© OECD 2011

Kapitel 1

Die wichtigsten Entwicklungen in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über die wichtigsten Entwicklungen in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation der OECD-Länder und ausgewählter Nicht-OECD-Volkswirtschaften. Auf der Basis der jüngsten Daten und Analysen stellt es die im Bereich der FuE-Investitionen und qualifizierten Humanressourcen aufgetretenen Veränderungen heraus und untersucht deren Auswirkungen auf die wissenschaftliche Aktivität und die Innovationstätigkeit. Es analysiert zudem Entwicklungen im Bereich der Globalisierung und erörtert das künftige Potenzial der Nicht-OECD-Volkswirtschaften im Bereich der Innovationstätigkeit. Vor dem Hintergrund der Finanzkrise und des Wirtschaftsabschwungs sowie in dem Bestreben, einen vorausschauenden Beitrag zu leisten, untersucht das Kapitel zudem anhand der verfügbaren Daten und Befunde die Wachstumsaussichten der OECD-Länder und ausgewählter Nicht-OECD-Volkswirtschaften, künftige gesellschaftliche Herausforderungen und neu entstehende Gebiete in Wissenschaft, Technologie und Innovation.

Die statistischen Daten für Israel wurden von den zuständigen israelischen Stellen bereitgestellt, die für sie verantwortlich zeichnen. Die Verwendung dieser Daten durch die OECD erfolgt unbeschadet des völkerrechtlichen Status der Golanhöhen, von Ost-Jerusalem und der israelischen Siedlungen im Westjordanland.

Die wirtschaftlichen Ereignisse der letzten zwei Jahre haben die Regierungen der OECD-Länder vor die vielleicht größte Herausforderung seit mehreren Jahrzehnten gestellt, und ihre Effekte werden noch eine ganze Zeit lang zu spüren sein. Viel Vertrauen wurde in Wissenschaft, Technologie und Innovation gesetzt, denn sie gelten als ein Mittel, um zu einer nachhaltigen und dauerhaften Konjunkturerholung zu gelangen. Vor dieser turbulenten Kulisse stellt dieses Kapitel die aktuellsten verfügbaren Daten und Analysen über Investitionen in Forschung und Entwicklung (FuE), Humanressourcen, Ergebnisse in den Bereichen Wissenschaft und Innovation sowie die Globalisierung vor. Untersucht werden auch der potenzielle Beitrag der FuE zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen, die Auswirkungen des Wirtschaftsabschwungs und die Erwartungen für die Zukunft, sowie die wachsende Rolle der Nicht-OECD-Volkswirtschaften in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation.

Eine turbulente Kulisse für die jüngsten Entwicklungen in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation

Zum Zeitpunkt der Abfassung des *Science, Technology and Industry Outlook* 2008 (nur in englischer Sprache verfügbar) war die Weltwirtschaft von Ungewissheit gekennzeichnet, und in den meisten OECD-Volkswirtschaften wurde kurzfristig ein schwaches Wirtschaftswachstum vorhergesagt. Die Probleme im Subprime-Hypothekensektor der Vereinigten Staaten hatten Turbulenzen an den Finanzmärkten der OECD-Länder ausgelöst und in Verbindung mit hohen Rohstoff- und Energiepreisen zu einer Verlangsamung der Wirtschaftstätigkeit geführt. Das Beschäftigungswachstum war gesunken und hatte in einigen OECD-Regionen ein negatives Vorzeichen erhalten (vor allem in den Vereinigten Staaten). Der Ausblick war jedoch nicht völlig pessimistisch – die Wahrscheinlichkeit, dass die Finanzmarktturbulenzen ihren Höchststand überschritten hatten, nahm zu, wenn auch weiterhin Ungewissheit bestand, und die Argumente, die für die Stimulierung der Volkswirtschaften durch Konjunkturpakete sprachen, wurden als schwach eingestuft (OECD, 2008a).

Im September 2008 trat jedoch eine drastische Verschlechterung der makroökonomischen Situation ein. Die (tatsächliche und drohende) Insolvenz einer zunehmenden Anzahl großer systemisch wichtiger Finanzinstitute in den Vereinigten Staaten und Europa löste eine massive Finanzkrise aus. Diese führte zu einem tiefen Konjunktureinbruch, mit sinkendem Produktions- und Handelsvolumen, steigender Arbeitslosigkeit, fallenden Aktienkursen und versiegender Kreditvergabe (OECD, 2008b). Wenige Länder blieben von dem Konjunkturabschwung verschont; die aufstrebenden Marktwirtschaften bekamen den Effekt über ihre Finanz- und Handelsbeziehungen zu den wichtigsten OECD-Märkten zu spüren, obwohl sie den Ausgangsfaktoren der Krise gegenüber nur begrenzt direkt ausgesetzt waren. Die Regierungen ergriffen rigorose Politikmaßnahmen, darunter die Einführung von Stützungsmaßnahmen für die Finanzmärkte in beispielloser Höhe sowie in einigen Fällen umfangreiche Konjunkturpakete.

Ende 2009 kam das Wachstum im OECD-Raum unter dem Einfluss außergewöhnlich umfangreicher Fördermaßnahmen sowie einer Ausweitung der Nachfrage von Seiten der Nicht-OECD-Volkswirtschaften wieder in Gang. Die OECD-Wirtschaftsprojektionen von

Tabelle 1.1 **Wirtschaftsprojektionen**

	2009	2010	2011
Reales BIP-Wachstum			
Vereinigte Staaten	-2.4	3.2	3.2
Japan	-5.2	3.0	2.0
Euroraum	-4.1	1.2	1.8
OECD insgesamt	-3.3	2.7	2.8
Arbeitslosenquote[1]			
Vereinigte Staaten	9.3	9.7	8.9
Japan	5.1	4.9	4.7
Euroraum	9.4	10.1	10.1
OECD insgesamt	8.1	8.5	8.2
Haushaltssaldo[2]			
Vereinigte Staaten	-11.0	-10.7	-8.9
Japan	-7.2	-7.6	-8.3
Euroraum	-6.3	-6.6	-5.7
OECD insgesamt	-7.9	-7.8	-6.7
Welthandelswachstum	-11.0	10.6	8.4

Anmerkung: Das reale BIP-Wachstum und das Welthandelswachstum (der arithmetische Durchschnitt des weltweiten Güterimport- und -exportvolumens) sind Jahresraten auf saison- und arbeitstagbereinigter Basis. Redaktionsschluss für die Daten der in der Tabelle zusammengefassten Projektionen war der 18. Mai 2010.
Anmerkung zu Chile: Chile wurde am 7. Mai 2010 OECD-Mitglied. Die Projektionen der OECD-Aggregate in dieser Tabelle berücksichtigen Chile in allen Jahren, auch vor 2010, soweit genügend Datenmaterial vorhanden ist.
1. Prozentsatz der Erwerbsbevölkerung.
2. Prozentsatz des Bruttoinlandsprodukts (BIP).
Quelle: OECD-Wirtschaftsausblick, Mai 2010 (OECD, 2010a).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932335381

Mai 2010 (Tabelle 1.1) waren optimistischer als die von Ende 2009; sie deuteten darauf hin, dass das BIP-Wachstum im OECD-Raum bis 2011 2,8% erreichen könnte (nachdem es 2009 -3,3% betragen hatte). Den Projektionen zufolge wurde jedoch erwartet, dass die Arbeitslosigkeit das ganze Jahr 2010 über auf hohem Niveau verharren würde, und die weltweite Konjunkturerholung ist nach wie vor mit einer ganzen Reihe erheblicher Risikofaktoren behaftet, vor allem in Bezug auf die Staatsverschuldung mehrerer OECD-Volkswirtschaften. Die Krise hat den Staatshaushalten schwer zugesetzt, aber auch die ihr zu Grunde liegenden strukturbedingten Defizite stärker ins Bewusstsein gerückt und die Besorgnis über sie vergrößert. In mehreren Ländern bedarf es einer wesentlichen Haushaltskonsolidierung, wobei diesbezüglich eine sorgfältige Prüfung der Auswirkungen auf die Konjunkturerholung und der Frage erforderlich ist, ob das Wachstum anhand anderer Politikmaßnahmen gestützt werden kann. Diese Länder müssen zudem ihre Glaubwürdigkeit gegenüber den Finanzmärkten und den privaten Haushalten wahren.

Das makroökonomische Umfeld stellt für Forschung und Innovation eine Herausforderung dar

Das weitere wirtschaftliche und politische Umfeld stellte für die jüngsten Forschungs- und Innovationsaktivitäten der Unternehmen in mehrerer Hinsicht eine Herausforderung dar, und dieses Kapitel enthält erste Schätzungen des quantitativen Effekts auf die FuE-Investitionen. Viele Konjunkturpakete umfassten Maßnahmen mit dem Ziel, durch verschiedene Steuererleichterungen, soziale Leistungen und ganz spezifische Industrieförderprogramme die Unternehmen zu unterstützen und den Verbrauch der privaten Haushalte zu stärken, und rund drei Viertel der OECD-Länder führten neue FuE-Steuergutschriften und -Hilfen ein (OECD, 2009a, 2009b). Die Antworten auf den Fragebogen zu Kapitel 2 dieser Publikation zeigten, dass die Regierungen die Unterstützung der FuE und der Innovationstätigkeit der Unternehmen als ein Mittel zur Förderung des längerfristigen

Wirtschaftswachstums aufrechterhalten haben und dass z.B. von mehreren Ländern Unterstützungsmaßnahmen für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) eingeführt oder erweitert wurden. Gleichwohl sahen sich die Unternehmen einer schwächeren Nachfrage sowie Problemen bei der Verfügbarkeit von Krediten gegenüber, die ihre Bemühungen um die Aufrechterhaltung ihrer Innovationstätigkeit behindern. Die drastischen Rückgänge der Handelsaktivitäten und der ausländischen Investitionen sowie die Einschränkungen beim Zugang zu den internationalen Finanzmärkten haben negative Auswirkungen auf die globalen Wertschöpfungsketten, die die Unternehmen mit Fachwissen, Marktinformationen, Geschäftskontakten und internationalen Partnern versorgen (OECD, 2009c).

Im öffentlichen Sektor war der Effekt des Abschwungs auf die Investitionen in Forschung und Innovation zu Beginn u.U. verhaltener. Die Konjunkturpakete umfassten häufig finanzielle Mittel für die Verbesserung der nationalen Infrastruktur (z.B. Straßenbau, Energieversorgungsnetze, Informations- und Kommunikationstechnologien), wobei Ressourcenschutz und Nachhaltigkeit oft wichtige Gesichtspunkte waren (OECD, 2009b). Mehrere Länder stärkten überdies die öffentliche FuE durch die Bereitstellung von Finanzierungsmitteln für die FuE der Hochschulen und die staatlichen Forschungseinrichtungen, die Errichtung neuer Forschungslabore und den Erwerb neuer Forschungsausrüstung (Kapitel 2). „Umwelttechnologien“ galt dabei in vielen Ländern besondere Aufmerksamkeit. Auch die Erhöhung der öffentlichen Bildungsinvestitionen schien, wie in einer im Juni 2009 durchgeführten OECD-Bildungsstudie (Karkkainen, 2010; OECD, 2009b) ausgeführt, ein fester Bestandteil einer Reihe von Konjunkturmaßnahmen zu sein. Bildung und Kompetenzentwicklung waren in einigen Ländern explizit prioritäre Bereiche, und auch Infrastrukturinvestitionen (wie z.B. für die Ausstattung und Renovierung von Schulen) wurde Aufmerksamkeit entgegengebracht. Hohe Priorität räumen die OECD-Länder im Hinblick auf die Stärkung der Innovationstätigkeit den Humanressourcen in den Bereichen Wissenschaft und Technologie ein, und von vielen Ländern wurden Maßnahmen umgesetzt, um das Interesse an der Wissenschaft zu erhöhen und eine Innovationskultur sowie auch bessere Bildungs- und Beschäftigungsbedingungen zu schaffen (Kapitel 2). Gleichwohl ist nicht ohne weiteres zu sagen, welcher Teil des jüngsten Ausgabenwachstums in all diesen Bereichen als zusätzlich zu betrachten ist und wie viel den laufenden Investitionsplänen und Reformen zu verdanken war. In den Fällen, in denen der Zeitpunkt geplanter Investitionen vorverlegt wurde, wird in späteren Jahren möglicherweise ein Ausgabenrückgang zu verzeichnen sein.

Risiken und Ungewissheiten bestehen fort ...

Mit Blick auf die Zukunft bestehen im FuE- und Innovationsumfeld nach wie vor Risiken und Ungewissheiten. Kurzfristig könnte der Fortfall befristeter Konjunkturmaßnahmen die Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen innovativer Unternehmen sowohl direkt (wenn Unternehmen Hilfen oder anderweitige Unterstützung erhielten) als auch indirekt (insofern, als sich in anderen Bereichen durchgeführte Kürzungen in der ganzen Wirtschaft niederschlagen) dämpfen. Die OECD-Projektionen legen den Schluss nahe, dass die Rücknahme der Konjunkturmaßnahmen jetzt bzw. spätestens 2011 beginnen muss und in einem Tempo vonstatten gehen sollte, das den länderspezifischen Gegebenheiten und dem jeweiligen Zustand der Staatsfinanzen Rechnung trägt (OECD, 2010a). Von einigen Ländern wurden zudem Kürzungen ihrer jährlichen Haushaltszuweisungen für FuE und Tertiärbildung angekündigt. Diese Kürzungen werden die Ressourcen verringern, die kurzfristig für die öffentliche Forschung und private FuE-Aktivitäten vorhanden sind, und können potenziell negative Auswirkungen auf die Humanressourcen haben, die für diese Aktivitäten längerfristig zur Verfügung stehen.

Kasten 1.1 **Haushaltskonsolidierung und FuE**

Die Notwendigkeit der Haushaltskonsolidierung ist in vielen OECD-Ländern heute weithin unbestritten. Die Haushaltsdefizite werden 2010 durch rezessionsinduzierte fiskalische Stützungsmaßnahmen und konjunkturbedingte Veränderungen bei Steuereinnahmen und Sozialausgaben voraussichtlich Auftrieb erhalten und in vielen Ländern wohl einen historischen Höchststand erreichen (Tabelle 1.1 enthält Schätzungen der Haushaltssalden 2010 und 2011). Ohne eine Konsolidierung des Staatshaushalts wird es sich für die Länder als schwieriger erweisen, die künftig durch die Bevölkerungsalterung entstehenden Kosten in den Griff zu bekommen, wird sich ihr Spielraum verringern, um bei künftigen Abschwüngen antizyklische Konjunkturmaßnahmen einzuleiten, werden sie infolge des steigenden staatlichen Kreditbedarfs Druck auf die Zinssätze ausüben und weniger Mittel für wachstumsfördernde Maßnahmen ausgeben können.

Die Probleme der Länder in Bezug auf Haushaltsdefizite und Staatsverschuldung sind jedoch nicht allein auf die Finanzkrise und den anschließenden Wirtschaftsabschwung zurückzuführen; sie spiegeln auch bestehende Ungleichgewichte und auf Dauer nicht tragbare finanzpolitische Orientierungen wider. Der überwiegende Teil des Gesamtdefizits der OECD-Länder und insbesondere des Defizits der Vereinigten Staaten, Japans und des Euroraums ist struktureller Art, was bedeutet, dass es nicht beseitigt wird, wenn die Länder zu einem Umfeld positiven Wirtschaftswachstums zurückfinden. So projizierte die OECD z.B., dass der Haushaltssaldo der Vereinigten Staaten 2010 in der Grundtendenz (d.h. um Konjunktureinflüsse und einmalige Faktoren bereinigt) -8,9% betragen und sich 2011 nur geringfügig auf -8,1% verbessern würde. Durch die hohen Defizite wird die Staatsverschuldung in den nächsten Jahren in mehreren Ländern eine bedenkliche Höhe erreichen, doch auch mittelfristig werden die Schulden den Projektionen zufolge weiter steigen.

In den OECD-Volkswirtschaften sind die strukturell bedingten Defizite und die steigende Schuldenhöhe teilweise auf grundlegende, mit den Kosten der Bevölkerungsalterung und der Gesundheitsversorgung in Zusammenhang stehende Tendenzen zurückzuführen, so dass ernsthafte Bemühungen um eine Reform in diesen Bereichen Teil der Konsolidierungsmaßnahmen sein müssen. Sie stehen auch mit dem Fortfall außergewöhnlich hoher Steuereinnahmen in Verbindung, was z.T. auf die Trendwende bei den Vermögenspreisgewinnen zurückzuführen ist. Die Konsolidierungsmaßnahmen sollten sich generell auf Instrumente konzentrieren, die die negativen Effekte auf das Trendwachstum auf ein Minimum begrenzen, und auch Strukturreformen umfassen, die das künftige Wachstumspotenzial der Länder erhöhen. Aus OECD-Studien geht hervor, dass die Nutzung des noch vorhandenen Spielraums für eine Steigerung der Effizienz des öffentlichen Sektors in Bereichen wie Gesundheit und Bildung ein guter Ausgangspunkt ist, dem Ausgabenkürzungen bei anderen zentralen staatlichen Leistungen und Transfers (etwa bei Renten und Sozialtransfers), ein Abbau der Befreiungstatbestände bei der Besteuerung von Gütern und Dienstleistungen sowie eine Erhöhung der Vermögensteuern folgen müssen.

Gleichwohl wird von den Konsolidierungsbemühungen zwangsläufig auf alle Bereiche des Staatshaushalts Druck ausgehen, Wege der Kosteneinsparung und Effizienzverbesserung zu finden. Aus den Analysen der OECD geht hervor, dass die negativen Wachstumseffekte von Ausgabenkürzungen u.U. geringer sind, als dies bei Steuererhöhungen der Fall wäre; dies zeigt, dass der staatlichen Ausgabenpolitik, auch im Bereich Forschung und Wissenschaft, eine zentrale Rolle zukommt. Jedoch könnte sich eine Kürzung der öffentlichen Mittel für FuE-Aktivitäten, Aufbau und Instandhaltung einer nützlichen öffentlichen Infrastruktur, für die Bildung und Maßnahmen aktiver Arbeitsmarktpolitik als kontraproduktiv erweisen. Alle diese Bereiche dürften längerfristig wachstumsfördernd sein – die Förderung von FuE-Aktivitäten ermöglicht es z.B., durch die Verbesserung der Arbeits- und Multifaktorproduktivität neue Wachstumsquellen zu erschließen. Daher müssen die Regierungen sorgfältig prüfen, welche Instrumente sie bei der Haushaltskonsolidierung einsetzen wollen, und das Schwergewicht dabei auf die Verbesserung des langfristigen Wachstumspotenzials ihrer Volkswirtschaften legen.

Quelle: OECD (2009a), OECD (2010a) und OECD (2010b).

Mittelfristig könnte die Notwendigkeit einer weiter gehenden Haushaltskonsolidierung in einigen OECD-Ländern die Fähigkeit der Regierung beeinträchtigen, ihre Investitionen in FuE und Innovation (sowie in wichtige Förderbereiche wie den Bildungssektor) aufrechtzuerhalten, und auch zu einer insgesamt schwächeren Nachfrage beitragen (Kasten 1.1). Die Notwendigkeit für viele Haushalte, durch höhere Ersparnisbildung und geringere Ausgaben „ihre Vermögenspositionen wieder zu festigen", wird diesen Effekt noch verstärken. Ein Mangel an Konsolidierung könnte wiederum negative Folgen für Forschung und Innovationstätigkeit haben. Insbesondere könnte die Akkumulation hoher Staatsschulden die langfristigen Zinssätze in die Höhe treiben; dies hätte negative Auswirkungen auf die Kapitalbeschaffungsmöglichkeiten der Unternehmen und könnte zudem zu einem Rückgang von Nachfrage und Verbrauch führen. Im Hinblick auf die Finanzmärkte ist unklar, welcher Effekt mittelfristig von einer Verbesserung des Regulierungs- und Aufsichtsrahmens ausgehen würde, da dies von der Art der einzelnen Maßnahmen abhängt, die die Länder – sowohl individuell als auch gemeinsam – treffen.

Obwohl erhebliche Ungewissheit über die Frage besteht, welche Rolle die makroökonomischen Faktoren spielen werden, die auf FuE und Innovationstätigkeit im privaten und öffentlichen Sektor Einfluss haben, sind einige positive Entwicklungen zu nennen. Die Nicht-OECD-Volkswirtschaften haben ein kräftigeres Wachstum zu verzeichnen, und der Handel erholt sich derzeit; diese Länder sind eine potenzielle Nachfragequelle, was innovative Produkte betrifft, und tragen dazu bei, dass die weltweiten Lieferketten, über die Wissen und Innovation unter den Ländern verbreitet werden, zu neuer Stärke gelangen. In den OECD-Projektionen wurde beispielsweise davon ausgegangen, dass sich das Wachstum Brasiliens wieder beschleunigen und 2010 dort 6,5% und 2011 5% erreichen wird, während die Wirtschaft der Volksrepublik China (China) weiter rasch expandiert und 2010 eine Wachstumsrate von über 10% verzeichnen dürfte, die sich 2011 infolge der nachlassenden Effekte der Konjunkturmaßnahmen etwas abschwächen wird (OECD, 2010a). Für die Wirtschaftstätigkeit Indiens gingen die Projektionen für 2010 und 2011 von einer Steigerung auf über 8% jährlich aus, und die Wirtschaft der Russischen Föderation wird – nach der tiefen Rezession von 2009 – infolge der Erholung der weltweiten Nachfrage und der von den Konjunkturmaßnahmen ausgehenden Effekte 2010 und 2011 voraussichtlich mit Raten von über 5% expandieren. Positiv zu Buche schlägt auch die Tatsache, dass die Abschaffung sektorspezifischer Stützungsmaßnahmen in den OECD-Ländern eine Umstrukturierung in Richtung lebensfähigerer und nachhaltiger Aktivitäten ermöglichen könnte, so dass Platz für neue innovative Akteure entsteht.

