

Klaus S. Friesenbichler, Hannes Leo

WIFO-Weißbuch: Der Rahmen für die Innovationspolitik

Nach einem langen technologischen Aufholprozess ist Österreichs Wirtschaft in eine Übergangsphase eingetreten, in der sie sich vom reinen Technologienehmer zum Schöpfer innovativer Produkte und Prozesse entwickelt. Ausdruck dessen sind der starke Anstieg der Forschungs- und Entwicklungsausgaben in Relation zum BIP und das erhöhte Qualifikationsniveau der nachgefragten Beschäftigung. Um diesen Übergang endgültig zu vollziehen, müssen die Branchenstruktur flexibler und Defizite im Bildungssystem abgebaut werden.

Der Beitrag fasst die Ergebnisse einer Teilstudie des WIFO-Weißbuches "Mehr Beschäftigung durch Wachstum auf Basis von Innovation und Qualifikation" vom Oktober 2006 zusammen: Hannes Leo, Rahel Falk, Klaus S. Friesenbichler, Werner Hölzl, Teilstudie 8: Forschung und Innovation als Motor des Wachstums (43 Seiten, 40,00 €, Download 32,00 €: http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=27447&typeid=8&display_mode=2) • Begutachtung: Karl Aiginger, Gunther Tichy, Ewald Walterskirchen • Wissenschaftliche Assistenz: Christine Kaufmann • E-Mail-Adressen: Hannes.Leo@wifo.ac.at, Klaus.Friesenbichler@wifo.ac.at

Österreichs Wirtschaft hat in den letzten 15 Jahren ihre technologische Position stetig verbessert und nimmt heute unter den EU-Ländern den 9. Rang ein (European Innovation Scoreboard). Im Zuge dieser Entwicklung wurde die Forschungs- und Entwicklungsquote (Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Prozent des BIP) von 1,44% im Jahr 1993 auf 2,54% 2007 gesteigert.

Dennoch besteht weiterhin Handlungsbedarf für die Wirtschaftspolitik. Österreichs Innovationssystem befindet sich sowohl bezüglich seiner Struktur als auch des mentalen Unterbaus noch in einem Aufholprozess: Das Innovationssystem jener Länder, die eine Vorreiterrolle innehaben und deren technologische Kapazitäten "an der Grenze des technisch Machbaren" liegen, unterscheidet sich vom österreichischen in Struktur und Leistungsfähigkeit deutlich.

Innovation ist ein erratischer Prozess, der auf zahlreichen Ebenen abläuft. Ziel der unternehmerischen Innovation ist es, Wettbewerbsvorteile zu schaffen; damit erhält das Auftreten von neuen Märkten, Gütern, Konsumenten, Produktionsprozessen oder Organisationsformen zentrale Bedeutung. Durch Innovation wird die Volkswirtschaft zu einem sich ständig wandelnden und neu findenden System, in dem ständig alte durch neue, höherentwickelte Technologien abgelöst werden (*Schumpeter*, 1950).

Makroökonomisch findet sich die Bedeutung von "Innovation" im Sammelbegriff "Technologie" wieder: der Gesamtheit der einer Gesellschaft zur Verfügung stehenden Verfahren zur Produktion von Gütern und Dienstleistungen. Veränderungen des Produktionsfaktors "Technologie" schlagen sich in neuen Produkten und Prozessen nieder, durch die Wachstum entsteht. So schätzen Solow – Swan (*Solow*, 2000) in einem wegweisenden neoklassischen Modell, dass etwa ein Drittel des Wachstums auf eine Zunahme des "Wissensstocks" (als Näherungswert für Technologie) zurückzuführen ist.

Ein Überblick über die empirische Literatur von *Cameron* (1998) illustriert den signifikanten Wachstumsbeitrag von Innovation und damit einhergehende Wissenstransfers. Aufgrund von makroökonomischen Schätzungen steigt demnach der Output bei einer Erhöhung des Forschungs- und Entwicklungskapitalstocks um 1% langfristig um 0,05% bis 0,1%. Ähnlich schreiben *Falk – Unterlass* (2006) in einer panelökono-

**Innovation,
Wirtschaftswachstum
und Humankapital in
Theorie und Empirie**

Die Branchenstruktur bestimmt die Effizienz von Forschung und Entwicklung und somit auch das Wirtschaftswachstum. Eine Spezialisierung auf Hochtechnologie-sektoren vermittelt die stärksten Wachstumsimpulse.

metrischen Untersuchung Forschung und Entwicklung eine zentrale Rolle als wachstumsbestimmender Faktor zu. Sie schätzen den Effekt einer Zunahme der Forschungs- und Entwicklungsintensität im Unternehmensbereich um 10% auf das BIP pro Kopf auf +0,27%.

Der Zusammenhang zwischen Innovationsausgaben und Wirtschaftsleistung gilt als empirisch gesichert. Eine Steigerung der Forschungs- und Entwicklungsquote löst jedoch Wechselwirkungen zwischen der Effizienz der Forschungsausgaben und der Industriestruktur aus, die wiederum die Wirtschaftsleistung beeinflussen. Nach Falk – Unterlass (2006) verzeichneten jene Länder, in denen die Industriestruktur sich im Gefolge einer Steigerung der Forschungsquote in Richtung Hochtechnologie anpasste, stärkere Wachstumsimpulse durch Innovation als jene Länder, deren Struktur und Forschungsintensität sich nur wenig veränderte.

Auch für Österreich zeigt die Analyse der Wachstumsbeiträge von Peneder *et al.* (2007) eine zentrale Rolle von Innovation: Im Zeitraum von 1990 bis 2004 trug die Steigerung der Multifaktorproduktivität (als Indikator für die technologische Ausstattung einer Volkswirtschaft i. e. S.) rund ein Drittel zum Wachstum bei. Weitet man den Technologiebegriff auf Qualitätssteigerungen der Produktionsfaktoren aus, so erreicht die Bedeutung von Innovation für das Wirtschaftswachstum etwa zwei Drittel.

Die Beiträge von Technologie im weiteren Sinne machten zwischen 1990 und 2004 rund zwei Drittel des Wirtschaftswachstums aus. Somit geht nur ein Drittel auf die reine Vermehrung von Inputfaktoren zurück.

