

Volkswirtschaftliche Schriften

Heft 510

Deutschland im internationalen Technologiewettlauf

**Bedeutung der Forschungs- und Technologiepolitik
für die technologische Wettbewerbsfähigkeit**

Von

Christoph Vogel



Duncker & Humblot · Berlin

CHRISTOPH VOGEL

Deutschland im internationalen Technologiewettlauf

Volkswirtschaftliche Schriften

Begründet von Prof. Dr. Dr. h. c. J. Broermann †

Heft 510

Deutschland im internationalen Technologiewettlauf

Bedeutung der Forschungs- und Technologiepolitik
für die technologische Wettbewerbsfähigkeit

Von

Christoph Vogel



Duncker & Humblot · Berlin

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Vogel, Christoph:

Deutschland im internationalen Technologiewettlauf :
Bedeutung der Forschungs- und Technologiepolitik
für die technologische Wettbewerbsfähigkeit / Christoph Vogel. –
Berlin : Duncker und Humblot, 2000
(Volkswirtschaftliche Schriften ; H. 510)
Zugl.: Kaiserslautern, Univ., Diss., 1999
ISBN 3-428-09907-9

Alle Rechte vorbehalten

© 2000 Duncker & Humblot GmbH, Berlin
Fotoprint: Berliner Buchdruckerei Union GmbH, Berlin
Printed in Germany

ISSN 0505-9372
ISBN 3-428-09907-9

Gedruckt auf alterungsbeständigem (säurefreiem) Papier
entsprechend ISO 9706 ☉

Geleitwort: Kopf aus dem Sand!

These: Zeigt sich die deutsche Wirtschaft nicht in einer hervorragenden Verfassung? Die DM ist nach wie vor eine der stabilsten Währungen der Welt. Die Hürde zum Beitritt in die Währungsunion wurde – nach einigen Irritationen – schließlich doch leichtfüßig übersprungen. Der DAX steigt und steigt und steigt. Die Handelsbilanz verzeichnet Ausfuhrrekorde, und die Leistungsbilanz schließt nach sechs hochdefizitären Jahren seit 1997 wieder mit ausgeglichenem Saldo ab. Alles vom Feinsten und Besten, nicht wahr!

So mag man die deutsche Wirtschaft sehen. In der Tat testieren zahlreiche Indikatoren der deutschen Wirtschaft ein hohes Maß an Gesundheit – aber manche Indikatoren geben auch Anlass zur Besorgnis.

Antithese: Befindet sich die deutsche Wirtschaft nicht in einem völlig desolaten Zustand? Die Zahl der Arbeitslosen stagniert auf dem hohen Niveau von 4 Millionen. Die Zahl der Insolvenzen stieg seit 1991 kontinuierlich auf etwa 35.000 pro Jahr. Die Staatsverschuldung nimmt ein immer bedrohlicheres Ausmaß an. Das Außenhandelsdefizit für Büro- und EDV-Maschinen – den High-Tech-Wachstumsbereich par excellence – steigt immer weiter. Das Wirtschaftswachstum von um die 2% ist nicht der Rede wert.

Ja, so mag man die deutsche Wirtschaft auch sehen. Zahlreiche Indikatoren weisen die deutsche Wirtschaft als kränklich aus.

Wie steht es um die deutsche Wirtschaft denn nun wirklich? Auf eine solche Frage gibt es keine einfache Antwort. Eine Analogie: Wie gesund ist ein Mensch, der einen stabilen Kreislauf, aber einen angegriffenen Magen, der kräftige Muskeln, aber schwache Gelenke, der scharfsichtige Augen, aber in der Hörfähigkeit beeinträchtigte Ohren hat?

Synthese: Dr. Vogel beantwortet die Fragen nach dem Zustand der deutschen Wirtschaft differenziert. Er vergleicht Deutschland in seiner Wettbewerbsfähigkeit mit den USA und Japan, den bedeutendsten Mitstreitern im globalen Kräftemessen. Im Zentrum stehen dabei das jeweilige „nationale Innovationssystem“ und die FuE-Politik in den Ländern. Dr. Vogel verbindet technologische und ökonomische Aspekte. Zur Beurteilung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands wertet er erstens fünf Technologiestudien aus und setzt zweitens inputorientierte Indikatoren (vor allem: FuE-Ausgaben und FuE-Beschäftigte) an, drittens outputorientierte Indikatoren (insbesondere quantitative Vergleiche von Patentanmeldungen und Patenterteilungen), viertens marktorientierte Indikatoren des

Außenhandels. Dr. Vogel stellt die Stärken der deutschen Wirtschaft heraus, deckt aber auch die Schwächen auf; er identifiziert die Wettbewerbsvorteile, entlarvt aber auch die Wettbewerbsnachteile; er wirft ein Licht auf die Quellen deutscher Leistungsfähigkeit, leuchtet aber die Senken der Schwachstellen um so heller aus.

Die deutsche Wirtschaft hat im internationalen Technologiewettlauf Einbußen erlitten, die wir alle zusammen zu überwinden versuchen sollten. Dr. Vogel entwirft zur Überwindung ein ganzes Bündel von forschungs- und technologiepolitischen Hebeln. Er gibt Empfehlungen für eine zukunftsorientierte Forschungs- und Technologiepolitik „aus einem Guss“. Seine Empfehlungen richten sich nicht spezifisch an die gegenwärtige Bundesregierung und sind auch parteipolitisch neutral. Sie sind jedoch keineswegs neutral in bezug auf das ständig aktuelle strategische Ziel: die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands kontinuierlich auszubauen und nachhaltig zu verteidigen. Dr. Vogels Arbeit ist auch ein Aufruf an Politiker, Unternehmer und Topmanager, Wissenschaftler, Journalisten, Verbandsmanager und Gewerkschaftler, an Ökonomen wie an Ingenieure, auch an Lehrer und Lernende: Kopf aus dem Sand des blinden, gutgläubigen Vertrauens in die deutsche Wettbewerbsstärke als Automatismus! Um im internationalen Technologiewettlauf einen der vorderen Plätze zu erringen und zu sichern, bedarf es des kollektiven Bewusstseins, an einem ununterbrochenen Prozess des Kräftemessens mitzuwirken. Dieses Bewusstsein kann die Basis für die kontinuierliche Anstrengung aller sein.

Kaiserslautern, im Dezember 1999

Heiner Müller-Merbach

Vorwort

Die technologische Wettbewerbsfähigkeit und die Forschungs- und Technologiepolitik eines Staates haben gegenseitige Wechselwirkungen. Diesem Thema widmet sich das vorliegende Buch, das unter zwei Schwerpunkten steht. Zum einen sollen die Unterschiede zwischen den Triadenationen bezüglich ihrer Forschungs- und Technologiepolitik herausgearbeitet werden. Zum anderen sollen auf Basis der Analyse der Wettbewerbsposition Deutschlands gezielte Handlungsempfehlungen erarbeitet werden. Bei der Verfassung dieses Buches haben mich viele Menschen unterstützt, denen ich zu Dank verpflichtet bin.

Dank schulde ich meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Heiner Müller-Merbach, der mich auf dem gesamten Weg der Bucherstellung mit fachlichem Rat, aufmunterndem Zuspruch und konstruktivem Dialog begleitete. Seine Führungsphilosophie, seine tiefe Logik und sein technologisch-wirtschaftlicher Sachverstand haben mich beeindruckt und geprägt.

Allen ehemaligen Kolleginnen und Kollegen am Lehrstuhl danke ich für ihre kritischen Anregungen und ihre stete Hilfsbereitschaft. Im besonderen danke ich Herrn Christian Guhl für die sorgfältige Durchsicht des Manuskriptes und den konstruktiven Diskurs. Für die zuverlässige und umfassende Mitwirkung bei der graphischen und tabellarischen Fertigstellung des Buches danke ich Herrn Oliver Nell und Herrn Thorsten Zenner.

Die größten Opfer habe ich meiner Familie abverlangt. Meinen Eltern danke ich für ihren steten und ermunternden Beistand. Meiner Frau und meinen Kindern danke ich für das unermüdliche Verständnis, ihren fortwährenden Zuspruch und ihr großes Vertrauen.