... aber die Innovation kann bei der wirtschaftlichen Erholung eine wichtige Rolle spielen

Das derzeitige Umfeld ist zwar im Hinblick auf FuE und Innovation mit Risiken und Unsicherheitsfaktoren behaftet, Wissenschaft, Technologie und Innovationstätigkeit können jedoch einen wesentlichen Beitrag zu einer Überwindung der Rezession und zu den längerfristigen Wachstumsaussichten der OECD- und Nicht-OECD-Volkswirtschaften leisten. Allgemein können der Erwerb von Wissen, die Nutzung von Entdeckungen zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse und die Umsetzung neuer Ideen dazu beitragen, den Bedürfnissen und Wünschen der Gesellschaft effizienter und effektiver gerecht zu werden. Zum Beispiel haben empirische Untersuchungen gezeigt, dass auf Makroebene ein enger Zusammenhang zwischen Innovationsinvestitionen und Produktivität besteht, und auch bei Studien auf Unternehmensebene konnten positive und signifikante Effekte der FuE auf das Produktivitätswachstum festgestellt werden[1]. Im Rahmen jüngster Studien auf der Basis von Unternehmensdaten aus den Innovationserhebungen für 18 Länder wurde festgestellt, dass in den Unternehmen zwischen Produktinnovation und Arbeitsproduktivität ein enger

Kasten 1.2 **Innovation und gesellschaftliche Herausforderungen**

Eine Reihe komplexer miteinander verbundener Herausforderungen drängen die politischen Entscheidungsträger und die Gesellschaft zu einer Änderung der herkömmlichen Strukturen in Produktion, Konsum und Interaktion. So ist beispielsweise davon auszugehen, dass der Klimawandel immer stärkere Auswirkungen auf die Ertragskraft landwirtschaftlicher Flächen und die weltweite Verteilung der Lebensmittelproduktion haben wird und dass andererseits durch Bevölkerungsbewegungen infolge sich bietender Gelegenheiten (wie z.B. eine leichtere Zuwanderung in Länder mit alternder Bevölkerung) und drohender Gefahren (wie die Umweltzerstörung) zusätzlich neuer Druck auf die Ressourcen entstehen kann. Zugleich besteht insofern Anlass zu Optimismus, als Fortschritte in Wissenschaft und Technologie sowie neue innovative Konzepte für Produkte, Dienstleistungen, Verfahren und organisatorische Gestaltung erheblich dazu beitragen könnten, diese Herausforderungen zu meistern. Ein verstärkter Einsatz der existierenden IKT-Einrichtungen könnte z.B. im Gesundheitssektor grundsätzlich die Entscheidungsfindung im medizinischen Bereich sowie die gesundheitlichen Resultate bei den Patienten verbessern und zugleich Kosten und Irrtümer verringern. Auf einer komplexeren Ebene könnten durch die Entwicklung alternativer Energiequellen die CO_2-Emissionen und die Umweltzerstörung verringert und die Wirtschaftstätigkeit auf einen nachhaltigeren Pfad gebracht werden.

Zukunftsorientierte Analysen machen die verschiedenen Aspekte zahlreicher Probleme im Detail deutlich, zu deren Lösung die Regierungen strategische Ansätze und Maßnahmen wählen müssen. So lenkte z.B. das Government Office for Science (2010) des Vereinigten Königreichs unlängst die Aufmerksamkeit auf die Bodennutzung und stellte die Frage, ob es angesichts der steigenden Erwartungen der Märkte und der Bürger sowie der Notwendigkeit, innerhalb der Belastungsgrenzen der Umwelt zu leben, möglich ist, die zahlreichen wirtschaftlichen, sozialen und umweltspezifischen Nutzeffekte des Bodens weiterhin zu gewährleisten. Entscheidungen über die Bodennutzung berühren viele Sektoren, denn auf die Produktionskapazität des Bodens stützt sich das ganze Wirtschaftssystem, nicht nur in Bezug auf das Angebot an Nahrungsmitteln, Holz und anderen Gütern, sondern auch im Hinblick auf seine Nutzung in den Bereichen Wohnungsbau, Unternehmen, Verkehr, Energie, Freizeit und Tourismus. Um ein weiteres Beispiel zu nennen: Einer Schätzung der 2030 Water Resources Group (2009) zufolge wird das Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum zu einem weltweiten Wasserbedarf führen, der 2030 das Angebot an verfügbarem qualitativ unbedenklichem Wasser um 40% übersteigen dürfte. Durch Effizienzverbesserungen in der im Zeitraum 1990-2004 vom Agrar- und Industriesektor erzielten Größenordnung könnte sich diese Versorgungslücke um 20% verkleinern, und durch eine Erhöhung des Angebots mittels neuer Infrastrukturen um weitere 20%. Jedoch bliebe dann immer noch eine erhebliche Lücke bestehen, und die ungleiche Verteilung der Wasserressourcen zwischen den Ländern legt den Schluss nahe, dass einige Weltregionen unter extremer Wasserknappheit leiden werden.

In den Analysen wird auch das Potenzial neuer Technologien bei entsprechenden Lösungsansätzen hervorgehoben. In einem Bericht des International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA) (James, 2009) wird beispielsweise beschrieben, wie die Forschungsergebnisse im Bereich Biotechnologie helfen, die Herausforderung zu bewältigen, die Nahrungsmittelproduktion bis 2050 nachhaltig zu verdoppeln, und dies in etwa mit der gleichen landwirtschaftlichen Nutzfläche, weniger Ressourceneinsatz (vor allem was fossile Energieträger, Wasser und Stickstoff betrifft) und in Verbindung mit dem Klimaschutz. Dieser Beitrag der biotechnologischen Agrarprodukte erklärt sich durch die Steigerung der landwirtschaftlichen Erzeugung pro Hektar und eine Senkung der Produktionskosten (sowie die Verringerung der CO_2-Emissionen) dank eines geringeren Bedarfs an Vorleistungen, Feldbestellung und Schädlingsbekämpfungsmitteln. Schätzungen der ökonomischen Nettoeffekte für die Biotech-Landwirte im Jahr 2008 ergaben insgesamt 9,2 Mrd. US-$, die sich zu gleichen Teilen auf die Bauern in den Entwicklungsländern und den Industrieländern verteilen. Dem Government Office for Science (2010) zufolge, könnten neue Technologien potenziell den Druck auf die Bodennutzung verringern, indem sie die Produktivität der verfügbaren Flächen erhöhen, den Umwelt-Fußabdruck der Landwirtschaft reduzieren und es den Menschen ermöglichen, anders zu leben und zu arbeiten. In Bezug auf Wasser bestünde der 2030 Water Resources Group (2009) zufolge

....

....

für einige Länder die Lösung darin, die landwirtschaftliche Produktivität zu verbessern, wobei Innovationen in den Bereichen Saatgut, Pflanzenschutz und Bewässerung eine zentrale Rolle zukäme. In anderen Ländern könnte eine Steigerung der industriellen Effizienz eine wichtige Rolle spielen, z.B. durch eine bessere Nutzung der Ressource Wasser bei der Energieerzeugung und eine bessere Wiederverwendung von Abwasser. In beiden Fällen sind Technologieanbieter von entscheidender Bedeutung, um die Lücke zwischen Angebot und Nachfrage nicht nur durch eine qualitative Verbesserung der existierenden Produkte und Dienstleistungen, sondern auch durch die Suche nach neuen Lösungen zu schließen. Innovative Lösungen im Bereich der Mikrofinanzierung und anderer Finanzierungsinstrumente kämen auch Endverbrauchern und Akteuren im Wassersektor mittels der Bereitstellung von Kapital für die Verbesserung ihres „Wasser-Fußabdrucks" zugute.

Solche Studien zeigen jedoch, dass diese Herausforderungen allein durch Innovation nicht erfolgreich bewältigt werden können – wichtig ist auch der zu Grunde liegende Governance-Rahmen. In seinem Bericht über die Bodennutzung argumentierte das Government Office for Science (2010), dass neue Governance-Regelungen ein wichtiger Teil der Auseinandersetzung mit Fragen der Bodennutzung seien, da die derzeitige Aufspaltung der Zuständigkeiten zu Komplexität und Ungewissheit führe. Ein wichtiger Weg wird die Politikintegration sein (z.B. der Energie- und der Forstwirtschaft); ein weiterer wird darin bestehen, sicherzustellen, dass die Entscheidungen auf der richtigen Ebene getroffen werden (z.B. ein Übergang zu einer einzugsgebietsbezogenen Flächennutzungspolitik). In einigen Fällen werden die Governance-Regeln vielleicht auf breiterer Ebene umgestaltet werden müssen, insbesondere für die „transformative Innovation", die weitreichende Technologieveränderungen impliziert, die mehrere Branchen zugleich betreffen und potenziell zum Entstehen ganz neuer Sektoren führen (Scrase et al., 2009). Solche Veränderungen gelten als eine wesentliche Voraussetzung für die Bewältigung mancher Herausforderungen, besonders derjenigen, die mit der Umwelt in Zusammenhang stehen, da Innovationen in kleinen Schritten keine Veränderung bewirken können, die schnell und tiefgreifend genug ist. Im Wasserbereich stellte die 2030 Water Resources Group (2009) beispielsweise fest, dass technische Optionen für die Erschließung neuer Versorgungsquellen oder die Erzielung von Effizienzverbesserungen der Veränderung der grundlegenden Wirtschaftsaktivitäten gegenübergestellt werden müssen und dass die politischen Entscheidungsträger, der private Sektor und die Zivilgesellschaft zusammenkommen müssen, um eine Änderung hin zu mehr Nachhaltigkeit in die Praxis umzusetzen.

Was die Praxis betrifft, so wird im Hinblick auf die Förderung der Innovationstätigkeit im Blick auf die Herbeiführung gesellschaftlicher Veränderungen zurzeit noch über entsprechende Politikansätze nachgedacht. Scrase et al. (2009) zufolge können die Regierungen systemische Veränderung und Transformationen unterstützen, indem sie Wege schaffen, mit denen Situationen des Lock-in überwunden werden können (z.B. durch Förderung des Kapazitätsaufbaus), indem sie die Entstehung von Märkten für potenziell transformative Innovationen fördern (z.B. über das Beschaffungswesen und Regulierungen) und eine „strategische Governance" umsetzen, die die Fähigkeit stärkt, gezielte, legitime und der Rechenschaftspflicht unterliegende Entscheidungen über die Wahl der Entwicklungspfade zu treffen. Forschungsarbeiten zum Thema Übergang und Innovation sind zurzeit im Gange; der jüngsten Analyse von Smith et al. (2010) zufolge könnten künftige Arbeiten einen nützlichen Beitrag leisten, um besser zu verstehen, wie die Nischendynamik funktioniert, wie Systeme „entriegelt" werden können, wie der Übergang in geografischen Räumen vonstatten geht und welche Auswirkungen der Entscheidungsprozess auf die Dynamik hat. Im Rahmen von Arbeiten über Technologiepolitik und Klimawandel argumentierten Mowery et al. (2009), dass die Eigenschaften der „Klimaproblematik", vor allem ihr sektor- und länderübergreifender Charakter sowie die Tatsache, dass Technologien auf breiter Ebene und unter heterogenen Gruppen von Akteuren eingeführt werden müssen, gegen einen Rückgriff auf massive, in hohem Grade zentralisierte staatliche Technologieprojekte sprechen. Besser für die Bewältigung der Herausforderung geeignet sein dürften vielmehr Ansätze wie eine Änderung der Preise, so dass diese den Umweltkosten besser Rechnung tragen, die Förderung der Grundlagenforschung und der Erprobung von Prototypen, die Nutzung von Wettbewerb im Vergabewesen zur Schaffung von Anreizen für die Technologieentwicklung und die Unterstützung von Demonstrationsprojekten.

Zusammenhang besteht (Criscuolo, 2009). Auch die nichttechnologische Innovation spielt hierbei eine Rolle, wenn sich dies auch schwerer messen lässt. Zum Beispiel kann die Anwendung neuer Vermarktungs- oder Organisationsverfahren bei der Kommerzialisierung neuer Produkte oder der Einführung neuer Prozesse eine entscheidende Ergänzung darstellen. Dies sind besonders wichtige Dimensionen bei der Innovation im Dienstleistungsbereich, wo die gemessene Produktivität generell niedriger liegt als im Verarbeitenden Gewerbe. Insgesamt gesehen ist es den Volkswirtschaften dank Forschung und Innovation möglich, mit ihren Ressourcen mehr zu leisten, ein Punkt, der in einem Kontext, in dem die Regierungen, die Unternehmen und auch die privaten Haushalte bestrebt sind, ihre Ziele zu geringeren Kosten zu erreichen, von besonderer Bedeutung ist. Auf Grund der Tatsache, dass der Abstand im Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt zwischen den meisten OECD-Ländern und den Vereinigten Staaten nach wie vor großenteils auf eine geringe Arbeitsproduktivität zurückzuführen ist (OECD, 2010c, S. 55), gebührt der Verbesserung der Innovationskapazitäten der Länder auch längerfristig gesehen eindeutig Priorität.

Neben der Tatsache, dass Forschung und Innovation dem Wirtschaftswachstum Impulse verleihen, kommt ihnen auch bei der Schaffung „einer Welt, wie wir sie uns alle wünschen", eine Rolle zu. Wissenschaftliche Fortschritte und Innovation sind seit langem Antriebskräfte industrieller Erneuerung, denn neue Ideen lassen neue Quellen wirtschaftlichen Wachstums entstehen, und weniger effiziente Unternehmen werden durch dynamischere verdrängt. Die Innovation wird aber heute zunehmend als ein Mittel betrachtet, die Volkswirtschaften neu zu orientieren. Das augenfälligste Beispiel hierfür ist heute das „umweltverträgliche Wachstum": Die Regierungen fördern Forschung, Wissenschaft und Technologie mit dem Ziel, neue Konzepte und Mechanismen zu entdecken, die es ermöglichen, den Energie- und Produktionsbedarf ihrer Volkswirtschaften auf nachhaltigere und umweltverträglichere Art und Weise zu decken. Forschung und Innovation können auch neue Wege eröffnen, um die anderen großen Herausforderungen zu bewältigen, die sich der Gesellschaft stellen, wie z.B. der demografische Wandel, Sicherheit und eine langfristig tragbare Gesundheitsversorgung (Kasten 1.2). Ziel der Durchführung von FuE sowie der Erforschung von Wissenschaft und Technologie ist doch letztlich die Verbesserung des gesellschaftlichen Wohlergehens – und dieser Gesichtspunkt sollte jeder Länderanalyse der FuE-Investitionen und -Leistung zu Grunde gelegt werden.

Unter diesem Aspekt betrachtet bietet das derzeitige Umfeld Gelegenheit, über geeignete künftige Aufgaben im Bereich Forschung und Innovation nachzudenken. Die staatliche Politik steht vor der Aufgabe, Grundregeln zu formulieren, Orientierungen und eine Strategie vorzugeben sowie die Tätigkeit der Unternehmen und anderer Institutionen bei ihren schöpferischen Unternehmungen zu unterstützen. Vor der Finanzkrise und dem Wirtschaftsabschwung hatte eine Reihe von Ländern in Anerkennung der Rolle, die der Innovationstätigkeit in Bezug auf die Produktivität und das Wirtschaftswachstum zukommt, innovationsbezogene Strategien formuliert. Wie weiter oben ausgeführt, umfassten die Konjunkturpakete in vielen Ländern Maßnahmen in den Bereichen Forschung, Wissenschaft und Technologie, und eine Fokussierung auf FuE und Innovationen ist nach wie vor Bestandteil der Politikanstrengungen der überwiegenden Mehrheit der OECD-Volkswirtschaften (Kapitel 2). Es wird für die Länder entscheidend darauf ankommen, die in verschiedenen Bereichen ansetzenden Maßnahmen zu bündeln und einen kohärenten, zukunftsgerichteten Ansatz für die Wissenschafts- und Innovationspolitik zu formulieren, um so zu einem solideren und tragfähigeren künftigen Wachstumspfad zu gelangen.

Um die Aufgaben dieser Agenda zu meistern, ist es erforderlich, dass die Länder weiterhin produktive Wissensinvestitionen tätigen. Wie in Kasten 1.1 erörtert, besteht eine große

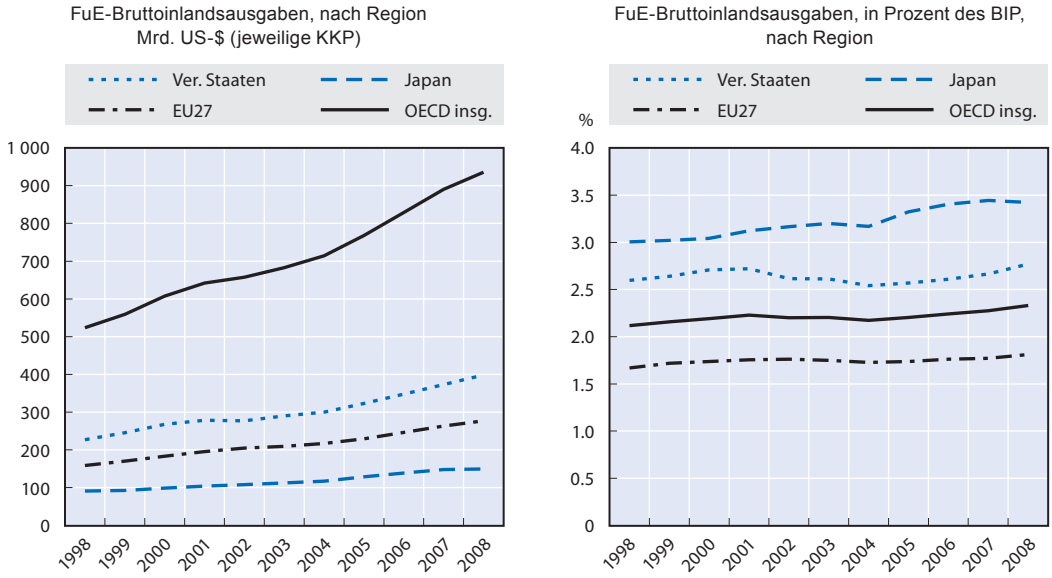
Herausforderung für die Länder darin, die Haushaltssalden zu den geringsten Kosten für ihre Volkswirtschaft wieder auszugleichen. Auf Grund des erwarteten Beitrags von Wissenschaft, Forschung und Innovation zum langfristigen Wachstumspotenzial der Volkswirtschaften und zur Lösung der dringlichen gesellschaftlichen Herausforderungen sollten die Länder versuchen, FuE und Innovation so weit wie möglich von Ausgabenkürzungen zu verschonen, und zugleich danach trachten, Effizienz und Effektivität der für diese Bereiche ausgegebenen Mittel zu maximieren.

Die jüngste Expansion der FuE-Ausgaben verlangsamte sich im Jahresverlauf 2008

Da die offiziellen OECD-Daten über die FuE-Investitionen auf retrospektiven Erhebungen der durchführenden Einheiten basieren, ist die Untersuchung der FuE-Ausgabenmuster im Ländervergleich derzeit auf Ende 2008 begrenzt. Dies ermöglicht zwar eine erste Analyse der Auswirkungen der Finanzkrise und des Wirtschaftsabschwungs auf FuE und Innovationstätigkeit, doch ist im Hinblick auf die Interpretation von Datenveränderungen infolge der Krise und den Wirtschaftsabschwung Vorsicht geboten. Veränderungen werden bei vielen Variablen zeitverzögert nach den Veränderungen des Umfelds auftreten (private und öffentliche FuE-Investitionen werden z.B. in der Regel vorausgeplant), und die Konjunkturpakete der meisten Länder traten ab 2009 in Kraft (OECD, 2009d, S. 110). Bei den Daten für 2008 handelt es sich zudem im Falle einiger Länder um vorläufige Angaben. Die Zahlen für 2009, die eine gründlichere Analyse des Effekts der Finanzkrise und des Wirtschaftsabschwungs ermöglichen werden, werden erst Mitte 2011 verfügbar sein. Vor diesem Hintergrund bietet dieser Abschnitt einen Überblick über die Ausgabenmuster insgesamt gesehen wie auch nach den einzelnen Sektoren und Finanzierungsquellen aufgeschlüsselt, unter Verwendung des derzeitigen Datenmaterials aus der OECD-Veröffentlichung *Main Science and Technology Indicators* (MSTI)[2]. Es wird darin auf die Veränderungen eingegangen, die für 2008 feststellbar sind, während im folgenden Abschnitt auf zusätzliches Datenmaterial aus verschiedenen Quellen zurückgegriffen wird, um ansatzweise eine erste Analyse des Effekts des Wirtschaftsabschwungs im Jahresverlauf 2009 vorzunehmen.

Die FuE-Investitionen der OECD-Länder, die als Bruttoinlandsausgaben für FuE (Gross domestic expenditure on R&D – GERD) dargestellt werden, sind mit der Zeit stetig gestiegen und erreichten 2008 über 935 Mrd. US-$ (nach 890 Mrd. US-$ im Jahr 2007) (in jeweiligen Kaufkraftparitäten – KKP) (Abb. 1.1)[3]. Der Anteil der Vereinigten Staaten am Gesamtaufkommen betrug 2008 rd. 42,5% und lag damit etwas niedriger als 1998, aber höher als 2007. Der Anteil Japans sank in dem Zeitraum von rd. 17,4% auf 15,9%, mit einem besonders deutlichen Rückgang im Zeitraum 2007-2008. Der Ausgabenanteil der EU27 betrug 2008 29,5% der Gesamtausgaben der OECD-Länder, was etwas weniger ist als 1998, aber ihrem Anteil von 2007 entspricht[4]. Ein Vergleich der Veränderungen der realen FuE-Ausgaben im Jahr 2008, im Zehnjahreszeitraum davor und in den letzten Jahren zeigt deutliche Unterschiede zwischen diesen wichtigsten geografischen Räumen. In realer Rechnung stiegen die FuE-Ausgaben der OECD-Länder im Zeitraum 1997-2007 mit einer Jahresdurchschnittsrate von 3,6%, und seit 2005 lagen die jährlichen Zuwachsraten bei über 4%. Im Zeitraum 2007-2008 verlangsamte sich jedoch das reale Wachstum der jährlichen Ausgaben im OECD-Raum auf 3,1%. Die Vereinigten Staaten verzeichneten im Zeitraum 1997-2007 ein reales FuE-Ausgabenwachstum von 3,4%, wobei die jährlichen Zuwachsraten seit 2005 über 4% lagen. 2008 beschleunigte sich jedoch das FuE-Ausgabenwachstum entgegen dem OECD-Durchschnitt auf 4,5%. Japan verzeichnete 1997-2007 ein Jahresdurchschnittswachstum der realen FuE-Ausgaben von 3% – ebenfalls mit einer Wachstumsbeschleunigung gegen Ende dieses Zeitraums –, im

Abbildung 1.1 **FuE-Trends im OECD-Raum, 1998-2008**



Anmerkung: Die FuE-Ausgabendaten für die Vereinigten Staaten sind aus mehreren Gründen zu hoch geschätzt, u.a. deshalb, weil die Investitionsausgaben unberücksichtigt blieben (vgl. MSTI wegen näherer Einzelheiten).

