederverwendung von Anwendungssystemen und Softwarebausteinen
- Weiterentwicklung der Softwaretechnologie zur Qualitäts-, Sicherheits- und Zuverlässigkeitverbesserung komplexer Softwaresysteme
- Entwicklung von Methoden und Werkzeugen für eingebettete Systeme und verteilte Systeme
- Entwicklung der softwaretechnologischen Grundlagen der Informationslogistik

Neben der institutionellen Förderung im Bereich Softwaretechnologie soll die Projektförderung in der bewährten Weise von Verbundprojekten erfolgen, bei denen Unternehmen im Verbund die Umsetzung der Projektergebnisse gewährleisten sollen.

18. Was sind ihre Schwerpunkte bei der Förderung von Software-Engineering, und inwieweit sind diese vergleichbar mit entsprechenden Arbeiten in den USA?

Schwerpunkte bei der Förderung von Softwareengineering in laufenden BMBF-Projekten sind Methoden- und Werkzeugentwicklung zur Unterstützung des Softwareengineering-Prozesses sowie die Entwicklung sprachübergreifender Programmverstehenswerkzeuge. Nach Auskunft von Experten sind die Schwerpunkte bei der Förderung von Softwareengineering inhaltlich vergleichbar mit entsprechenden Arbeiten in den USA.

-
19. Welche Projekte zu Metriken der Softwareproduktion und ihrer Produktivitätsmessung werden von der Bundesregierung gefördert?

Grundlagenarbeiten auf dem Gebiet der Metriken werden von der Bundesregierung nicht gefördert. Innerhalb der „Initiative zur Förderung der Softwaretechnologie in Wirtschaft, Wissenschaft und Technik“ fördert das BMBF das Verbundvorhaben SOFT-QUALI, dessen Ziel es ist, eine systematische Softwarequalitätsverbesserung durch zielorientiertes Messen und Bewerten sowie explizite Wiederverwendung des Softwareentwicklungs-Know-hows zu ermöglichen.

20. Zu welchen am Markt nachgefragten Produkten im Bereich „Künstliche Intelligenz“ (KI) haben die Mittel der Bundesregierung für Forschung und Entwicklung geführt?

Die FuE-Mittel der Bundesregierung werden grundsätzlich nicht für die Produktentwicklung, sondern für die anwendungsorientierte Grundlagenforschung im vorwettbewerblichen Bereich eingesetzt. Ziel ist es dabei, Forschungsergebnisse zur Verfügung zu stellen, die von der Wirtschaft aufgegriffen und mit Eigenmitteln rasch in marktfähige Produkte umgesetzt werden. Die an staatlich geförderten Projekten beteiligten Unternehmen haben unter Einsatz von Eigenmitteln eine Vielzahl von KI-Produkten im Bereich der eingebetteten wissensbasierten Komponenten, der Sprachtechnologie, der Bildverarbeitung, der Robotik und der intelligenten Benutzerschnittstellen entwickelt und vermarktet. KI-Techniken werden dabei stets mit anderen Informatikmethoden zu Produkten integriert, wobei die intelligenten Komponenten immer stärker zum funktionsbestimmenden Faktor und zum Wettbewerbsvorteil werden.

21. Welche wissenschaftlich – auch für andere Teildisziplinen der Informatik – weiterführenden Ergebnisse wurden nach Ansicht der Bundesregierung durch im Bereich KI geförderte Projekte erzielt?

Die KI hat sich innerhalb der praktischen Informatik als wichtiges Innovationsfeld etabliert, das Auswirkungen auf die meisten anderen Teildisziplinen der Informatik hat. So wurden z. B. die logische, die Constraint-Programmierung, die deduktiven Datenbanken, die Multi-Agententechnik, die automatische Programmverifikation, die Benutzermodellierung und das heuristische Suchen ganz wesentlich in Förderprojekten zur KI vorangetrieben. Die Ergebnisse in den genannten Bereichen sind inzwischen in fast alle anderen Bereiche der Informatik diffundiert.

22. Worin sieht die Bundesregierung den besonderen Erfolg ihrer Förderpolitik im Vergleich zu den Ergebnissen des im Bereich KI prägend auf die Forschungslandschaft wirkenden japanischen Fifth-Generation-Projektes einerseits und des Strategic-Computing-Programms der USA andererseits?