Grasbrunn, im Dezember 1999

Christoph Vogel

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| A. Herausforderungen an die technologische Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands | 31 |
| I. Herausforderungen | 31 |
| II. Aufbau des Buches | 33 |
| B. Grundlagen für eine zukunftsorientierte Forschungs- und Technologiepolitik und die Analyse der technologischen Wettbewerbsfähigkeit von Ländern..... | 35 |
| I. Der Innovationsprozess und seine wichtigsten Komponenten | 37 |
| 1. Forschung und Entwicklung: Hauptaktivitäten im Innovationsprozess | 39 |
| 2. Drei Dimensionen von Innovation | 41 |
| 3. Technologien: Grundlage für Innovationen und technischen Fortschritt | 44 |
| II. Technischer Fortschritt und wirtschaftliches Wachstum in der Neoklassik und in der Innovationsökonomie..... | 49 |
| 1. Interdependenz von technischem Fortschritt und wirtschaftlichem Wachstum | 51 |
| 2. Technischer Fortschritt in neoklassischen Ansätzen | 54 |
| 3. Schumpeters Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung und der Kon- junkturzyklen | 60 |
| a) Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung | 60 |
| b) Konjunkturzyklen | 64 |
| 4. Innovationsökonomische Ansätze..... | 71 |
| a) Der evolutionstheoretische Ansatz von Nelson und Winter..... | 72 |
| b) Technologische Paradigmen als Triebfeder des wirtschaftlichen Wachstums | 76 |
| c) Nationale Innovationssysteme: Ursprung und aktuelle Ansätze | 84 |
| (aa) Ursprung: Das nationale System der politischen Ökonomie von List | 85 |
| (bb) Aktuelle Ansätze zu nationalen Innovationssystemen..... | 89 |
| (cc) Analyse nationaler Wettbewerbsvorteile von Porter | 94 |
| 5. Neue Wachstumstheorie..... | 98 |

| | |
|---|-----|
| III. Technischer Fortschritt im Rahmen der Außenhandelstheorien | 100 |
| 1. Theorie der komparativen Kosten und inhaltliche Erweiterungen | 101 |
| 2. Neo-Technology-Approach: Theorie der technologischen Lücke und die Produktzyklustheorie | 103 |
| 3. Neue Außenhandelstheorie und strategische Handelspolitik | 109 |
| IV. Zusammenfassung und Bewertung | 114 |
| C. Das nationale Innovationssystem und die Forschungs- und Technologiepolitik Deutschlands | 117 |
| I. Allgemeine Grundlagen der Forschungs- und Technologiepolitik | 118 |
| 1. Das Interesse des Staates an Forschung, Technologie und Wissenschaft im Wandel der Zeit | 119 |
| 2. Forschungs- und Technologiepolitik als Teil der Wirtschaftspolitik und als eigener Politikbereich | 123 |
| 3. Gründe für und gegen staatliche Forschungs- und Technologiepolitik | 128 |
| a) Ordnungstheoretische Begründungen staatlicher Forschungs- und Technologiepolitik | 129 |
| b) Außenhandels- und wachstumstheoretische Begründungen der For- schungs- und Technologiepolitik | 135 |
| c) Diskussion der Einwände gegen staatliche Forschungs- und Techno- logiepolitik | 136 |
| 4. Fördermaßnahmen und Rahmenbedingungen | 139 |
| a) Direkte Förderung | 141 |
| b) Indirekte Förderung | 145 |
| c) Gestaltung forschungsrelevanter Rahmenbedingungen | 148 |
| d) Vergleich der Fördermaßnahmen | 154 |
| II. Die Entstehung des nationalen Innovationssystems Deutschlands und die Forschungs- und Technologiepolitik seit 1945 | 155 |
| 1. Die Entwicklung des nationalen Innovationssystems Deutschlands | 155 |
| 2. Die generelle Entwicklung der Forschungs- und Technologiepolitik der Bundesrepublik Deutschland seit 1949 | 158 |
| III. Die Forschungs- und Technologiepolitik Deutschlands in den 1980er und 1990er Jahren | 168 |
| 1. Akteure im nationalen Innovationssystem Deutschlands | 170 |

| | |
|--|-----|
| a) Ministerien von Bund und Ländern und ihre Gremien | 173 |
| b) Forschungsförderungseinrichtungen | 177 |
| c) Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Hochschulen | 179 |
| d) Forschung und Entwicklung der Wirtschaft..... | 183 |
| 2. Die Forschungs- und Technologiepolitik des Bundes seit 1982 | 186 |
| a) Finanzierung und Durchführung von Forschung und Entwicklung in Deutschland | 186 |
| b) Leitlinien, Schwerpunkte und Aufgabenbereiche der Forschungs- und Technologiepolitik des Bundes | 191 |
| c) Förderschwerpunkte nach einzelnen Förderbereichen | 195 |
| d) Direkte und indirekte Fördermaßnahmen..... | 199 |
| e) Fördermaßnahmen für kleine und mittlere Unternehmen..... | 206 |
| f) Fördermaßnahmen für die neuen Bundesländer..... | 209 |
| g) Forschungsrelevante Rahmenbedingungen..... | 210 |
| (aa) Rechtliche Rahmenbedingungen am Beispiel des Gentechnik-, Embryonenschutz- und Multimedia-Gesetzes | 212 |
| (bb) Bildungs- und Wissenschaftspolitik | 214 |
| (cc) Technologieakzeptanz | 215 |
| (dd) Informations-Infrastruktur | 217 |
| (ee) Finanzierungsinfrastruktur | 218 |
| (ff) Technologietransfer mit Informationsbereitstellung und Bera- tung | 220 |
| IV. Zusammenfassung und Beurteilung | 228 |
| D. Das nationale Innovationssystem und die Forschungs- und Technologiepolitik der USA, Japans und der Europäischen Union..... | 232 |
| I. Das nationale Innovationssystem und die Forschungs- und Technologie- politik der USA | 233 |
| 1. Die Entwicklung des nationalen Innovationssystems der USA..... | 234 |
| 2. Die staatlichen Akteure im nationalen Innovationssystem der USA..... | 241 |
| 3. Finanzierung und Durchführung von Forschung und Entwicklung | 247 |
| 4. Die Forschungs- und Technologiepolitik des Bundes seit 1993 | 254 |
| a) Ziele der Forschungs- und Technologiepolitik | 255 |

| | |
|--|-----|
| b) Schwerpunkte der Forschungs- und Technologiepolitik nach Aufgabenbereichen | 255 |
| c) Allgemeine Schwerpunkte der Forschungs- und Technologiepolitik..... | 257 |
| d) „Cross Cutting Initiativen“ zur Effizienzsteigerung..... | 262 |
| e) Förderung von kleinen und mittleren Unternehmen | 264 |
| f) Die besondere Rolle der militärischen Forschung und Entwicklung | 266 |
| g) Forschungsrelevante Rahmenbedingungen | 269 |
| 5. Fazit | 276 |
| II. Das nationale Innovationssystem und die Forschungs- und Technologiepolitik Japans..... | 277 |
| 1. Die Entwicklung des nationalen Innovationssystems Japans | 278 |
| 2. Die staatlichen Akteure im nationalen Innovationssystem Japans | 285 |
| 3. Finanzierung und Durchführung von Forschung und Entwicklung | 291 |
| 4. Die Forschungs- und Technologiepolitik Japans in den 1990er Jahren | 297 |
| a) Generelle Ziele der japanischen Forschungs- und Technologiepolitik in den 1990er Jahren | 297 |
| b) Wichtige Förderprogramme der Forschungs- und Technologiepolitik | 300 |
| c) Rolle des MITI und seiner „Administrative Guidance“ | 306 |
| d) Staatliche Förderung der Computer- und der Halbleiterindustrie und ihre Ergebnisse..... | 311 |
| e) Förderung von kleinen und mittleren Unternehmen | 315 |
| f) Forschungsrelevante Rahmenbedingungen | 316 |
| 5. Fazit | 322 |
| III. Die Forschungs- und Technologiepolitik der Europäischen Union..... | 323 |
| 1. Die Entwicklung der Forschungs- und Technologiepolitik der Europäischen Union | 324 |
| 2. Die wichtigsten Akteure der Europäischen Union und ihr Zusammenspiel beim vierten Rahmenprogramm..... | 333 |
| 3. Das vierte Rahmenprogramm der Europäischen Union | 338 |
| 4. Ausgewählte europäische Förderprogramme | 342 |
| 5. Bewertung der Forschungs- und Technologiepolitik der Europäischen Union | 347 |