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (MSTI) (Mai 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332607

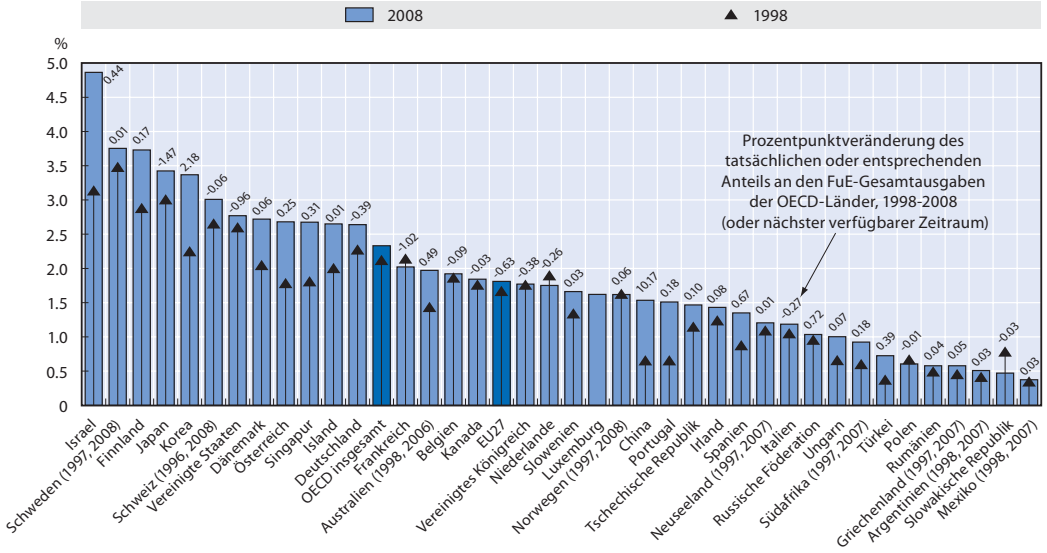
Jahr 2008 indessen einen Ausgabenrückgang von -1,2%. Die Ausgaben der EU27 erhöhten sich 2008 um 3,4%, im Gleichschritt mit dem jahresdurchschnittlichen Anstieg von 3,4% im Zeitraum 1997-2007, doch bedeutete dies eine gegenüber dem kräftigeren Wachstum gegen Ende des letztgenannten Zeitraums geringere Expansion.

Als BIP-Anteil gemessen haben sich die FuE-Ausgaben im OECD-Raum seit 1998 geringfügig erhöht. Von etwas mehr als 2,1% des OECD-Gesamt-BIP im Jahr 1998 ausgehend, stieg dieser Anteil bis 2001, war in den Jahren darauf dann rückläufig und erholte sich 2008 auf etwas mehr als 2,3% (Abb. 1.1). Dieses fortdauernde FuE-Engagement ist auch an den aufgeschlüsselten Daten Japans und der Vereinigten Staaten zu erkennen, deren FuE-Intensität sich von 3% auf 3,4% bzw. von 2,6% auf fast 2,8% erhöhte, wobei die Intensität in Japan jedoch von 2007 bis 2008 etwas nachließ. Von einem niedrigeren Ausgangsniveau ausgehend verzeichneten die EU27 einen leichten Anstieg ihres gemeinsamen GERD/BIP-Verhältnisses, das sich über den Zeitraum um 0,14 Prozentpunkte auf etwas mehr als 1,8% (2008) erhöhte.

Die Nicht-OECD-Volkswirtschaften erhöhen ihre Ausgaben für FuE weiter und stellen einen wachsenden Anteil der weltweiten Forschung. So entsprachen z.B. 2008 Chinas reale Bruttoinlandsaufwendungen für FuE 13,1% der OECD-Gesamtaufwendungen, gegenüber rd. 5% im Jahr 2001[5]. Die FuE-Ausgaben der Russischen Föderation in Höhe von 17 Mrd. US-$ (in konstanten Dollar von 2000, KKP) im Jahr 2008 entsprachen 2,2% des OECD-Gesamtwerts und lagen damit nahe bei den Anteilen Kanadas und Italiens. Ein Teil des beobachteten Ausgabenwachstums ist den Aktivitäten multinationaler Unternehmen in den Nicht-OECD-Volkswirtschaften zuzuschreiben. So wurde z.B. der Anteil der vom Ausland finanzierten Unternehmen an den FuE-Gesamtausgaben Chinas 2008 auf rd. 19% geschätzt; der Anteil ihrer FuE-Vorhaben und ihres FuE-Personals betrug rd. 13% bzw. 16% (China Statistics Press, 2009). Die ausländischen Investitionen werden weiter unten im Kontext der Globalisierung erneut erörtert.

Abbildung 1.2 **GERD in Prozent des BIP, nach Ländern**

1998 und 2008 oder nächste verfügbare Jahre



Anmerkung: In Israel ist die FuE für militärische Zwecke nicht erfasst. Überdies sind Geisteswissenschaften und Rechtswissenschaften im Sektor Hochschulbildung nur partiell erfasst. Auf Grund des Fehlens eines umfassenden Gewerberegisters für Südafrika sind die FuE-Ausgaben vermutlich um 10-15% zu niedrig geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (Mai 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332626

Abbildung 1.2 zeigt die Veränderungen der FuE-Intensität in den OECD-Ländern und in ausgewählten Nicht-OECD-Volkswirtschaften im Zeitraum 1998-2008. Die meisten Länder verzeichneten einen Anstieg des BIP-Anteils ihrer FuE-Ausgaben, wobei die Aufwärtsbewegung in einigen Ländern ganz beachtlich war. Am stärksten war der Anstieg in China (eine Erhöhung des GERD/BIP-Verhältnis von 135% bzw. von 0,65% des BIP auf 1,54% des BIP), Portugal (131%), in der Türkei (95%), in Israel (55%) und Spanien (54%). Bei Interpretation und Vergleich dieser Ergebnisse ist zu beachten, dass das GERD/BIP-Verhältnis Veränderungen der nominalen FuE-Ausgaben der Länder sowie auch ihres Wirtschaftswachstums widerspiegelt. Zum Beispiel verringerte sich in acht der 25 OECD-Länder, für die sowohl für 2007 als auch für 2008 Daten verfügbar waren, zwar die FuE-Intensität, doch war dies nur in zwei Ländern durch einen Rückgang der FuE-Ausgaben bedingt. In den anderen sechs Ländern war das BIP nominal schneller gestiegen als die FuE-Ausgaben.

Nach Israel, wo die FuE-Intensität (ohne Verteidigungsausgaben) knapp 5% erreicht, weisen die nordischen Länder Schweden und Finnland unter den OECD-Ländern die höchste FuE-Intensität auf (3,75% bzw. 3,73%). Die fünf an der Spitze liegenden OECD-Länder haben ihre Position seit dem letzten STI-Outlook halten können, und die Vereinigten Staaten, Dänemark und Österreich sind aufgerückt. Die hohe FuE-Intensität der wenigen an der Spitze liegenden Länder bringt den OECD-Durchschnitt auf 2,33%, doch ist die Zahl der Länder hoch, deren FuE-Intensität unter dem OECD-Durchschnitt angesiedelt ist. Der Medianwert der FuE-Intensität der OECD-Länder beträgt etwa 1,76% des BIP (er ist zwischen dem Wert der Niederlande und dem des Vereinigten Königreichs angesiedelt). Abbildung 1.2 zeigt, dass in diesem Zeitraum unter den OECD-Ländern Korea den höchsten Prozentpunktanstieg seines Anteils an den FuE-Gesamtausgaben der OECD-Länder verzeichnete, gefolgt von Spanien und Australien. Die FuE-Ausgaben Chinas erhöhten sich im Vergleich zum OECD-Gesamtvolumen von nahezu 3% im Jahr 1998 auf über 13% im Jahr 2008; der Anteil Japans und Frankreichs ging dagegen jeweils um über 1 Prozentpunkt zurück.

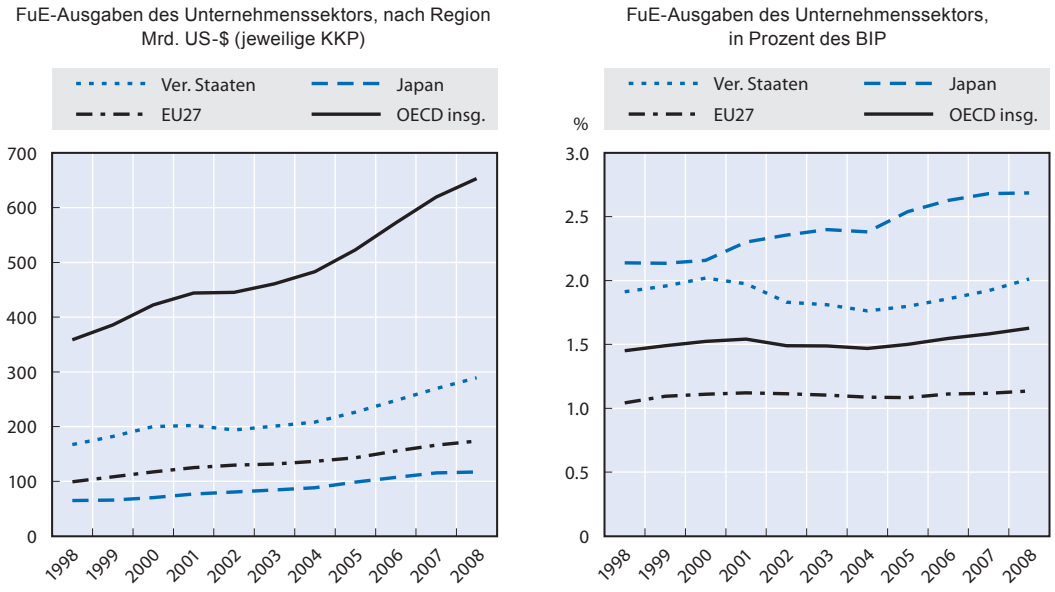
Die Daten über die FuE-Intensität auf Länderebene sind zwar informativ, doch muss bei ihrer Interpretation der Kontext beachtet werden. Erstens folgt das oben wiedergegebene Muster der FuE-Intensität der Länder in der Regel einer Reihe vorhersehbarer Tendenzen. In ihrer Entwicklung weiter fortgeschrittene Volkswirtschaften sind im Allgemeinen FuE-intensiver als aufholende Volkswirtschaften, da sie einer technologischen Spitzenposition schon näher sind, und ihre Industrie Innovationsdruck ausgesetzt ist, um überleben zu können. Die aufholenden Volkswirtschaften können sich schon durch die Übernahme und Anpassung von Technologien erhebliche Vorteile verschaffen und fühlen sich daher u.U. weniger gezwungen, ihre Bemühungen auf die FuE zu konzentrieren. Die Konzentration der aufstrebenden Volkswirtschaften am unteren Ende des FuE-Intensitätsspektrums ist daher in der Regel höher. Wie im Folgenden noch ausgeführt wird, hat zudem die industrielle Struktur der Länder insofern starken Einfluss auf den Umfang ihrer FuE, als einige Sektoren FuE-intensiver sind als andere. Zum Beispiel zeichnet sich die Industriestruktur Neuseelands und Norwegens durch bedeutende Naturressourcen aus, und sie liegen mit ihrer FuE-Intensität unter dem OECD-Durchschnitt.

Zweitens ist bei der Analyse von FuE-Datenmaterial nicht die absolute Höhe der Ausgaben, sondern letztlich die Qualität und Quantität der mit den FuE-Investitionen erzielten Outputs und Ergebnisse ausschlaggebend. Rohdaten über die ausgegebenen Beträge können erhebliche Unterschiede verdecken, was die Effizienz und Effektivität der Ausgaben betrifft, und die Aufmerksamkeit von anderen Aspekten ablenken, die Kreativität, Einsatz und Aufnahme von Wissen erleichtern (wie z.B. die Qualität der Informationstechnologie-Infrastruktur). Bemühungen um eine aussagekräftigere Messung von Effizienz und Effektivität der FuE-Ausgaben im Hinblick auf die Erreichung verschiedener Outputs und Ergebnisse wären diesbezüglich von besonderem Wert. In diesem Zusammenhang ist auf die Tatsache hinzuweisen, dass viele Unternehmen Innovationen einführen, ohne in FuE zu investieren (dies gilt z.B. in Norwegen für nahezu 50% der Unternehmen, OECD, 2010d). Dies zeigt, dass Daten über FuE-Ausgaben nur einen Teil der Realität in Wissenschaft, Technologie und Innovation abbilden. FuE werden häufig von Inputs wie Ausbildung, Wissensmanagement und Vermarktung ergänzt, von denen wiederum eine eigene Antriebskraft ausgehen kann. Wichtig sind auch die Verbindungen eines Unternehmens zur breiteren Wissensbasis. Die Entwicklung robuster und vergleichbarer Messgrößen für diese allgemeineren Inputs wird fortgesetzt, und die entsprechenden Arbeiten sollen zu einem besseren Verständnis der „Black Box“ des Innovationsprozesses beitragen.

Sektorspezifische FuE-Leistung

Die FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors (BERD) sind die im Unternehmenssektor von Unternehmen und Instituten wahrgenommenen FuE-Aktivitäten, unabhängig von der Finanzierungsquelle. Auf diesen Bereich entfällt in der Regel der überwiegende Teil der FuE-Aktivitäten der OECD-Länder, und er steht generell enger mit der Entwicklung neuer Produkte und Techniken in Zusammenhang, als die im öffentlichen Sektor und im Hochschulbereich wahrgenommene FuE. Abbildung 1.3 zeigt, dass die FuE-Gesamtausgaben des Unternehmenssektors der OECD-Länder seit 1998 stark expandierten und – nach 619 Mrd. US-$ im Jahr 2007 (in jeweiligen KKP) – 2008 653 Mrd. US-$ erreichten. Von diesen Ausgaben entfielen auf die Vereinigten Staaten 44,3%, ein Anteil, der um mehrere Prozentpunkte unter dem von 1998 liegt, aber über dem von 2007 (43,5%). Der Anteil Japans war 2008 mit 17,9% fast mit dem von 1998 identisch und bedeutet einen Rückgang gegenüber 2007 (18,6%). Die FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors der EU27 entsprachen 2008 einem Anteil von 26,5% des OECD-Gesamtaufkommens, was weniger als 1998 und 2007 war. Ein Vergleich des Zehnjahreszeitraums 1997-2007 mit den jüngsten Daten für 2008, wie er für

Abbildung 1.3 **FuE-Aktivitäten des Unternehmenssektors, nach Region, 1998-2008**



Quelle: OECD, *Main Science and Technology Indicators* (Mai 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332645

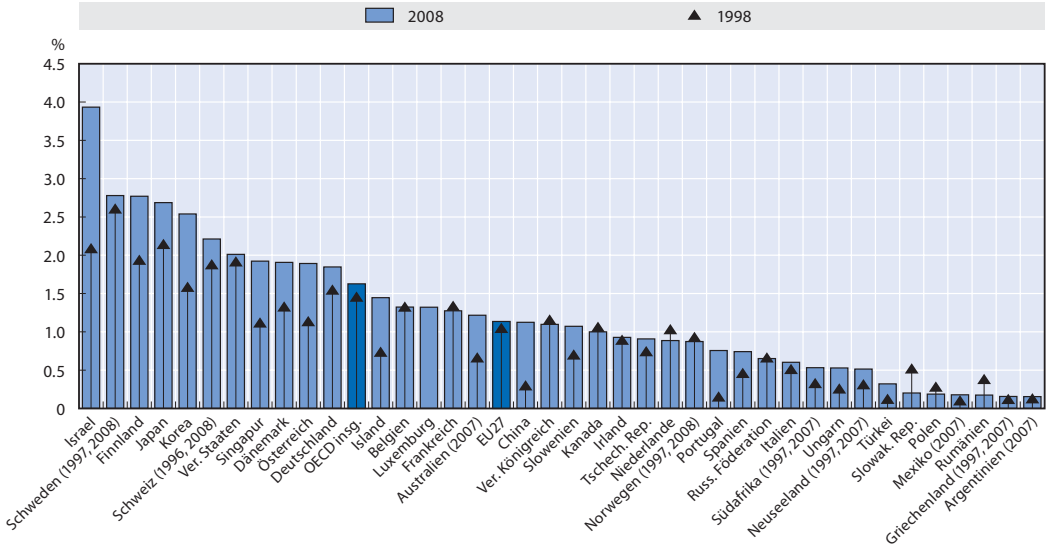
GERD (Bruttoinlandsausgaben für FuE) durchgeführt wurde, zeigt wiederum, dass zwischen den Ländern erhebliche Unterschiede bestehen. In realer Rechnung erhöhten sich die BERD 1997-2007 im OECD-Raum mit einer jahresdurchschnittlichen Rate von 3,8%. In den letzten Jahren dieses Zeitraums war ein stärkeres Wachstum von jahresdurchschnittlich über 5% zu verzeichnen, doch verlangsamte es sich 2008 auf 3,4%. Auch in den Vereinigten Staaten kam die jahresdurchschnittliche Zuwachsrate von 3,4% im Zeitraum 1997-2007 durch das stärkere Wachstum der letzten Jahre zustande, doch im Gegensatz zum OECD-Durchschnittswert konnte dort 2008 das starke Wachstum mit einer realen BERD-Jahresrate von +5,1% gehalten werden. Japan verzeichnete 2008 einen Rückgang der realen BERD von -0,5%, und in den EU27 sank das Wachstum auf 2,8%, nach einer jahresdurchschnittlichen Rate von 3,5% im Zehnjahreszeitraum davor. In Prozent des BIP lagen die BERD der OECD-Länder 2008 bei rd. 1,6%. In Japan wie auch in den Vereinigten Staaten war dieser Anteil mit 2,7% bzw. 2% über diesem Durchschnitt angesiedelt. Die BERD-Intensität für die EU27 betrug 2008 1,1%, wobei ihre Kurve seit 1999 im Wesentlichen konstant verlief.

Bei einem Blick auf andere Volkswirtschaften sticht China mit einem extrem kräftigen BERD-Wachstum hervor. Seine Ausgaben in Höhe von 74 Mrd. US-$ (konstante KKP von 2000) im Jahr 2008 entsprachen 13,8% des gesamten OECD-BERD-Volumens. Die FuE-Ausgaben der Unternehmen erhöhten sich in China im Zeitraum 1997-2007 fast um das Zehnfache; das Ausgabenwachstum von 2007 bis 2008 betrug 17,5%. Die BERD der Russischen Föderation von nahezu 11 Mrd. US-$ im Jahr 2008 entsprachen 2% der Gesamtausgaben der OECD-Länder. Die FuE-Ausgaben der Unternehmen des neuen OECD-Mitglieds Israel erhöhten sich im Zeitraum 1997-2008 von 2,4 Mrd. US-$ auf nahezu 7,5 Mrd. US-$, ein Niveau, das sich nicht von dem Spaniens oder Schwedens unterscheidet.

Abbildung 1.4 zeigt die FuE-Unternehmensausgaben 1998 und 2008 (oder im letzten Jahr, für das Daten verfügbar sind) in Prozent des BIP. Sie lässt ein breites Spektrum unterschiedlicher Länderergebnisse erkennen; nach Israel mit einer BERD-Intensität von fast 4% im Jahr 2008 (fast doppelt so hoch wie im Jahr 1998) rangiert Schweden mit einer

Abbildung 1.4 **BERD-Intensität, nach Ländern**

1998 und 2008 oder nächste verfügbare Jahre



Anmerkung: In der Russischen Föderation wird ein Großteil der FuE seit jeher von öffentlichen Unternehmen wahrgenommen, die dem Unternehmenssektor hinzugerechnet wurden. Auf Grund des Fehlens eines umfassenden Gewerberegisters für Südafrika sind die FuE-Ausgaben vermutlich um 10-15% zu niedrig geschätzt.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (Mai 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332664

BERD-Intensität von rd. 2,8% des BIP, gefolgt von Finnland, Japan und Korea. Am anderen Ende des Spektrums lagen Griechenland mit einer BERD-Intensität von 0,16% des BIP (2007) und Mexiko mit 0,18% des BIP (2007). Der OECD-Durchschnitt betrug 2008 1,63%, der Medianwert rd. 1,05% des BIP (zwischen den Werten des Vereinigten Königreichs und Kanadas). Zusätzlich zu Schwankungen zwischen einzelnen Jahren verzeichneten Frankreich, Kanada, die Niederlande, Norwegen, Polen, die Slowakische Republik und das Vereinigte Königreich in diesem Zeitraum einen leichten Rückgang ihrer BERD-Intensität. Ebenso wie in den GERD/BIP-Zahlen spiegeln sich auch im BERD/BIP-Verhältnis sowohl die Ausgaben als auch das Wirtschaftswachstum wider, so dass bei einer Analyse der Veränderungen im Vorjahresvergleich auch die makroökonomischen Gegebenheiten in den Ländern berücksichtigt werden sollten.

Wie in früheren Ausgaben des STI-Outlook ausgeführt, sind Unternehmensgröße und Zugehörigkeit zu einem bestimmten Industriesektor wichtige Prädiktoren für die FuE-Unternehmensausgaben, wobei von größeren Unternehmen und bestimmten Sektoren (wie z.B. Maschinenbau und Pharmaindustrie) in der Regel ein höheres Maß an FuE wahrgenommen wird. Die besonderen Merkmale jedes Landes haben daher Einfluss darauf, welche Position es bei diesem Indikator unter den OECD-Ländern einnehmen wird. Einer jüngeren Studie von Moncada-Paternò-Castello et al. (2010) zufolge ist z.B. die geringere FuE-Intensität der EU-Unternehmen gegenüber Unternehmen außerhalb der EU großenteils eine Folge der Sektorspezialisierung. Die EU wies insbesondere im Sektor Automobilbau und Autoteile (der als Sektor mit mittelhoher FuE-Intensität gilt) eine stärkere Spezialisierung auf, eine wesentlich geringere dagegen im Bereich IT-Hardware, -Software und Elektronik (der als Sektor hoher und mittelhoher FuE-Intensität gilt).

