

GERNOT HUTSCHENREITER  
NORBERT KNOLL  
FRITZ OHLER  
MANFRED PAIER

## ■ ÖSTERREICHS INNOVATIONSSYSTEM IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

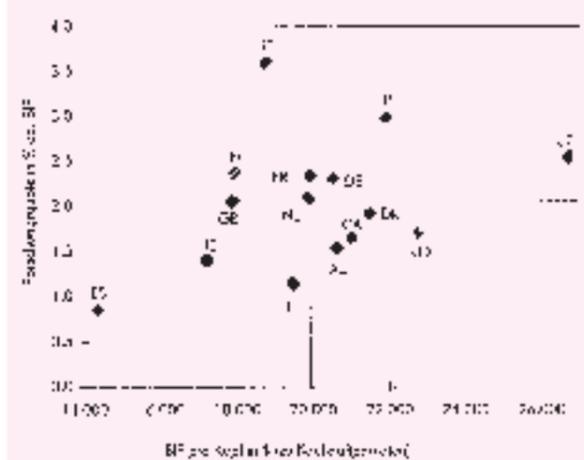
DER ÖSTERREICHISCHE TECHNOLOGIEBERICHT 1997

*Der im Rahmen des Programms „tip – Technologie: Information, Politikberatung“ erstellte Österreichische Technologiebericht 1997 bietet einen Überblick über Fakten und Zusammenhänge im österreichischen Innovationssystem. Dabei wird nicht nur auf nationale Informationsquellen zurückgegriffen, sondern auch auf eine Fülle internationaler Daten. Österreichs Innovationssystem wird – wo immer dies möglich ist – in eine internationale Perspektive gestellt. Der Technologiebericht ist als Informationsquelle für die technologiepolitische Standortbestimmung und Diskussion gedacht. Er wendet sich damit sowohl an die Akteure des Innovationssystems aus Wirtschaft, Forschung, Politik und Verwaltung als auch an die an Fragen der Technologiepolitik interessierte Öffentlichkeit.*

Der vorliegende Artikel faßt den „Österreichischen Technologiebericht 1997“ kurz zusammen, der im Rahmen von „tip“ erstellt wurde (Wien, 1998, 90 Seiten, S 350,-; Bestellungen bitte an Christine Kautz, Tel. (++43 1) 798 26 01/282, Fax (++43 1) 798 93 86, E-Mail kautz@wifo.ac.at). Das Programm „tip – Technologie: Information, Politikberatung“ beruht auf einer Initiative der Bundesministerien für wirtschaftliche Angelegenheiten sowie für Wissenschaft und Verkehr und wird vom WIFO in Kooperation mit dem Forschungszentrum Seibersdorf durchgeführt. Fritz Ohler und Manfred Paier sind Mitarbeiter des Forschungszentrums Seibersdorf. Die Autoren danken Hannes Leo für wertvolle Anregungen und Hinweise.

Das Niveau der Einkommen pro Kopf und die Produktivität können als die allgemeinsten Indikatoren für den technologischen Entwicklungsstand einer Volkswirtschaft angesehen werden. Hier hat Österreich beachtliche Erfolge vorzuweisen: Nach einem erfolgreichen wirtschaftlichen Aufholprozeß liegt Österreich heute hinsichtlich der Pro-Kopf-Einkommen und der Produktivität seiner Industrie im Spitzenfeld der Industrieländer. Als hochentwickeltes Industrie- und Hochlohnland steht Österreich jedoch unter den Rahmenbedingungen einer sich globalisierenden Wirtschaft neuen Herausforderungen gegenüber. Österreich wird sich eine Position im Spitzenfeld nur sichern können, wenn es gelingt, sowohl durch den Einsatz neuer Technologien ein hohes Produktivitätsniveau zu realisieren als auch die Vorteile einer Spezialisierung auf humankapitalintensive und technologisch anspruchsvolle Produkte zu nutzen.

Abbildung 1: Forschungsquote und BIP pro Kopf  
1995



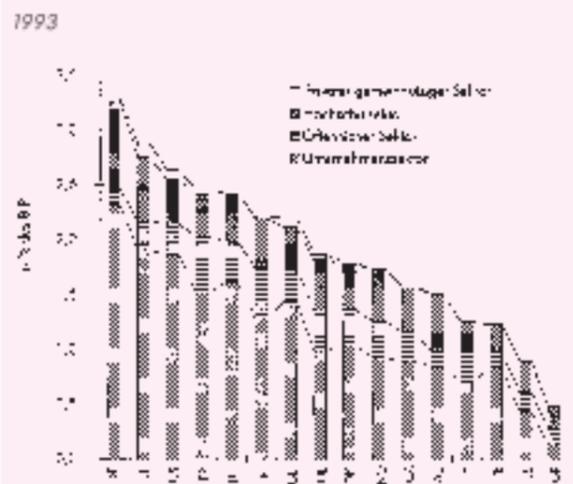
Q: OECD, Main Science and Technology Indicators; ÖSTAT.

### DAS ÖSTERREICHISCHE FORSCHUNGSSYSTEM IM INTERNATIONALEN VERGLEICH

Die auf lange Sicht wichtigste Triebkraft des Wirtschaftswachstums ist nach den Erkenntnissen der Wirtschaftsforschung der technische Wandel. Private und öffentliche Investitionen in Forschung und Entwicklung spielen dabei eine zentrale Rolle. In der öffentlichen Diskussion steht zumeist die Höhe der Forschungsquote, d. h. der gesamtwirtschaftlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Relation zum Bruttoinlandsprodukt im Zentrum der Aufmerksamkeit. In diesem Zusammenhang sind folgende Fakten zu erwähnen:

- Österreichs Forschungsquote stagniert seit Anfang der neunziger Jahre bei rund 1,5%. Der Abstand zum zuletzt leicht sinkenden Durchschnitt der OECD und der EU (1995 2,15% bzw. 1,85%) hat sich zwar etwas verringert, Österreichs Investitionen in Forschung und Entwicklung sind jedoch nach wie vor gering für ein Land seines Pro-Kopf-Einkommens (Abbildung 1).
- Erst bei einer Anhebung der Forschungsaufwendungen von 1,5% auf über 2% des BIP würde Österreich in die Ländergruppe mit sowohl überdurchschnittlichem Pro-Kopf-Einkommen als auch einer (gemessen am Median) überdurchschnittlichen Forschungsquote eintreten.
- Entgegen dem internationalen Trend der neunziger Jahre haben Irland und Finnland ihre Forschungsquoten deutlich erhöht. Diese Länder holten in den letzten Jahren eindrucksvoll auf bzw. drangen in das internationale Spitzenfeld vor. Auch Dänemark konnte seine Forschungsquote nachhaltig steigern.

Abbildung 2: Aufwendungen für Forschung und Entwicklung nach ausführenden Sektoren  
1993



Q: OECD, Main Science and Technology Indicators; ÖSTAT.