Die Strukturanpassung der Qualität wird für alle Elemente der von Peneder *et al.* (2007) geschätzten Produktionsfunktion nachgewiesen: für die Vorleistungen (hier entfällt der größte Beitrag zum Wachstum der Nachfrage auf wissensintensive Branchen, vor allem Informations- und Kommunikationstechnologien), für den Kapitaleinsatz (hier spielen neue Informations- und Kommunikationstechnologien ebenfalls eine zentrale Rolle) und für die Arbeitsleistung (die sich massiv in Richtung einer Höherqualifikation verlagert hat).

In den breit gefächerten Auswirkungen spiegeln sich die komplexen Zusammenhänge von Innovation, welche die "neue" Wachstumstheorie abzubilden sucht. Innovation wird in diesen Modellen eine endogene Größe, weshalb diese Strömungen auch als endogene Wachstumstheorie bezeichnet werden (z. B. Aghion – Howitt, 1998). Diese Modelle ziehen als Näherungswerte zur Erklärung der Rolle von Technologie im Wachstumsprozess etwa die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung, die Qualität des Sach- und Humankapitals oder institutionelle Rahmenbedingungen wie z. B. intellektuelle Eigentumsrechte heran.

Der Technologieeinsatz hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab und steht in enger Verbindung mit der Sach- und Humankapitalausstattung.

Ein wichtiger Aspekt ist auch, dass von neu entstehendem Wissen nicht nur die Innovatoren selbst, sondern auch andere Akteure profitieren, indem sie innovative Prozesse und Produkte übernehmen. Durch diesen Wissenstransfer oder "Knowledge Spillovers" erhöht sich auch deren technologische Leistungsfähigkeit; dadurch entstehen nicht nur beim Innovator, sondern auch in dessen Umfeld Erträge (z. B. Guellec – van Pottelsberghe, 2004).

Innovationen kommen nicht nur dem Innovator selbst, sondern auch anderen Nutzern zugute.

Eng verwoben mit der Innovationsfähigkeit ist die Ausstattung mit Humankapital. Humankapital kann man als die Gesamtheit der Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnisse und Wissen der Individuen definieren (Becker, 1993). Diese Abgrenzung ist deutlich breiter als z. B. eine Messung anhand der offiziellen Ausbildungsabschlüsse; sie schließt auch institutionelle und kulturelle Gegebenheiten ein und ist geprägt durch die Industriestruktur und durch eine Pfadabhängigkeit.

Humankapital schafft einerseits neue Technologien, setzt andererseits bestehende um. Somit ist Humankapital ein zentraler Bestimmungsfaktor der technologischen Leistungsfähigkeit.

Dem Humankapital fällt eine tragende Rolle im Innovationsprozess zu. Einerseits schafft es neue Technologien und steht deshalb eng mit der Höhe und der Effizienz der Forschungs- und Entwicklungsquote zusammen (Falk – Unterlass, 2006). Andererseits implementiert Humankapital bestehende Technologien und bestimmt somit den Transfer von Forschungsergebnissen entscheidend mit. Arbeitskräfte mit höherem Wissensstand können neue Technologien schneller anwenden. Humankapital hat deshalb einen zentralen Einfluss auf die Diffusionsgeschwindigkeit neuer Technologien und wird zum ausschlaggebenden Faktor für die Produktivitätsentwicklung und für das Wirtschaftswachstum (z. B. Bassanini – Scarpetta, 2002, oder de La Fuente, 2003). So steigt auch die Qualität des eingesetzten Sachkapitals mit der Verfügbarkeit von hinreichend qualifiziertem Humankapital (Falk – Unterlass, 2006).

Die Verbindung zwischen technologischem Wandel und Humankapital zeigt sich weiters in der Verlagerung der Wirtschaftsstruktur zu den wissensintensiven Branchen (skill-biased technological change). Der technische Fortschritt wirkt hier jedoch asymmetrisch: Während Personen mit höherer Bildung vom technologischen Wandel profitieren, verringern sich für Geringqualifizierte die Möglichkeiten auf dem Arbeitsmarkt, da die Verwertbarkeit ihrer Fähigkeiten aufgrund des technologischen Wandels abnimmt (Nusser – Wenzel, 1999)¹⁾.

Dieser Wandel des Arbeitsmarktes ist auch in Österreich zu beobachten. Insgesamt erhöhte sich die Arbeitsnachfrage zwischen 1991 und 2001 um 3%. Für die einzelnen Qualifikationssegmente ergibt sich dabei ein heterogenes Bild: Die Nachfrage nach hochqualifizierten Arbeitskräften (Matura, Universitätsabschluss) stieg um 36%, während die geleisteten Arbeitsstunden Mittelqualifizierter (Berufsschule, Lehrabschluss) stagnierten und die Nachfrage nach Geringqualifizierten (Pflichtschulabschluss) um 22% rückläufig war. Der starke Rückgang im Bereich der niedrigen Qualifikationen erklärt sich u. a. durch den technologischen Wandel²⁾.

In Österreich werden zunehmend Arbeitskräfte mit Matura oder tertiärem Abschluss benötigt. Die Nachfrage nach anderen Qualifikationen stagniert oder geht zurück.

Die European Trend Chart on Innovation, die üblicherweise für internationale Vergleiche der Innovationsfähigkeit herangezogen wird, zeigt Österreich 2006 unter den Ländern der EU 25 auf dem 9. Rang im Ranking der Innovationsleistung. Bei der Bewertung der österreichischen Position ist zu berücksichtigen, dass die Unterschiede zwischen dem 7. und dem 11. Rang ausgesprochen klein sind und hier schon kleine Veränderungen der Variablen Einfluss auf die Position haben.

Österreichs technologische Position im internationalen Vergleich

European Trend Chart on Innovation

Die "European Trend Chart on Innovation" macht nationale Innovationssysteme miteinander vergleichbar, indem sie mehrere Dimensionen der technologischen Ausstattung einer Volkswirtschaft beleuchtet. Neben den gängigen Input- und Outputindikatoren für technische Innovationen (etwa Kennzahlen für Forschung und Entwicklung oder Patentanmeldungen) enthält diese Zusammenstellungen wichtige Aspekte der Innovationsdiffusion, -adoption und -Governance. Der "Summary Innovation Index" (SII) errechnet sich aus einem gewichteten Durchschnitt der Innovationsindikatoren (zur detaillierten Darstellung der Indikatoren siehe Leo et al., 2006).