Von den anderen Volkswirtschaften, über die Daten vorliegen, war Singapur 2008 mit einer FuE-Intensität von über 1,9% über dem OECD-Durchschnitt positioniert. Die BERD-Intensität Chinas sank 2008 knapp unter die der EU27-Volkswirtschaften insgesamt gesehen

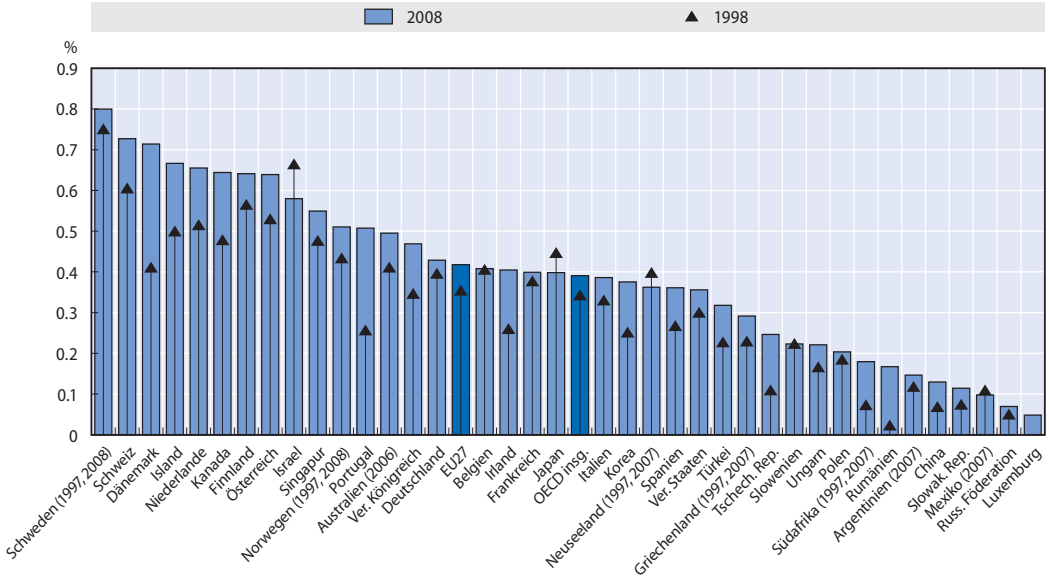
auf 1,1% des BIP und ist seit 1998, als sie bei rd. 0,3% lag, stark gestiegen. In Anbetracht des Wachstums der chinesischen Volkswirtschaft während dieses Zeitraums wird das extrem dynamische Wachstum der FuE-Ausgaben der Unternehmen an dieser Steigerung umso deutlicher.

Auf die Ausgaben für die von den Hochschulen wahrgenommene FuE (HERD) entfällt ein wesentlich geringerer Teil der FuE-Gesamtausgaben der OECD-Länder. Die OECD-Gesamtausgaben erreichten 2008 in diesem Bereich 157 Mrd. US-$ (jeweilige KKP), wobei Deutschland, Japan, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten in absoluten Zahlen die höchsten Beträge verzeichneten. Das HERD-Wachstum war von Jahr zu Jahr stärkeren Schwankungen ausgesetzt als das von GERD oder BERD, es blieb jedoch für die OECD-Länder insgesamt gesehen positiv. Das jahresdurchschnittliche Wachstum der realen HERD (in konstanten Dollar von 2000, KKP) des gesamten OECD-Raums betrug im Zeitraum 1998-2002 5,6%, es sank 2002-2007 auf 3,1% und dann 2008 auf 1,3%. Von den 25 OECD-Ländern, für die für die Jahre 2007 und 2008 Daten verfügbar waren, verzeichneten sieben (Frankreich, Island, Japan, Kanada, die Türkei, die Tschechische Republik und Ungarn) 2008 einen Rückgang der realen HERD. Das stärkste Wachstum der realen HERD wurde 2008 in Portugal (41,1%) registriert, gefolgt von Irland (12,8%) und Korea (12,2%). China erhöhte seine realen HERD 2008 um 15,7%.

In Prozent des BIP wiesen Schweden, die Schweiz und Dänemark 2008 im OECD-Raum die höchste FuE-Intensität auf, wobei Schweden bei 0,8% des BIP lag (Abb. 1.5)[6]. Der OECD-Durchschnitt betrug knapp unter 0,4%, und um dieses Niveau herum waren die OECD-Länder relativ gleichmäßig verteilt. Israel und Singapur wiesen 2008 mit 0,58% bzw. 0,55% eine relativ hohe HERD-Intensität auf. Andere Nicht-OECD-Volkswirtschaften waren stärker im unteren Bereich der Verteilung platziert, wobei aber China und Südafrika seit 1998 einen beachtlichen Anstieg zu verzeichnen hatten (z.B. hat Südafrika seine HERD-Intensität mehr als verdoppelt, so dass sie 2007 0,18% erreichte).

Abbildung 1.5 **Ausgaben für FuE auf Hochschulebene (HERD), 1998 und 2008**

In Prozent des BIP



Anmerkung: In Israel sind Geisteswissenschaften und Rechtswissenschaften im Sektor Hochschulbildung nur partiell erfasst.
Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (Mai 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332683

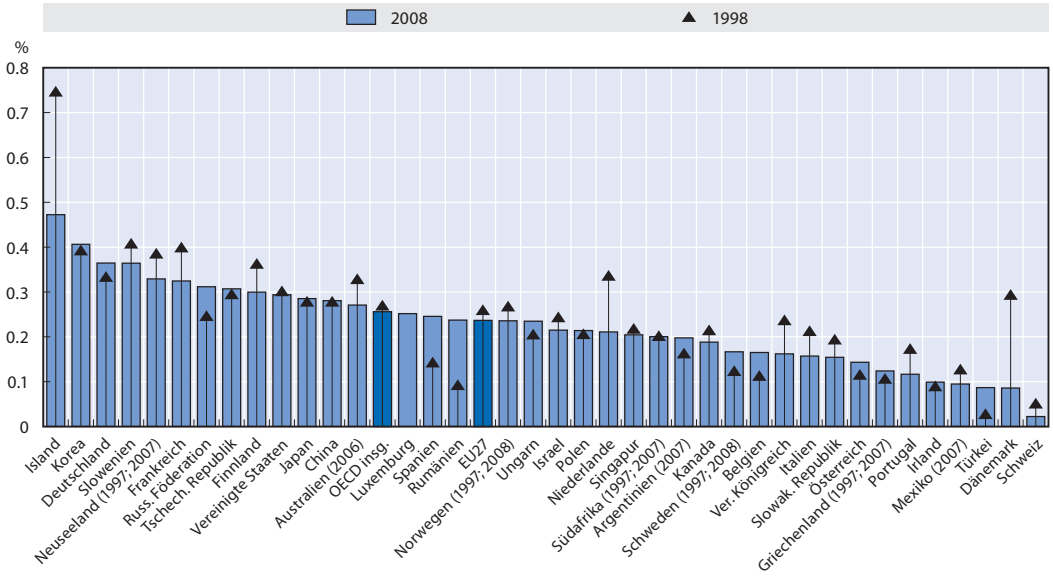
Die FuE-Ausgaben der staatlichen Forschungseinrichtungen (GOVERD) machen einen geringen, aber wichtigen Teil der FuE-Gesamtausgaben aus[7]. 2008 beliefen sich die OECD-Gesamtausgaben auf nahezu 103 Mrd. US-$ (jeweilige US-$, KKP), wobei die vier Länder mit den höchsten Ausgaben (die Vereinigten Staaten, Japan, Deutschland und Frankreich) über 70% des Gesamtaufkommens auf sich vereinten. Unter den Nicht-OECD-Volkswirtschaften entsprachen 2008 die Ausgaben Chinas mit über 22 Mrd. US-$ (jeweilige US-$, KKP) über der Hälfte der Ausgaben der Vereinigten Staaten, während die Ausgaben Russlands denen Frankreichs entsprachen. Im Zeitraum 1998-2007 betrug das reale jährliche GOVERD-Wachstum im OECD-Durchschnitt 1,9%; das Wachstum beschleunigte sich dann 2008 auf 3,4%. Die EU27 wiesen ein ähnliches GOVERD-Muster auf, mit einem realen jährlichen Durchschnittswachstum von 1,2% im Zeitraum 1998-2007 und dann einer Rate von 4% im Jahr 2008. In China setzte sich das starke GOVERD-Wachstum mit durchschnittlich 10,5% jährlich von 1998-2007 und 10,3% im Jahr 2008 im Betrachtungszeitraum fort. In Russland indessen ging das in den Jahren 1998-2007 verzeichnete starke jährliche Durchschnittswachstum von 10,6% im Jahr 2008 auf 0,9% zurück.

In Prozent des BIP verzeichneten Island und Korea 2008 die höchste GOVERD-Intensität, gefolgt von Deutschland und Neuseeland (Abb. 1.6). Der OECD-Durchschnitt betrug 0,26%, mit einem Medianwert von 0,21%. Das unlängst der OECD beigetretene Slowenien lag mit seiner GOVERD-Intensität auf demselben Niveau wie Deutschland, und die GOVERD-Intensität Russlands war mit 0,31% der Frankreichs vergleichbar. Die GOVERD-Intensität Chinas (0,28%) lag nur knapp unter der Japans.

Insgesamt blieb die Verteilung der FuE-Ausgaben auf die drei wichtigsten Leistungssektoren Unternehmen, Hochschulen und Staat in den OECD-Ländern im Zeitverlauf relativ stabil, wobei eine leichte Verlagerung in Richtung Unternehmen und Hochschulbereich zu beobachten

Abbildung 1.6 **FuE-Aktivitäten in staatlichen Forschungseinrichtungen, 1998 und 2008**

In Prozent des BIP



Anmerkung: In Rumänien und der Russischen Föderation wird ein Großteil der FuE seit jeher von öffentlichen Unternehmen wahrgenommen, die dem Unternehmenssektor hinzugerechnet wurden.

Quelle: OECD, Main Science and Technology Indicators (Mai 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332702

war. 1998 betrug der Ausgabenanteil der Unternehmen 68,5% der GERD, der der Hochschulen und staatlichen Forschungseinrichtungen 16,2% bzw. 12,7% (der Rest entfiel auf private Ausgaben von Einrichtungen ohne Erwerbscharakter). 2008 hatte sich der Ausgabenanteil der Unternehmen leicht auf 69,8% erhöht und auch der der Hochschulen war gestiegen (auf 16,8%), während der der staatlichen Einrichtungen auf 11% des Gesamtaufkommens gesunken war. Die Veränderungen von 2007 bis 2008 waren unerheblich. Die Länder-Rankings auf der Basis der Verteilung von BERD-, HERD- und GOVERD-Intensität (Abb. 1.4-1.6) machen jedoch deutlich, wie unterschiedlich das Forschungsumfeld in den einzelnen Ländern ist, wobei in einigen die staatliche Forschungstätigkeit eine größere Rolle spielt, in anderen dagegen die privatwirtschaftliche FuE mehr Gewicht hat.

Es gibt einige Befunde aus ökonometrischen Analysen darüber, dass die vom Unternehmenssektor durchgeführte FuE der wichtigste Antriebsfaktor für eine positive Korrelation zwischen FuE-Gesamtintensität und gesamtwirtschaftlichem Wachstum ist, was für eine Erhöhung des Anteils der Unternehmens-FuE sprechen könnte. Jedoch ist es mit einer Regressionsanalyse nicht unbedingt möglich, eine Reihe komplexerer Effekte zu identifizieren, und eine solche Schlussfolgerung könnte sich daher als zu stark vereinfachend erweisen. So dürfte z.B. die staatliche FuE-Tätigkeit in den Bereichen Energie und Gesundheit kurzfristig gesehen keine wesentliche Anhebung des Technologieniveaus bewirken, sie könnte aber Wissensgrundlagen schaffen und Technologie-Übergreifeffekte entstehen lassen, die zu einem späteren Zeitpunkt zu Durchbrüchen und Innovationen führen (OECD, 2003). Jaumotte und Pain (2005) stellten fest, dass die FuE-Intensität des Unternehmenssektors positiv mit der Höhe der FuE-Intensität der anderen beiden FuE-Sektoren korreliert. Dies stimmt mit der Auffassung überein, dass sich die Sektoren gegenseitig ergänzen. Ebenso stellte van Pottelsberghe (2008) fest, dass die EU-Länder, die bei der FuE-Intensität im Hochschulbereich das höchste Niveau verzeichneten, auch diejenigen waren, deren FuE-Intensität im Unternehmenssektor am höchsten lag, und diesem Autor zufolge gehen von der FuE-Tätigkeit im Hochschulbereich neue Ideen aus, die dann im Unternehmenssektor Anstoß zu weiterführenden Forschungsarbeiten geben. Im Vereinigten Königreich geht von Hochschulen, deren Forschungsarbeiten Weltrang haben, offenbar ein Anziehungseffekt auf britische wie auch ausländische Forschungslabors aus, sich in ihrer Nähe niederzulassen (Abramovsky et al., 2007). Besonders aussagekräftig waren die Befunde diesbezüglich im Bereich der Pharma- und der chemischen Industrie sowie in den Sektoren Maschinenbau und Kommunikationsausrüstungen.

Wie bereits ausgeführt, ist die Sektorspezialisierung ebenfalls eine wichtige Antriebskraft der Unternehmens-FuE. Im Rahmen einer Studie über 16 europäische Länder sowie Japan und die Vereinigten Staaten stellten Mathieu und van Pottelsberghe (2008) fest, dass die FuE-Intensität des Unternehmenssektors in den meisten Ländern stark durch die Spezialisierung der FuE-intensiven Industriesektoren beeinflusst wird, und nicht durch die Tatsache, dass ein für FuE-Ausgaben besonders günstiges länderspezifisches Umfeld vorhanden ist. Es kann nicht eindeutig gesagt werden, ob Bemühungen um die Schaffung spezieller industrieller Strukturen in der Absicht, im Hinblick auf die FuE-Intensität der Unternehmen ein bestimmtes zahlenmäßiges Ziel zu erreichen, sinnvoll sind. Wichtig ist laut Moncada-Paternò-Castello et al. (2010) in Wirklichkeit vielmehr die Frage, inwieweit Industriestrukturen Auswirkungen auf Ergebnisse wie makroökonomische Stabilität, nachhaltiges Wachstum und Produktivität haben, und dass in der Innovationspolitik eine breitere, über die Betrachtung der FuE-Inputs hinausgehende Perspektive erforderlich ist.

Kurzum hat jedes Land sein eigenes industrielles und institutionelles Umfeld, das dafür ausschlaggebend ist, wo FuE durchgeführt wird. Infolgedessen ist im Hinblick auf

ein „Patentrezept“ für die jeweiligen Anteile von Unternehmens- und staatlicher FuE Vorsicht geboten. In der Tat weisen die beiden wohlhabendsten OECD-Volkswirtschaften (Luxemburg und Norwegen) im Hinblick auf die FuE-Ausgaben recht unterschiedliche Muster auf. In Luxemburg entfiel 2008 der überwiegende Teil der FuE-Ausgaben (über 80%) auf den Unternehmenssektor, in Norwegen dagegen verteilte sich fast die Hälfte der FuE-Ausgaben auf Hochschulen und staatliche FuE-Einrichtungen.

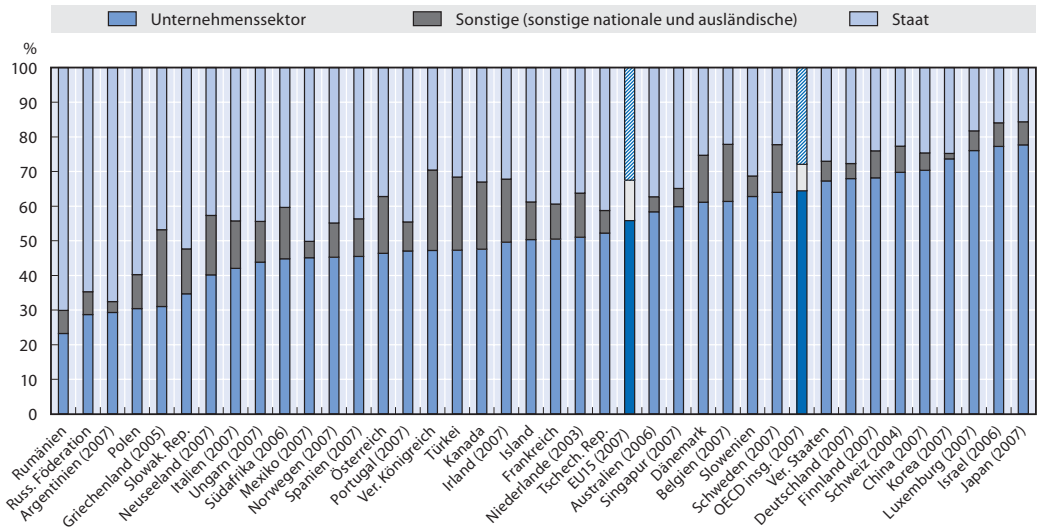
FuE-Finanzierung

Auch die Finanzierungsquellen der FuE-Aktivitäten in den OECD-Ländern blieben relativ stabil, wobei in den letzten Jahren eine leichte Verlagerung hin zum Unternehmenssektor zu beobachten war. Bei den Finanzierungsquellen wird in der Regel unterschieden zwischen den großen durchführenden Sektoren (Unternehmen, Staat, Hochschulen und private Einrichtungen ohne Erwerbszweck) und ausländischer Finanzierung. Die Daten beziehen sich auf direkte Finanztransfers für FuE-Aktivitäten, wobei andere Modalitäten wie z.B. Steuervergünstigungen, Steuerbefreiungen oder FuE-Prämienzahlungen ausgeklammert bleiben. Seit 2004 hat sich im OECD-Raum der FuE-Finanzierungsanteil des Unternehmenssektors von 62,1% auf 64,5% (2008) erhöht (er näherte sich damit dem Wert von 2000). Im selben Zeitraum sank der staatlich finanzierte FuE-Anteil von 30,3% auf 27,6% des gesamten Finanzierungsaufkommens, wobei jedoch die Daten über die FuE-Haushaltszuweisungen oder -ausgaben (*government budget appropriations or outlays for R&D* – GBAORD) zeigen, dass die Regierungen der meisten OECD-Länder ihre FuE-Haushalte aufstockten und die FuE-Ausgaben in vielen Fällen schneller stiegen als die gesamten Staatsausgaben.

Abbildung 1.7 zeigt die Aufschlüsselung der Finanzierungsquellen im Jahr 2008 (oder dem letzten verfügbaren Jahr) für die einzelnen OECD-Länder und ausgewählte Nicht-OECD-Volkswirtschaften. Ebenso wie bei den Durchführungsdaten existiert auch bei den Finanzierungsmodalitäten ein breites Spektrum; unter den OECD-Mitgliedern wies Polen mit

Abbildung 1.7 **FuE-Ausgaben nach Finanzierungsquellen, in Prozent des nationalen Gesamtaufkommens**

2008 oder nächstes verfügbares Jahr



Quelle: OECD, *Main Science and Technology Indicators* (Mai 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332721

nahezu 60% den höchsten staatlichen FuE-Finanzierungsanteil auf (OECD-Medianwert: 37%), während Japan mit 78% den höchsten FuE-Finanzierungsanteil des Unternehmenssektors verzeichnete (OECD-Medianwert: 50%). Was die FuE-Finanzierung durch Unternehmen betrifft, so lassen sich die OECD-Länder in die folgenden vier Gruppen aufteilen: Gruppe 1 – Unternehmen mit einem FuE-Finanzierungsanteil von weniger als einem Drittel (Polen und Griechenland); Gruppe 2, in der die Unternehmen ein Drittel bis die Hälfte der FuE finanzieren (13 Länder, darunter Italien, Norwegen, Spanien, Kanada und die Türkei); Gruppe 3, in der die Unternehmen einen Anteil von der Hälfte bis zwei Dritteln der FuE-Finanzierung tragen, mit 8 Ländern, darunter z.B. Frankreich, die Tschechische Republik und Schweden; Gruppe 4, in der der Finanzierungsanteil der Unternehmen mehr als zwei Drittel der Gesamtfinanzierung beträgt, mit den Vereinigten Staaten, Deutschland, Finnland, der Schweiz, Korea, Luxemburg und Japan. Auch China und Israel wiesen mit 70% bzw. 77% der nationalen FuE-Gesamtausgaben einen hohen Finanzierungsanteil ihres Unternehmenssektors auf.

Eine Untersuchung der FuE-Finanzierungsströme zwischen den Sektoren kann Aufschluss über deren Interaktion geben. Wie bereits ausgeführt, sind die Forschungsaktivitäten im Unternehmens- und im staatlichen Sektor komplementär, und die sektorübergreifende Finanzierung stellt u.U. einen Weg dar, um zu kooperieren sowie die Ergebnisse untereinander auszutauschen und zu verbreiten. Abbildung 1.8 zeigt, dass die Regierungen der OECD-Länder 2007 durchschnittlich 7% der FuE-Aktivität des Unternehmenssektors finanzierten, gegenüber 9,4% im Jahr 1998. In den einzelnen OECD-Ländern reichte das Spektrum von 1,1% in Japan bis 16,3% in Spanien. Dreizehn OECD-Länder verzeichneten im Zeitraum 1998-2008 einen Anstieg des staatlichen Finanzierungsanteils der FuE des Unternehmenssektors; im Fall der Tschechischen Republik, Spaniens und der Türkei betrug dieser Anstieg mindestens 5 Prozentpunkte, bei den anderen Ländern war er hingegen gering. Der im Trend insgesamt rückläufige staatliche Finanzierungsbeitrag zur FuE des Unternehmenssektors ist insofern logisch, als im Rahmen der FuE-Förderung zunehmend auf andere Maßnahmen zurückgegriffen wird, insbesondere solche, die mit der steuerlichen Behandlung von FuE-Aktivitäten in Zusammenhang stehen. Im Jahr 2008 gab es in 21 OECD-Ländern die Möglichkeit der Gewährung von FuE-Steuergutschriften (in Neuseeland wurde ein solches System jedoch 2009 abgeschafft), und auch von Nicht-OECD-Volkswirtschaften werden solche Instrumente zur Förderung der Forschungsinvestitionen eingesetzt (OECD, 2009e, S. 78; vgl. auch Kapitel 2 dieser Veröffentlichung). Abbildung 1.8 zeigt auch den Finanzierungsanteil des Unternehmenssektors an der FuE-Aktivität der Hochschulen und staatlichen Einrichtungen. Diesbezüglich war im Zeitraum 1998-2008 ein leichter Anstieg des OECD-Durchschnitts von 5,2% auf 5,5% zu beobachten. Dänemark hatte 2008 in diesen Sektoren mit 2% den geringsten und die Türkei den höchsten (etwas mehr als 15%) Finanzierungsbeitrag der Unternehmen zu verzeichnen.