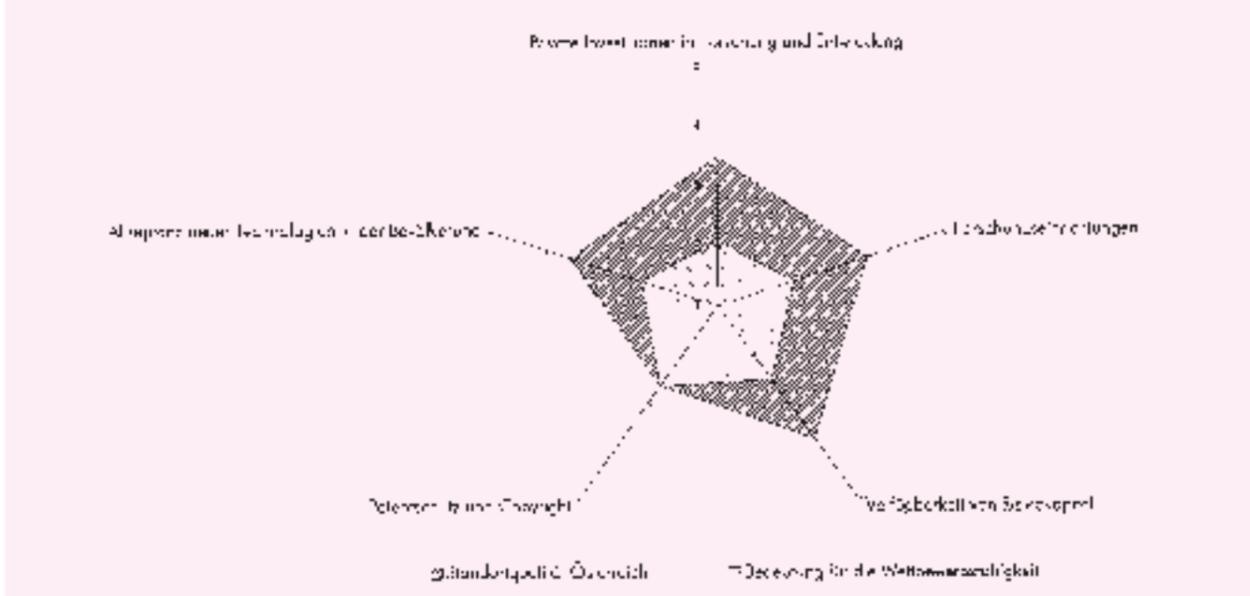
Ebenso wichtig wie das Niveau ist jedoch die in der öffentlichen Diskussion zumeist vernachlässigte Struktur der Ausgaben für Forschung und Entwicklung. Hier werden daher wichtige strukturelle Zusammenhänge im

*Österreichs Investitionen in Forschung und Entwicklung sind nach wie vor gering für ein Land seines Pro-Kopf-Einkommens. Ebenso wichtig wie das Niveau ist jedoch die Struktur der Ausgaben für Forschung und Entwicklung, der zumeist weniger Aufmerksamkeit geschenkt wird.*

österreichischen Innovationssystem beleuchtet und einem internationalen Vergleich unterzogen. Zu den österreichischen Besonderheiten zählen u. a.:

- Der Anteil des Unternehmenssektors an der gesamtwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung ist relativ gering. Unternehmen tragen in den Industrieländern den größten Teil der Forschungs- und Entwicklungsleistungen bei. In den forschungsintensiven Ländern beträgt dieser Anteil zwei Drittel bis drei Viertel. Österreich rangiert mit einem Unternehmensanteil von 56% (1993) im unteren Drittel der OECD-Länder (Abbildung 2).
- 1995 betrug der öffentliche Finanzierungsanteil an den gesamtwirtschaftlichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben in Österreich 49,1%. Dies ist der höchste Anteil unter den hochentwickelten europäischen OECD-Ländern.
- Die Hochschulforschung absorbiert in Österreich einen international unübertroffenen hohen Anteil der öffentlichen Forschungs- und Entwicklungsausgaben

Abbildung 3: Mittelwert der Benotung auf einer Skala von 1 („sehr hoch“) bis 5 („sehr niedrig“)



und ist fast ausschließlich öffentlich finanziert. Entsprechend gering ist, gemessen an den finanziellen Strömen, die Vernetzung des Hochschulsektors mit dem Unternehmenssektor bzw. mit dem Ausland.

- Österreich zählt zur Gruppe der Länder mit eher geringer Vernetzung des Unternehmenssektors mit anderen Sektoren. Der Anteil der außerhalb des Unternehmenssektors durchgeführten Forschung an der gesamten unternehmensfinanzierten Forschung und Entwicklung ist in Österreich der geringste unter allen OECD-Ländern.
- Die Finanzierung von Forschung und Entwicklung durch das Ausland läßt generell nur einen geringen Grad an Internationalisierung bzw. Globalisierung

*In Österreich ist die Vernetzung der Komponenten des Innovationssystems (Unternehmen – Universitäten – außeruniversitäre Forschungseinrichtungen) eher schwach. Der Anteil der außerhalb des Unternehmenssektors durchgeführten Forschung und Entwicklung an der gesamten unternehmensfinanzierten Forschung ist der geringste unter allen OECD-Ländern.*

der Forschungstätigkeit erkennen (EU insgesamt 1995 6,5%). Mit 2,5% bleibt Österreich hier deutlich unter dem EU-Durchschnitt und hinter anderen kleinen offenen Volkswirtschaften zurück.

- Die Internationalisierung der österreichischen Forschung allgemein, insbesondere des Hochschulsektors, ist nach wie vor relativ gering. Positiv zu bewer-

ten ist die Entwicklung der österreichischen Beteiligung an den Forschungs- und Entwicklungsprogrammen der EU.

Die Vernetzung der Komponenten des Innovationssystems (Unternehmen – Universitäten – außeruniversitäre Forschungseinrichtungen) ist in Österreich generell schwach. Aus der Perspektive der Forschung über „Innovationssysteme“ sind jedoch gerade Intensität und Qualität des Zusammenwirkens zwischen den Elementen dieses Systems ein zentraler Ansatzpunkt der Technologiepolitik.