Österreichs Position ist leicht überdurchschnittlich, 13 von 24 Indikatoren liegen über dem EU-Mittelwert. Besonders günstig ist die österreichische Performance im Bereich "Intellectual Property", der Indikator für die Patent-, Marken- und Designanmeldungen ist deutlich höher als im europäischen Durchschnitt. Auch gemessen am Anteil der innovierenden Unternehmen und am Anteil jener Unternehmen, die eine Förderung erhalten haben, ist Österreich außerordentlich gut positioniert.

Ein deutlicher Rückstand ergibt sich in der Kategorie "Innovationsoutput", hier bestehen Mängel sowohl bezüglich der Industriestruktur als auch der Umsätze, die mit Produktinnovationen erzielt werden. Weitere Defizite zeigen sich im Hinblick auf die Verfügbarkeit von Risikokapital in der Frühphase der Unternehmensgründungen (Innovationsinput) und auf das Humankapital – der Anteil der Bevölkerung mit tertiärem Abschluss als Determinante der Innovationsnachfrage und der Personen mit naturwissenschaftlichem oder technischem Abschluss als Innovationsinput erscheint zu gering.

Österreich befindet sich im europäischen Innovationsranking im oberen Mittelfeld. Mängel bestehen vor allem bezüglich der Indikatoren zur Bildungs- und Branchenstruktur oder der Verfügbarkeit von Risikokapital.

Das Innovation Scoreboard 2006 zeichnet somit die erwartete Struktur des österreichischen Innovationssystems, deren Defizite im Ausbildungsbereich und in der Wirtschaftsstruktur sich nur langsam ändern.

¹⁾ Als weiterer Erklärungsfaktor für diesen Trend wird häufig die Internationalisierung genannt (z. B. Berman – Boung – Griliches, 1994).

²⁾ Andere Erklärungen sind eine vertikale Verdrängung von Qualifikationen und die Intensivierung des internationalen Wettbewerbs.

Technisch-naturwissenschaftliche Bildung als Innovationsindikator

In Österreich ist der Beitrag der Qualität des Produktionsfaktors Arbeit zum Wirtschaftswachstum im internationalen Vergleich äußerst gering, was auf Versäumnisse im Bildungssystem hinweist.

Die Wachstumsaufspaltung von *Peneder et al.* (2007) verdeutlicht für den Zeitraum von 1990 bis 2004 den – im Vergleich mit innovationsbasierten Volkswirtschaften wie z. B. Finnland – niedrigen Wachstumsbeitrag des Faktors Arbeit (0,5 Prozentpunkte). Dieser setzt sich aus einem Mengenbeitrag von 0,2 Prozentpunkten und einem Qualitätsanteil (Strukturverlagerung zu höherqualifizierten Arbeitskräften) von 0,3 Prozentpunkten zusammen. Dieser niedrige Beitrag der Arbeitsqualität weist auf Versäumnisse im Bildungssystem hin.

Dementsprechend niedrig ist die Absolventenquote technisch-naturwissenschaftlicher Studienrichtungen – ein zentraler Indikator für die Innovationsfähigkeit des Humankapitals: 2004 lag sie mit 24,7% unter dem OECD-Durchschnitt von 28% und somit auch unter dem Niveau von technologisch ähnlich hochentwickelten Ländern wie z. B. Belgien (30,1%) oder Deutschland (29,2%). Das Wachstum der Absolventenzahlen dieser Fachrichtungen lag zwischen 1995 und 2002 mit 2,1% ebenfalls unter dem durchschnittlichen OECD-Wert von 3%. Ähnlich waren die Akademikerquote und die Ausgaben für tertiäre Ausbildung deutlich niedriger als im Durchschnitt der OECD (OECD, 2003).

Ein Mismatch zwischen der stark steigenden Qualifikationsnachfrage und stagnierenden Absolventenzahlen wäre nur zu vermeiden, wenn das niedrige Niveau oder die niedrigen Veränderungsraten gesteigert werden können. Eine Prognose der jährlichen Absolventenzahlen der Universitäten und Fachhochschulen von *Dell'Mour – Landler* (2000) zeigt einen Anstieg der Abschlüsse in allen Studienrichtungen von 16.225 im Jahr 2002 auf 17.225 im Jahr 2025, also eine Zunahme von nur 6%. Für die Abschlüsse naturwissenschaftlicher und technischer Studiengänge wird eine Steigerungsrate von 5% auf insgesamt 3.602 pro Jahr prognostiziert. Bei einer Fortschreibung der Dynamik der Beschäftigungsnachfrage erscheint die Absolventenquote sowohl insgesamt als auch in den technisch-naturwissenschaftlichen Studien viel zu gering, um den stets steigenden Anforderungen des Arbeitsmarktes gerecht zu werden.

Auch wenn man eine inhärente Prognoseunsicherheit und Schwierigkeiten bezüglich der internationalen Vergleichbarkeit dieser Zahlen berücksichtigt, scheint die Humankapitalausstattung der österreichischen Wirtschaft in Zukunft nicht gesichert. Die Arbeitsmarktstatistik deutet darauf hin, dass in manchen Bereichen die Nachfrage nach naturwissenschaftlichen und technischen Absolventen bereits jetzt nur schwer befriedigt werden kann. Die geringen Absolventenzahlen in diesem Bereich – und nicht nur in diesem – bilden daher eine Barriere für die Weiterentwicklung des österreichischen Wirtschaftsstandorts (*Schneeberger – Petanovitsch*, 2003³).

Das Matching zwischen Angebot und Nachfrage nach Absolventen mancher technischen und naturwissenschaftlichen Fachrichtungen scheint nicht ausreichend gesichert.

Um künftig hinreichend qualifizierte Arbeitskräfte bereitzustellen, die eine auf Innovation aufbauende Wachstumsstrategie umsetzen, muss ein Schwerpunkt auf das – insbesondere tertiäre – Bildungssystem gelegt werden. Auch würde eine Fokussierung auf (Weiter-)Bildung die Flexibilität der Arbeitskräfte erhöhen und somit zu einer Verringerung der strukturellen Arbeitslosigkeit beitragen (*Nusser – Wenzel*, 1999).