| | |
|---|-----|
| IV. Vergleich der nationalen Innovationssysteme sowie der Forschungs- und Technologiepolitik mit Deutschland | 350 |
| E. Die technologische Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im internationalen Vergleich | 354 |
| I. Schlüsseltechnologien in fünf Technologiestudien: Klassifikation und Position Deutschlands im internationalen Vergleich | 357 |
| 1. Erste Technologiestudie: „Technologie am Beginn des 21. Jahrhunderts“ | 358 |
| 2. Zweite Technologiestudie: „Deutscher Delphi-Bericht 1993“ | 361 |
| 3. Dritte Technologiestudie: „Deutscher Delphi-Bericht 1998“ | 368 |
| 4. Vierte Technologiestudie: National Critical Technologies Report | 373 |
| 5. Fünfte Technologiestudie: „Aufbruch aus der Krise“ – Studie der „Zukunftskommission 2000“ | 375 |
| 6. Klassifikation von Schlüsseltechnologien und Beurteilung der Position Deutschlands in den fünf Technologiestudien | 377 |
| II. Analyse der technologischen Wettbewerbsfähigkeit anhand inputorientierter Indikatoren | 387 |
| 1. Generelle Aussagekraft inputorientierter Indikatoren zur Beurteilung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit | 388 |
| 2. Beurteilung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit mittels des Indikators „FuE-Ausgaben“ | 392 |
| 3. Beurteilung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit mittels des Indikators „FuE-Beschäftigte“ | 402 |
| 4. Zusammenfassung der inputorientierten Indikatoren: Deutschlands nachlassende technologische Wettbewerbsfähigkeit | 403 |
| III. Analyse der technologischen Wettbewerbsfähigkeit anhand outputorientierter Indikatoren | 404 |
| 1. Generelle Aussagekraft outputorientierter Indikatoren zur Beurteilung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit | 405 |
| 2. Beurteilung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit mittels des Indikators „Auslandspatentanmeldungen“ | 407 |
| 3. Beurteilung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit mittels des Indikators „Patenterteilungen in den USA“ | 412 |
| 4. Beurteilung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit anhand der Patentspezialisierung im FuE-intensiven Bereich sowie bei vier Schlüsseltechnologien | 413 |

| | | |
|------|--|-----|
| a) | Konzeption des Indikators „Relative Patentaktivität (RPA)“ | 414 |
| b) | FuE-intensive Waren mit Spitzentechnik und Höherwertiger Technik: Generelle Unterscheidung und Anpassung für die Analyse von Patent- statistiken | 415 |
| c) | Beurteilung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit im FuE-inten- siven Bereich..... | 418 |
| d) | Patentspezialisierung in der Mikroelektronik, Multimediatechnik, Umwelttechnik und in der Biotechnologie..... | 420 |
| 5. | Beurteilung der technologischen Wettbewerbsfähigkeit mittels des Indi- kators „Patent- und Lizenzbilanz“ | 426 |
| 6. | Zusammenfassung der outputorientierten Indikatoren: Deutschlands technologischer Wettbewerbsfähigkeit mit Stärken und Schwächen..... | 428 |
| IV. | Analyse der technologischen Wettbewerbsfähigkeit anhand marktorien- tierter Indikatoren | 430 |
| 1. | Generelle Aussagekraft marktorientierter Indikatoren zur Beurteilung der technologischer Wettbewerbsfähigkeit..... | 432 |
| 2. | Aussagekraft der Indikatoren „Relativer Welthandelsanteil“ (RWA), „Relativer Einfuhranteil“ (REA) und „Revealed Comparative Advan- tage“ (RCA) | 434 |
| 3. | Volkswirtschaftliche Portfolio-Analyse von Technologie-Produkt- gruppen | 438 |
| 4. | Analyse der Stärken und Schwächen bei FuE-intensiven Waren..... | 448 |
| 5. | Analyse der Position Deutschlands bei ausgewählten Schlüsseltechno- logien | 454 |
| 6. | Zusammenfassung..... | 460 |
| V. | Bilanz der technologischen Wettbewerbsfähigkeit: Wo steht Deutschland wirklich?..... | 461 |
| F. | Handreichungen für eine zukunftsorientierte Forschungs- und Technologie- politik Deutschlands | 466 |
| I. | Beratungsgremien für die Forschungs- und Technologiepolitik Deutsch- lands | 468 |
| II. | Nationale Technologiestrategie und nationale Visionen | 472 |
| III. | Zukunftsorientierte Schwerpunkte der Forschungs- und Technologiepolitik Deutschlands | 476 |
| 1. | Rolle des Forschungsministeriums als Moderator und Prozesspromotor..... | 477 |