**SPEZIALISIERUNGSMUSTER IM ÖSTERREICHISCHEN INNOVATIONSSYSTEM**

Die Fähigkeit eines Landes zur Innovation ist nicht mit Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten gleichzusetzen. Österreichs Humanressourcen sind ein zentraler Faktor bei der Hervorbringung und Aufnahme technologischen Wissens. Die Qualifikation der Arbeitskräfte ist wesent-

*Die Fähigkeit eines Landes zur Innovation ist nicht mit Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten gleichzusetzen. Die Humanressourcen sind ein zentraler Faktor bei der Hervorbringung und Aufnahme technologischen Wissens.*

lich für die internationale Konkurrenzfähigkeit der Unternehmen und für die langfristigen Wachstumschancen einer Volkswirtschaft. Eine einseitige Fixierung auf die Ausbildungs- bzw. Angebotsseite (Stichwort „Akademi-

*Österreichs Innovationssystem und Standortqualität*

Eine Befragung des WIFO (Aiginger – Peneder, 1997) unter Geschäftsführern und Vorständen der wichtigsten in Österreich tätigen Industrie- und einiger Dienstleistungsunternehmen gibt Einblick in die Stärken und Schwächen des Industriestandorts Österreichs. Unter den 15 bestbewerteten Faktoren der Standortqualität (Top 15) finden sich nur wenige, die sich auf Stärken des österreichischen Innovationssystems zurückführen lassen. Positiv bewertet wurden in diesem Zusammenhang: die Verfügbarkeit hochqualifizierter bzw. gut ausgebildeter Arbeitskräfte und die Initiative und Innovationsbereitschaft der Führungskräfte. Die Top 5 unter den Faktoren der Standortqualität hingegen sind die politische Stabilität, die öffentliche Sicherheit, das Kultur- und Freizeitangebot, die Umweltqualität und die Rechtssicherheit. Schwächen im Innovationssystem werden als Defizite der Standortqualität wahrgenommen. Unter den 15 Standortfaktoren mit der schlechtesten Bewertung (Low 15) werden Mängel hinsichtlich Telekommunikationskosten, Verfügbarkeit von Risikokapital, Anpassungsfähigkeit und Reformbereitschaft, Forschungseinrichtungen von internationalem Format, Akzeptanz neuer Technologien und Öffnung der Telekommunikationsmärkte genannt.

Zwischen der Bedeutung, die die befragten Manager technologierelevanten Faktoren für die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes wie Österreich zuordnen („Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit“), und der Bewertung der wahrgenommenen „Standortqualität Österreichs“ besteht eine Diskrepanz (Abbildung 3). Die Bewertung erfolgte anhand einer „Notenskala“ von 1 („hoch“) bis 5 („niedrig“). Die Einschätzung der privaten Forschungsinvestitionen, der Forschungseinrichtungen, der Verfügbarkeit von Risikokapital und der Akzeptanz neuer Technologien entspricht demnach nicht ihrer Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit. Im Bereich der geistigen Eigentumsrechte (Patentschutz und Urheberrecht) entspricht die derzeitige Lage den Anforderungen.

kerquote“) ist unter technologie- oder beschäftigungspolitischen Gesichtspunkten jedoch nicht zielführend.

Die Verfügbarkeit hochqualifizierter und gut ausgebildeter Arbeitskräfte wird allgemein zu den Standortvorteilen Österreichs gezählt. Bezüglich der Effizienz sowie der Struktur des Qualifikationssystems gibt es jedoch auch offene Fragen (siehe dazu die vergleichende Untersuchung von Lassnigg – Pollan, 1996).

- Österreich liegt gemessen am Anteil der öffentlichen und privaten Ausgaben für Bildungseinrichtungen am BIP mit 5,6% (1994) unter 19 OECD-Ländern an 13. Stelle.

- Im Ausbildungssystem besteht eine ausgeprägte Orientierung auf mittlere Qualifikationen. Der Anteil der Sekundarschulbildung ist im internationalen Vergleich überdurchschnittlich und jener der Tertiärschulbildung unterdurchschnittlich.
- Unter den Naturwissenschaftlern und Ingenieuren, einem hochqualifizierten Segment der Humanressourcen, ist der Anteil von Universitätsabsolventen an der Bevölkerung bzw. an den Erwerbstätigen im internationalen Vergleich sehr niedrig.

Die Einrichtung des Fachhochschulsystems läßt eine Ausweitung des Qualifikationsangebotes erwarten, die der Ausgangslage in Österreich angepaßt ist. Darüber hinaus könnte sich die neue Konkurrenz durch die Fachhochschulen auf Sicht positiv auf die Leistungsfähigkeit der Universitäten auswirken.

*Die Patentintensität (Zahl der Patentanmeldungen pro Kopf) ist in den skandinavischen Ländern und in der Schweiz am höchsten. Österreich rangiert im unteren Mittelfeld der europäischen OECD-Länder. Die Internationalisierung der österreichischen Patentaktivitäten ist noch vergleichsweise gering, nimmt jedoch rasch zu. Hochtechnologiebereiche wie Instrumente, Elektronik und Nachrichtentechnik sind im internationalen Vergleich deutlich unterrepräsentiert.*

Ein weiterer Aspekt der Spezialisierung von Innovationssystemen sind die Patentaktivitäten. Die Ergebnisse der Untersuchung österreichischer Patentanmeldungen steht in Einklang mit den Befunden in bezug auf das Forschungs- und Entwicklungssystem:

- Die Patentintensität (Zahl der Patentanmeldungen pro Kopf) ist in den skandinavischen Ländern und in der Schweiz am höchsten. Österreich rangiert im unteren Mittelfeld der europäischen Länder.
- Die Internationalisierung der österreichischen Patentaktivitäten ist noch vergleichsweise gering, nahm jedoch – wie in anderen Ländern – zuletzt rasch zu.
- Die Patentspezialisierung Österreichs weist Besonderheiten auf: Der Schwerpunkt der österreichischen Patentanmeldungen beim Europäischen Patentamt liegt im Technologiebereich „Bauwesen“ (getragen von innovativen Unternehmen, die in ihren jeweiligen Märkten oft eine bedeutende Position auf dem Weltmarkt innehaben). Wichtige Hochtechnologiebereiche wie z. B. Instrumente, Elektronik und Nachrichtentechnik sind im internationalen Vergleich deutlich unterrepräsentiert (Abbildung 4).



Übersicht 1: Österreichs Handelsbilanz nach Technologieklassen

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
	MIL. S					
Humankapitalintensive Güter	- 51.468	- 48.522	- 57.733	- 56.786	- 46.538	- 57.113
Hochtechnologie	- 21.801	- 19.124	- 20.641	- 20.270	- 18.982	- 22.967
Gebrauchstechnologie	- 39.990	- 39.942	- 47.064	- 49.269	- 36.358	- 44.619
Sonstige	0.324	10.544	9.973	12.753	8.802	10.473
Sachkapitalintensive Güter	271	313	- 326	- 326	- 645	- 811
Arbeitsintensive Güter	- 17.876	- 23.980	- 27.933	- 26.229	- 28.523	- 35.384
Ressourcenintensive Güter	24.964	26.056	23.896	21.657	19.558	18.386
Andere	- 251	- 532	- 430	- 412	- 515	- 739
Industriewaren insgesamt	- 44.387	- 46.819	- 62.724	- 62.274	- 56.804	- 75.813

Q: WIFO, SITC rev. 3, 1989-SITC rev. 2.