Für die Anteile der einzelnen FuE-Finanzierungsquellen gibt es kein alleiniges „richtiges" Verhältnis, denn in jedem Land haben Geschichte, Industriestruktur und institutioneller Rahmen Einfluss auf die Finanzierungsmodalitäten. Zuweilen wird behauptet, mit der privat finanzierten FuE würden in Bezug auf Produktivität und Investitionsrendite bessere Ergebnisse erzielt, als mit der öffentlich finanzierten. Eine von Guellec und van Pottelsberghe (2004) durchgeführte Analyse zeigte beispielsweise, dass von privatwirtschaftlichen FuE-Aktivitäten mit höherem staatlichem Finanzierungsanteil geringere positive Effekte auf die Produktivität ausgehen. Bei einer Aufschlüsselung der staatlichen Finanzierung nach ihren sozioökonomischen Zielsetzungen stellte sich jedoch heraus, dass dieser Effekt nur bei FuE-Finanzierungen im wehrtechnischen Bereich vorhanden ist. Von öffentlich finanzierten FuE-

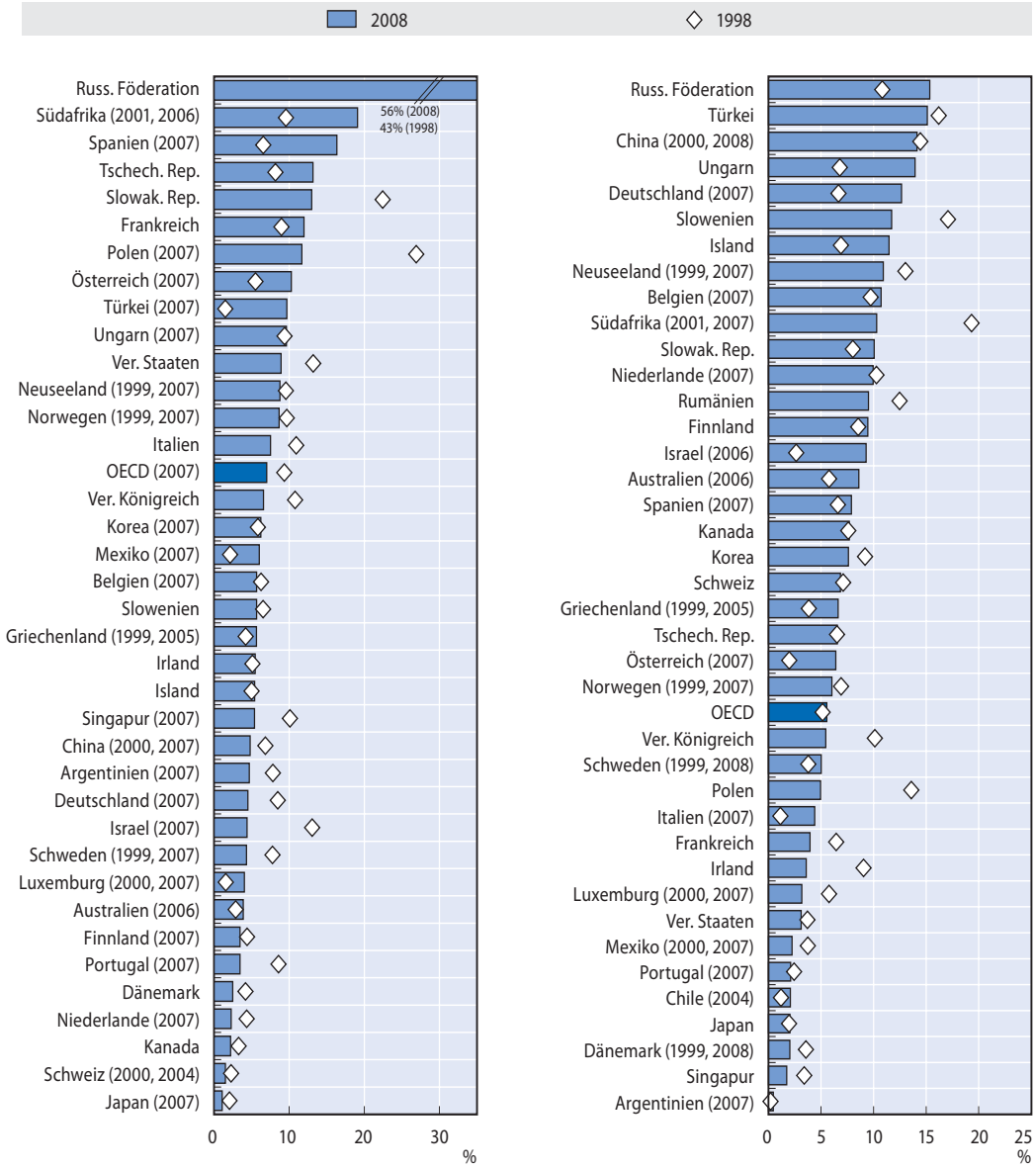
Abbildung 1.8 **FuE-Querfinanzierung**

Staatlich finanzierte FuE[1] im Unternehmenssektor, 1998 und 2008

In Prozent der vom Unternehmenssektor durchgeführten FuE

Vom Unternehmenssektor finanzierte an Hochschulen und staatlichen Einrichtungen durchgeführte FuE, 1998 und 2008

In Prozent der von diesen Bereichen (insgesamt) durchgeführten FuE



1. Gemessen werden direkte Ressourcentransfers für die Durchführung von FuE-Aktivitäten, unter Ausklammerung von Instrumenten wie z.B. Steuervergünstigungen oder -befreiungen oder FuE-Prämienzahlungen.

Quelle: OECD, *Main Science and Technology Indicators* (Mai 2010).

Anmerkung: Italien: Für 1998 nur staatlicher Sektor.
Luxemburg: Für 2000 nur staatlicher Sektor.
Schweiz: Nur Hochschulsektor.

Quelle: OECD, *R&D Database* (Juni 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332740

Aktivitäten zu zivilen Zwecken gingen positive Effekte auf den Zusammenhang zwischen der privatwirtschaftlichen FuE-Aktivität und der Produktivität aus. Im Fall der FuE-Aktivität der Hochschulen verringerte ein höherer Finanzierungsbeitrag der Unternehmen den positiven Effekt dieser FuE-Aktivität auf die Produktivität, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, dass der Schwerpunkt bei der unternehmensfinanzierten Hochschulforschung mehr auf

der angewandten Forschung liegt. Die Autoren warnen jedoch davor, auf der Grundlage einer Studie auf gesamtwirtschaftlicher Ebene Schlüsse für die Politikgestaltung zu ziehen und empfehlen, detailliertere Untersuchungen auf der Basis einzelner Länder und von Fallstudien durchzuführen. In einer kürzlich von Hall et al. (2009) durchgeführten Analyse wurde festgestellt, dass mehrere Studien bei öffentlich finanzierten FuE-Aktivitäten zwar eine niedrigere Investitionsrendite ergaben als bei privat finanzierten, was sich indessen z.T. durch die Schwierigkeit erklären ließe, in Dienstleistungssektoren, die häufig in den Genuss öffentlicher FuE-Mittel kommen, Renditen und Externalitäten zu messen. Überdies werden staatliche Finanzierungsmittel in der Regel in Bereichen ausgegeben, in denen entweder ein erhöhtes Risiko gegeben ist, oder dort, wo es um öffentliche Güter geht (z.B. Verteidigung und Gesundheit). Hall et al. verwiesen ferner darauf, dass von der öffentlichen FuE-Aktivität potenziell Impulse auf die privaten FuE-Aufwendungen ausgehen.

Neuere Daten legen den Schluss nahe, dass sich die Investitionstätigkeit im Bereich FuE während des Wirtschaftsabschwungs in den OECD-Ländern insgesamt verlangsamt hat

Vergangenheitsdaten zeigen, dass sich die FuE-Gesamtausgaben im Gleichschritt mit dem BIP eines Landes bewegen. Daher kann als wahrscheinlich angesehen werden, dass sich der Wirtschaftsabschwung in den Daten über die FuE-Ausgaben niederschlagen wird. Im Rahmen der OECD-Analyse für den Zeitraum 1982-2007 wurde festgestellt, dass die Veränderungen im Bereich der FuE-Bruttoausgaben (GERD) die konjunkturbedingten BIP-Bewegungen in der Regel an Stärke übertreffen und dass die Intensität der Reaktion auf die Konjunkturzyklen von Land zu Land recht große Unterschiede aufweist (OECD, 2009e, S. 26). Im Vereinigten Königreich z.B. war die Konjunkturreagibilität der FuE-Gesamtausgaben seit Anfang der 1980er Jahre im Durchschnitt gering, wobei dort eine Veränderung der Höhe des BIP um 1% mit einer Veränderung der FuE von weniger als 0,5% verbunden war. In den Vereinigten Staaten, Japan und Dänemark veränderten sich die FuE-Ausgaben fast im selben Verhältnis wie das BIP, während im oberen Bereich des Spektrums Schweden, Spanien, Polen, die Slowakische Republik und Ungarn Veränderungen der FuE-Ausgaben verzeichneten, die mehr als das Doppelte der BIP-Veränderungen betrugen.

Im vorigen Abschnitt wurde ausgeführt, dass sich das GERD-Wachstum 2008 im OECD-Raum – ebenso wie das Wachstum des BERD – verlangsamt hat, wobei aber zwischen den einzelnen Ländern erhebliche Unterschiede bestehen. So verwies beispielsweise Battelle in Übereinstimmung mit den bereits früher vorgelegten MSTI-Daten darauf, dass sich die FuE-Ausgaben 2008 in den Vereinigten Staaten trotz beginnender Rezession insofern auf ihrem Niveau hielten, als die Haushaltspläne bereits aufgestellt waren und die Konjunkturaussichten noch optimistisch stimmten. Im Vereinigten Königreich stellte das Department for Business Innovation and Skills (2010) fest, dass die FuE-Investitionen der 1 000 führenden britischen Unternehmen 2008 um 9,2% gestiegen waren, wobei die 46 ausgabenstärksten Unternehmen einen Anstieg der FuE-Investitionen von über 11% verzeichneten; in krassem Gegensatz hierzu steht jedoch im Vereinigten Königreich ein aus den MSTI-Daten ersichtlicher Rückgang der realen FuE-Gesamtinvestitionen der Unternehmen von -1,2%.

Die ersten Ländervergleichsdaten von 2009 legen den Schluss nahe, dass die Finanzkrise und der Wirtschaftsabschwung Auswirkungen auf die Innovationsausgaben der Unternehmen hatten. Bei einer im April 2009 durchgeführten Erhebung unter europäischen Unternehmen stellte sich heraus, dass bei den Unternehmen als Reaktion auf den Wirtschaftsabschwung die Wahrscheinlichkeit, sich für eine „defensive“ (die Innovationskosten senkende) anstatt für eine „offensive“ (die Innovationskosten erhöhende) Strategie entschieden zu haben, um

das Zwei- bis Dreifache höher ausfiel, wobei diesbezüglich aber erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern bestanden (Europäische Kommission, 2009a). Insgesamt hatten 22% der Unternehmen ihre Innovationsausgaben als eine direkte Folge des Wirtschaftsabschwungs in den vorangegangenen sechs Monaten gekürzt, wohingegen 9% ihr Innovationsbudget aufgestockt hatten. Mit Blick in die Zukunft gingen 28% der Unternehmen davon aus, dass ihre Innovationsausgaben 2009 unter dem Niveau von 2008 liegen würden; im Zeitraum 2006-2008 gaben nur 9% der Unternehmen an, dass dieses Budget schrumpfen würde. Den Unternehmen in Ländern, die im Hinblick auf die Innovationskapazität noch einen „Aufholprozess" durchlaufen, ging es in dieser Hinsicht besonders schlecht (Kasten 1.3). Auch eine Reihe führender US-Unternehmen, darunter Microsoft und IBM (im Sektor Software/IT/Internet), Intel, Motorola und Texas Instruments (im Sektor Elektronik/Computer-Hardware), Pfizer und Johnson&Johnson (im Sektor Biopharmazeutika) sowie Caterpillar und DuPont (im Sektor fortgeschrittene Technologie/Verarbeitendes Gewerbe) reduzierte in den ersten drei Quartalen 2009 ihre FuE-Ausgaben beträchtlich (Battelle und *R&D Magazine,* 2009). Auch die Daten der US-Wertpapieraufsichtsbehörde (Securities and Exchange Commission) zeigen eine Verringerung der FuE-Ausgaben im ersten Quartal 2009, aber einen leichten Anstieg im zweiten Quartal (OECD, 2009e, S. 24).

Schätzungen von Battelle und *R&D Magazine* (2009) ließen darauf schließen, dass das Investitionsvolumen 2009 weltweit (in jeweiligen US-$-KKP gemessen) insgesamt um fast 1% geringer ausfallen würde als 2008. Dieser Gesamtwert kaschiert erhebliche Unterschiede zwischen einzelnen Ländern. Für Asien wurde im Jahr 2009 von einem 3,7%igen Anstieg der FuE-Ausgaben ausgegangen (Indien +5% und China +20%); für die Vereinigten Staaten und andere Volkswirtschaften Amerikas, Japan und Europa wurde ein Rückgang von über 2%, 5,5% bzw. 4% geschätzt. Für den Anteil Asiens am weltweiten FuE-Ausgabenvolumen wurde ein Anstieg von 32% auf 33,5% erwartet, wobei der Anteil Chinas von 9,1% auf 11,1% und der Anteil Indiens leicht von 2,4% auf 2,5% zunehmen sollte. Zumindest was Europa betrifft, dürfte der Rückgang der Investitionen überwiegend durch die privaten Ausgaben induziert worden sein, wobei eine Erhebung unter den 27 EU-Mitgliedstaaten zeigt, dass 15 Länder ihr öffentliches FuE-Budget von 2008 bis 2009 aufgestockt haben, während es in sechs Ländern reduziert wurde (Mega, 2010). Von mehreren Staaten wurde die Rolle der EU-Strukturfonds bei der Aufrechterhaltung der öffentlichen FuE-Aktivitäten während der Krise hervorgehoben.

Die Finanzierung stellt während eines Wirtschaftsabschwungs im Hinblick auf die privaten FuE-Ausgaben einen gravierenden Engpass dar, und erste Belege lassen vermuten, dass dies auch bei der derzeitigen Rezession der Fall sein könnte. Eine im September 2009 veröffentlichte Erhebung unter innovativen Unternehmen in Deutschland ergab, dass 16% der befragten Unternehmen nicht in der Lage waren, finanzielle Unterstützung für ihre Innovationsvorhaben zu erhalten, während weitere 14% eine Verschlechterung der Bedingungen angaben, wobei die Schwierigkeiten für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gravierender waren als für größere Unternehmen (DIHK, 2009). 53% beurteilten ihren Zugang zu Fremdfinanzierungen jedoch als unverändert, und weitere 17% waren der Auffassung, er habe sich verbessert. Risikokapital kann für neue innovative Unternehmen eine wichtige Finanzierungsquelle sein. 2008 entfielen auf Unternehmen in den Vereinigten Staaten und im Vereinigten Königreich 58% der gesamten Risikokapitalinvestitionen der OECD-Länder, obwohl die Risikokapitalintensität in Finnland (0,24% des BIP) und Schweden (0,21% des BIP) am höchsten war[8]. Risikokapital reagiert in Rezessionsphasen besonders stark. Die Daten von 2008 und aus dem ersten Halbjahr 2009 für die Vereinigten Staaten ließen als Reaktion auf den Wirtschaftsabschwung bereits einen starken Rückgang erkennen (OECD, 2009e, S. 22). Jüngere Daten aus den Vereinigten Staaten zufolge erreichten die Dollar-

Kasten 1.3 **Innovation und die Krise – Eine erste Analyse auf Unternehmensebene**

Die Innobarometer-Erhebung 2009 wurde im April 2009 in den 27 EU-Mitgliedstaaten sowie in Norwegen und der Schweiz durchgeführt (Europäische Kommission, 2009a). Das Thema war „Strategic Trends in Innovation 2006-2008“, und die Erhebung enthielt eine Reihe von Fragen, die darauf abzielten, die zu Beginn des Wirtschaftsabschwungs beobachteten Effekte zu verstehen. Über 5 000 Unternehmen mit mindestens 20 Beschäftigten nahmen an der Erhebung teil, von denen 92% innovativ tätig waren.

Die Erhebung zeigte, dass 24% der Unternehmen, für die Innovationen eine Haupteinnahmequelle waren, eigenen Angaben zufolge in den vergangenen sechs Monaten einen Rückgang ihrer Innovationsausgaben verzeichneten; 20% der Unternehmen, für die Innovation eine wichtige Einnahmequelle darstellte, machten dieselbe Angabe. Bei Unternehmen in Ländern, die einen „Aufholprozess“ durchlaufen, war die Wahrscheinlichkeit einer Ausgabenkürzung höher, was denn auch auf 29% der Unternehmen dieser Länder zutraf, gegenüber 16% in Ländern, die als „Innovationsspitzenreiter“ gelten*. Insgesamt war die Wahrscheinlichkeit, sich als Reaktion auf den Wirtschaftsabschwung für eine „defensive“ (die Innovationskosten senkende) anstatt für eine „offensive“ (die Innovationskosten erhöhende) Strategie entschieden zu haben, bei den Unternehmen um das Zwei- bis Dreifache höher, wobei der Abstand aber geringer war, wenn die Unternehmen im Hoch- und Mittelhochtechnologiesektor, in wissensintensiven Dienstleistungssektoren oder in Ländern tätig sind, die im Bereich der Innovation als führend bzw. als Spitzenreiter gelten, oder wenn Innovationen für die Unternehmen eine bedeutende Einnahmequelle darstellten.

Kanerva und Hollanders (2009), die die 4 195 an der Erhebung teilnehmenden Unternehmen anhand von Mikrodaten analysierten, unterstrichen den Einfluss verschiedener Unternehmensmerkmale auf die Entscheidung, die Innovationsausgaben zu reduzieren. Insbesondere stellten die Autoren fest, dass bei Unternehmen in Sektoren mit mittlerer/hoher Innovationsintensität die Wahrscheinlichkeit, die Innovationsausgaben gesenkt zu haben (und entsprechenden Kürzungen zu planen), höher war als bei Unternehmen in anderen Sektoren. Auch bei Unternehmen mit mittlerer Innovationsintensität (dargestellt durch den für die Innovationstätigkeit aufgewendeten Umsatzanteil) war die Wahrscheinlichkeit einer Ausgabenreduzierung höher. Wie vielleicht nicht anders zu erwarten, war zudem bei Unternehmen, die ihre Ausgaben bereits vor der Krise zurückführten, die Wahrscheinlichkeit höher, dass sich dieses Muster fortsetzt. Bei Unternehmen in den „Aufholländern“ war die Wahrscheinlichkeit einer Ausgabenkürzung in den vergangenen sechs Monaten höher, wohingegen bei Unternehmen der Ländergruppe der „Innovation-Followers“ oder der Ländergruppe der „moderate innovators“ die Wahrscheinlichkeit künftiger Ausgabensenkungen höher war. Kanerva und Hollanders führten aus, dass diese Ergebnisse eine Verlangsamung oder sogar eine Kehrtwende des beobachteten Konvergenzprozesses im Hinblick auf die Innovationsleistung innerhalb der EU signalisieren könnten.

Bei Unternehmen, deren innovative Produkte und Dienstleistungen einen höheren Anteil am Umsatz ausmachten, war die Wahrscheinlichkeit höher, dass sie ihre Investitionen in Innovationsaktivitäten aufrechterhalten. Auch bei Unternehmen mit breiter angelegten Innovationsstrategien, insbesondere solchen, die den Nutzer mit einbeziehen, war die Wahrscheinlichkeit von Ausgabenkürzungen geringer als bei anderen Unternehmen. Für die Internationalisierung ergab sich ein uneinheitliches Bild; bei Unternehmen, die die Exportmärkte als ihre größte Innovationschance betrachteten, war die Wahrscheinlichkeit höher, dass sie ihre Innovationsausgaben in den letzten sechs Monaten gekürzt hatten, während künftige Reduzierungen weniger wahrscheinlich waren. Auf internationalen Märkten operierende Unternehmen erwarteten weniger oft Kürzungen ihrer Ausgaben für die Zukunft als Unternehmen, die nur auf dem Inlandsmarkt tätig waren. Keine überzeugenden Belege konnten für die These gefunden werden, dass der Innovations-Output von FuE-Aktivitäten weniger stark vom Wirtschaftsabschwung in Mitleidenschaft gezogen wurde als der von Nicht-FuE-Aktivitäten. Auch die Unternehmensgröße hatte keinen nennenswerten Effekt auf die tatsächlichen oder geplanten Innovationsausgaben, und dasselbe galt für die jeweilige Art der Innovation (Produkt, Prozess usw.).

* Der Europäische Innovationsanzeiger (EIS) stuft Bulgarien, Lettland, Litauen, Malta, Polen, Rumänien, die Slowakische Republik und Ungarn als „Aufholländer“ und Dänemark, Deutschland, Finnland, Schweden, die Schweiz und das Vereinigte Königreich als Spitzenreiter im Bereich Innovation ein.