Finnland etwa erscheint hier als "Top-Performer": Kein EU-Land bildet relativ zur Bevölkerungsgröße mehr Hochschulabsolventen aus. Gemessen an der für FTI zentralen Absolventenquote der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge rangiert Finnland im europäischen Spitzenfeld. Auch in den Innovationsaktivitäten liegt in Finnland deutlich mehr Gewicht auf originären Innovationen als auf der Umsetzung bestehender Technologien wie in Österreich.

Der Wandel der Branchenstruktur

Defizite der Wirtschaftsstruktur können nur in Bezug auf eine Zielgröße gemessen werden. Der Zugang des WIFO-Weißbuches ist es, die Wirkungen verschiedener Bereiche auf das Wirtschaftswachstum zu beleuchten. *Falk – Unterlass* (2006) zeigen, dass der Anteil des Hochtechnologiesektors in einer Volkswirtschaft für eine Beschleunigung des Wirtschaftswachstums entscheidend ist. Mittel- und Niedrigtechno-

³) Neben der Bereitstellung von hinreichendem Humankapital haben Universitäten die Aufgabe, Forschung zu betreiben. Auch hier ist die Frage der Finanzierung – gekoppelt mit geeigneten Anreizstrukturen der Forschenden – für die Erzielung exzellenter Ergebnisse zentral. Damit Forschungsergebnisse auch von der Wirtschaft genutzt werden, bedarf es eines möglichst effizienten Wissenstransfers zwischen Unternehmen und Universitäten sowie Fachhochschulen. Dieser kann etwa durch gemeinsame Forschungsprojekte oder durch Spin-off-Gründungen realisiert werden.

logiebereiche können diese Schrittmacherfunktion nicht erfüllen. Für eine Wachstumsstrategie ist daher eine Beschleunigung des Strukturwandels in Richtung Hochtechnologiebranchen notwendig.

Für Österreich zeigt eine Shift-Share-Analyse⁴⁾ dabei sehr deutlich, dass dieser Strukturwandel in Richtung forschungsintensiver Hochtechnologiebranchen, aber auch in Richtung wissensintensiver Dienstleistungen nur langsam abläuft. Der direkte Vergleich der Wirtschafts- und Forschungsstruktur und des Strukturwandels mit Finnland – das in vieler Hinsicht eine technologische Führungsrolle innehat – legt eine verhalten optimistische Beurteilung der österreichischen Position nahe. In Finnland stieg die Forschungs- und Entwicklungsquote des Unternehmenssektors – von einem höheren Niveau ausgehend – im Zeitraum 1993/2002 mit +1,346 Prozentpunkten fast doppelt so stark wie in Österreich. Der Wandel der Branchenstruktur hatte an dieser Entwicklung einen viel größeren Anteil. 2002 entfiel ein höherer Anteil der gesamten finnischen Wirtschaftsleistung als 1993 auf die Wertschöpfung der hoch- und spitzentechnologischen Segmente der Sachgüterproduktion⁵⁾.

Die Steigerung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten kam zudem durch eine Verschiebung der Branchenstruktur zustande; dies spiegelt die Fähigkeit der finnischen Wirtschaft zur Neufindung wider, die in Österreich deutlich schwächer ausgeprägt ist.

In Österreich hingegen wurde die Forschungstätigkeit quer über alle Branchen gesteigert, sodass die Forschungs- und Entwicklungsquote erheblich zunahm. Ein verstärkter Strukturwandel zugunsten der High-Tech-Branchen, der höhere Wachstumsbeiträge liefern würde, blieb bisher jedoch aus (Übersicht 1). Die schleppende Strukturpassung zeigt auch eine Aufspaltung des Anstiegs der Qualifikationsanforderungen an die Arbeitskräfte zwischen 1991 und 2001 durch eine weitere Shift-Share-Analyse: Zu zwei Dritteln erfolgte dieser Anstieg in bestehenden Branchenstrukturen und erhöhte dort die Wettbewerbsfähigkeit. Jedoch kam die Höherqualifizierung nur zu einem Drittel durch eine Änderung der Branchenzusammensetzung zustande, wie z. B. durch das Entstehen von bildungsintensiven Branchen (Leo et al., 2006).

Im Durchschnitt der OECD-Länder werden rund 60% des Niveaus der Forschungs- und Entwicklungsausgaben im Unternehmenssektor durch den Anteil des Hochtechnologiesektors bestimmt (Falk – Leo, 2006). Dieses Ergebnis lässt sich aus der unterschiedlichen Forschungsintensität der einzelnen Branchen ableiten und ist insofern tautologisch, als die eng gefasste Definition von High-Tech durch die OECD⁶⁾ natürlich auf der Forschungsintensität beruht. Grundsätzlich wird also die Höhe der Forschungsausgaben des Unternehmenssektors weitgehend durch die Wirtschaftsstruktur determiniert⁷⁾.

Allerdings unterscheidet sich das Niveau der Forschungsausgaben auch auf Sektorebene deutlich innerhalb der EU. Sektoren sind heterogene Konstrukte. Die NACE-Zweistellerebene – welche üblicherweise für Vergleiche verwendet wird – kann deshalb durchaus unterschiedlich zusammengesetzt sein. Etwa können in einem Land forschungsintensive Subbranchen auf NACE-Drei- oder -Viersteller-Ebene besonders wichtig sein und dazu beitragen, dass der Sektor insgesamt überdurchschnittlich forschungsintensiv ist. Darüber hinaus beeinflussen das nationale Umfeld, die Pfadabhängigkeit sowie die Förderpolitik die Höhe der Forschungs- und Entwicklungsausgaben eines Sektors.

Innovationsbasierte Volkswirtschaften zeichnen sich durch Flexibilität der Branchenstruktur aus. Während diese sich etwa in Finnland anpasste, stieg in Österreich die Forschungs- und Entwicklungsintensität zwar quer über alle Branchen, zusätzliche Wachstumsimpulse durch das Entstehen neuer Branchen konnten jedoch nicht realisiert werden.

Ohne eine Beschleunigung des Strukturwandels wird das Ziel einer Forschungs- und Entwicklungsquote von 3,0% des BIP nicht zu erreichen sein, da höhere Forschungsinvestitionen von den bestehenden Strukturen kaum mehr effizient genützt werden können.