- Österreich ist mit einem Anteil humankapitalintensiver Güter am gesamten Industriewarenexport von 52,3% und einem Hochtechnologieanteil von 8,2% (1994) deutlich weniger auf technologisch hochwertige Produkte spezialisiert als andere kleine offene Volkswirtschaften in Europa (z. B. Schweiz und Schweden).
- Im österreichischen Außenhandel besteht eine ausgeprägte „Technologielücke“: Sowohl in den OECD- als auch in den EU-Ländern haben Hochtechnologieprodukte einen mehr als doppelt so hohen Anteil an den Industriewarenexporten wie in Österreich.
- Österreich erzielt im Handel mit humankapitalintensiven Waren sowohl der Hochtechnologie als auch der Gebrauchstechnologie deutlich geringere Unit Values (Erlöse je Mengeneinheit) als andere kleine offene Volkswirtschaften wie z. B. die Schweiz, Schweden und auch Finnland.
- Positiv ist zu vermerken, daß sich die Struktur der österreichischen Exporte allmählich zugunsten technologisch anspruchsvollerer Waren verändert und internationale Marktanteilsgewinne erzielt werden konnten. Die aufgrund geänderter komparativer Vorteile im internationalen Handel vorhersehbare Zunahme des Defizits etwa im Außenhandel mit arbeitsintensiven Produkten konnte dadurch jedoch nicht kompensiert werden.

*Österreich weist ein strukturelles Defizit in der technologischen Zahlungsbilanz auf: Die Einnahmen im internationalen Handel mit technischem Wissen und Dienstleistungen mit technologischem Inhalt deckten 1995 nur ein Viertel der Ausgaben. Die Deckungsquote liegt damit am unteren Ende des Spektrums der OECD-Länder.*

Die technologische Zahlungsbilanz spiegelt den internationalen Handel mit technischem Wissen und Dienstleistungen mit technologischem Inhalt wider. Die größte Bedeutung kommt dabei Einnahmen und Ausgaben in Verbindung mit Patenten und Erfindungen sowie der Li-

zensierung von Patenten und Know-how zu. Die technologische Zahlungsbilanz bietet ein ähnliches Bild wie der Außenhandel mit Industriewaren:

- Österreich weist ein strukturelles Defizit in der technologischen Zahlungsbilanz auf. Die Einnahmen (1,478 Mrd. S) deckten 1995 nur ein Viertel der Ausgaben (5,369 Mrd. S) ab. Die Deckungsquote liegt damit am unteren Ende des Spektrums der OECD-Länder.
- Eine niedrige Deckungsquote mag im Zug eines raschen technologischen Aufholprozesses nicht problematisch sein, da längerfristig eine Zunahme zu erwarten ist. In Österreich zeichnet sich ein solcher Anstieg jedoch bisher nicht ab.

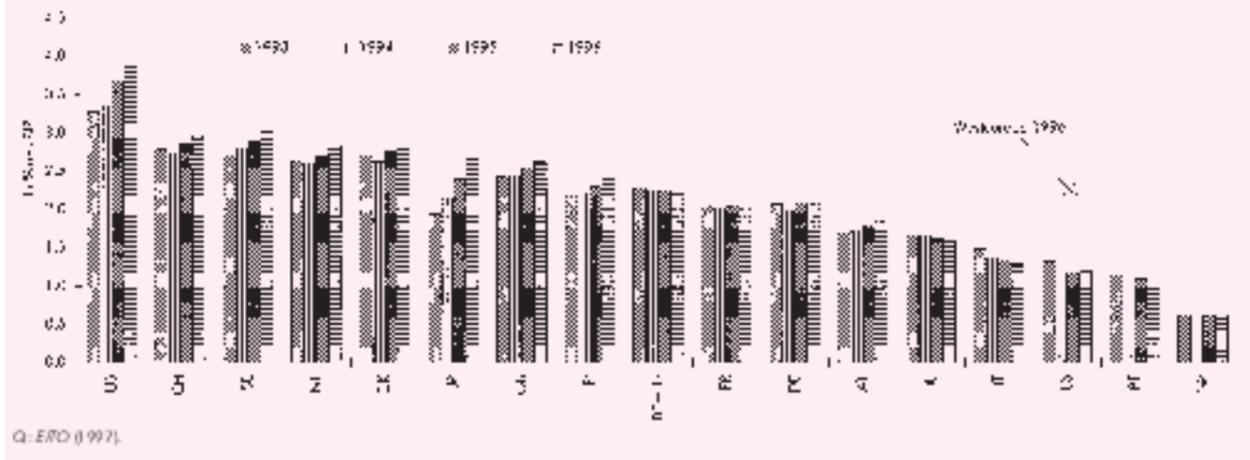
#### DIFFUSION VON TECHNOLOGIEN

Unter der Diffusion einer Technologie versteht man den Prozeß ihrer Verbreitung vom erstmaligen Einsatz bis zur weitverbreiteten Anwendung. Die Diffusion von Technologien spielt eine wichtige Rolle für die Produktivitätsentwicklung und ist für eine kleine offene Volkswirtschaft von besonderer Bedeutung (Hutschenreiter, 1998). Der „Technologiebericht 1997“ konzentriert sich auf die Diffusion in zwei Technologiebereichen: den Informations- und Kommunikationstechnologien (Technologien der Informationsgesellschaft) sowie ausgewählten Technologien für eine nachhaltige Entwicklung. Nachhaltiges Wachstum ist ein Schwerpunkt des 5. Rahmenprogramms für Forschung, technologische Entwicklung und Demonstration der EU.

*Die Diffusion von Technologien spielt eine wichtige Rolle für die Produktivitätsentwicklung und ist für eine kleine offene Volkswirtschaft von besonderer Bedeutung.*

Informations- und Kommunikationstechnologien – ein Sammelbegriff für die Bereiche Computer-Hardware, Software, Dienstleistungen und Telekommunikation – durchdringen zunehmend alle Bereiche der Wirtschaft und Gesellschaft. Ihre Verbreitung ist bereits weitgehend

Abbildung 5: Ausgaben für Informationstechnologie in % des BIP im internationalen Vergleich



durch Marktmechanismen getragen. Im Unterschied dazu trifft die Diffusion von Technologien für eine nachhaltige Entwicklung in ihren Rahmenbedingungen auf eine Reihe von Problemen. Dies wird in der Folge anhand zweier für Österreich relevanter Beispiele – kombinierter Verkehr und Kraft-Wärme-Kopplung – gezeigt.

TECHNOLOGIEN DER INFORMATIONSGESELLSCHAFT

Österreich holte anders als andere Länder mit ursprünglich relativ geringen Ausgaben für Informationstechnologie in den letzten Jahren deutlich auf und fand Anschluß an den westeuropäischen Durchschnitt.