| | |
|--|-----|
| 2. Ein Technologie-Informationssystem zur Verbesserung der Informationsversorgung | 483 |
| a) Der Informationsbedarf potenzieller Nutzergruppen eines Technologie-Informationssystems | 484 |
| b) Hersteller und Anbieter von Technologieinformation: Die besondere Rolle der Online-Datenbanken..... | 488 |
| c) Alternativen für den Aufbau eines Technologie-Informationssystems..... | 493 |
| d) Vorschlag einer Informationsstruktur und einer Menüstruktur eines Technologie-Informationssystems | 496 |
| 3. Prospektion und Analyse: Technologievorausschauen und Technologiegutachten..... | 500 |
| 4. Vorschläge zu Schwerpunkten der Forschungs- und Technologiepolitik Deutschlands..... | 505 |
| IV. Aufbruch ins 21. Jahrhundert | 512 |
| G. Zusammenfassung | 514 |
| Literaturverzeichnis | 516 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-------------|---|-----|
| Tabelle 1: | Einteilungen und Ergebnisarten des Innovationsprozesses..... | 38 |
| Tabelle 2: | Übersicht über drei Dimensionen von Innovation | 42 |
| Tabelle 3: | Die vier Phasen einer Kondratieff-Welle und ihre Charakteristika..... | 65 |
| Tabelle 4: | Die vier Kondratieff-Wellen, ergänzt um eine spekulative fünfte Welle | 66 |
| Tabelle 5: | Industriegruppeneinteilung nach speziellen Innovationsmustern | 81 |
| Tabelle 6: | Unterschiede zwischen der traditionellen Handelstheorie und der neuen Außenhandelstheorie..... | 110 |
| Tabelle 7: | Das Verhältnis von Staat, Forschung, Technologie und Wissenschaft im geschichtlichen Überblick mit einigen Beispielen für technische Leistungen und bedeutende Gruppen und Personen | 120 |
| Tabelle 8: | Drei Arten von Marktversagen im Bereich der Allokation als Rechtfertigungsgründe für F&T-politische Eingriffe des Staates | 131 |
| Tabelle 9: | Übersicht über die acht Kriterien zur Einteilung staatlicher Fördermaßnahmen..... | 140 |
| Tabelle 10: | Das Instrumentarium direkter Maßnahmen..... | 141 |
| Tabelle 11: | Ziele der direkten und der indirekten Forschungsförderung sowie die Eintrittswahrscheinlichkeiten der Zielerreichung | 154 |
| Tabelle 12: | Einige Ereignisse ab 1800 mit Bedeutung für das deutsche NIS | 156 |
| Tabelle 13: | Entwicklungsphasen der F&T-Politik in der Bundesrepublik Deutschland | 159 |
| Tabelle 14: | Übersicht über die für Forschung und Bildung zuständigen Bundesministerien und die jeweiligen Minister in der Bundesrepublik Deutschland für die 6 Phasen seit 1949..... | 160 |
| Tabelle 15: | Die 16 Helmholtz-Zentren mit ihren Schwerpunkten, den für 1997 geschätzten Gesamtausgaben und der institutionellen Förderung des Bundes und der Länder sowie der Beschäftigtenzahl ohne Auszubildende | 181 |
| Tabelle 16: | Beschäftigte, Umsatz, FuE-Gesamtausgaben und FuE-Beschäftigte in den FuE-betreibenden Unternehmen in 1995 | 184 |
| Tabelle 17: | FuE-Ausgaben nach inländischen finanzierenden Sektoren, inklusive den durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten | 188 |
| Tabelle 18: | FuE-Ausgaben nach durchführenden Sektoren, inklusive den durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten | 189 |
| Tabelle 19: | Veränderung F&T-politischer Schwerpunkte bzw. Globalziele | 192 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Tabelle 20: | Ausgaben des Bundes für Forschung und Entwicklung als Profildarstellung | 194 |
| Tabelle 21: | Ist-Ausgaben des Bundes für Forschung und Entwicklung (in Mio. DM)..... | 196 |
| Tabelle 22: | FuE-Ausgaben des Bundes nach Art der Förderung in Mio. DM..... | 199 |
| Tabelle 23: | Übersicht über Fachprogramme und deren Zuordnung zu Förderbereichen (FB)..... | 202 |
| Tabelle 24: | Indirekte Maßnahmen zur Förderung von Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft | 203 |
| Tabelle 25: | Indirekt-spezifische Förderung von FuE in der Wirtschaft durch das BMBF..... | 206 |
| Tabelle 26: | Maßnahmen der Bundesregierung zur Förderung von FuE in kleinen und mittleren Unternehmen | 209 |
| Tabelle 27: | Technologietransfereinrichtungen in Deutschland | 224 |
| Tabelle 28: | Übersicht über die Forschungs- und Technologiepolitik Deutschlands nach verschiedenen Merkmalen, ihren typischen Ausprägungen und nach ihrer Entwicklung in den 1990er Jahren..... | 229 |
| Tabelle 29: | Übersicht über die Phasen der Entwicklung des amerikanischen NIS und einige bedeutende Ereignisse | 234 |
| Tabelle 30: | FuE-Ausgaben der USA in 1997 nach finanzierenden und durchführenden Sektoren..... | 247 |
| Tabelle 31: | FuE-Finanzierung in Mio. US-\$ nach Sektoren | 249 |
| Tabelle 32: | Die 20 führenden Unternehmen mit den höchsten FuE-Ausgaben in 1996 und ihrer FuE-Intensität (FuE-Ausgaben pro Nettoumsatz) ... | 252 |
| Tabelle 33: | Geschätzte „R&D-obligations“ des Bundes, nach Art, Durchführenden und den Finanzierungsquellen für das Haushaltsjahr 1997..... | 253 |
| Tabelle 34: | Übersicht über Gesetze und ihre inhaltlichen Schwerpunkte sowie den daraus abgeleiteten Programmen | 258 |
| Tabelle 35: | Übersicht über die wichtigsten Epochen und Kernereignisse in der Entwicklung des japanischen NIS | 279 |
| Tabelle 36: | Ausgaben in Mio. Yen für Wissenschaft, Forschung und Technologie in Japan nach Ministerien und Behörden in 1997..... | 287 |
| Tabelle 37: | Finanzierung und Durchführung von Forschung und Entwicklung nach Sektoren in Japan im Jahr 1995..... | 291 |
| Tabelle 38: | FuE-Ausgaben nach finanzierenden Sektoren in Japan für die Jahre 1985 bis 1995 | 292 |
| Tabelle 39: | FuE-Ausgaben nach durchführenden Sektoren in Japan für die Jahre 1985 bis 1995 | 293 |
| Tabelle 40: | FuE-Ausgaben und Anzahl an Forschern der FuE-betreibenden Unternehmen in 1995 nach Wirtschaftszweigen..... | 294 |
| Tabelle 41: | Japanische Großforschungseinrichtungen mit den Schwerpunkten ihrer FuE-Aktivitäten..... | 296 |
| Tabelle 42: | 16 Hauptaufgabenfelder der japanischen F&T-Politik | 299 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Tabelle 43: | Prozentualer Anteil an den FuE-Ausgaben des Staates nach sozio- ökonomischen Zielen..... | 301 |
| Tabelle 44: | Die wichtigsten staatlichen F&T-Förderprogramme Japans und das jeweilige FuE-Budget in Mrd. Yen in 1996 | 303 |
| Tabelle 45: | Neue Programme zur Förderung der Grundlagenforschung an staatlichen Forschungseinrichtungen..... | 305 |
| Tabelle 46: | Übersicht über japanische F&T-Förderprogramme mit Bezug zur Computer- und Halbleiterindustrie | 313 |
| Tabelle 47: | Die vier Phasen der europäischen F&T-Politik mit bedeutenden Ereignissen | 325 |
| Tabelle 48: | Übersicht über das vierte Rahmenprogramm (1994–1998)..... | 341 |
| Tabelle 49: | Stärken und Schwächen der europäischen F&T-Politik | 347 |
| Tabelle 50: | Stärken und Schwächen der USA und Japan im Vergleich zur Europäischen Union | 350 |
| Tabelle 51: | Übersicht über die Ausprägungen der nationalen Innovations- systeme und der F&T-Politik Deutschlands, der USA, Japans und der Europäischen Union | 351 |
| Tabelle 52: | Systematik der verwendeten Indikatoren zur Beurteilung der tech- nologischen Wettbewerbsfähigkeit..... | 356 |
| Tabelle 53: | Struktur der Beurteilung eines Technologiebereiches inklusive den zugehörigen Technologiefeldern in der ISI-Studie..... | 361 |
| Tabelle 54: | Fachgebiete und Anzahl an Innovationsvorhaben pro Fachgebiet im japanischen und deutschen Delphi-Bericht von 1993..... | 362 |
| Tabelle 55: | Fragenstruktur für den Delphi-Bericht in der ersten Runde und Ergänzung in der zweiten Runde..... | 363 |
| Tabelle 56: | Gegenüberstellung der Einschätzung von Wichtigkeit und Zeithori- zont nach 16 Fachgebieten, zusammengefasst aus dem japanischen und dem deutschen Delphi-Bericht..... | 365 |
| Tabelle 57: | Themenfelder mit der korrespondierenden Anzahl an Thesen (Innovationsvorhaben) sowie der Anzahl der Antworten aus der ersten und der zweiten Runde..... | 369 |
| Tabelle 58: | Anzahl der ersten, zweiten, dritten, vierten und fünften Plätze je Themenfeld im deutschen Delphi-Bericht 1998 | 372 |
| Tabelle 59: | Sieben Technologiebereiche und 27 Technologiefelder (Critical Technologies) | 374 |
| Tabelle 60: | Die Position der USA im Vergleich zu Japan und Europa zwischen 1990 und 1994..... | 375 |
| Tabelle 61: | Die fünf Komponententechnologiebereiche und sechs Systemtech- nologiebereiche mit der Zuordnung der jeweiligen Technologie aus fünf Technologiestudien..... | 378 |
| Tabelle 62: | Gliederung der fünf Komponententechnologiebereiche in 60 Tech- nologiefelder und der sechs Systemtechnologiebereiche in 40 Technologiefelder..... | 379 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Tabelle 63: | Übersicht über die Beurteilung der technologischen Position in den fünf ausgewählten Technologiestudien..... | 380 |
| Tabelle 64: | FuE-Ausgaben, FuE-Ausgaben pro Kopf in US-\$-Kaufkraftparitäten sowie das Verhältnis von FuE-Ausgaben zum BIP in Prozent ... | 393 |
| Tabelle 65: | FuE-Finanzierung nach Sektoren in Prozent | 396 |
| Tabelle 66: | FuE-Durchführung nach Sektoren in Prozent..... | 398 |
| Tabelle 67: | Prozentualer Anteil an der Finanzierung der Ausgaben der Wirtschaft zur FuE-Durchführung | 399 |
| Tabelle 68: | FuE-Beschäftigte (Wissenschaftler und Ingenieure) in den fünf großen OECD-Ländern und Anteil der FuE-Beschäftigten pro 10.000 Beschäftigte für 1971-1995 | 402 |
| Tabelle 69: | Triade-Patente der fünf großen OECD-Länder in 1985 und 1994..... | 409 |
| Tabelle 70: | Anteil der jeweils relevanten Erfindungen mit internationaler Patentanmeldung an den Erfindungen des Ursprungslandes insgesamt in Prozent..... | 411 |
| Tabelle 71: | Liste der FuE-intensiven Produktgruppen nach der ISI-Terminologie, sog. „ISI-Liste“ | 416 |
| Tabelle 72: | Patentkordanzliste mit 45 Patentgruppen mit einer Aufteilung des FuE-intensiven Bereiches in Spitzentechnik und Höherwertige Technik..... | 417 |
| Tabelle 73: | Patentintensität (Patentanmeldungen pro 1 Mio. Beschäftigte) und Relative Patentaktivität (RPA) am Europäischen Patentamt im FuE-intensiven Bereich, in der Spitzentechnik und in der Höherwertigen Technik | 419 |
| Tabelle 74: | Patentspezialisierung anhand der RPA-Werte der fünf großen OECD-Länder in der Mikroelektronik..... | 422 |
| Tabelle 75: | Patentspezialisierung anhand der RPA-Werte der fünf großen OECD-Länder in der Multimedialechnik | 423 |
| Tabelle 76: | Patentspezialisierung anhand der RPA-Werte der fünf großen OECD-Länder in der Umwelttechnik | 424 |
| Tabelle 77: | Patentspezialisierung anhand der RPA-Werte der fünf großen OECD-Länder in der Biotechnologie | 424 |
| Tabelle 78: | Übersicht über zwölf ausgewählte Technologie-Produktgruppen nach der SITC-Klassifikation mit ihrer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (DWR) des OECD-Außenhandels zwischen 1975 und 1995 in Prozent..... | 440 |
| Tabelle 79: | Ausfuhr- und Einfuhrzahlen in 1995 für Deutschland und die Gesamtheit aller OECD-Länder für zwölf Technologie-Produktgruppen, ferner für Deutschland der Saldo von Ausfuhr minus Einfuhr, der Quotient von Ausfuhr zu Einfuhr sowie die RWA-, REA-, RCA- und RHS-Werte..... | 442 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| Tabelle 80: | Ausfuhr- und Einfuhrzahlen in 1995 von Japan, den USA, Frankreich und Großbritannien für zwölf Technologie-Produktgruppen, ferner der Außenhandelsaldo, der Quotient von Ausfuhr zu Einfuhr (A-E-Relation) sowie die RWA-, REA-, RCA- und RHS-Werte | 444 |
| Tabelle 81: | Prozentuale Welthandelsanteile (WA), RWA- und RCA-Werte der fünf großen OECD-Länder bei FuE-intensiven Waren nach Produktgruppen 1994..... | 449 |
| Tabelle 82: | RWA- und RCA-Werte der fünf großen OECD-Länder 1989 bis 1994..... | 450 |
| Tabelle 83: | Prozentualer Ausfuhranteil nach Technologien von Deutschland, Japan und den USA in 1994..... | 455 |
| Tabelle 84: | Spezialisierung Deutschlands mit RCA- und RWA-Werten für 1991 bis 1995 bzw. 1994 in ausgewählten Produktgruppen mit Substitutionsdruck aus der modernen Biotechnologie..... | 456 |
| Tabelle 85: | Spezialisierung Deutschlands mit RCA- und RWA-Werten für 1991 bis 1995 bzw. 1994 in ausgewählten Produktgruppen, die von der Mikroelektronik wesentlich bestimmt sind..... | 458 |
| Tabelle 86: | Prozentualer Welthandelsanteil, RWA und RCA der fünf großen OECD-Länder bei Umweltschutzgütern zwischen 1989 und 1994 | 459 |
| Tabelle 87: | Welthandelspezialisierung der fünf großen OECD-Länder in den Umweltschutzgütern nach Tätigkeitsbereichen 1994..... | 459 |
| Tabelle 88: | Übersicht über ausgewählte input-, output- und marktorientierte Indikatoren für die fünf großen OECD-Länder in 1985 bzw. 1989 und 1994 bzw. 1995 | 462 |
| Tabelle 89: | Das weltweite Angebot an Datenbanken im Bereich von Naturwissenschaft, Technik und Patente nach Datenbanktyp..... | 490 |
| Tabelle 90: | Übersicht über die vom Bund geförderten wissenschaftlich-technischen Fachinformationseinrichtungen und die Anzahl ihrer angebotenen Datenbanken | 491 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|---------------|---|-----|
| Abbildung 1: | Gedankenflussplan der Arbeit..... | 33 |
| Abbildung 2: | Gedankenflussplan von Kapitel B. | 36 |
| Abbildung 3: | Technologielebenszyklus, verdeutlicht am Beispiel einzelner Technologiegebiete der Mikrosystemtechnik | 46 |
| Abbildung 4: | Gliederung von Schlüsseltechnologien in fünf Komponententechnologiebereiche und sechs Systemtechnologiebereiche..... | 48 |
| Abbildung 5: | Wechselverhältnis von Wirtschaft und Technik | 50 |
| Abbildung 6: | Grundlegende und aktuelle Ansätze der ökonomischen Theorien, die sich mit dem Wirkungsverbund von technischem Fortschritt und wirtschaftlichem Wachstum beschäftigen..... | 51 |
| Abbildung 7: | Determinanten des Wirtschaftswachstums in der Neoklassik | 55 |
| Abbildung 8: | Die vier Kondratieff-Wellen, ergänzt um eine fiktive fünfte Welle..... | 67 |
| Abbildung 9: | Bestimmungsgrößen inter- und intrasektoraler Innovationsmuster..... | 79 |
| Abbildung 10: | Porters Trapez bzw. „Diamant“ mit den vier Einflussfaktoren des nationalen Wettbewerbsvorteils, ergänzt zum Gesamtsystem um den „Zufall“ und den „Staat“ | 94 |
| Abbildung 11: | Gedankenflussplan von Kapitel C. | 118 |
| Abbildung 12: | Einordnung der F&T-Politik unter die Wirtschaftspolitik..... | 124 |
| Abbildung 13: | Einordnung der F&T-Politik unter die sektorale Strukturpolitik..... | 126 |
| Abbildung 14: | Übersicht über verschiedene Arten von Marktversagen und deren Eigenschaften..... | 129 |
| Abbildung 15: | Einteilung von Fördermaßnahmen in unmittelbare und mittelbare Maßnahmen | 139 |
| Abbildung 16: | Sechs ausgewählte forschungsrelevante Rahmenbedingungen..... | 149 |
| Abbildung 17: | Gedankenflussplan von Abschnitt C.III..... | 169 |
| Abbildung 18: | Entwicklung der gesamten FuE-Ausgaben pro Kopf zu den FuE-Ausgaben in % des BIP der Bundesrepublik Deutschland seit 1963 ... | 170 |
| Abbildung 19: | Das nationale Innovationssystem Deutschlands | 171 |
| Abbildung 20: | Strukturen finanzieller deutscher Forschungsförderung als vereinfachtes Schema | 172 |
| Abbildung 21: | Wissenschaftsausgaben (Grundmittel) von Bund und Ländern seit 1981 | 175 |
| Abbildung 22: | Etat von sechs Forschungsförderungseinrichtungen ohne DFG und Eigenmittel der AiF in 1996/97 | 178 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 23: FuE-Ausgaben Deutschlands nach finanzierenden und durchführenden Sektoren 1995 in Mrd. DM..... | 187 |
| Abbildung 24: FuE-Ausgaben des Bundes für Grundlagenforschung als Anteil an den gesamten FuE-Ausgaben des Bundes für 1981 bis 1992 | 198 |
| Abbildung 25: Übersicht über direkte und indirekte Fördermaßnahmen in Deutschland | 200 |
| Abbildung 26: Forschungsförderung des Bundes für kleine und mittlere Unternehmen im Vergleich zu den gesamten FuE-Ausgaben des Bundes für die Jahre 1974 bis 1997 | 207 |
| Abbildung 27: Maßnahmen der Bundesregierung zur Förderung der Wirtschaft in den neuen Ländern | 211 |
| Abbildung 28: Gedankenflussplan von Kapitel D. | 232 |
| Abbildung 29: Einige bedeutende Ereignisse bei der Entwicklung des nationalen Innovationssystems..... | 235 |
| Abbildung 30: Die staatliche Forschungs- und Technologieförderung in den USA, ohne die Regierungen der Bundesstaaten und Gemeinden | 242 |
| Abbildung 31: Verteilung der F&T-Förderung des Bundes nach Ministerien und Behörden in 1997 | 244 |
| Abbildung 32: Entwicklung der FuE-Ausgaben nach finanzierenden Sektoren in Mrd. US-\$ in laufenden Werten für die Jahre 1960 bis 1997 | 248 |
| Abbildung 33: Anteil an der FuE-Finanzierung nach finanzierenden Sektoren zwischen 1960 und 1997 | 250 |
| Abbildung 34: Die bundesstaatliche F&T-Förderung nach verschiedenen Aufgabenbereichen..... | 256 |
| Abbildung 35: Übersicht über Cross Cutting Initiativen mit ihrem Budget in Mio. US-\$ in 1996 | 263 |
| Abbildung 36: Übersicht über die staatlichen Akteure im japanischen NIS 1997..... | 286 |
| Abbildung 37: Anteil an den gesamten staatlichen FuE-Ausgaben in 1997..... | 288 |
| Abbildung 38: Die Visionen des MITI für die industrielle Entwicklung seit 1960 | 307 |
| Abbildung 39: Die wichtigsten Organe der Europäischen Union..... | 334 |
| Abbildung 40: Entstehung eines Rahmenprogramms der EU im Zeitablauf | 337 |
| Abbildung 41: Übersicht über die Förderung im Jahre 1982 sowie über die vier Rahmenprogramme nach Förderschwerpunkten..... | 339 |
| Abbildung 42: Gedankenflussplan von Kapitel E..... | 355 |
| Abbildung 43: Die neun Technologiebereiche und die Anzahl der behandelten Technologiefelder sowie Einordnung der 17 Relevanzkriterien, aufgeteilt in „Rahmenbedingungen“ und „Lösungsbeiträge“ | 359 |
| Abbildung 44: Standardisiertes Schema zur Einordnung des Entwicklungsstandes der einzelnen Technologiefelder in acht Phasen..... | 360 |
| Abbildung 45: Vergleich des Standes bei Forschung und Entwicklung zwischen Deutschland, Japan und den USA im deutschen Delphi-Bericht 1993..... | 364 |