⁴⁾ Eine Shift-Share-Analyse ist eine Aufschlüsselung von Veränderungsdaten in einen Struktur-, einen Diffusions- und einen Interaktionseffekt (zur Berechnungsmethode siehe im Detail Leo et al., 2006).

⁵⁾ Ein Resteffekt aus der Shift-Share-Analyse (Interaktionseffekt) deutet jedoch darauf hin, dass die Forschungs- und Entwicklungsquote dieser Wachstumsbranchen im betrachteten Zeitraum gesunken ist.

⁶⁾ Als High-Tech-Sektoren definiert die OECD (2006) laut ISIC Rev. 3 Luft- und Raumfahrt, Herstellung pharmazeutischer Produkte, Medizin-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Optik, Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik und Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen.

⁷⁾ Leo – Reinstaller – Unterlass (2007) etwa versuchen, die Forschungs- und Entwicklungsausgaben der Länder um den Effekt der unterschiedlichen Wirtschaftsstruktur zu bereinigen.

Übersicht 1: Forschungs- und Entwicklungsausgaben des Unternehmenssektors und Strukturwandel

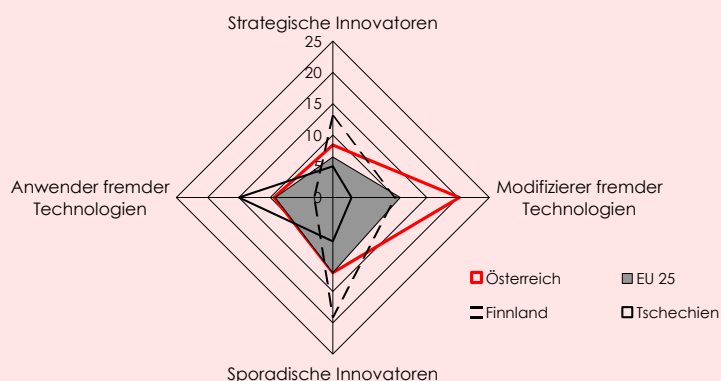
	1993	2002	Veränderung 1993/2002	1993	2002	Veränderung 1993/2002
	Anteile an der Gesamtwirtschaft in %			Anteile an den Sektoren in %		
Forschungs- und Entwicklungsausgaben						
Landwirtschaft und Bergbau	2,8	0,2	- 2,6	100,0	100,0	
Sachgütererzeugung	76,7	71,6	- 5,1	100,0	100,0	
Low-Tech	6,0	3,6	- 2,5	7,9	5,0	- 2,9
Medium-Low-Tech	13,4	9,1	- 4,4	17,5	12,7	- 4,8
Medium-High-Tech	23,3	29,5	+ 6,2	30,3	41,2	+ 10,9
High-Tech	34,0	29,5	- 4,5	44,3	41,1	- 3,2
Dienstleistungen	20,5	28,2	+ 7,7	100,0	100,0	
Nicht wissensintensiv	4,0	3,9	- 0,2	19,6	13,7	- 5,9
Wissensintensiv	13,7	24,2	+ 10,5	66,8	85,8	+ 19,0
Haushalts- und personenbezogen	2,8	0,1	- 2,7	13,6	0,5	- 13,1
Wertschöpfung						
Landwirtschaft und Bergbau	3,4	2,5	- 0,9	100,0	100,0	
Sachgütererzeugung	19,0	20,1	+ 1,1	100,0	100,0	
Low-Tech	7,2	7,0	- 0,3	38,1	34,8	- 3,3
Medium-Low-Tech	5,0	5,6	+ 0,6	26,1	27,8	+ 1,7
Medium-High-Tech	4,8	5,6	+ 0,8	25,2	27,7	+ 2,6
High-Tech	2,0	1,9	- 0,1	10,7	9,7	- 1,0
Dienstleistungen	77,6	77,4	- 0,2	100,0	100,0	
Nicht wissensintensiv	27,7	27,4	- 0,3	35,7	35,4	- 0,3
Wissensintensiv	27,4	30,0	+ 2,7	35,3	38,8	+ 3,5
Haushalts- und personenbezogen	22,5	20,0	- 2,5	29,0	25,8	- 3,2

Q: OECD (2004, 2006), WIFO-Berechnungen.

Zur Erklärung der Unterschiede zwischen dem Niveau der Forschungsausgaben bietet sich neben der Industriestruktur das Innovationsverhalten der Unternehmen an. Im Rahmen der European Trend Chart on Innovation wird ein Überblick über die Innovationsperformance geboten. Dazu werden die Unternehmen den folgenden "Innovationstypen" zugeordnet: strategische Innovatoren, Modifizierer fremder Technologien, Anwender fremder Technologien und sporadische Innovatoren (Abbildung 1).

Abbildung 1: Innovationsperformance der Unternehmen

Anteile an allen Unternehmen in %



Q: European Commission (2005), WIFO-Berechnungen.

Im Vergleich mit Finnland, Tschechien und dem EU-Durchschnitt zeigt sich für die österreichische Industriestruktur eine starke Ausprägung zugunsten der "Modifizierer". Der Anteil der Unternehmen, die originäre Innovation im Sinne von strategischen oder sporadischen Innovationen tätigen, ist vergleichsweise gering – wenn auch höher als im Durchschnitt der EU 25. Finnland ist hier deutlich als "Front Runner" positioniert. Der Anteil jener Unternehmen, die überwiegend fremde Technologien implementieren – üblicherweise das Kennzeichen eines technologischen Aufholprozesses

ses, in dem sich etwa Tschechien befindet – entspricht in Österreich etwa dem Durchschnitt der EU 25, in Finnland ist er wesentlich niedriger.