Der europäische Markt für Informationstechnologien (IT) umfaßt etwa 28% des Weltmarktes und büßt gegenüber den USA und Ostasien leicht an Bedeutung ein. Innerhalb Europas verbreitert sich die Kluft zwischen „IT-intensiven“ und „IT-schwachen“ Ländern.

- Österreich holte anders als andere Länder mit ursprünglich relativ geringen Ausgaben für Informationstechnologien im Laufe der letzten Jahre deutlich auf und fand Anschluß an den westeuropäischen Durchschnitt (Abbildung 5).
- Der Markt für Informations- und Kommunikationstechnologien wächst in Österreich deutlich rascher als im EU-Durchschnitt. Dies ist hauptsächlich auf einen starken Aufholprozeß im Software-Segment zurückzuführen.

Der Telekommunikationsinfrastruktur kommt heute besondere Bedeutung zu. Sie trägt sowohl zur effizienteren Abwicklung der Wirtschaftsaktivitäten in einem dynamischen Umfeld als auch zur Hervorbringung von Produktinnovationen und Dienstleistungen bei.

- Mit hohen jährlichen Wachstumsraten (rund +50%) entwickelte sich die Mobilkommunikation in den neunziger Jahren innerhalb der OECD überaus dynamisch. Eine Marktsättigung ist derzeit nicht in Sicht.
- Mit der Etablierung eines Digitalstandards und der Liberalisierung des Marktzugangs trat in Europa eine

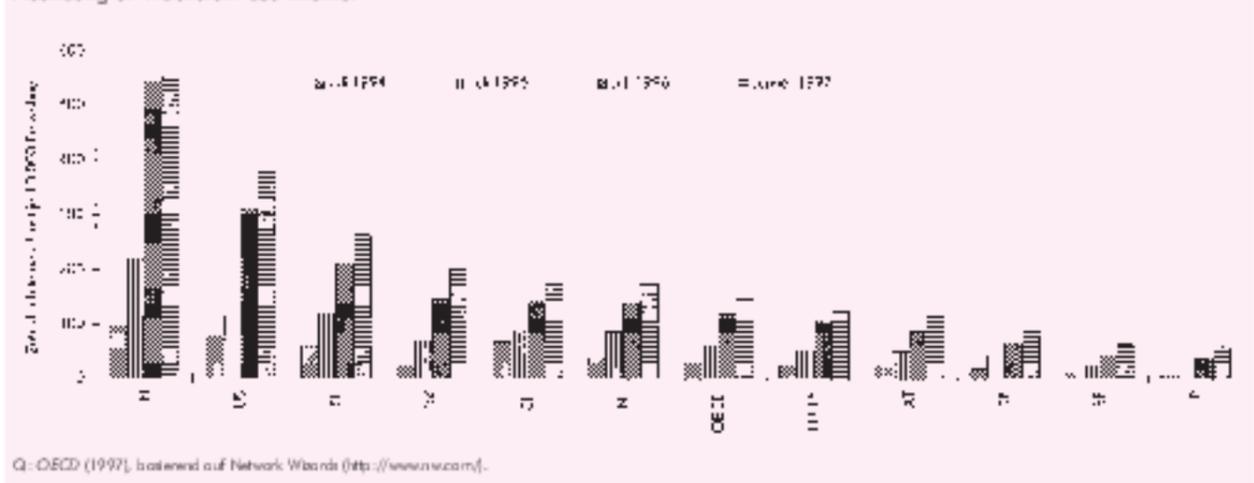
Finnland verzeichnete Anfang 1997 die international höchste Zahl von Internet-Hosts in Relation zur Bevölkerung. Österreich liegt gemessen an diesem Indikator etwas unter den Durchschnittswerten der EU und der OECD, jedoch deutlich vor Deutschland.

Vielzahl privater Netzanbieter auf den Markt. Ein Großteil der Mobiltelefonie wird in der EU bereits über digitale Netze abgewickelt.

- Mit hohen Wachstumsraten verbreitet sich auch das Internet als Plattform für die Datenkommunikation zwischen Computern (Abbildung 6). Ein Indikator der Marktdurchdringung ist die Zahl der Rechner, die über das Internet erreichbar sind (Jänner 1997: 15 Mill. Internet-Hosts in den OECD-Ländern). Finnland verzeichnete Anfang 1997 die international höchste Zahl von Internet-Hosts in Relation zur Bevölkerung (555 je 10.000 Einwohner). Österreich (114) liegt gemessen an diesem Indikator etwas unter den Durchschnittswerten der EU (124) und der OECD (149), jedoch deutlich vor Deutschland (88).

Bereits etablierte Nutzungsmöglichkeiten des Internet wie Electronic Mail oder der Zugang zu multimedialen Inhalten (etwa im World Wide Web) sowie künftige Anwendungen wie z. B. Sprachtelefonie und Videoconferencing via Internet lassen auch weiterhin hohe Wachstumsraten erwarten.

Abbildung 6: Wachstum des Internet



Q: OECD (1997), basierend auf Network Worlds (<http://www.wu.com/>).

Der globale Markt für Industrieroboter – als Informationstechnologie in der Produktion – hat eine hohe Dynamik. Der Einsatz von Industrierobotern ist eine wesentliche Komponente der internationalen Tendenz zur flexiblen Automation von Produktionsabläufen. Bestimmt wird der Markt für Industrieroboter von der überragenden Stellung Japans in der flexiblen Automation, wo

*Die Industrieroboterintensität hat sich in Österreich im letzten Jahrzehnt deutlich erhöht. Die Neuzugänge verschieben sich deutlich vom Fahrzeugbereich zur Elektro-, Elektronik-, Maschinen- und Stahlbauindustrie. Der Schwerpunkt der Automatisierung hat sich zu Unternehmen mit weniger als 200 Beschäftigten verlagert.*

rund 60% der weltweit eingesetzten Industrieroboter in Betrieb sind (Abbildung 7). Die hohen weltweiten Wachstumsraten von bis zu 20% in den achtziger Jahren dürften nicht mehr erreicht werden, doch gehen Schätzungen für die nächsten Jahre von einem stabilen Wachstum um fast 15% aus. Der Automatisierungsgrad der Industrie nimmt weltweit deutlich zu. Traditionell kommt der Autoindustrie in der flexiblen Automatisierung eine Vorreiterrolle zu.

- Die Automatisierung nahm in den späten achtziger Jahren in allen Branchen der österreichischen Industrie stark zu. Die Industrieroboterintensität hat sich in Österreich im letzten Jahrzehnt deutlich erhöht.
- In den neunziger Jahren verschieben sich die Industrieroboter-Neuzugänge merklich von der Fahrzeugproduktion zur Elektro-, Elektronik-, Maschinen- und Stahlbauindustrie. Der Schwerpunkt der Automatisierung hat sich zu kleinen Unternehmen mit weniger als 200 Beschäftigten verlagert, der Anteil der Unternehmen mit 500 bis 1.000 Beschäftigten sinkt deutlich.