| | |
|---|-----|
| Abbildung 46: Ausschnitt aus dem Fragebogen der zweiten deutschen Delphi-Befragung | 369 |
| Abbildung 47: Stand Deutschlands bei Forschung und Entwicklung aus Sicht deutscher Fachleute in den zwölf Themenfeldern..... | 371 |
| Abbildung 48: FuE-Ausgaben in Mio. US-\$ zu FuE-Ausgaben pro Kopf der fünf großen OECD-Länder für die Jahre 1981, 1985, 1990 und 1995 | 394 |
| Abbildung 49: FuE-Ausgaben pro Kopf in US-\$ und Verhältnis der FuE-Ausgaben zum BIP in Prozent für die Jahre 1985, 1990 und 1995 | 395 |
| Abbildung 50: Verhältnis des Anteils der Wirtschaft an der FuE-Finanzierung zum Anteil des Staates an der FuE-Finanzierung in Prozent für die Jahre 1985, 1990 und 1995..... | 396 |
| Abbildung 51: Verhältnis des Anteils der Wirtschaft (inklusive private gemeinnützige Einrichtungen) an der FuE-Durchführung zum Anteil der Hochschulen und staatlichen FuE-Einrichtungen an der FuE-Durchführung in Prozent für die Jahre 1985 und 1995 | 399 |
| Abbildung 52: Prozentuale Verteilung der FuE-Ausgaben nach Art der Forschungstätigkeit | 400 |
| Abbildung 53: Absolute Triade-Patentanmeldungen zu Triade-Patentanmeldungen pro 1 Mio. Einwohner für die Jahre 1985 und 1994..... | 409 |
| Abbildung 54: Triade-Patentintensität (Triade-Patente pro 1 Mio. Beschäftigte) von 1980 bis 1994 | 410 |
| Abbildung 55: Patenterteilungen in den USA zwischen 1980 und 1995 nach Herkunftsländern | 412 |
| Abbildung 56: RPA-Werte in der Spitzentechnik zu RPA-Werten in der Höherwertigen Technik für 1985 und 1994..... | 420 |
| Abbildung 57: Mittelwert der RPA-Werte zwischen 1991 und 1994 in der Mikroelektronik, Multimedialechnik, Umwelttechnik und Biotechnologie .. | 421 |
| Abbildung 58: Mittlere jährliche Wachstumsrate des Patentaufkommens Deutschlands zu mittlerer jährlicher weltweiter Wachstumsrate des Patentaufkommens in den Jahren 1989 bis 1994 in Prozent..... | 425 |
| Abbildung 59: Patente und Lizenzen in den Zahlungsbilanzen in Mrd. US-\$ für die Jahre 1986, 1990 und 1996..... | 427 |
| Abbildung 60: Welthandelsanteil bei den Verarbeiteten Industriewaren der fünf großen OECD-Länder in 1989 und 1994..... | 431 |
| Abbildung 61: Portfolio Deutschlands der zwölf Technologie-Produktgruppen mit der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (DWR) des OECD-Außenhandels zwischen 1975 und 1995 sowie dem Relativen Handelssaldo (RHS) für 1995 | 443 |
| Abbildung 62: Portfolio Japans der zwölf Technologie-Produktgruppen mit der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (DWR) des OECD-Außenhandels zwischen 1975 und 1995 und dem Relativen Handelssaldo (RHS) für 1995..... | 445 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 63: Portfolio der zwölf Technologie-Produktgruppen der USA mit der durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate (DWR) des OECD-Außenhandels zwischen 1975 und 1995 und dem Relativen Handelssaldo (RHS) für 1995..... | 446 |
| Abbildung 64: RWA-Werte der Spitzentechnik und der Höherwertigen Technik für die fünf großen OECD-Länder in 1989 und 1994..... | 452 |
| Abbildung 65: RCA-Werte der Spitzentechnik und der Höherwertigen Technik für die fünf großen OECD-Länder in 1989 und 1994, für Deutschland zudem mit dem ersten Wert nach der Wiedervereinigung aus 1991 | 453 |
| Abbildung 66: Gedankenflussplan von Kapitel F..... | 467 |
| Abbildung 67: Die Beteiligten an der Entwicklung einer nationalen Technologie-strategie und beispielhafter Input..... | 474 |
| Abbildung 68: Grundkonzept des Promotorenmodells und die jeweiligen Beiträge der Promotoren zum Innovationsprozess..... | 480 |
| Abbildung 69: Schematische Darstellung der Verantwortung für den gesamten Technologielebenszyklus von Technologien | 481 |
| Abbildung 70: Übersicht über die verschiedenen Formen elektronischer Medien | 489 |
| Abbildung 71: Überblick über die sechs Teilsysteme eines Technologie-Informationssystems | 497 |
| Abbildung 72: Vorschlag einer Menüstruktur für ein Technologie-Informationssystem..... | 499 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|-------------|--|
| AbZ | Arbeitsmaschinen für besondere Zwecke |
| ADV | Allgemeine Datenverarbeitung |
| AiF | Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ |
| AIST | Agency of Industrial Science and Technology |
| ARD | American Research and Development Corporation |
| ATP | Advance Technology Program |
| BDI | Bundesverband der Deutschen Industrie |
| BIA | Bruttoinlandsausgaben |
| BIP | Bruttoinlandsprodukt |
| BJTU | Beteiligungskapital für junge Technologieunternehmen |
| BLE | Blaue-Liste-Einrichtung |
| BLK | Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung |
| BM | Bundesministerium |
| BMBF | Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie |
| BMBW | Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft |
| BMFT | Bundesministeriums für Forschung und Technologie |
| BMVg | Bundesministeriums der Verteidigung |
| BMWi | Bundesministerium für Wirtschaft |
| BRITE/EURAM | Basic Research in Industrial Technology for Europe / European Research on Advanced Materials |
| BW-Studie | Aufbruch aus der Krise: Bericht der Zukunftskommission Wirtschaft 2000 |
| CAD/CAM | Computer Aided Design / Computer Aided Manufacturing |
| CEA | Council of Economic Advisers |
| CERN | Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire |
| CIM | Computer Integrated Manufacturing |
| COST | Coopération Européen dans le Domaine de la Recherche Scientifique et Technique |
| CRADA | Cooperative Research and Development Agreement |
| CREST | Comité de la Recherche Scientifique et Technique |
| DARPA | Defense Advanced Research Projects Agency |