Investitionen von Risikokapitalgebern im Jahr 2009 das niedrigste Niveau seit 1997, wobei der Rückgang gegenüber 2008 in Dollar 37% und in Bezug auf das Transaktionsvolumen 30% betrug (PricewaterhouseCoopers und National Venture Capital Association, 2010). Gegenüber einem Höchststand von 8 Mrd. US-$ im letzten Quartal 2007 sanken die Investitionen auf 3,3 Mrd. US-$ im ersten Quartal 2009. Mit Ausnahme des Bereichs Netzwerke und Ausrüstungen hatte jeder Wirtschaftssektor in diesem Jahr einen Rückgang in zweistelliger Höhe zu verbuchen, und es fand eine Umverteilung der Investitionen statt, wobei die Biotechnologie das höchste Investitionsvolumen verbuchte und damit die Bereiche Software sowie Energie und sonstige Industrieunternehmen überflügelte. Gleichwohl war im letzten Quartal 2009 ein Anstieg der Zahl der Erst- und Frühphasenfinanzierungsvereinbarungen zu beobachten, und in 11 von 17 Industriesektoren erhöhte sich das Finanzierungsvolumen. Die Investitionen erreichten in diesem Quartal etwas mehr als 5 Mrd. US-$, so dass die Autoren für 2010 von einer möglichen Aufwärtsbewegung ausgehen.

Blick in die Zukunft

In dem Maße, wie die Volkswirtschaften wieder zu wachsen beginnen, werden in der Folge voraussichtlich auch die FuE-Investitionen wieder steigen. Die jährliche Finanzierungsprognose von Battelle und *R&D Magazine* (2009) ließ für 2010 von einem Anstieg der weltweiten Gesamtinvestitionen (in jeweiligen US-$-KKP gemessen) von 4% ausgehen, wobei China und Indien das FuE-Wachstum Asiens auf 7,5% treiben, die Rate in den Vereinigten Staaten +3,2% beträgt und die europäischen Volkswirtschaften mit einem Zuwachs von 0,5% hinterherhinken. Einer in den EU-Ländern durchgeführten Erhebung zufolge beabsichtigten 16 Länder, ihre öffentlichen FuE-Investitionen 2010 zu erhöhen, während nur drei Länder von einer Verringerung ausgingen (Mega, 2010). Den Vorhersagen von Battelle zufolge sinken jedoch die Anteile der Vereinigten Staaten und anderer amerikanischer Volkswirtschaften, Japans und Europas im Zeitraum 2009-2010, während sich der Anteil Chinas auf 12,2% und der Indiens auf 2,9% des weltweiten Gesamtvolumens erhöht. Battelle interpretierte diese Vorhersagen für 2010 als die Fortsetzung eines seit 2005 beobachteten Trends, bei dem die amerikanischen Volkswirtschaften (die Vereinigten Staaten, Kanada, Mexiko, Brasilien und Argentinien) und die Europas bei den FuE-Ausgaben hinter Asien zurückfallen (wobei aber auch angemerkt wird, dass dies teilweise europäischen und amerikanischen Industrieunternehmen zuzuschreiben war).

Gleichzeitig besteht ganz offensichtlich Ungewissheit über den Grad der erwarteten Verbesserung. Battelle und dem *R&D Magazine* (2009) zufolge sind z.B. das Handelsbilanzdefizit, die Haushaltsdefizite der Bundesstaaten und deren für die FuE-Finanzierung unzureichenden Einnahmen ständige Risikofaktoren für die FuE-Investitionen in den Vereinigten Staaten. Die Unternehmen stimmten dieser Einschätzung zu: Bei einer Mitte bis Ende 2009 in den Vereinigten Staaten durchgeführten Unternehmensumfrage waren das Bundeshaushaltsdefizit, die weltweite Rezession, die Auslagerung der Produktion an Unternehmen im Ausland sowie die Volatilität der Aktienmärkte die am häufigsten genannten negativen Einflussfaktoren auf die kurzfristigen FuE-Ergebnisse in den Vereinigten Staaten (Battelle und *R&D Magazine*, 2009). Auf der positiven Seite herrschte die Auffassung vor, dass Faktoren wie die Verlängerung der FuE-Steuergutschriften, die globale Klimaänderung, die auf Bundesebene ergriffenen Maßnahmen in den Bereichen Wissenschaft und Technologie (WuT) sowie die amerikanischen Investitionen für die Bildung in den Bereichen Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und Mathematik (STEM) das Leistungspotenzial der FuE verbessern würden. Die fortbestehende Ungewissheit über die Zukunft schlägt sich auch in dem sich rasch verändernden Geschäftsklima nieder, wie es im McKinsey Global Survey zum Ausdruck kommt; der Prozentsatz der befragten Unternehmen, die ihre Absicht bekundeten,

in den nächsten 12 Monaten neue Produkte oder Dienstleistungen einzuführen, stieg von Februar 2010 bis April 2010 von 48% auf 57% und ging dann im Juni auf 51% zurück, was aus der zunehmenden Besorgnis über die Verbrauchernachfrage und die konjunkturellen Schwankungen zu erklären ist (McKinsey and Company, 2010a, 2010b).

In gewissem Maße dürfte das künftige FuE-Wachstum seinem vor der Finanzkrise und der Rezession geläufigen Muster folgen. Eine Analyse des Sektors „saubere Technologien" in den Vereinigten Staaten legte z.B. den Schluss nahe, dass trotz eines Rückgangs der Risikokapitalfinanzierungen von 84% Anfang 2009 (in erster Linie unter dem Einfluss eines Zusammenbruchs der Finanzierung von Solarenergieunternehmen) die Fundamentaldaten für das Wachstum dieses Sektors robust blieben (PricewaterhouseCoopers, 2009). Im Rahmen der Analyse wurde die Auffassung vertreten, dass die öffentlichen und privaten Initiativen zur Reduzierung des Energieverbrauchs, der Abhängigkeit von ausländischen Öllieferungen und der Treibhausgasemissionen besonders den Unternehmen zugute kommen würden, die sich schwerpunktmäßig auf Energieeffizienz und intelligenten Stromnetzen (Smart Grids) konzentrieren. Eine von der OECD durchgeführte Analyse (2009e, S. 55-73) der Zitierungen wissenschaftlicher Artikel wies auf eine Reihe in den letzten Jahren besonders aktiver Forschungsgebiete hin; auf Grund des längerfristigen Charakters einiger wissenschaftlicher Arbeiten dürfte davon auszugehen sein, dass diese Bereiche in naher Zukunft weiterhin einen hohen Stellenwert haben werden. In den Umweltwissenschaften gehörten zu diesen aktiven Forschungsgebieten der Klimawandel, Luftschadstoffe und chemische Noxen sowie die biologische Vielfalt, und bei den Biowissenschaften waren Gehirnforschung, Genomforschung, regenerative Medizin und pflanzenwissenschaftliche Forschung besonders dynamische Bereiche. In der Nanotechnologie standen die Forschungsbereiche Chemische Synthese, Superkonduktivität, Quantenrechnung und Nanomaterialien sowie Nanogeräte im Vordergrund, wobei die Nanotechnologie-Patentanmeldungen im Bereich der Nanomaterialien und elektronischen und optoelektronischen Geräte von 1999-2001 bis 2004-2006 besonders stark expandierten. Die Prognosen von Battelle und *R&D Magazine* gingen von einem starken FuE-Wachstum in den Vereinigten Staaten aus, das getragen wird von globalisierungsbedingtem anhaltendem Wettbewerbsdruck und Fortschritten in einer Reihe sich überschneidender Technologiebereiche sowie bei Werkstoffen und Verfahren, darunter alternative Energietechnologien, Biotechnologie, Infrastrukturverbesserungen, Verkehr, die sich beschleunigende Entwicklung in der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT), medizinische Geräte und Verfahren, Nachhaltigkeit, Landwirtschaft und die Auswirkungen des Klimawandels.

Die staatlichen Mittelzuweisungen sowie die jüngsten Finanzierungstrends bei den Unternehmen geben manche Hinweise auf die Ziele künftiger Ausgabenpläne. So kündigte z.B. die britische Regierung im Februar 2010 an, dass 200 Mio. £ aus dem UK Innovation Investment Fund zu Gunsten von Unternehmen mit Spezialisierung in Biowissenschaften, Digitaltechnologien und modernen Fertigungsverfahren eingesetzt würden, nachdem bereits 125 Mio. £ in die Sektoren CO_2-arme und saubere Technologien investiert wurden. In Australien kofinanziert die Regierung einen Green Car Innovation Fund (vgl. Kapitel 2 wegen weiterer Beispiele). Battelle und dem *R&D Magazine* (2009) zufolge werden in den US-Forschungslabors in den nächsten fünf bis sieben Jahren die Bereiche Stammzellen, personalisierte Medizin und Nanotechnologie weiter finanziell unterstützt werden und Impulse für eine Erhöhung der für die Forschung bereitgestellten Mittel liefern. Die Verfasser stellten fest, dass nach der Aufhebung von Beschränkungen im Dezember 2009 die Erforschung von 13 Stammzellenarten menschlicher Embryos zugelassen wurde, weitere 96 werden zurzeit geprüft und dürften 2010 für Forschungszwecke freigegeben werden. Die von Hochschulen geleistete Erforschung des menschlichen Genoms wird inzwischen von

Unternehmen der Pharmabranche und Diagnostik aufgenommen, und die Nanotechnologie-Forschung ist für zahlreiche Industriezweige ein vielversprechender Bereich. Die Daten zu Risikokapitalfinanzierungen im Bereich der Lebenswissenschaften (der die Sektoren Biotechnologie und medizinische Geräte und Ausrüstungen umfasst) zeigten denn auch, dass der Finanzierungsrückgang dort 2009 geringer war, als im Durchschnitt aller Sektoren, und es wurde die Auffassung vertreten, dass die Wachstumsperspektiven des Sektors 2010 und darüber hinaus eine Belebung der Finanzierungsaktivität induzieren werden (PricewaterhouseCoopers, 2010).

Welche neu aufkommenden Trends sollten die Regierungen u.U. bei ihren FuE-Plänen berücksichtigen, wenn der Blick weiter in die Zukunft gerichtet wird? Bei Untersuchungen über künftige Orientierungen der STI-Politik verwies Daheim (2009) auf eine Reihe von „Megatrends", von denen Impulse auf neue Märkte und Innovationen ausgehen dürften und die wahrscheinlich die Art und Weise verändern werden, in der Menschen miteinander kommunizieren, arbeiten und leben. Wie nicht anders zu erwarten, standen bei dieser Analyse Fragen des Klimawandels, der Ressourcenknappheit und der Suche nach sauberen und effizienten Energieträgern im Vordergrund. Daheim betonte aber auch den demografischen Wandel und die Verstädterung, wobei die Bevölkerungsalterung in den in ihrer Entwicklung weiter fortgeschrittenen Volkswirtschaften potenziell für eine Zunahme der Migration sorgt und die starke Ausweitung der Megastädte in den aufstrebenden Marktwirtschaften nach neuen Infrastrukturlösungen verlangt. Angesprochen wurden auch der Globalisierungsprozess auf soziokultureller Ebene und Fragen zu den ethischen Grenzen der Innovation infolge der fortschreitenden Technologiekonvergenz. Diese Megatrends stellen die politischen Entscheidungsträger vor die Herausforderung, Überlegungen über den erwünschten Entwicklungspfad anzustellen und geeignete Politiken zu konzipieren. Unter den weiteren Trends ist die Tatsache zu nennen, dass die andauernde Zunahme der Zahl der Verbraucher in Emerging Markets die Unternehmen nicht nur dazu zwingt, ihre Produkte unterschiedlichen Präferenzen und budgetären Gegebenheiten anzupassen, sondern auch dazu, Wege zu finden, um Produkte zu entwickeln, die ganz spezifisch auf die Bedürfnisse der aufstrebenden Märkte zugeschnitten sind, und diese zudem auf eine neue Art und Weise vermarkten (*The Economist*, 2010). Die Ergebnisse dieser „sparsamen Innovation" (frugal innovation) können auch für die Industrieländer nutzbringend sein (ein in *The Economist* zitiertes Beispiel ist ein besseres Preis-Leistungs-Verhältnis der Gesundheitsversorgung), so dass es umso wichtiger ist, zu gewährleisten, dass die politischen Weichenstellungen einen in beide Richtungen fließenden grenzüberschreitenden Wissensstrom und das Experimentieren mit neuen Ideen ermöglichen, die von den aufstrebenden Marktwirtschaften ausgehen.

Informationen über spezifische neu aufkommende Technologien können auch für Regierungen von Nutzen sein, die die Schwerpunkte ihrer Forschungsfinanzierung besser auszurichten suchen. So war z.B. das National Science Board (2010a) der Auffassung, dass die US-Forschungsbehörden, um in Wissenschaft und Technologie (WuT) ihre weltweite Spitzenposition zu halten, eine angemessene Förderung der „transformativen Forschung" gewährleisten müssen, die durch die Anwendung radikal unterschiedlicher Ansätze oder Interpretationen revolutionäre Fortschritte erzielt und zu neuen Paradigmen oder wissenschaftlichen Gebieten führt. Es ist jedoch schwer, solche Technologien zu identifizieren. Im Rahmen von Foresight-Aktivitäten werden neu entstehende Forschungsbereiche aufgezeigt und Prognosen darüber aufgestellt, wann bestimmte Technologien oder Neuerungen den Markt erreichen könnten (Kasten 1.4). Eine solche zukunftsorientierte Technologieanalyse (die u.U. auch Technologieprognosen und -bewertungen einschließt) kann ein nützliches Instrument sein, um Informationen für die Politikgestaltung zu

Kasten 1.4 **Neue Bereiche in Wissenschaft, Technologie und Innovation**

Es ist nicht leicht vorherzusagen, in welchen Bereichen von Wissenschaft, Technologie und Innovation es zu den nächsten bahnbrechenden Erkenntnissen kommen wird. Foresight-Aktivitäten wollen einen Vorgeschmack auf das neu entstehende Umfeld geben und können die Richtung erkennen lassen, in die die Veränderungen gehen. Die folgende Zusammenstellung von Konzepten stammt aus einer Reihe zukunftsorientierter Analysen und soll beispielhaft zeigen, was der Bereich Wissenschaft und Technologie in Kürze hervorbringen könnte.

Biotechnologie in den Bereichen Landwirtschaft und Naturressourcen: Arundel und Sawaya (2009) gehen davon aus, dass für eine Reihe von Kulturpflanzen bis 2015 mehrere neuartige pflanzenbaulich relevante Eigenschaften und Produktqualitätsmerkmale (z.B. Stresstoleranz) auf dem Markt verfügbar sein werden. Nahezu alle Arten wichtiger Agrarmarktprodukte (z.B. Baumwolle und Weizen) dürften unter Rückgriff auf markergestützte Selektion (marker-assisted selection oder MAS, eine Biotechnologie ohne Genveränderung, ngv, d.h. nicht genverändert) entwickelt werden, und es werden auch gv-Arten (genveränderte Arten) von Gerste, Erdnüssen, Erbsen und Zuckerrohr angeboten werden. Die Viehzucht für die Milch- und Fleischproduktion wird weiter durch ngv-Techniken verbessert werden, insbesondere durch die Anwendung von MAS im Rahmen von Zuchtprogrammen. In den Nicht-OECD-Ländern könnte bis 2015 das Klonen von Tieren für die Fleischproduktion beginnen. Für die künftige Richtung biotechnologischer Anwendungen ist die Haltung der Öffentlichkeit extrem wichtig, und ihr Widerstand könnte dazu führen, dass die Unternehmen ihre Investitionen im gv-Bereich auf Futtermittel und industriell erzeugtes Viehfutter sowie Pflanzen wie z.B. Bäume und Gräser begrenzen. In einer anderen Studie wurde ausgeführt, dass sich „Biotech-Agrarprodukte" insofern weltweit weiter durchsetzen werden, als der Verbreitung von Biotech-Reis als Kulturpflanze eine Katalysatorrolle zukommt, weil Reis für die Hälfte der Weltbevölkerung, insbesondere für viele arme Menschen, ein Grundnahrungsmittel ist (James, 2009). Auch von der Einfügung des Merkmals Dürretoleranz werden starke Impulse ausgehen (da auf die Landwirtschaft 70% der weltweiten Süßwasserentnahme entfallen). Zurzeit werden mehrere Reisarten entwickelt, und dürreresistenter Mais soll in den Vereinigten Staaten 2012 und in Subsahara-Afrika 2017 zum Einsatz kommen. In einem Ausblick bis 2030 prognostizierte die OECD (2009f) eine hohe Wahrscheinlichkeit verstärkter Diagnostik an Zuchtvieh, Fischen und Schalentieren zur Feststellung genetischer Merkmale und Krankheiten sowie eine Zunahme der Zahl von gv-Arten der wichtigsten Kulturpflanzen und Bäume mit dem Ziel, die Erträge der industriellen Be- und Verarbeitung zu erhöhen.

Biotechnologie im Bereich der menschlichen Gesundheit: Arundel et al. (2009) gehen davon aus, dass die Biotechnologie bis 2015 für die Entdeckung, Entwicklung, Herstellung und/oder Verordnung fast aller neuen Medikamente genutzt werden wird. Auch wenn es keine Befunde dafür gibt, dass das Angebot biotechnologischer Arzneimittel sofort steigen wird, zeigen Evaluierungen, dass biotechnologische Pharmazeutika einen höheren therapeutischen Wert haben als andere Pharmazeutika. Experimentelle (z.B. zell- und gewebetechnische) Behandlungsverfahren sind in großem Maßstab in der Entwicklung, wohingegen der Einsatz der Biotechnologie im Bereich der funktionellen Nahrungsmittel und Nutrazeutika weiter auf ein Minimum beschränkt bleiben wird. Die Gesundheitsversorgung wird sich durch die Weiterentwicklung der prädikativen und präventiven Medizin verbessern, die sich auf die kontinuierliche Schaffung und Pflege von Bevölkerungs- und Gesundheitsdatenbanken stützt. Wichtig ist jedoch, dass es für eine uneingeschränkte Nutzung der Vorteile entsprechender Informationen darauf ankommen wird, Änderungen des Gesundheitssystems und der Politiken in diesem Bereich vorzunehmen. Der OECD (2009f) zufolge dürften bis 2030 Vorsorgeuntersuchungen zur Feststellung genetischer Risikofaktoren für häufig auftretende Krankheiten, deren Ursache die genetischen Anlagen sind, auf breiter Basis durchgeführt werden, während gleichzeitig dank der Verknüpfung von Biotechnologie und Nanotechnologie bessere Systeme für die Verabreichung von Arzneimitteln zur Verfügung stehen werden.

Die „universell einsetzbare" Nanotechnologie: Die Nanotechnologie kann zur nächsten Universaltechnologie werden, da sie sich in rasantem Tempo entwickelt, gegenüber den existierenden Technologien erhebliches Verbesserungspotenzial besitzt, in zahlreichen Bereichen

....

....

und Industriezweigen eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten hat, und zur Entstehung einer ganzen Reihe komplementärer Technologien und Innovationen führt, von deren Entwicklung sie zugleich abhängig ist (Palmberg et al., 2009). Battelle und dem Foresight Nanotech Institute (2007) zufolge besteht die langfristige Vision der Nanotechnologen in der Herstellung einer breiten Palette von Werkstoffen und Produkten von atomarer Präzision. Dies könnte für Hochleistungstechnologien jeder Art Verbesserungen bringen und zugleich die Beherrschung neuer Aufgaben im Bereich der Nano-Präzisionsfertigung ermöglichen. Nanosysteme und -fertigungsprozesse von atomarer Präzision haben ein breites Spektrum von Anwendungsmöglichkeiten, so z.B. im Fall zielgerichtet eingesetzter Wirkstoffe für die Krebsbehandlung, „intelligenter" Werkstoffe und effizienter Hochtemperatur-Brennstoffzellen. Erste Anwendungen der Nanotechnologie werden voraussichtlich Sensoren, DV-Geräte, Katalysatoren und therapeutische Wirkstoffe betreffen, und 10-20 Jahre später könnten die potenziellen Einsatzbereiche auch künstliche Organsysteme und die Entfernung von Treibhausgasen aus der Erdatmosphäre umfassen.

Sicherheitstechnologien: Aus den Analysen der SigmaScan-Arbeiten des britischen Horizon Scanning Centre geht hervor, dass der Technologie in den Bereichen Verhütung und Erkennung von Sicherheitsbedrohungen und Maßnahmen zu ihrer Abwehr eine Schlüsselposition zukommen wird. So könnten eine Verbesserung der Biometrik und eine neue Scannertechnologie beispielsweise die Erkennung potenzieller Sicherheitsrisiken ermöglichen, die Computer-Forensik könnte dazu beitragen, Sicherheitslücken zu rekonstruieren, Systeme selbst-adaptiver Software könnten die Widerstandsfähigkeit gegenüber IT-Angriffen erhöhen, und virtuelle Sachverhalte könnten dazu genutzt werden, das Sicherheitspersonal anhand der Simulation menschlichen Verhaltens in einem wirklichkeitsnahen Umfeld auszubilden (SigmaScan, 2009). Zugleich führt Technologie aber auch zum Entstehen von Sicherheitsrisiken; Standardisierung und Interoperabilität können in Verbindung mit drahtlos gesteuerten Handgeräten den Aktionsradius von Sicherheitsrisiken aller Art erhöhen, und das Modell des Cloud Computing wirft Fragen der Kontrolle und Verantwortlichkeit im Hinblick auf Privatsphäre und Sicherheit auf. Eine stärkere Einbeziehung des „Faktors Mensch" ist für die Gewährleistung der Sicherheit unerlässlich; neben allgemeinen menschlichen Faktoren wie Nachlässigkeit, Bosheit und Ermüdung, die die Sicherheit gefährden können, führt die erhöhte Mobilität zwischen Organisationen und Ländern dazu, dass es mehr Menschen gibt, deren Loyalität gespalten ist. Aus den Analysen ergibt sich jedoch, dass infolge der stärkeren Nutzung verhaltens- und personenbezogener Daten der Einsatz zukünftiger technologiebasierter Lösungen für Sicherheitsanforderungen einer Gratwanderung zwischen einer wirksamen Durchsetzung von Sicherheitsvorkehrungen und der Wahrung des Vertrauens der Bürger und des Schutzes personenbezogener Daten entsprechen wird. Es stehen zwar komplexe und ausgeklügelte Technologien für die Vorhersage und Erkennung von Gefahren sowie für den Entscheidungsprozess zur Verfügung, doch wird der Mensch weiterhin die Verantwortung für folgenreiche Entscheidungen übernehmen müssen. SigmaScan prognostizierte für die nächsten drei bis zehn Jahre, dass der Einsatz der IT-gestützten Beobachtung des Verhaltens von Beschäftigten und die Errichtung autonomer Sensornetze mit sicherheitszentrierten Fähigkeiten die Norm sein werden. Ebenfalls vorhergesagt wurde von SigmaScan die Zunahme von „Lockvögeln" in Netzwerken und „Ködern" in elektronischen Dokumenten.