- Gut ein Drittel der Industrieroboter stammt aus heimischer Produktion, ein weiteres Drittel aus Deutschland. Die Angebotsseite ist hoch konzentriert, der schwedische Marktführer hält 17% des Inlandmarktes, die Top 10 der Industrieroboter-Hersteller erreichen einen Marktanteil von 56%.

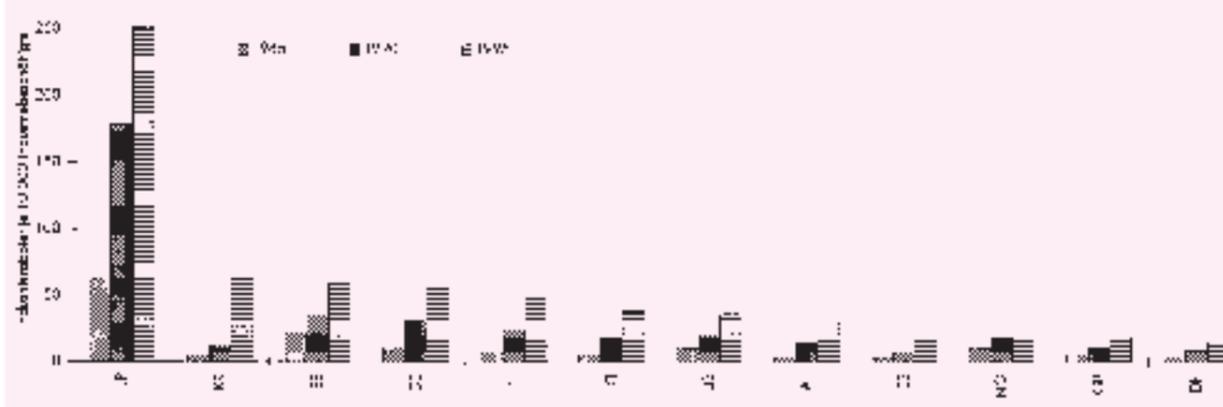
#### TECHNOLOGIEN FÜR EINE NACHHALTIGE ENTWICKLUNG

Technologien für eine nachhaltige Entwicklung (sustainable development) scheinen – trotz intensiver Diskussion auch auf internationaler Ebene – gerade in Zeiten schärferer internationaler Konkurrenz und hoher Arbeitslosigkeit in den Hintergrund zu treten. Aus diesem Grund werden hier, unter Hinweis auf die aktuellen Forschungsschwerpunkte der EU, zwei als nachhaltig eingestufte Technologien behandelt: Der kombinierte Gütertransport aus dem Verkehrsbereich und die Kraft-Wärme-Kopplung aus dem Bereich der Energieerzeugung.

*Die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien ist bereits weitgehend durch Marktmechanismen getragen. Im Gegensatz dazu trifft die Diffusion von Technologien für eine nachhaltige Entwicklung in ihren Rahmenbedingungen auf eine Reihe von Problemen.*

Im kombinierten Gütertransport können die Vorteile des Transports auf Straßen, Schienen sowie Wasserwegen, nämlich flexible Verteilung in der Fläche und effizienter Transport über weite Strecken, optimal genutzt werden. Die Rahmenbedingungen des allgemeinen Güterverkehrs in Europa – nicht gedeckte externe Kosten des Transports, vor allem im Umweltbereich – haben eine

Abbildung 7: Industrieroboterintensität in den wichtigsten Industrieländern



Q: UN - FR (1998); eigene Berechnungen.

konsequente Verlagerung der Transportleistung von der Schiene auf die Straße zur Folge. Der kombinierte Gütertransport in Europa konzentriert sich derzeit vor allem auf den ökologisch sensiblen Alpenraum, der eine geographische Barriere zwischen wirtschaftlich bedeutenden Regionen Europas bildet.

- Österreich als wichtigstem Alpen transitland ist es im Gegensatz zu Frankreich und der Schweiz gelungen, im Transitverkehr Leistung auf die Schiene zu verlagern. Dies eröffnet dem kombinierten Verkehr, insbesondere dem unbegleiteten Verkehr mit Shuttlezügen (zwischen Güterterminals nördlich und südlich der Alpen) ein erhebliches Entwicklungspotential.
- Eine österreichische Besonderheit ist der hohe Anteil der „rollenden Landstraße“, bedingt durch ein rasches Anwachsen des Transitverkehrs mit Osteuropa. Dort fällt der Umstieg vom Lkw auf die rollende Landstraße aufgrund des Fehlens von Infrastruktur und entsprechenden regulativen Maßnahmen leichter als auf die logistisch aufwendigeren unbegleiteten Verkehre. Gerade die Rahmenbedingungen für die rollende Landstraße haben sich jedoch nach dem EU-Beitritt deutlich verschlechtert.

Verschiedene Technologien der kombinierten Erzeugung von Elektrizität und Wärme zur verbesserten Nutzung der eingesetzten Primärenergie faßt man als Kraft-Wärme-Kopplung (Cogeneration) zusammen. Der Einsatz von Cogeneration-Anlagen reicht von Nah- und Fernwärmenetzen bis zu Prozeßwärme für die Industrie.

- Ein Vorreiter bezüglich des Einsatzes der Kraft-Wärme-Kopplung ist Dänemark. Auch in Österreich ist der Anteil am gesamten nationalen Kraftwerkspark mit 19% der installierten Leistung im europäischen Vergleich relativ hoch.
- In der österreichischen Industrie ist das Potential für Kraft-Wärme-Kopplung bereits weitgehend ausge-

schöpft. Hingegen ist ein verstärkter Einsatz noch im Bereich der öffentlichen kalorischen Stromerzeugung möglich, und zwar sowohl was die Effizienzsteigerung als auch was die Verbreitung der Technologie betrifft.

### ÖSTERREICH UND DIE RAHMENPROGRAMME DER EU

Die Einbindung der österreichischen Forschung in den größeren europäischen Zusammenhang ist eine der zentralen Herausforderungen für die Forschungs- und Technologiepolitik. Der „Österreichische Technologiebericht 1997“ faßt die Ergebnisse der ersten Evaluierung der österreichischen Beteiligung an den europäischen Programmen für Forschung und technologische Entwicklung (Ohtler et al., 1997) zusammen. Diese Evaluierung brachte eine Fülle von neuen Erkenntnissen. Positiv bewertet wird dabei, daß die europäischen Programme die strategischen Möglichkeiten der teilnehmenden Unternehmen, Universitätsinstitute und Forschungseinrichtungen deutlich erweitern.