Die Frage bezieht sich auf einen Vergleich mit längst abgelaufenen Forschungsprogrammen in Japan und den USA. Das japanische Fifth-Generation-Projekt war im Unterschied zur Förderung der Bundesregierung zunächst stark an Hardwareentwicklungen orientiert. Die Programmziele wurden nicht erreicht, allerdings hat Japan durch dieses Projekt den Vorsprung von Europa auf dem Gebiet der logischen Programmierung in den 80er Jahren fast aufgeholt. Inzwischen laufen in Japan seit einigen Jahren neue Förderprogramme wie das Real World Computing Programme mit einer stärkeren Betonung auf Sprach- und Bildverarbeitung. Trotzdem ist die deutsche Grundlagenforschung im Bereich der KI nach Meinung von Experten in fast allen Bereichen mit Ausnahme des Softcomputing den Japanern überlegen. Die Fördermaßnahmen der Bundesregierung haben hierzu einen wichtigen Beitrag geleistet. In den USA ist das stark militärisch motivierte Strategic Computing Programme ebenfalls seit vielen Jahren durch andere Förderprogramme zu Intelligent Systems, Human Language Technology und National Information Infrastructure abgelöst worden. Im Bereich maschineller Lernverfahren, Softbots, Data Mining und Planen sind die USA-Wissenschaftler in den genannten Programmen den deutschen Forschungsgruppen derzeit noch überlegen.

23. Wie hoch ist der Anteil inländischer Produkte am Primärmarkt für KI – KI-Sprachen und Tools, Shells für wissensbasierte Systeme etc.?

Der Markt für KI-Werkzeuge war lange Zeit durch amerikanische Hersteller dominiert. Nach der im Einleitungstext erwähnten ADL-Studie entfiel auf deutsche Hersteller 1991 ein Marktanteil von ca. 10 %. Es wird eingeschätzt, daß der inländische Anteil heute geringer ist, weil die KI durch ihre starke Praxisnähe auf Standardprogrammierwerkzeuge und Standardhardware überging, um mit anderen Informatik-Techniken besser integrierbar zu sein. Der Bundesregierung liegen zum derzeitigen Marktanteil keine aktuellen Angaben vor. Bemerkenswert ist, daß auch der amerikanische Markt für reine KI-Entwicklungswerkzeuge (Hardware und Software) kaum noch vorhanden ist. Derzeit laufen zur Entwicklung rein KI-basierter Entwicklungswerkzeuge keine Fördermaßnahmen der Bundesregierung.

24. Welchen Anteil am Gesamtumsatz mit IuK-Produkten und Dienstleistungen in der Bundesrepublik Deutschland hat der Markt für KI-Anwendungen, und wie viele der diesen Umsatz erwirtschaftenden Unternehmen wurden durch Förderprogramme des Bundes unterstützt?

Der Bundesregierung liegen hierzu keine Informationen vor. Da KI-Komponenten fast immer in komplexe Anwendungssysteme integriert werden, läßt sich der Anteil am Gesamtumsatz von IuK-Produkten nur mit großem Aufwand ermitteln. Neben einigen kleineren und mittleren IT-Unternehmen waren oder sind alle größeren Unternehmen, die im Bereich der KI-Anwendungen in

Deutschland tätig sind, in die entsprechenden Förderprogramme der Bundesregierung eingebunden.

25. Welchen Anteil hatte im Technologiefeld KI speziell die Förderung der Expertensystemtechnik, und wie hoch ist die aktuelle Zahl kommerziell eingesetzter Expertensysteme?

Die klassische Expertensystemtechnik spielte in der KI-Förderung nur eine untergeordnete Rolle, weil einfache regelbasierte und hybride Expertensystemshells bereits früh von amerikanischen Herstellern bereitgestellt wurden. Erfolgreich gefördert wurden dagegen modellbasierte Verfahren für die Konfiguration und Diagnose technischer Systeme. Qualitatives Schließen und modellbasierte Diagnose waren Themen, bei denen auch international noch ein erheblicher Forschungsbedarf bestand, um eine neue Generation von Expertensystemanwendungen zu ermöglichen. Im Förderzeitraum 1993 bis 1996 wurden Expertensysteme vom BMBF nur noch als Bestandteile von komplexen KI-Anwendungslösungen marginal gefördert. Der Anteil an der Gesamtfördersumme im KI-Bereich lag bei weniger als 2 %. Eine an der Universität Erlangen-Nürnberg bestehende Expertensystem-Datenbank weist die aktuelle Zahl kommerziell eingesetzter Expertensysteme mit weltweit 1 563 aus, wobei Deutschland mit 306 laufenden Systemen die europäische Führung einnimmt.

26. Inwieweit hält die Bundesregierung diesen Ansatz für immer noch aktuell?

Der Markt für klassische Expertensysteme ist nach Kenntnis der Bundesregierung relativ eng, weil eine völlige Automatisierung von Expertenfähigkeiten nur in wenigen Anwendungsfällen gelingt. Dagegen werden für wissensbasierte Assistenzsysteme, in denen intelligente Systeme in Interaktion mit menschlichen Fachkräften eine Aufgabe lösen, erhebliche Marktpotentiale gesehen.