„Zukunftsmusik": TechCast (2009) hob eine Auswahl von acht bahnbrechenden Innovationen hervor, die in den nächsten 15 Jahren umgesetzt werden könnten, vom Weltraumtourismus bis hin zu einem Heilmittel gegen Krebs. Den entsprechenden Prognosen zufolge wird es bis 2014 intelligente Fahrzeuge geben, die selbst fahren, navigieren, Autobahngebühren zahlen und einparken, und könnte bis 2015 die Telemedizin (hierzu gehören z.B. elektronische Patientenakten, rechnergestützte Diagnostik und Telechirurgie) entstehen. Über diesen Zeithorizont hinaus prognostizierte TeleCast, dass bis 2020 (plus/minus neun Jahre) die Kraft von Gedanken als Steuerungsmechanismus genutzt werden könnte (z.B. für Gerätebetrieb, Zugang zu Bankkonten oder Gebäuden) und um lautlose Gespräche zu führen. Alternative Energieträger könnten bis 2022 30% des weltweiten Energiebedarfs decken, und intelligente Roboter könnten etwa im selben Zeitraum zu einer Alltagserscheinung geworden sein.

liefern, eine stärkere Mitwirkung bei der Entscheidungsfindung zu erreichen und die Politikformulierung zu unterstützen (Haegeman et al., 2010). Besonders breit angelegte Sondierungen (oder „horizon scans"), bei denen systematisch künftige potenzielle Probleme, Risiken, Chancen und mögliche künftige Entwicklungen untersucht werden, können die Foresight-Aktivitäten insofern ergänzen, als sie einen Blick auf die einzelnen Politikbereiche und Forschungsfelder werfen und einschlägige Beziehungen und Verbindungen aufzeigen. Van Rij (2010) wies beispielsweise darauf hin, dass solche Sondierungen eine nützliche Rolle bei der Aufstellung von Forschungsprogrammen spielen können und in einigen Ländern dazu genutzt werden, das Schwergewicht bei der Politikgestaltung mehr in Richtung einer stärkeren Zukunftsorientierung zu verlagern. Bei Foresight- und ähnlichen Aktivitäten bedarf es jedoch u.U. einer noch besseren Abstimmung auf die Erfordernisse der politischen Entscheidungsträger. Um den Effekt der Foresight-Aktivitäten auf die Regierungspolitik zu verstärken, sollten sie einen klaren Bezug zur aktuellen Politikagenda haben, das Wissen höherrangiger Politikverantwortlicher nutzen und Verbindungen zu Akteuren des privaten Sektors herstellen (Haegeman et al., 2010; Calof und Smith, 2010).

Humanressourcen sind zentrale FuE- und Innovations-Inputs

FuE und Innovationen setzen nahezu in jeder Hinsicht den Einsatz qualifizierten Personals voraus. Die im weiteren Sinne definierte Gruppe der wissenschaftlich-technischen Berufe, die im wesentlichen Personen mit Hochschul- oder Postsekundarabschluss und/oder bereits im Berufsleben aktive Wissenschaftler und Techniker erfasst, spielt bei der Gewinnung neuer Kenntnisse durch Grundlagen- und angewandte Forschung, der Entwicklung, Installation und Verbesserung neuer Werkstoffe, Produkte und Geräte, der Konzeption, technischen Umsetzung und Modernisierung von Produktionsverfahren, der Durchführung von Tests und Sammlung von Daten, Patent- und Lizenzanträgen, der Anpassung und dem Einsatz von Technologien am Arbeitsplatz und noch vielem mehr eine zentrale Rolle. Zur Ausübung dieser Aktivitäten sind zahlreiche und vielfältige Kompetenzen notwendig, die von detailliertem akademischem Wissen in bestimmten Wissenschaftsbereichen bis hin zu praktischen, technischen Fertigkeiten sowie Managementqualifikationen und Fähigkeit zur Teamarbeit reichen. Angesichts des Platzes, den innovative Aktivitäten in allen Bereichen der Wirtschaft auf technischer wie auch nichttechnischer Ebene mittlerweile eingenommen haben, ist es zugleich auch klar, dass alle Arbeitskräfte, selbst wenn sie nicht direkt im Bereich FuE und Innovationen tätig sind, zumindest über Grundqualifikationen verfügen müssen, um mit neuen Technologien, Techniken und Arbeitsmethoden umgehen zu können und die Voraussetzungen dafür zu erfüllen, dass Innovationen an ihrem Arbeitsplatz erfolgreich umgesetzt werden.

Im Hinblick auf die FuE-Investitionen decken die derzeit verfügbaren Daten zu WuT-Berufen den Zeitraum der jüngsten Finanzkrise und des Wirtschaftsabschwungs nicht vollständig ab. Dieser Abschnitt bietet einen Überblick über das verfügbare Datenmaterial zu tertiären Bildungsabschlüssen, Mobilität der Studierenden, Trends bei den Forschenden und Fortbildungsaktivitäten, wobei der betrachtete Zeithorizont generell bis 2007 oder 2008 reicht. Kasten 1.5 beleuchtet jüngste allgemeine Entwicklungen am Arbeitsmarkt und hält einige Trends fest, die für die Auswirkungen des Abschwungs auf die WuT-Berufe relevant sind.

Die Zahl der Personen mit Tertiärabschluss ist weiter gestiegen. Dies ist z.T. durch das Bevölkerungswachstum bedingt, größtenteils aber auf die höheren Abschlussquoten zurückzuführen, wobei der Anteil der Personen mit Tertiärabschluss im Zeitverlauf steigt. Zwischen 1998 und 2006 erreichte der jährliche Anstieg der Zahl der Personen

Kasten 1.5 **Auswirkungen des Abschwungs auf den Arbeitsmarkt**

Von Ende 2007 bis Ende 2009 stieg die Arbeitslosenquote im OECD-Raum um nahezu 3 Prozentpunkte, was bedeutet, dass weitere 17 Millionen Menschen ihren Arbeitsplatz verloren und der Abschwung mit den tiefsten Rezessionen der Nachkriegszeit vergleichbar wurde. Jedoch haben die Analysen für den *OECD-Beschäftigungsausblick* ergeben, dass der Anstieg der Arbeitslosigkeit in den einzelnen Ländern erheblich variierte, so dass beispielsweise Dänemark, Island, Irland, Neuseeland, die Slowakische Republik, Spanien und die Vereinigten Staaten sehr viel stärkere Zunahmen verzeichneten als Belgien, Norwegen und Polen. Bestimmte Bevölkerungsgruppen waren auch stärker betroffen als andere, wobei Zeitarbeitskräfte, junge Menschen sowie Arbeitskräfte in Bauwesen, Verarbeitendem Gewerbe und Bergbau sowie Männer generell unverhältnismäßig starke Arbeitsplatzverluste erlitten. Demgegenüber konnten hochqualifizierte Kräfte zwischen dem vierten Quartal 2008 und dem vierten Quartal 2009 einen Anstieg der Beschäftigung verbuchen und sind Schwankungen im Konjunkturzyklus gegenüber generell weniger anfällig. Der Anstieg der Arbeitslosigkeit wird die Größenordnung des Arbeitskräfteüberhangs wahrscheinlich zu niedrig ausweisen, zumal aus den Daten hervorgeht, dass viele Arbeitskräfte angesichts der schlechten Beschäftigungsaussichten aus dem Erwerbsleben ausgeschieden sind, während andere weniger Stunden arbeiten als gewünscht. Schätzungen zufolge lag die Beschäftigungslücke (d.h. der Bedarf an Beschäftigung zur Erreichung des vor der Rezession vorhandenen Beschäftigungsniveaus unter der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter) Ende 2009 bei über 17 Millionen Arbeitsplätzen.

Da der Produktionsschock in den Volkswirtschaften verhältnismäßig synchron verlief, lassen sich die Unterschiede zwischen den Ländern im Hinblick auf die Veränderungen der Arbeitslosigkeit nicht durch das Ausmaß der Rezession in den einzelnen Ländern erklären. Vielmehr scheinen Unterschiede in der Art und Weise, wie die Anpassungen der Arbeitsnachfrage vorgenommen wurden, für einen Großteil der Diskrepanzen verantwortlich zu sein. Besonders hervorzuheben ist, dass einige Länder ihre Beschäftigungsniveaus anpassten (z.B. über Einstellungen und Entlassungen), während andere die Anpassungen über eine Regulierung der geleisteten Arbeitsstunden vornahmen (als „Arbeitskräftehortung" bekanntes Verfahren). Insgesamt spielen Unterschiede in der Zusammensetzung und erwarteten Dauer des Schocks ebenso wie die Arbeitsmarktpolitiken und -institutionen eine wichtige Rolle, wenn es darum geht, zu bestimmen, ob und in welchem Ausmaß Beschäftigungsniveau und geleistete Arbeitsstunden als Reaktion auf Konjunkturabschwünge angepasst werden. Erwähnenswert ist im Zusammenhang mit diesem Kapitel, dass die Hochtechnologiebranchen im Verarbeitenden Gewerbe und die wissensintensiven Zweige des Dienstleistungssektors ebenso wie Unternehmen, die höher qualifiziertes Personal beschäftigen, eher zur Arbeitskräftehortung neigten. Zurückzuführen ist dies möglicherweise darauf, dass Arbeitskräfte in diesen Unternehmen generell höher qualifiziert sind, ein bedeutendes Niveau an firmenspezifischem Humankapital aufweisen und unbefristet beschäftigt sind. Allerdings ist noch ungeklärt, ob die Arbeitskräftehortung bei der Erholung des Arbeitsmarkts und Vermeidung einer neuen Form von struktureller Arbeitslosigkeit eine Rolle spielen wird. Zwar kann die Arbeitskräftehortung mit einem geringeren Anstieg der Arbeitslosigkeit assoziiert werden, doch wird sie auch mit einer sinkenden Arbeitsproduktivität in Verbindung gebracht und kann zur Verfestigung der Arbeitsmarktsegmentierung beitragen.

Das Ausmaß, in dem sich der drastische Anstieg der Arbeitslosigkeit in Phasen des konjunkturellen Abschwungs in einer Entwertung von Humankapital niederschlägt, dürfte davon abhängen, wie rasch die Arbeitslosen erneut eine Beschäftigung finden und welche Chancen ihnen geboten werden, ihre Qualifikationen durch Aus- und Weiterbildungen zu behalten oder zu verbessern. Die bisherigen Erfahrungen legen den Schluss nahe, dass ein im Verhältnis zur gesamtwirtschaftlichen Produktion drastischer Rückgang der Beschäftigung in Rezessionsphasen nicht unbedingt durch einen beschäftigungswirksamen Aufschwung aufgewogen wird. Karkkainen (2010) zeigte indessen auf, dass Interesse und Teilnahme an öffentlichen Bildungsangeboten in Phasen steigender Arbeitslosigkeit und Beschäftigungsunsicherheit insbesondere in der Erwachsenenbevölkerung zunehmen, wenngleich die Ausgaben der privaten Haushalte und Unternehmen für Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen in einigen Ländern rückläufig sind. Der Gesamteffekt all dieser Faktoren wird erst mit der Zeit zu Tage treten und dürfte auch dann wiederum von Land zu Land unterschiedlich ausfallen.

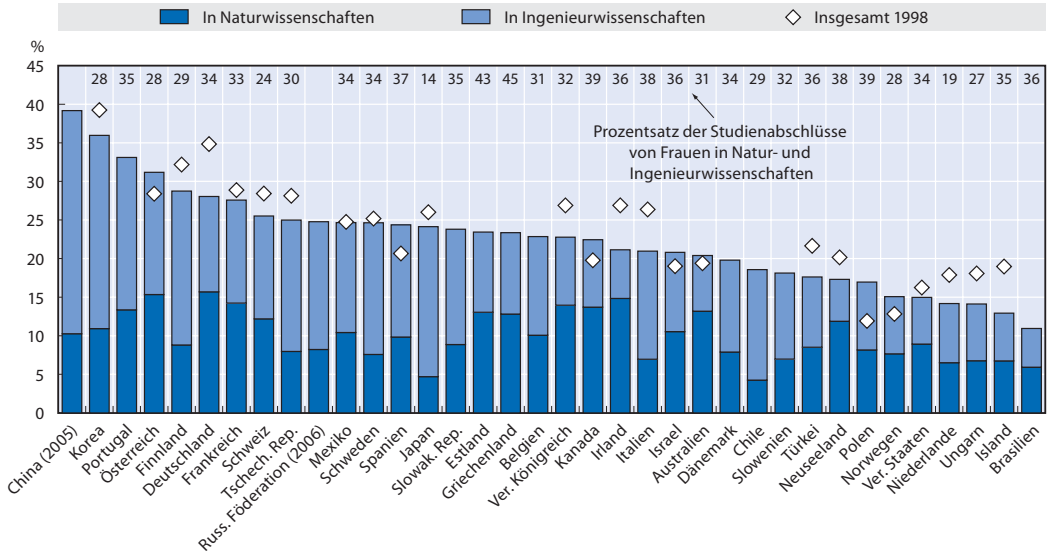
Quelle: Beitrag basiert weitgehend auf dem *OECD-Beschäftigungsausblick* (2010e).

mit Tertiärabschluss im OECD-Raum insgesamt im Durchschnitt über 4% und betrug in Irland, Polen, Portugal, Spanien und der Türkei über 7% (OECD, 2009g, S.26). Der Anteil der Studierenden mit Tertiärabschluss (Tertiärbereich A und weiterführende forschungsorientierte Studien[9]) unter den jungen Erwachsenen zwischen 25 und 34 Jahren erreichte 2008 im Durchschnitt der OECD-Länder 27%, obgleich zwischen den Ländern große Unterschiede bestanden (OECD, 2010f). In dieser Altersgruppe erzielten im Durchschnitt 35% einen Abschluss im Tertiärbereich (A und B sowie fortgeschrittene, forschungsorientierte Studiengänge). In den OECD-Ländern wiesen Norwegen und die Niederlande, gefolgt von Dänemark und Korea, unter jungen Erwachsenen den größten Prozentsatz an Abschlüssen im Tertiärbereich A auf (35-44% der Kohorte), Österreich hingegen den niedrigsten (13%). Die OECD-Partnerländer zeigten ein ähnliches Spektrum, wobei die Russische Föderation in dieser Alterskohorte eine Hochschulabschlussquote von 21% erzielte, Brasilien hingegen von 11%. So ist nach wie vor großer Spielraum für eine Ausweitung der Kompetenzbasis der OECD- und Nichtmitgliedsländer über eine Erhöhung des Anteils der Personen mit Tertiärabschluss vorhanden.

Zahlreiche Studierende sind international mobil und bilden eine starke Basis für spätere länderübergreifende Migrationsströme von Forschern und Wissen. Im Jahr 2008 waren über 3,3 Millionen Studierende im Tertiärbereich außerhalb des Landes ihrer Staatsangehörigkeit (des Herkunftslandes) eingeschrieben, wobei Frankreich, Deutschland, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten den größten Anteil an ausländischen Studierenden aufnahmen (43% ihrer Gesamtzahl) (OECD, 2010f). Der Zustrom ausländischer Studierender wird vor allem unter dem Einfluss der kontinuierlichen weltweiten Expansion der Hochschulbildung, der Investitionen von Bildungseinrichtungen und staatlichen Stellen zur Förderung der Mobilität, der zunehmenden Berücksichtigung der Kriterien und Möglichkeiten des „Studierens im Ausland" in den Studiengängen der Bildungseinrichtungen (insbesondere prestigeträchtiger Einrichtungen), der laufenden Erleichterung der Freizügigkeit und Kommunikation auf internationaler Ebene sowie der möglichen finanziellen Vorteile einer Phase der Mobilität in Zukunft wahrscheinlich noch steigen (Vincent-Lancrin, 2009). Aus dem 2010 Council of Graduate Schools Admissions Survey (CGS, 2010) geht hervor, dass die Zahl der Aufnahmeanträge ausländischer Studienkandidaten an US-amerikanischen Graduiertenschulen weiter zunimmt und 2010 gegenüber dem Vorjahr um 7% gestiegen ist. Auriol (2010) stellte anhand länderübergreifender Daten zu Promotionsabsolventen fest, dass diese Gruppe eine stärkere Mobilität aufweist als andere Absolventen des Tertiärbereichs und die Mobilität unter jüngeren Kohorten insgesamt höher ist, ein weiterer Hinweis darauf, dass die Mobilität immer weiter zunimmt. Im Rahmen des OECD-Projekts *Careers for Doctorate Holders* (CDH – Projekt für promovierte Wissenschaftler) erhobenen Daten zufolge hat ein Großteil der Promovierten entweder vor oder während des Doktorandenstudiums oder zu einem späteren Zeitpunkt ihres Berufslebens im Ausland gelebt. In den europäischen Ländern, für die Daten verfügbar sind, waren 15-30% der Promovierten, die Bürger des Berichtslands waren, in den vorangegangenen zehn Jahren im Ausland; noch höher waren die Zahlen unter Wissenschaftlern, die ihr Studium zwischen 1990 und 2006 abgeschlossen hatten. Angesichts der Tatsache, dass diese Daten auf Antworten von Rückkehrern fußen, weisen sie die Gesamtmobilität wahrscheinlich zu niedrig aus, da sich einige der mobilen Promovierten nach wie vor im Ausland befinden.

Während Hochschulabsolventen aller akademischen Disziplinen vor allem im Bereich der nichttechnischen Innovationen einen Beitrag zu innovativen Projekten leisten können, können Fachkräfte im Bereich Naturwissenschaften und Ingenieurwesen für Unternehmen, öffentliche Forschungseinrichtungen und Hochschulen, die Forschung und Entwicklung betreiben sowie technologiebezogene innovative Aktivitäten durchführen, eine wichtige

Abbildung 1.9 **Zahl der Studienabschlüsse in Natur- und Ingenieurwissenschaften als Prozentsatz aller im Jahr 2007 erworbenen Tertiärabschlüsse**



Anmerkung: Die Daten umfassen Studiengänge im Tertiärbereich A und weiterführende Forschungsprogramme (ISCED 5A und 6). Eine Aufschlüsselung nach Geschlechtern steht für China und die Russische Föderation nicht zur Verfügung. Für Brasilien sind die ISCED-5B-Programme inbegriffen.

Quelle: OECD Education Database (September 2009); UNESCO Institute for Statistics (2009); *Chinese Statistical Yearbook* (2008).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332759

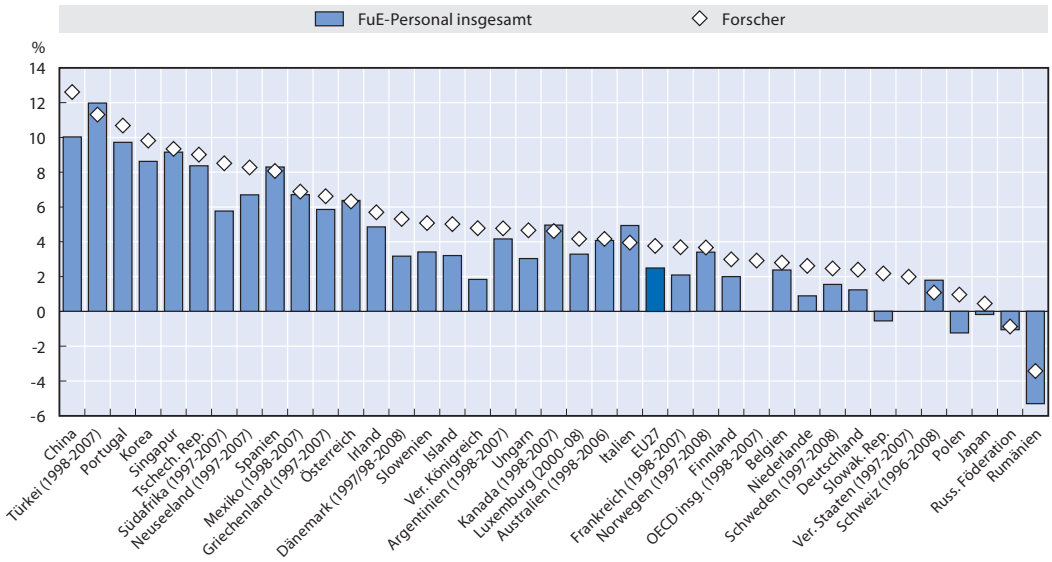
Ressource sein. Die Bereiche Naturwissenschaften und Ingenieurwesen decken ein breites Spektrum an Wissensgebieten ab, die von Lebenswissenschaften und Computertechnik bis hin zu Architektur und Bauwesen reichen. In Abbildung 1.9 wird die Zahl der Abschlüsse in Naturwissenschaften und Ingenieurwesen als Prozentsatz aller im Jahr 2007 erworbenen Tertiärabschlüsse dargestellt. Unter den OECD-Ländern wiesen Korea und Portugal mit 36% bzw. 33% die höchsten Anteile auf. China stach unter den Nicht-OECD-Volkswirtschaften insofern besonders hervor, als auf den Bereich Naturwissenschaften und Ingenieurwesen über 47% aller neuen Tertiärabschlüsse entfielen. Insgesamt erfreuten sich Ingenieurdiplome größerer Beliebtheit, und ihr Anteil an den neuen Abschlüssen reichte von 5% (Brasilien) bis 37% (China). Wissenschaftliche Abschlüsse machten zwischen 4% (Chile) und 16% (Deutschland) aus. Erhebliche Unterschiede gab es unter den Ländern bei der Verteilung der Abschlüsse im Bereich Wissenschaft und Ingenieurwesen. In Australien, Kanada, Irland, Neuseeland und dem Vereinigten Königreich entfielen über 60% der neuen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Abschlüsse auf den Bereich Naturwissenschaften. Demgegenüber wurden in Chile, China, Japan und der Russischen Föderation über 70% der Abschlüsse im Bereich Ingenieurwesen erteilt. Insgesamt deutet dies darauf hin, dass der in den Hochschulen herangebildete Kompetenzmix von Land zu Land deutlich abweicht, was u.U. Unterschieden bei der Nachfrage am Arbeitsmarkt, den Gehältern und den Karriereaussichten zuzuschreiben ist. In vielen Ländern ist der Anteil der Abschlüsse in den Bereichen Naturwissenschaften und Ingenieurwesen an der Gesamtzahl neuer Tertiärabschlüsse zwischen 1998 und 2007 zurückgegangen. Einen großen Unterschied gibt es auch beim Frauenanteil an den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Abschlüssen. In Japan entfielen 2007 auf Frauen 14% der Abschlüsse, während ihr Anteil in Griechenland 45% ausmachte. Aus den Daten geht hervor, dass der Frauenanteil an den Tertiärabschlüssen im Bereich Naturwissenschaften und Ingenieurwesen zwischen 1998 und 2007 in Deutschland, Polen, Portugal, Schweden und der Tschechischen Republik,den stärksten Anstieg verzeichnet hatte.