*Die Einbindung der österreichischen Forschung in den größeren europäischen Zusammenhang ist eine der zentralen Herausforderungen für die Forschungs- und Technologiepolitik.*

Ein häufiger Vorwurf gegen die Rahmenprogramme ist die vorgebliche Dominanz großer Länder. Gemessen an der Intensität der Teilnahme (pro Einwohner bzw. pro Forscher) sind indes ohne Ausnahme kleine Länder führend, große Länder weisen eine mäßige Teilnahmeintensität auf. Der Grund für dieses Phänomen liegt vorwiegend in der Logik der Konsortienbildung, die kleine Länder begünstigt.

Die Muster der Beteiligungen von Ländern über die spezifischen Programme hinweg sind sehr ähnlich. Dies widerspricht der Erwartung, daß die Länder aufgrund unterschiedlicher nationaler Spezialisierungen unterschiedliche Schwerpunkte in der Beteiligung setzen würden.

Jedes Land verfügt offenbar über eine Gruppe von Unternehmen und Instituten, die in der Lage sind, internationale Forschungsk Kooperationen einzugehen, unabhängig von der darunterliegenden Forschungs- und Industriestruktur. Die Rahmenprogramme haben daher eine wichtige Steuerungsfunktion für die europäische Forschungslandschaft.

Welche Faktoren erklären den Beteiligungserfolg? Daten über große und einflußreiche Programme zeigen eine außerordentlich hohe Korrelation zwischen der Zahl der eingereichten und der Zahl der bewilligten Projekte. Qualitätsvolle Projektanträge scheinen in genügendem Umfang vorhanden zu sein, was offenbar zählt, ist die Zahl der Einreichungen.

Wegen der niedrigen Erfolgsrate (1 : 3 bis 1 : 12) eingereichter Projekte und der damit verbundenen Kosten für den Antragsteller werden viele abgelehnte Projekte mit eingeschränkten Zielen und häufig mit Förderung aus anderen Quellen weitergeführt.

Auch im Bereich der nationalen Forschungs- und Technologiepolitik sind „Additionalitätseffekte“ zu erkennen. Seit dem EU-Beitritt konnten umfangreiche Erfahrungen gesammelt werden, die nun allmählich in die nationale Politik diffundieren und diese verändern. Es sind dies vor allem die Bewältigung komplexer Themen und Programme, die explizite Planung und Abwicklung von Programmen einschließlich deren Evaluierung, die Ausrichtung auf neue Zielgruppen und ein weiterer Blick auf Forschungsthemen und Innovationen (Anerkennen von Lernen, Wissen und Fertigkeiten als wesentliche Dimension von Technologie, höhere Aufmerksamkeit für Infrastrukturmaßnahmen, Diffusion).

Häufig wird eine schwache Übereinstimmung der Ziele der an den Rahmenprogrammen teilnehmenden Organisationen mit jenen der Europäischen Kommission kritisiert. Die Empirie zeigt ein anderes Bild: Die von den Teilnehmern als wichtig eingestuften Ziele und Erwartungen werden durchwegs realisiert – vor allem der Zugang zu Finanzierung, Expertise bzw. Forschungseinrichtungen, Kompetenzaufbau und Netzwerkbildung.

Die Rahmenprogramme sind auf kooperative Forschung und technologische Entwicklung ausgerichtet. Sie werden bevorzugt von Organisationen angenommen, die mit Forschungskoope ration vertraut sind und auch außerhalb der Rahmenprogramme regelmäßig kooperieren.

Die Forschung im Rahmen von EU-Projekten ist vor allem durch die Notwendigkeit von Zusammenarbeit charakterisiert. Die Qualität der Anträge hängt wesentlich

#### Österreichische Beteiligung am 4. Rahmenprogramm für Forschung, technologische Entwicklung und Demonstration der EU

1.150 Projekte von knapp 1.460 österreichischen Organisationen erhielten bisher die Finanzierungszusage durch die Europäische Kommission (Unternehmen 39%, Universitäten 36%, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen 18%, Sonstige 10%). Rund 380 österreichische Unternehmen sind beteiligt, 75% davon nahmen bisher an einem, 25% an mehr als einem Projekt teil. An EU-Projekten beteiligen sich Unternehmen, die bisher keine österreichische Forschungsförderung in Anspruch genommen haben. 21% der Beteiligungen von Unternehmen erfolgen im Rahmen der speziell auf die Bedürfnisse von Klein- und Mittelbetrieben mit geringem Forschungs- und Entwicklungspotential ausgerichteten Aktion „Craft“.

Die durchschnittliche Erfolgsrate österreichischer Projektanträge liegt bei 30%. Die Erfolgsrate in der Craft-Aktion für Kleinbetriebe übersteigt 50%. Am höchsten ist der Anteil der Unternehmen an den österreichischen Beteiligungen in den Programmen Thermie Typ A (Energie-Demonstrationsprojekte, 80%), Esprit (Informationstechnologie, 62%), sowie BriteEuRam (Industrielle und Werkstofftechnologien, 65%).

Österreichischen Organisationen wurden im 4. Rahmenprogramm von der Europäischen Kommission bisher rund 2,23 Mrd. S zugesprochen – dies entspricht einem „Rückfluß“ von knapp 70% (Unternehmen 42%, Universitäten 36%, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen 15%, Sonstige 7%).

An den Projekten mit österreichischer Beteiligung sind im Durchschnitt 8 Partner beteiligt (1,5 Österreicher, 6,5 Ausländer). Am höchsten ist der Anteil Deutschlands an den Projektpartnern (20%; Großbritannien 13%, Frankreich 11%, Italien 10%). 185 finanzierte Projekte werden von österreichischen Koordinatoren geleitet. Der Anteil österreichischer Koordinatoren ist am höchsten in den Programmen Verkehr (28%), Thermie (Energie-Demonstrationsprojekte, 26%) und Esprit (Informationstechnologie, 23%) bzw. im Bereich der 2. Aktionslinie im Programm INCO-DC (Kooperation mit Entwicklungsländern, 43%). 29% der nichtösterreichischen Koordinatoren von Projekten mit österreichischer Beteiligung kommen aus Deutschland, 19% aus Großbritannien und je 10% aus den Niederlanden und Italien.

Q: Horvat, M., Säckl, J., BIT-Datenbank INNOman, Stand Jänner 1998.

von den Ambitionen, den Fähigkeiten und der Erfahrung der beteiligten Personen und Organisationen ab. Um im Wettbewerb der Anträge bestehen zu können, müssen Antragsteller ihr bestes Personal, ihre besten Fähigkeiten

*Austria's Innovation System in an International Comparison – Summary*

As a highly developed, high-wage country, Austria faces new challenges in a globalizing economy. Austria will only be able to maintain its position in the club of high-income countries if it is able to achieve a high productivity level through the use of new technologies and by taking advantage of specialization in human-capital intensive and technologically sophisticated products. Technological change is the most important driving force behind long-term economic growth. In this context, private and public investment in research and development (R&D) plays a key role. At 1.5 per cent, Austria's ratio of gross expenditure on R&D to GDP remains low for a country of its per-capita income level. Of equal significance, however, is the structure of R&D expenditure. Among the structural features of the Austrian R&D system we find a relatively small share of the business enterprise sector in overall R&D, a comparatively large higher education sector receiving a share of government R&D funds far above the international average, and weak links between the components of the innovation system (universities – business enterprises – research institutes). The internationalization of Austria's research is still at a relatively low level. The intensity and quality of the synergy among the various elements of this system is a pivotal point of technology policy.