27. Welchen Anteil haben heute wissensbasierte Werkzeuge an kommerziell in der Bundesrepublik Deutschland genutzten Systemen, insbesondere der Mustererkennung und Bildverarbeitung?

Im Bereich der Dokumentanalyse, in dem deutsche Unternehmen mit ihren Produkten zur Weltspitze gehören (z. B. Briefsortierung), ist die wissensbasierte Mustererkennung zum Schlüssel für erfolgreiche Produkte geworden. Der wissensbasierte Anteil an kommerziell genutzten Bildverarbeitungssystemen ist dagegen nach Kenntnis der Bundesregierung deutlich geringer, was aber dem internationalen Entwicklungsstand entspricht. Der Anteil wissensbasierter Werkzeuge an kommerziell genutzten Systemen ist schwer zu ermitteln, da in der Regel unterschiedliche Methoden der Informatik gleichzeitig zum Einsatz kommen. Der Bundesregierung liegen hierzu keine Angaben vor.

28. Wo liegen nach Ansicht der Bundesregierung in Zukunft besondere Marktpotentiale wissensbasierter Systeme?

Besondere Marktpotentiale wissensbasierter Systeme liegen nach Ansicht der Bundesregierung in der Integration intelligenter Komponenten in Multimedia-Anwendungen und Internet-Dienste, in technische Systeme wie z. B. Service-Roboter, in Fertigungs- und Prozeßsteuerungen, in Entwurfs-, Planungs-, Simulations- und Optimierungssysteme sowie in Sprachtechnologie und Mensch-Maschine-Schnittstellen.

29. Wie will die Bundesregierung die Nutzung von wissensbasierten Methoden und Komponenten in Softwareprodukten – durch die heute Multimedia-Anwendungen oder Data-Mining-Werkzeuge zunehmend gekennzeichnet sind – unterstützen?

Wir beabsichtigen, zukünftig innerhalb des Schwerpunkts „Intelligente Systeme“ wissensbasierte Komponenten in Software-assistenten und Netz-Server für multimediale Internet-Anwendungen zu fördern. Am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) hat die Förderung durch das BMBF zur Entwicklung eines inzwischen erfolgreich vermarkteten Systems für wissensbasiertes Multimedia-Layout beigetragen. Weitere Projekte zur Entwicklung intelligenter Suchmaschinen und benutzeradaptiver Bedienschnittstellen für www-Anwendungen werden gegenwärtig ebenfalls am DFKI gefördert.

30. Welche Rolle kommt nach Ansicht der Bundesregierung den – von ihr zumindest teilweise geförderten – Forschungszentren im Technologiefeld KI, speziell
- dem für KI-Aufgaben auf Zeit gegründeten Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI),
 - dem Bayerischen Forschungszentrum für wissensbasierte Systeme (FORWISS),
 - dem Forschungszentrum für anwendungsorientierte Wissensverarbeitung (FAW) Ulm und
 - den entsprechenden Instituten der GMD – Forschungszentrum Informationstechnik in den kommenden Jahren – zu?

Die genannten KI-Forschungszentren, die zur „Arbeitsgemeinschaft der deutschen KI-Institute (AKI)“ gehören, ergänzen sich in ihren Kompetenzen und verfolgen wie bisher auch künftig das gemeinsame Ziel, durch koordinierte anwendungsnahe Forschung und durch Erfahrungsaustausch den wirtschaftlichen Einsatz von KI-Technologien voranzubringen. Sie orientieren sich dabei an konkreten Problemen der Wirtschaft und Verwaltung. Dabei sind die Arbeiten am FORWISS und am FAW stärker regional ausgerichtet, während sich die am DFKI und in der GMD bearbeiteten Themen an bundesweiten Interessen orientieren. Die KI-Forschungszentren stehen der Bundesregierung und allen gesellschaftlichen Gruppen als Ansprechpartner für gemeinschaftliche Strategiediskussionen zur Verfügung, um in engem Kontakt mit Vertretern anderer Disziplinen zur Weiterentwicklung der KI

und deren Anwendungen und zur Formulierung nationaler und supranationaler Forschungsprogramme beizutragen.

31. Worin liegt nach Ansicht der Bundesregierung der besondere gesellschaftliche Nutzen des Technologiefelds „Intelligente Systeme“?

Der besondere gesellschaftliche Nutzen des Technologiefeldes „Intelligente Systeme“ ergibt sich nach Ansicht der Bundesregierung dadurch, daß durch intelligente Systeme die Bedienbarkeit von Computern und Anwendungssoftware drastisch vereinfacht und an den Menschen angepaßt wird (z. B. durch adaptive Systeme, Sprachverstehen, intelligente Benutzerschnittstellen, Ausbildungssysteme). Sie können die Fähigkeiten des Menschen sinnvoll unterstützen und sowohl zur Qualitätsverbesserung, Wertschöpfung und Produktivität in der Wirtschaft als auch zur Humanisierung der Arbeit einen erheblichen Beitrag leisten. Durch ihre Anwendung im Umweltschutz, im Gesundheitswesen oder im Verkehr eröffnen intelligente Systeme neue Marktperspektiven und tragen zur Verbesserung der Lebensqualität bei.