| | |
|---------|---|
| DFG | Deutsche Forschungsgemeinschaft |
| DG | Direction général |
| DIHT | Deutscher Industrie- und Handelstag |
| DIW | Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung |
| DOC | Department of Commerce |
| DOD | Department of Defense |
| DOE | Department of Energy |
| DRAM | Dynamic Random Access Memory |
| DV | Datenverarbeitung |
| DWR | Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate |
| EASDAQ | The European Association of Securities and Dealers Automated Quotation |
| EEA | Einheitliche Europäische Akte |
| EG | Europäische Gemeinschaft |
| EGKS | Europäische Gemeinschaft für Kohle und Stahl |
| EM | Elektrische Maschinen |
| EP | Europäisches Parlament |
| ERC | Engineering Research Center |
| ESA | European Space Agency |
| Esprit | European Strategic Programme for Research and Development in Information Technologies |
| EU | Europäische Union |
| EURATOM | Europäische Atomgemeinschaft |
| EUREKA | European Research Co-ordination Agency |
| EWG | Europäische Wirtschaftsgemeinschaft |
| F&T | Forschung und Technologie |
| F+U | Feinmechanik, Optik und Uhren |
| FAST | Forecasting and Assessment in Science Technology |
| FAZ | Frankfurter Allgemeine Zeitung |
| FB | Förderbereich |
| FFRDC | Federally Funded Research and Development Center |
| FhG | Fraunhofer-Gesellschaft |
| FIZ | Fachinformationszentrum |
| FTE | Forschung und technologische Entwicklung |
| FTI-Rat | Rat für Forschung, Technologie und Innovation |
| FuE | Forschung und Entwicklung |
| GFE | Großforschungseinrichtungen |
| GG | Grundgesetz |
| GFS | Gemeinsame Forschungsstelle |