Die Hälfte aller österreichischen Unternehmen mit mehr als 10 Beschäftigten ist in irgendeiner Form als innovativ zu bezeichnen. Das Innovationsmuster ist jedoch stark diffusionsseitig geprägt: 10% aller Unternehmen sind reine Anwender extern entwickelter Innovationen. Sie kaufen etwa neue, hochentwickelte Fertigungstechnologie zu oder tätigen IKT-Investitionen, um ihre betrieblichen Arbeitsabläufe zu optimieren. 20% der Unternehmen sind als "Modifizierer" zu bezeichnen. Diese Unternehmen sind nicht nur intensive Nutzer der in anderen (oft High-Tech-)Sektoren generierten Forschungsergebnissen, sondern schaffen durch intelligente Transformation und kreative Konfigurationen eigene Produkt- oder Prozessinnovationen. Originäre Innovationen im engeren Sinne werden "sporadisch" von 12% aller Unternehmen in Österreich getätigt, und lediglich 8% innovieren regelmäßig.

Um den Strukturwandel zu beschleunigen, müsste sich dieses Innovationsverhalten in Richtung strategischer Innovationen verlagern. Das würde einer Neuausrichtung des bestehenden Innovationssystems gleichkommen.

Der Aufholprozess der österreichischen Wirtschaft, der nach dem Zweiten Weltkrieg eingesetzt hatte, hat auch die Technologieindikatoren an das obere Mittelfeld in Europa herangeführt. Die hohe Wirtschaftsleistung pro Kopf lässt darauf schließen, dass er weitgehend abgeschlossen ist und sich die Wirtschaft in vielen Bereichen der "technologischen Grenze", d. h. der Grenze des bei gegebenem Wissensstand Machbaren angenähert hat (Gerschenkron, 1962).

Das Ende dieses Aufholprozesses ist auch erwähnenswert, weil sich daraus Konsequenzen für die Innovations-, Technologie- und Forschungspolitik ergeben, die in Österreich noch nicht ausreichend beachtet werden. Nach *Aghion – Howitt* (2005) können Länder, deren Technologieeinsatz von dieser Grenze noch weit entfernt ist, größere Wachstumsfortschritte durch die Verbreitung von bestehenden Technologien erzielen als die Spitzenreiter. Damit die führenden Länder eingeholt werden können, müssen die Rahmenbedingungen wie z. B. das Innovations-, Bildungs- oder Finanzsystem verändert werden.

Wie *Aghion – Howitt* (2005) in diesem Zusammenhang zeigen, nimmt mit der Annäherung an die "technologische Grenze" das Aufholpotential durch die Diffusion vorhandener Technologien ab. Für die Spitzenreiter entsteht Wachstum durch die Weiterentwicklung und Neufindung von Technologien mittels Innovationen sowie Forschung und Entwicklung. Da die einzelnen Länder unterschiedlich weit entfernt von dieser Grenze entfernt sind, bedarf es unterschiedlicher Wirtschaftspolitik, um die Prozesse des technologischen Aufholens und des Erweiterns der technologischen Grenze durch Innovation umzusetzen. *Lederman – Maloney* (2003) bestätigen diesen Zusammenhang zwischen Entwicklungsstand einer Volkswirtschaft gemessen an der Wertschöpfung (BIP pro Kopf) und unterschiedlich stark wirkender Forschung und Entwicklung auch empirisch.

Ähnlich argumentieren *Sapir et al.* (2003); sie kommen zur wirtschaftspolitischen Schlussfolgerung, dass technologisch hochentwickelte Länder sich nicht nur auf die erfolgreiche Implementierung vorhandener, sondern verstärkt auf die Schaffung neuer Technologien konzentrieren müssen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu halten und Wachstum zu sichern.

Die Fokussierung auf die Schaffung neuer Technologien kann jedoch nicht ohne Veränderung der institutionellen Rahmenbedingungen erfolgen. In Österreich haben die Strukturen den erfolgreichen Aufholprozess unterstützt; sie sind jedoch primär auf einen Aufholprozess und nicht auf eine Produktion nahe der technologischen Grenze ausgerichtet. Daher ist eine Reorientierung notwendig, damit radikalere und risikoreichere Innovationsstrategien umgesetzt werden, mehr Unternehmen sich aktiv mit Innovation beschäftigen und diese auch entwickeln und neue Strukturen in forschungsintensiven Wirtschaftsbereichen entstehen können (Strukturwandel).

Die technologische Grenze

Volkswirtschaften an der "technologischen Grenze" – der Grenze des technisch Machbaren – benötigen andere Strukturen als jene, die sich in einem Aufholprozess befinden und überwiegend vorhandenes Wissen umsetzen.

Die wesentlichen Beschränkungen für diesen Veränderungsprozess kommen aus dem Bildungs- und Forschungssystem. Die Verfügbarkeit neuer Technologien und ein Strukturwandel in Richtung forschungsintensiver Aktivitäten erhöhen die Nachfrage nach (hoch-)qualifizierten Arbeitskräften deutlich. Gerade das österreichische Bildungssystem, das eine starke Berufsorientierung, Schwerpunkte im sekundären Bildungsbereich und Schwächen im Bereich der tertiären Ausbildung aufweist, ist deutlich auf einen Aufholprozess ausgerichtet. Mit der Annäherung an die technologische Grenze wird eine generelle Anhebung des Bildungsniveaus notwendig und insbesondere die tertiäre Ausbildung immer bedeutender (*Vandenbussche – Aghion – Meghir, 2004*).

Ähnlich argumentieren *Krueger – Kumar (2004)*, ein höherer Bildungsabschluss erhöhe gesamtwirtschaftlich die Flexibilität in der Wahl der optimalen Produktionstechnologie; das habe wiederum Implikationen für die Effizienz des Bildungssystems, wenn die Frequenz von technologischen Innovationen hoch ist⁸⁾. Gemäß ihren Modell-schätzungen kann ein großer Teil (rund 60%) des Wachstumsrückstands Europas gegenüber den USA auf die starke Fokussierung der europäischen Bildungssysteme auf die Berufsbildung bzw. sekundäre Ausbildung zurückgeführt werden. "Wissensgesellschaften" benötigen allgemeine Schlüsselqualifikationen und höhere Ausbildung, welche die Adaption von Innovationen und die Schaffung neuer Sektoren mit neuen Unternehmen unterstützt.