A country's ability to innovate should not just be equated with R&D. Human resources are a key factor in the generation and absorption of technological knowledge. Highly qualified and well-trained human resources are regarded as one of Austria's most substantial locational advantages. However, an internationally low share of scientists and engineers in the labor force is exacerbated by an extremely low number of new science graduates. The introduction of a tertiary-level technical college system is expected to broaden the scope of qualifications. Another aspect of the specialization of innovation systems is the structure of patent activities. In accordance with the findings regarding the R&D system, we observe a relatively modest patent intensity and a modest though rapidly increasing internationalization of patent activities. Moreover, Austria's patent specialization shows particular features: the emphasis of patent applications filed with the European Patent Office is on certain niches (e. g., in the field of „construction“ technology). Core areas of high technology, such as instruments, electronics and communication, are under-represented.

For open economies, the capability to absorb and use knowledge generated abroad becomes a decisive factor in achieving adequate economic growth. The creation of this capability requires own investments in R&D. Foreign trade plays an important role as a channel of technology flows. Austria is known to have a persistent deficit in its foreign trade in manufactures. It

is less widely known that a large part of this deficit results from trade in human-capital intensive goods, among them also high-technology products. Austria's foreign trade still shows a „technology gap“: in the OECD as well as the EU countries, the share of high-technology exports is more than twice as high as in Austria. The structure of Austria's exports is changing in favor of technologically advanced goods and their world market share has been increasing. However, this has not yet compensated for the predictable increase of the deficit in international trade in labor-intensive products due to changed comparative advantages. The technology balance of payments reflecting international trade in technical knowledge and services with a technology content shows a similar picture. The respective revenues cover about one quarter of expenditure.

The diffusion of technologies plays a crucial role in productivity growth. The issue of diffusion is dealt with in two areas of technology, i.e., technologies of the information society and selected technologies for a sustainable development (combined transport and the co-generation of heat and power). Information and communication technologies impact all areas of the economy and society. Contrary to other countries with an initially low expenditure on information technology relative to GDP, Austria has succeeded in catching up over the last few years and has managed to approach the west European average. In Austria, the market for information and communication technology – especially its software segment – is expanding faster than the EU average. The use of industrial robots is an essential component of the international trend towards flexible automation. In Austria, the industrial robot intensity has significantly increased over the last decade and the emphasis of automation has shifted towards enterprises with less than 200 employees. In contrast to information and communication technologies, the diffusion of technologies for a sustainable development has to contend with numerous problems regarding the framework conditions.

The integration of Austria's R&D into the larger European context is one of the challenges facing research and technology policy. The European R&D Programs broaden the opportunities for the participating enterprises, universities and research institutes. Initially, the intensity of Austria's participation was moderate and characterized by a predominance of research institutions over business enterprises. Since its accession to the EU, Austria has rapidly caught up in terms of program participation. This has been confirmed by recent data on the Austrian participation in the Fourth Framework Programme. In conclusion possibilities for the improved utilization of the participants' potential and the implementation of results are outlined.

und Ideen mobilisieren – sich auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren.

Schon von Beginn an hat Österreich an den Rahmenprogrammen teilgenommen. Das 1. und das 2. Rahmenprogramm waren für Österreich vom Volumen her noch ohne Bedeutung, im 3. Rahmenprogramm ist der ernsthafte Einstieg in die EU-Programme für Forschung und technologische Entwicklung gelungen. Der Durchbruch wurde nun mit dem 4. Rahmenprogramm erzielt (Kasten „Österreichische Beteiligung am 4. Rahmenprogramm“). Seither macht Österreich den Rückstand an Teilnahme und Erfahrung allmählich wett.

*Im 4. Rahmenprogramm für Forschung und technologische Entwicklung der EU wurde ein Durchbruch erzielt. Österreich macht den Rückstand an Teilnahme und Erfahrung allmählich wett.*

Die Beteiligung weist einen hohen Grad an Nachhaltigkeit auf: Die Bildung von Netzwerken über ganz Europa, hohe „Additionalitätseffekte“ auf seiten der Teilnehmer und Lernprozesse im Bereich der nationalen Politik belegen dies. Aufgabe der nächsten Jahre sind Maßnahmen, um die Potentiale in den Unternehmen, in den Forschungseinrichtungen und in der Verbreitung der Ergebnisse zu nutzen. Dies könnte einen Beitrag zum Abbau der österreichischen Forschungs- und Innovationslücke leisten.

## LITERATURHINWEISE

- Aiginger, K., Peneder, M., Qualität und Defizite des Industriestandorts Österreich, WIFO, Wien, 1997.
- EITO (European Information Technology Observatory), Frankfurt am Main, 1997.
- Gassler, H., Kopcsa, A., Schiebel, E., Böck, N., Gheybi, P., „Verbesserter Einsatz von Patentstatistiken“, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, 1996, (OEFZS-A-3613b).
- Hutschenreiter, G., „Intersektorale und internationale 'F&E-Spillovers'. Externe Effekte von Forschung und Entwicklung“, WIFO-Monatsberichte, 1995, 68(6), S. 419-427.
- Hutschenreiter, G., „Produktivität und Technologiediffusion“, Wirtschaftspolitische Blätter, 1998, 45(1), S. 28-37.
- Hutschenreiter, G., Knoll, N., Palier, M., Ohler, F., Österreichischer Technologiebericht 1997, WIFO, ÖFZS, im Rahmen von tip, Wien, 1998.
- Hutschenreiter, G., Peneder, M., „Österreichs 'Technologielücke' im Außenhandel“, WIFO-Monatsberichte, 1997, 70(2), S. 103-114.
- Lossnigg, L., Pollan, W., „Das österreichische Qualifizierungssystem im internationalen Vergleich. Ein Überblick“, WIFO-Monatsberichte, 1996, 69(12), S. 763-780.
- OECD, Communication Outlook, Paris, 1997.
- Ohler, F., Jörg, L., Palt, W., Guy, K., Hutschenreiter, G., Husz, M., Sieber, A., Gluske, H., Patsios, S., „Evaluation of the Austrian Participation in Community RTD Programmes“, Seibersdorf Report, 1997, (OEFZS-4792).
- United Nations Economic Commission for Europe, International Federation of Robotics (UN – IFR), World Industrial Robots 1996. Statistics 1983-1996 and Forecasts to 1999, New York–Genf, 1996.