| | |
|-------|--|
| GMD | Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung |
| HDTV | High Definition Television |
| HHS | Department of Health and Human Services |
| HSP | Hochschulsonderprogramm |
| IC | Integrated Circuit |
| IfG | Institutionen für Gemeinschaftsforschung |
| IHK | Industrie- und Handelskammer |
| IKT | Informations- und Kommunikationstechnologie |
| IRI | Industrial Research Institutes |
| ISI | Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung |
| ISDN | Integrated Services Digital Networks |
| ISS | International Space Station |
| ISSI | Innovationssystem der Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation |
| ITER | International Themonuclear Experimental Reactor |
| IuKDG | Informations- und Kommunikationsdienste-Gesetz |
| IW | Institut der deutschen Wirtschaft |
| JESSI | Joint European Submicron Initiative |
| JET | Joint European Torus |
| JICST | Japan Information Center of Science and Technology |
| JITA | Japan Industrial Technology Association |
| JPC | Japanese Development Bank |
| JRDC | Japan Research and Development Corporation |
| JRV | Joint Research Ventures |
| JSBC | Japan Small Business Corporation |
| JSPS | Japan Society for Promotion of Science |
| JTU | Junge technologieorientierte Unternehmen |
| KMU | Kleine und mittlere Unternehmen |
| LCD | Liquid Crystal Display |
| LED | Light Emitting Diode |
| M+P | Mess- und Prüfinstrumente |
| MAFF | Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries |
| MBM | Metallbearbeitungsmaschinen |
| MEP | Manufacturing Extension Program |
| MIT | Massachusetts Institute of Technology |
| MITI | Ministry of International Trade and Industry |
| MPG | Max-Planck-Gesellschaft |
| MPT | Ministry of Posts and Telecommunications |
| MTC | Manufacturing Technology Center |

| | |
|--------|--|
| NACSIS | National Center for Science Information Systems |
| NASA | National Aeronautics and Space Administration |
| NASDAQ | The National Association of Securities and Dealers Automated Quotation |
| NHI | National Institutes of Health |
| NII | National Information Infrastructure |
| NIS | Nationales Innovation System |
| NIST | National Institute of Standards and Technology |
| NSB | National Science Board |
| NSDAP | Nationalsozialistische Deutsche Arbeiter-Partei |
| NSF | National Science Foundation |
| NSTC | National Science and Technology Council |
| NT | Geräte für Nachrichtentechnik |
| OECD | Organisation for Economic Co-operation and Development |
| OSTP | Office of Science and Technology Policy |
| OTP | Office of Technology Policy |
| PC | Personal Computer |
| PCAST | President's Committee of Advisers on Science and Technology |
| PERT | Program Evaluation Review Technique |
| PREST | Politique de la Recherche Scientifique et Technique |
| R&D | Research and Development |
| RACE | Research and Development in Advanced Communication in Europe |
| RCA | Revealed Comparative Advantage |
| REA | Relativer Einfuhranteil |
| RHS | Relativer Handelssaldo |
| RP | Rahmenprogramm |
| RPA | Relative Patentaktivität |
| RWA | Relativer Welthandelsanteil |
| SBA | Small Business Administration |
| SBIC | Small Business Investment Company Act |
| SBIR | Small Business Innovation Research Program |
| SDI | Strategic Defense Initiative |
| SEMI | Semiconductor Equipment and Materials International |
| SFZ | Straßenfahrzeuge |
| SITC | Standard International Trade Classification |
| SMEA | Small and Medium Enterprises Agency |
| SRAM | Static Random Access Memory |
| STA | Science and Technology Agency |

| | |
|------|--|
| STC | Science and Technology Center |
| STN | The Scientific and Technical Information Network |
| TGZ | Technologie- und Gründerzentren |
| TIS | Technologie-Informationssystem |
| TOU | Förderung technologieorientierter Unternehmensgründungen |
| TRP | Technology Reinvestment Program |
| USDA | U.S. Department of Agriculture |
| VCI | Verband der Chemischen Industrie |
| VCM | Venture Capital Market |
| VDE | Verband Deutscher Elektrotechniker |
| VDI | Verein Deutscher Ingenieure |
| VDMA | Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau |
| VLSI | Very Large Scale Integrated Circuits |
| WA | Absoluter Welthandelsanteil |
| WWW | World-Wide-Web |
| WZ | Wirtschaftszweig |
| ZEW | Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung |
| ZFO | FuE-Personalzuwachsförderung |
| ZVEI | Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie |

A. Herausforderungen an die technologische Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands

Am Ende des 20. Jahrhunderts vollzieht sich ein Wandel von der Industriegesellschaft zur Informationsgesellschaft. Die damit einhergehenden Veränderungen wirken auf jeden Einzelnen, jedes Unternehmen und jede Nation. Um bei diesem Prozess auf der Gewinnerseite zu stehen, bedarf es einer kontinuierlichen Anpassung an die sich ändernden Bedingungen und eines schnellen Lernens. Für Thurow (1996, S. 8–10) kommt es maßgeblich darauf an, dabei die Bewegungen von fünf ökonomischen „tektonischen Platten“ zu verstehen:

- Mit dem *Ende des Kommunismus* werden mehr als ein Drittel der Weltbevölkerung am Kapitalismus teilnehmen und dabei ihre eigenen Maßstäbe von Erfolg und Misserfolg mit einbringen.
- Es wird *eine bisher nicht dagewesene demographische* Struktur geben, denn die Weltbevölkerung wächst in ihrer Anzahl, bewegt sich und wird älter.
- Es gibt eine *Ära ohne dominierende ökonomische, politische oder militärische Macht*.
- In einer *globalen Wirtschaft* werden Nationen unbedeutender, regionale Handelsblöcke wichtiger und die Vernetzung intensiver sein.
- Der technische Fortschritt führt zu einer *Ära, in der wissensbasierte Wirtschaftszweige dominieren*, die von Menschen geschaffen werden und geographisch frei sind.