Den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen kommt bei der Anpassung der institutionellen Rahmenbedingungen für Forschung und Entwicklung doppelte Bedeutung zu: Zum einen – und das betrifft hauptsächlich die Universitäten – entscheiden die Zahl der angebotenen Studienplätze und die Qualität der Lehre, ob ausreichend Arbeitskräfte mit dem entsprechenden Abschluss für den weiteren Entwicklungsprozess zur Verfügung stehen. Zum anderen ist die Qualität der Forschung eine wesentliche Voraussetzung für die Etablierung von neuen forschungsintensiven Wirtschaftsaktivitäten. Hochschulen und Forschungsinstitute sind ein wesentlicher Standortfaktor, der bei entsprechender Offenheit einer Region Entwicklungsimpulse vermitteln kann. In diesem Sinn ist eine weitere Verbesserung der Forschung und der Lehre eine wesentliche Voraussetzung für radikalere und risikoreichere Innovationsstrategien nahe der technologischen Grenze.

Wirtschaftspolitischer Handlungsbedarf

Die Analyse der Entwicklung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben, der Nachfrage nach Humankapital und der Strukturen im Ausbildungsbereich für das letzte Jahrzehnt macht in Österreich beträchtliche Veränderungen deutlich: Die Forschungs- und Entwicklungsausgaben wurden erheblich gesteigert, die Qualifikationsstruktur der Arbeitskräfte in den Unternehmen hat sich verbessert, und ein genereller Trend zu höherer Bildung ist erkennbar. Österreich ist mit dieser Entwicklung – neben den skandinavischen Ländern – eines der wenigen EU-Länder, die sich dem Barcelona-Ziel einer Quote der Forschungs- und Entwicklungsausgaben von 3% des BIP im Jahr 2010 nähern (die Forschungsausgaben müssen allerdings um 10% bis 11% pro Jahr wachsen, um dieses Ziel zu erreichen).

Österreich hat den Aufholprozess, der nach dem Zweiten Weltkrieg eingesetzt hatte, weitgehend abgeschlossen und sich in vielen Bereichen der "technologischen Grenze", d. h. der Grenze des bei gegebenem Wissensstand Machbaren, angenähert. Da das Potential dieser Aufholstrategie weitgehend ausgeschöpft ist, gilt es die institutionellen Strukturen soweit zu verändern, dass sie den neuen Herausforderungen gerecht werden.

Ein Übergang zu einer "Front-Running"-Strategie erfordert Änderungen im Aus- und Weiterbildungssystem, im Hochschulsektor, in der Organisation der Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik, in der Organisation und Ausrichtung des Fördersystems und radikalere, risikoreichere Innovationsanstrengungen im Unternehmenssektor. Die grundsätzliche Zielrichtung muss sein, in Österreich radikalere und risikoreichere Innovationsanstrengungen zu unternehmen, den Strukturwandel in Rich-

⁸⁾ "Effizienz" des Bildungssystems bezieht sich hier ausschließlich auf die Rolle von Bildung im Prozess des Wirtschaftswachstums.

tung Hochtechnologie zu beschleunigen, damit die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Wirtschaft zu sichern und – mit zumindest ebenso großer Bedeutung – gesellschaftliche Probleme durch Innovation und Technologieentwicklung zu beseitigen oder zu verringern.

Voraussetzung für wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, Wettbewerbsfähigkeit und den Strukturwandel in Richtung forschungsintensiver Wirtschaftszweige sind ein ausgezeichnetes Bildungssystem und Spitzenforschung an den Hochschulen sowie Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Vor allem der Hochschulsektor muss seiner Doppelfunktion als Ausbildungsstätte sowie als Forschungseinrichtung und Kooperationspartner erfüllen.

Gemessen am europäischen Durchschnitt ist die Zahl der Personen mit Matura oder Hochschulabschluss wie auch ihr Wachstum sehr niedrig. Gleichzeitig liegen das Ausbildungsniveau an Österreichs Schulen und die Publikationstätigkeit der Universitäten und Hochschulen – als Indikator für die Qualität der Forschung – nicht im Spitzenfeld, sondern nur im Durchschnitt der EU. Wenn in diesen Bereichen nicht rasch grundlegende Reformschritte gesetzt werden, die das Ausbildungs- und Forschungssystem in die Spitzengruppe bringen, dann ist die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit Österreichs in einer mittel- bis langfristigen Perspektive gefährdet.

Aghion, P., Howitt, P., *Endogenous Growth Theory*, M.I.T. Press, Cambridge, MA, 1998.

Aghion, P., Howitt, P., *Appropriate Growth Policy: A Unifying Framework*, Harvard, 2005, http://www.economics.harvard.edu/faculty/aghion/papers/Appropriate_Growth_Policy.pdf.

Aiginger, K., Falk, M., "Explaining Differences in Economic Growth among OECD Countries", *Empirica*, 2005, 1(32), S. 19-34.

Bassanini, A., Scarpetta, S., "Does Human Capital Matter for Growth in the OECD Countries? A Pooled Mean-Group Approach", *Economic Letters*, 2002, (74), S. 399-405.

Becker, G. S., *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*, Chicago-London, 1993.

Berman, E., Boung, J., Griliches, Z., "Changes in the Demand for Skilled Labor within U.S. Manufacturing: Evidence from the Annual Survey of Manufactures", *Quarterly Journal of Economics*, 1994, 109(2), S. 367-397.

Cameron, G., *Innovation and Growth: A Survey of the Empirical Evidence*, Nuffield College, Oxford, 1998, <http://www.nuff.ox.ac.uk/users/cameron/papers/empiric.pdf>.

de la Fuente, A., *Das Humankapital in der wissensbasierten globalen Wirtschaft. Teil II: Bewertung auf EU-Länder-Ebene, Abschlussbericht für die Europäische Kommission, GD Beschäftigung und Soziales*, Brüssel, 2003, http://ec.europa.eu/employment_social/employment_analysis/human/final_1_de.pdf.

Dell'Mour, R., Landler, F., *Quantitative Entwicklungstendenzen der österreichischen Hochschulen 1973-2020*, Institut für Demographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 2000, <http://www.oeaw.ac.at/vid/download/hpp1999.pdf>.

European Commission, *EXIS: An Exploratory Approach to Innovation Scoreboards*, Brüssel, 2005, <http://trendchart.cordis.lu/scoreboards/scoreboard2004/pdf/EXIS.pdf>.

Falk, M., Unterlass, F., "WIFO-Weißbuch: Determinanten des Wirtschaftswachstums im OECD-Raum", *WIFO-Monatsberichte*, 2006, 79(12), S. 861-879, http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=27958&typeid=8&display_mode=2.