32. Mit welcher Begründung werden welche spezifischen Anwendungsbereiche für autonome Roboter von der Bundesregierung in besonderer Weise gefördert, und welche Bedeutung haben bei diesen Anwendungsbereichen insbesondere solche aus den Bereichen Umwelt, beim Gesundheitsschutz in der Arbeitswelt, in der Medizin und in militärischen Anwendungen?

Mit dem derzeit geförderten Schwerpunkt „Intelligente Systeme“ will das BMBF u. a. einen Beitrag zur Entwicklung teilautonomer, miteinander koppelbarer intelligenter Komponenten mit vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten in der Robotertechnik leisten. Wichtige perspektivische Anwendungen sind z. B. Roboter mit Servicefunktionen in wenig attraktiven oder gefährlichen Arbeitsbereichen, Roboter für den Einsatz im Bereich des Gesundheits- und Umweltschutzes, Roboter für den Fertigungsbereich u. a.. Flexible Roboter mit Fähigkeiten, die bis hin zur Autonomie reichen können, tragen wesentlich zur Humanisierung des Alltagslebens bei. Sie sind in der Lage, in natürlichen Umgebungen zu arbeiten und sind nicht auf eine kostenintensive robotergerichtete Umgestaltung des Arbeitsbereiches angewiesen.

Vom Bundesministerium der Verteidigung (BMVg) geförderte Forschungsarbeiten zu militärischen Roboteranwendungen zielen vor allem auf den Schutz des Soldaten bei gefährlichen Einsätzen und bei Übermüdungsgefahr. Hier gelten für autonome Systeme wegen ihres Einsatzes in nicht-kooperativen Umgebungen besonders hohe Anforderungen.

33. Wann ist nach Ansicht der Bundesregierung mit Erfolgen beim Erkennen und Übersetzen gesprochener Sprache zu rechnen, und welcher Entwicklungsgrad ist mit dem Projekt Verbmobil inzwischen erreicht?

Die Förderung von Spracherkennung und Sprachverarbeitung durch die Bundesregierung hat dazu beigetragen, daß deutsche Unternehmen in der Anwendung natürlichsprachlicher Systeme zur Weltspitze gehören. So werden z. B. ein System mit sprecherunabhängiger und kontinuierlicher Spracherkennung für Telefonanlagen von Philips (Aachen) und ein Erkennungssystem für sprachgesteuerte Autotelefone von Daimler-Benz als weltweit erste Produkte in diesem Bereich erfolgreich vermarktet. Mit der Abnahme eines im Rahmen des Projekts VERBMOBIL entwickelten Forschungsprototypen durch ein internationales Gutachtergremium im Oktober 1996 wurde ein Meilenstein auf dem Weg zur nächsten Systemgeneration erreicht, die auch Spontansprache sprecheradaptiv bearbeiten kann.

34. Welche Fördermittel wurden seit 1989 für die automatische Spracherkennung von der Bundesregierung, von der EU und in den USA zur Verfügung gestellt?

Die Bundesregierung förderte die automatische Spracherkennung im Zeitraum 1989 bis 1996 mit insgesamt ca. 24 Mio. DM. Diese Summe drückt jedoch nur den Anteil aus, der bei Projekten der Sprachverarbeitung auf die automatische Spracherkennung entfiel. Von der EU wurden nach Kenntnis der Bundesregierung im gleichen Zeitraum Fördermittel in Höhe von ca. 48 Mio. ECU und in den USA in Höhe von ca. 160 Mio. \$ zur Verfügung gestellt.

35. Wie will die Bundesregierung sicherstellen, sich bei der Projektdefinition nicht von den in diesem Technologiefeld offenbar in besonderem Maße vorhandenen Fiktionen, sondern von Fakten leiten zu lassen?

Die Bundesregierung hat vor dem Start des Projekts VERBMOBIL Machbarkeitsstudien von unabhängigen Gremien in- und ausländischer Sachverständiger aus Wissenschaft und Wirtschaft erstellen lassen. Die positiven Ergebnisse dieser Studien sowie die erhebliche finanzielle Beteiligung von Unternehmen am Projekt lassen erkennen, daß für die Umsetzung der Forschungsergebnisse in marktfähige Produkte gute Voraussetzungen bestehen.

Druck: Thénée Druck, 53113 Bonn, Telefon 91781-0

Vertrieb: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 13 20, 53003 Bonn, Telefon (02 28) 3 82 08 40, Telefax (02 28) 3 82 08 44
ISSN 0722-8333