Im Zuge dieser Veränderungen wird sich auch die Rolle der Nationen verändern. Reich (1992) sieht beispielsweise ein Ende der Nationen, da multinationale Unternehmen die nationalen Grenzen obsolet werden lassen. Den mit dem Wandel zur Informationsgesellschaft verbundenen Herausforderungen muss sich Deutschland stellen.

I. Herausforderungen

Der Wandel zur Informationsgesellschaft geht einher mit einer Zunahme des internationalen Handels und einem schneller werdenden technischen Fortschritt.

Die *Globalisierung* führt zu einer *Intensivierung des internationalen Waren- und Kapitalverkehrs*. Laut OECD (1998, S. 3) hat der Warenhandel der OECD-Länder von 1.300 Billionen US-\$ in 1985 auf 3.631 Billionen US-\$ in 1996 zu-

genommen. Der Handel mit Dienstleistungen stieg im gleichen Zeitraum sogar um mehr als das Dreifache auf 952 Billionen US-\$ an. Neben den Triade-Regionen USA, Japan und Europa (Ohmae 1986) etablieren sich mit den „vier kleinen Tigern“ Südkorea, Hongkong, Taiwan und Singapur sowie mit den zentral- und osteuropäischen Ländern neue Wettbewerber auf den Märkten.

Das Tempo des *technischen Fortschritts* nimmt zu. Beispielsweise kommen fast alle zwei Jahre Mikroprozessoren mit mindestens einer doppelten Geschwindigkeit auf den Markt. Der Pentium-Pro-Prozessor von Intel aus dem Jahre 1995 war 125mal schneller als der 80.286 Prozessor vom aus dem Jahre 1982 – gemessen in Mio. Befehle pro Sekunde (NSB 1998, S. 8-5). Konnte ein IBM PC 1981 ca. 0,25 Mio. Befehle pro Sekunde verarbeiten, so schaffte der Intel Pentium Micro 1994 schon 66 Mio. Befehle pro Sekunde. Die Preise fallen dementsprechend. Der Preis je 1 Mio. Befehle pro Sekunde sank von 12.000 US-\$ in 1981 auf 3.000 US-\$ in 1994. Neben dem Tempo des technischen Fortschritts gibt es auch einen starken Trend zur Überlappung verschiedener, bisher getrennter Technologiebereiche, wie z. B. von Mechanik und Elektronik zur Mechatronik in den 1980er Jahren (Grupp 1996, S. 3–4).

Der technische Fortschritt und das wirtschaftliche Wachstum sowie der gesellschaftliche Wandel müssen zusammen betrachtet werden, betrachtet werden, denn sie stehen in einem engen *Wirkungsverbund* (Müller-Merbach 1988a, S. 6). Dieser Wirkungsverbund bildet eine zentrale Grundlage dieser Arbeit. Ihn zur Wohlstandsmehrung zu gestalten, ist eine der Herausforderungen für Deutschland. Aber wie ist Deutschland auf die kommenden Aufgaben vorbereitet?

Deutschland erreichte 1997 in internationalen Studien zur Wettbewerbsfähigkeit nur noch mittelmäßige Plazierungen mit Platz 14 im World Competitiveness Report (IMD 1997, S. 19) und Platz 25 im Global Competitiveness Report (World Economic Forum 1997, S. 7). Auf Schwächen der technologischen Wettbewerbsfähigkeit wurde seit längerem schon hingewiesen (u. a. Nussbaum 1984, Schmietow 1987, Vogel 1996). Der *technologisch-organisatorische Rückstand Deutschlands* (Müller-Merbach 1994) bildet in dieser Arbeit einen weiteren zentralen Ausgangspunkt.

Eine besondere Bedeutung für die Überwindung des technologisch-organisatorischen Rückstands wird hier der staatlichen Forschungs- und Technologiepolitik (F&T-Politik) beigemessen. Die F&T-Politik hat in mehrfacher Hinsicht eine entscheidende Rolle für die Position Deutschlands im technologischem Wettlauf, u. a. durch die Gestaltung von Programmen zur Förderung von Forschung und Technologie und die gezielte Beeinflussung forschungsrelevanter Rahmenbedingungen.

Die F&T-Politik und ihr Einfluss auf die technologische Wettbewerbsfähigkeit sollen in dieser Arbeit untersucht werden. Deutschland wird dabei den USA und Japan als wichtigste Konkurrenten gegenübergestellt.

II. Aufbau des Buches

In Anknüpfung an die skizzierten Herausforderungen werden in diesem Buch die F&T-Politik sowie die technologische Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in sechs weiteren Kapiteln analysiert (Gedankenflussplan in Abb. 1).

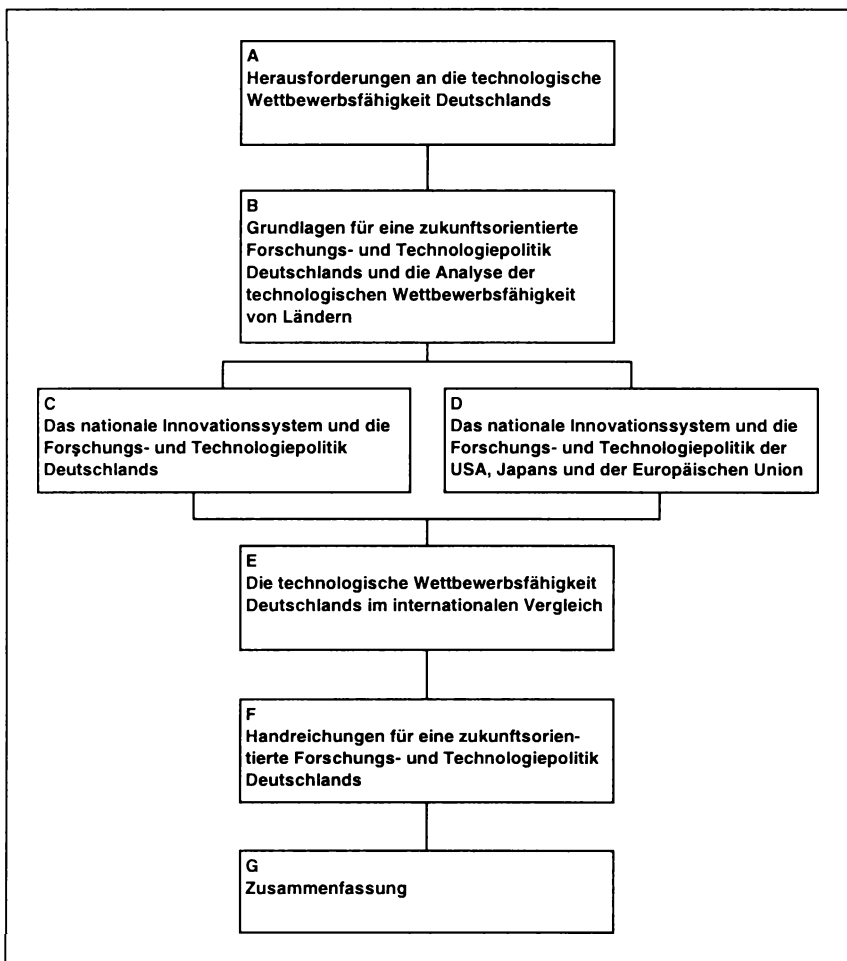


Abbildung 1: Gedankenflussplan der Arbeit