Falk, R., Leo, H., "What Can Be Achieved by Special R&D Funds When There is No Special Leaning Towards R&D Intensive Industries?", *WIFO Working Papers*, 2006, (273), http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=26621&typeid=8&display_mode=2.

Gerschenkron, A., *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Harvard University Press, Harvard, 1962.

Guellec, D., van Pottelsberghe, B., "From R&D to Productivity Growth: Do the Institutional Settings and the Source of Funds of R&D Matter?", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 2004, 66(3), S. 119-127.

Krueger, D., Kumar, K., "US-Europe Differences in Technology-Driven Growth: Quantifying the Role of Education", *Journal of Monetary Economics*, 2004, 51, S. 161-190.

Lederman, D., Maloney, W. F., "R&D and Development", *World Bank Policy Research Working Paper*, 2003, (3024).

Leo, H., Falk, R., Friesenbichler, K. S., Hölzl, W. "Teilstudie 8: Forschung und Innovation als Motor des Wachstums", in Aiginger, K., Tichy, G., Walterskirchen, E. (Projektleitung und Koordination), *WIFO-Weißbuch: Mehr Beschäftigung durch Wachstum auf Basis von Innovation und Qualifikation*, WIFO, Wien, 2006, http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=27447&typeid=8&display_mode=2.

Leo, H., Reinstaller, A., Unterlass, F., "Analysing and Modelling Sectoral Innovation Systems: An Overview and Some Considerations", Paper prepared for the Innovation Watch – Systematic Project: Workpackage 4, Wien, 2007, www.europe-innova.org (erscheint demnächst).

Literaturhinweise

- Nusser, M., Wenzel, H.-D., "Technologischer Wettbewerb und Humankapital: Innovative Wachstumsdynamik und strukturelle Arbeitslosigkeit in Europa", in Wenzel, H.-D. (Hrsg.), "Integration und Transformation in Europa", Forschungsforum, 1999, (9), <http://web.uni-bamberg.de/sowi/economics/wenzel/forschung/publikationen/nusserwenzel.pdf>.
- OECD, Education at a Glance – OECD Indicators, OECD Publishing, Paris, 2003, [http://thesius.sourcoecd.org/](http://thesius.sourceoecd.org/).
- OECD, STAN database for Industrial Analysis, Vol. 2004 release 03, Paris, 2004.
- OECD (2006), Research and Development Statistics – Total Business Expenditure on Research and Development (BERD) by Industry (Table 13) ISIC Rev. 3 Vol. 2006, release 01, Paris, 2006.
- Peneder, M., Falk, M., Hölzl, W., Kaniovski, S., Kratena, K., "WIFO-Weißbuch: Technologischer Wandel und Produktivität. Disaggregierte Wachstumsbeiträge in Österreich seit 1990", WIFO-Monatsberichte, 2007, 80(1), S. 33-46, http://www.wifo.ac.at/www/jsp/index.jsp?fid=23923&id=28021&typeid=8&display_mode=2.
- Sapir, A., Aghion, P., Bertola, G., Hellwig, M., Pisani-Ferry, J., Rosati, D., Viñals, J., Wallace, H., An Agenda for a Growing Europe Making the EU Economic System Deliver, report of an Independent High-Level Study Group established on the initiative of the President of the European Commission, Brüssel, 2003, <http://www.euractiv.com/ndbtext/innovation/sapireport.pdf>.
- Schneeberger, A., Petanovitsch, A., "Innovation und Hochschulbildung. Chancen und Herausforderungen einer technisch-naturwissenschaftlichen Qualifizierungsoffensive für Österreich", Institut für Bildungsforschung der Wirtschaft, Wien, 2003, <http://www.oebf.akis.at/TCqj/Images/oebf/20061206125552Teil%20%20Innovation%20und%20Hochschulbildung.pdf>.
- Schumpeter, J., "Capitalism, Socialism and Democracy", Harper, 3. Auflage, New York, 1950.
- Solow, R. M., Growth Theory. An Exposition, Oxford University Press, 2. Ausgabe, New York, 2000.
- Vandenbussche, J., Aghion, P., Meghir, C., "Growth, Distance to Frontier and Decomposition of Human Capital", CEPR Discussion Paper, 2004, (4860), <http://www.economics.harvard.edu/faculty/aghion/papers/GrowthDistancetoFrontier.pdf>.

WIFO White Paper: The Innovation Policy Framework – Summary

Austria has continuously improved its technological capacities, which, i.a., is reflected by the rise of R&D intensity (R&D expenditures as a percentage of GDP) from 1.44 percent in 1993 to 2.54 percent in 2007. Austria has been successful in its efforts to catch up with technological developments and has approached the group of technological frontrunners. However, as a consequence, the growth potential inherent in the mere application and minor adaptation of new technologies has been shrinking. Thus, the primary objective is no longer to apply existing technologies, but to develop new ones.

A comparison of the strengths and weaknesses of the Austrian innovation system puts Austria in ninth position in the ranking of innovation capabilities of the EU-25 economies (European Innovation Scoreboard), though with little variance between the seventh and eleventh place. While intellectual property, the share of innovative firms and the share of companies qualifying for research promotion are ranked above the European average, significant shortcomings have been identified in terms of innovation output indicators. These relate to the industry structure, the low turnover share of innovative products, the availability of venture capital and the insufficient provision of human capital, especially the low numbers of graduates of tertiary and secondary levels of education, as well as science and engineering graduates.

A breakdown of the dynamics of both industrial structures and the demand for human capital shows that adjustments primarily take place within existing structures, and are less attributable to the emergence of new industries. This is also reflected by the average innovation modes of Austrian firms that tend to modify and adapt existing technologies rather than develop more radical innovations.

Given the importance of innovation for economic growth and employment creation (growth accounting figures show that two thirds of all economic growth between 1990 and 2004 can be attributed to innovation in a broader sense), Austria has to overcome the weaknesses in its innovation system, such as the lack of a single innovation-based strategy. The goal must be to develop capabilities for more radical and risky innovations, accelerate structural change and, at the same time, reduce the burden of social problems. A precondition for such an innovation-friendly environment is an excellent tertiary education system that fulfils its function in teaching and research, both basic and applied.