Auf Promoviertenebene legen die Daten des OECD-Projekts für promovierte Wissenschaftler (CDH) den Schluss nahe, dass der Bereich Naturwissenschaften unter den von den Absolventen gewählten Fachgebieten an erster oder zweiter Stelle steht (Auriol, 2010). In allen an der Studie teilnehmenden Ländern (außer Rumänien) entfielen mindestens 20% der Promotionen auf die Naturwissenschaften, in Belgien, Dänemark und Estland waren es sogar über 35%. Die relative Bedeutung anderer Fachrichtungen war von Land zu Land unterschiedlich; die mittel- und osteuropäischen Länder verzeichneten den größten Anteil an Promotionen in den Fachbereichen Ingenieurwesen und Agrarwissenschaft, Deutschland indessen in Medizinwissenschaften und Österreich wiederum in Human- und Sozialwissenschaften. In allen Ländern, außer Österreich, waren über 50% der Promovierten im öffentlichen Sektor tätig, vor allem im Hochschulbereich. Der öffentliche Sektor beschäftigte Promovierte aus allen Fachgebieten, während der private Sektor in der Regel mehr Naturwissenschaftler und Ingenieure einstellte. Vor allem in Polen und Spanien beschäftigten Hochschulen und öffentlicher Sektor einen sehr hohen Anteil an Promovierten aus allen Fachrichtungen.

Am Arbeitsplatz ist die Gesamtzahl des FuE-Personals und der Forscher ein Indikator der FuE- und Innovationskapazität. In den meisten Ländern ist die Zahl der im FuE-Bereich tätigen Arbeitskräfte stetig gestiegen, insbesondere die Zahl der Forscher (definiert als Wissenschaftler, die mit der Konzipierung und Erzeugung neuen Wissens, neuer Produkte, Prozesse, Methoden und Systeme befasst sind). Im Zeitraum 1998-2008 nahm die Zahl der Forscher (Vollzeitäquivalent) in der Hälfte der OECD-Länder jährlich um über 4,5% zu (Abb. 1.10). Portugal und die Türkei verzeichneten einen jährlichen Zuwachs der Forscherzahl von 10%, während die Zahl der Forscher in China um nahezu 13% pro Jahr zunahm. In Bezug auf das FuE-Personal insgesamt, das auch die FuE-Manager, -Verwalter und -Bürokräfte umfasst, wurden im Allgemeinen langsamere Zuwachsraten verzeichnet (Ausnahmen bilden Italien, Kanada, Österreich, Spanien, die Schweiz und die Türkei). Die Türkei wies den höchsten jährlichen Zuwachs in dieser Kategorie (12%) auf. Das

Abbildung 1.10 **Zunahme von FuE-Personal und Forscherzahl, 1998-2008**

Jahresdurchschnittliche Gesamtzuwachsrate (in Prozent)



Quelle: OECD, *Main Science and Technology Indicators* (Mai 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332778

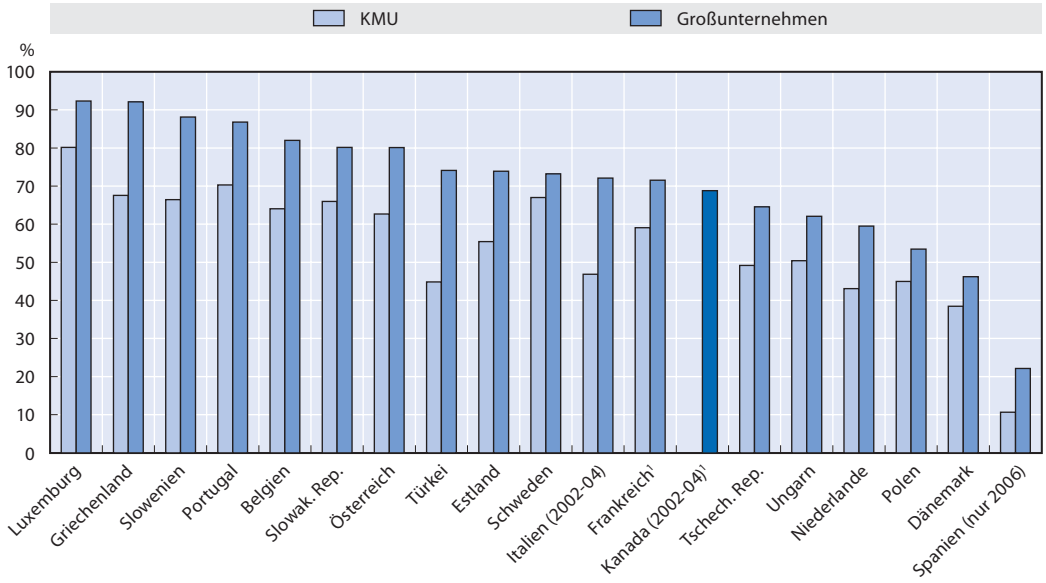
Wachstum der Gesamtforscherzahl wird in erheblichem Maße durch die FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors bestimmt, wobei die Zunahme der staatlichen Förderung von unternehmensbasierter FuE (BERD) stärker mit einem Anstieg der Forscherzahl assoziiert ist als das Wachstum der Hochschulaufwendungen für FuE (HERD) oder der gesamten Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) (vgl. Anhang 1.A1). Die meisten Forscher haben nicht promoviert, wenngleich die Mehrzahl der promovierten Wissenschaftler als Forscher tätig ist (Auriol, 2010). Die Daten aus dem CDH-Projekt machten deutlich, dass im Unternehmenssektor 2005 weniger als 20% der Forscher promoviert hatten, und in Argentinien, Japan, Mexiko, Portugal, Singapur, Slowenien und der Türkei waren es weniger als 10%. Im Hochschulbereich hatte ein höherer Prozentsatz der Forscher einen Doktorgrad, und in Irland, Polen, Portugal, der Slowakischen Republik, Slowenien, Südafrika und der Tschechischen Republik hatten über 50% der an Hochschulen tätigen Forscher promoviert.

Trotz des derzeitigen Abschwungs haben sich viele Länder auf einen anhaltenden Anstieg der Nachfrage nach qualifizierten Arbeitskräften eingestellt. Einige Länder befürchten zwar, dass die aktuellen Trendentwicklungen in Bezug auf den Bestand an qualifizierten Arbeitskräften nicht ausreichen, doch lassen die weiter oben dargelegten Daten vermuten, dass angesichts des Aufwärtstrends bei den Tertiärabschlüssen die Gesamtzahl der qualifizierten Kräfte nicht das dringendste Problem darstellen dürfte. Die Daten veranschaulichen ferner, dass sich die Gehaltsunterschiede zwischen Personen mit Tertiärabschluss und Personen mit Sekundarstufe II oder postsekundärer nichttertiärer Bildung nicht überall ausgeweitet haben; in Deutschland, Irland, Italien, Polen und Ungarn hat sich das Gefälle in den letzten zehn Jahren effektiv verringert (OECD, 2009e, S. 142). Stattdessen dürften die Qualifikationsstruktur und die Kongruenz zwischen qualifizierten Arbeitskräften und Beschäftigungsmöglichkeiten die größte Herausforderung darstellen. Bei der Bewältigung dieser Herausforderung kommt es entscheidend darauf an, die Humankapitalentwicklung sicherzustellen. Dank lebenslangen Lernens, durch das der Einzelne seine Fähigkeiten während des gesamten Erwachsenenlebens kontinuierlich ausbaut, kann sich die Erwerbsbevölkerung stetig weiterentwickeln, um neuen Qualifikationsanforderungen gerecht zu werden. Hierbei spielen die Unternehmen eine sehr wichtige Rolle, da die Möglichkeiten der Weiterbildung am Arbeitsplatz für die unerlässliche Aktualisierung und Erweiterung der Kompetenzen sorgen. Abbildung 1.11 lässt erkennen, dass die Unternehmen in ganz unterschiedlichem Maße an innovationsbezogenen Fortbildungsaktivitäten beteiligt sind. In Luxemburg und Portugal bieten über 70% aller innovativen Unternehmen speziell auf die Entwicklung oder Einführung neuer oder signifikant verbesserter Produkte oder Verfahren zugeschnittene interne oder externe Schulungen an; unter Großunternehmen sind die Prozentsätze sogar noch höher. Demgegenüber bieten in Dänemark, Italien, den Niederlanden, Polen, Spanien und der Türkei weniger als 50% der Unternehmen derartige Fortbildungen an (bei einer Fokussierung auf Großunternehmen verbessert sich das Bild).

Zusätzlich zur Fortbildung dürfte die ständige Mobilität qualifizierter Personen ein Aspekt sein, der maßgeblich zum Job-Matching zwischen den am besten qualifizierten Kräften und den forschungs- und innovationsintensiven Arbeitsplätzen beiträgt. Die internationale Mobilität der Studierenden und promovierten Wissenschaftler wurde weiter oben bereits erwähnt; ferner ist die Mobilität unter qualifizierten Personen generell beachtlich (OECD, 2008c). Die Ströme von Personen und Know-how tragen stark zur Verbreitung und Erweiterung des Fundus an globalem Wissen bei. Nicht-OECD-Volkswirtschaften werden in dieser Hinsicht eine immer größere Rollen spielen, wobei China und Indien bereits die führenden Herkunftsländer von Studierenden im Ausland sind und China beachtliche Ressourcen und Planungsbemühungen in die Errichtung von Forschungsuniversitäten mit Weltklasseniveau investiert (Altbach, 2009). Die Globalisierung wird im nachstehenden Abschnitt eingehender diskutiert.

Abbildung 1.11 **Innovationsbezogene Fortbildungsaktivitäten der Unternehmen, nach Größe, 2004-2006**

In Prozent der Gesamtzahl innovativer Unternehmen



1. Kanada – die Daten beziehen sich nur auf das Verarbeitende Gewerbe, alle Unternehmen. Frankreich – die Daten beziehen sich nur auf das Verarbeitende Gewerbe.

Quelle: Eurostat CIS 2006 (CIS 2004 für Italien) und Statistics Canada, 2005 Survey of Innovation.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332797

Sowohl die Teilnahme an Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen als auch die internationale Mobilität werden dazu beitragen, die Hochschulen, die die Ausbildungsbasis für die kommenden Generationen an Forschern und sonstigen qualifizierten Personen bilden, mit qualifiziertem Personal auszustatten. Die Gesamtpopulation an Dozenten, Forschern und sonstigem Personal in Hochschuleinrichtungen altert in einer Reihe von OECD-Ländern, doch ist diese Entwicklung nicht durch den allgemeinen Alterungsprozess der Bevölkerung, sondern vielmehr den mit dem System der lebenslangen Anstellung einhergehenden Strukturen der Personalbeschaffung bedingt (Willekens, 2009). Fortbildungsprogramme können zwar dazu beitragen, Wissensstand und Qualifikationen älterer Mitarbeiterkohorten aufrechtzuerhalten, doch ist eine Personalplanung, bei der die Kompetenzen besser auf die Arbeitsplätze abgestimmt werden, von entscheidender Bedeutung. International mobile Mitarbeiter können Lücken füllen und zugleich auch wichtige internationale Netzwerke bilden, die für eine langfristige Forschungszusammenarbeit sorgen. Gleichzeitig müssen die Länder der Attraktivität der Forscherkarrieren große Beachtung schenken. Auriols (2010) Analyse in Bezug auf promovierte Wissenschaftler hat ergeben, dass die Graduierten zwar mit ihrer Situation größtenteils zufrieden sind, sich dennoch aber mehr als 30% über ihr Gehaltsniveau, die Zusatzleistungen und Aufstiegsmöglichkeiten beklagen. Eine dauerhafte Politikherausforderung wird darin bestehen, zu gewährleisten, dass die Tätigkeit der Forscher in einem Maße honoriert wird, die dem Beitrag ihrer Forschungsarbeiten und ihrer Untersuchungen zur Verbesserung der Wissensgrundlagen und zur Erzielung von Forschungsergebnissen entspricht.

Schließlich kommt es entscheidend darauf an, dass die verfügbaren Qualifikationen optimal für Forschung und Innovationen genutzt werden, und dabei spielt die Genderproblematik eine entscheidenden Rolle. Die Konzentration von Frauen und Männern

in bestimmen Wissenschaftsfeldern ist gut dokumentiert (und wird in Abbildung 1.9 verdeutlicht), ebenso wie der „Schereneffekt", dem zufolge die Erwerbsbeteiligung der Frauen mit zunehmender Hierarchieebene stetig sinkt. Außerdem beantragen Frauen in der Regel seltener Mittel für die Finanzierung von Forschungsaktivitäten, und wenn dies doch geschieht, handelt es sich um niedrigere Beträge und weniger prestigeträchtige Einrichtungen (Europäische Kommission, 2009b). Wenngleich einige dieser Aspekte z.T. auf persönliche Entscheidungen zurückzuführen sind oder durch die generell spätere Integration von Frauen in die Hochschulbildung und die Erwerbsbevölkerung sowie allgemeine Probleme im Zusammenhang mit der Frauenerwerbsbeteiligung bedingt sind, liegen auch überzeugende Belege für das Vorhandensein von Zugangsschranken für Frauen im Bereich Wissenschaft und Technologie vor (Europäische Kommission, 2008a, 2008b). Vor allem das hartnäckige Fortbestehen von Geschlechterklischees, nicht transparenten Nominierungs- und Berufungsverfahren sowie der Rückgriff auf informelle Verfahren sind Faktoren, die weiterhin zu geschlechtsspezifischen Ungleichgewichten im Bereich Naturwissenschaften führen können. Zudem kommt ein Bericht der Weltbank (2010), in dem verschiedene Aspekte des rechtlichen und regulatorischen Umfelds untersucht wurden, die Frauen dazu befähigen, sich als Unternehmerinnen zu betätigen und einen Arbeitsplatz zu finden, zu dem Ergebnis, dass in den OECD-Mitgliedsländern, den OECD-Beitrittsländern und den Volkswirtschaften, die mit der OECD in vertiefter Zusammenarbeit stehen, nach wie vor bedeutende geschlechtsspezifische Unterscheidungen vorgenommen werden. Derartige Unterschiede in der rechtlichen Behandlung, die ursprünglich vielleicht zum Schutz der Frauen eingeführt wurden, sollten sorgfältig analysiert werden, damit sichergestellt ist, dass sie die Möglichkeiten der Frauen nicht begrenzen bzw. ihnen die Beteiligung am Erwerbsleben nicht erschweren.

Die Ergebnisse nutzen

Patente und wissenschaftliche Artikel sind zwei messbare Forschungsoutputs, die zur Analyse der Ergebnisse von FuE-Investitionen herangezogen werden können. Dabei können Patente als Erfindungsindikatoren (Vorstufe der Innovation) interpretiert werden, und zwischen der Zahl der Patente und anderen Indikatoren innovativer Leistungen, wie Produktivität und Marktanteilen, besteht ein positiver Zusammenhang (OECD, 2009h). Dennoch ist zu beachten, dass sie als Indikatoren der Technologietätigkeit auch gewisse Nachteile aufweisen, insbesondere was ihre Reichweite (nicht alle Erfindungen sind patentiert oder patentierbar), Spezifität (in einigen Technologiebereichen ist die Neigung zur Patentanmeldung stärker) und verzerrte Wertverteilung betrifft (viele Patente finden in der Industrie keine Anwendung und haben nur einen geringen gesellschaftlichen Wert, während manche Patente von extrem hohen Wert sind). Wissenschaftliche Artikel sind eine Messgröße der Grundlagenforschung und wissenschaftlichen Entdeckungen, und Publikationen werden traditionell als Indikator der wissenschaftlichen Produktivität von Hochschulen, staatlichen Forschungseinrichtungen und sonstigen Einheiten verwendet. Wissenschaftliche Artikel sind das wichtigste Instrument für die Verbreitung und Validierung von Forschungsergebnissen, und ihre relativ freie Verfügbarkeit macht sie zu einem Hauptmedium des Wissenstransfers. Ebenso wie Patente stoßen auch wissenschaftliche Artikel als Indikator für die Beurteilung von Forschungsergebnissen an Grenzen, darunter vor allem die Dominanz der englischen Sprache, die in den einzelnen Wissenschaftsbereichen unterschiedliche Publikationsneigung sowie Qualitätsprobleme.

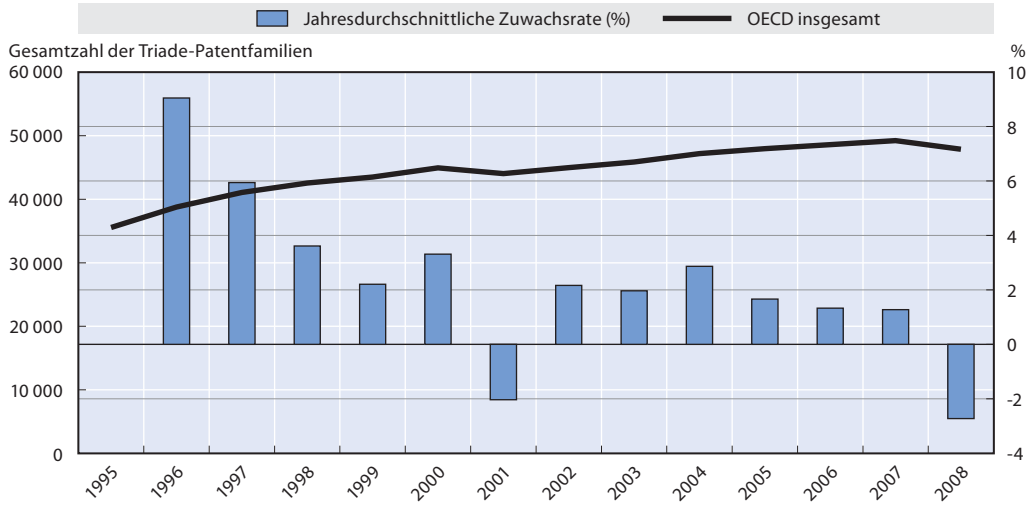
Daten zu Triade-Patentfamilien (d.h. Patente für Erfindungen, die beim Europäischen Patentamt und beim japanischen Patentamt angemeldet und vom Patent- und Markenamt

der Vereinigten Staaten erteilt werden) ermöglichen eine Fokussierung auf Patente mit höherem Wertschöpfungsanteil und schließen durch den Heimatvorteil bedingte Einflüsse aus. Laut Abbildung 1.12 ist die Zahl der Triade-Patente für den OECD-Raum seit Mitte der 1990er Jahre mit einer jahresdurchschnittlichen Zuwachsrate von 2,36% zwischen 1995

Abbildung 1.12 **Triade-Patentfamilien**

Trends bei den Triade-Patenfamilien[1] in den OECD-Ländern

Gesamtzahl und Zuwachsrate

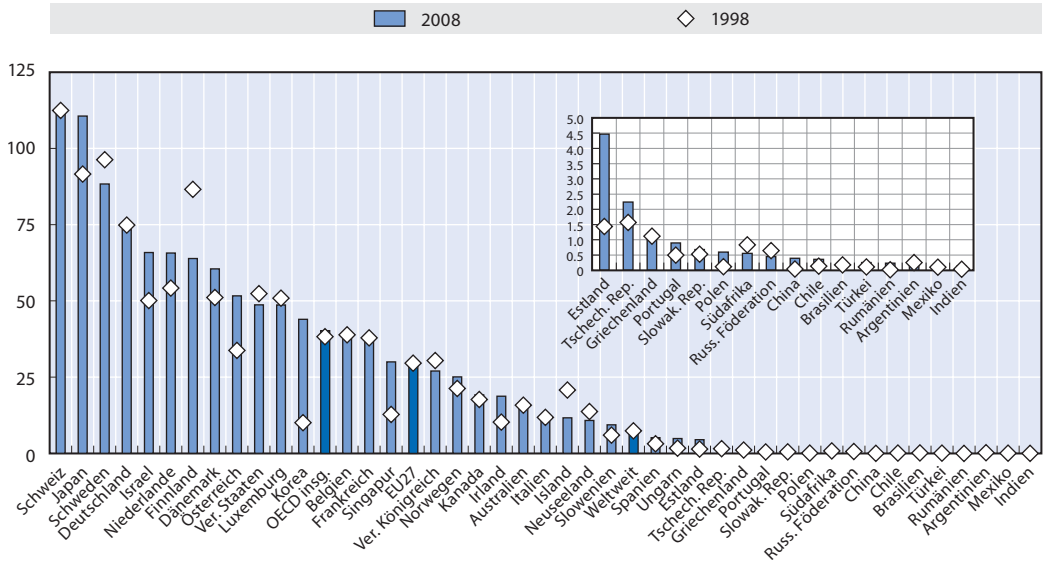


1. Patente, die beim Europäischen Patentamt (EPA), dem Japanischen Patentamt (JPO) und dem Patent- und Markenamt der Vereinigten Staaten (USPTO) angemeldet werden und dieselbe Erfindung schützen. Die Daten ab 2000 sind OECD-Schätzungen auf der Basis von Verfahren zur Ermittlung der zu einem bestimmten Zeitpunkt tatsächlich verfügbaren Patente („Nowcasting") (vgl. OECD, 2009e).

Anmerkung: Die Zahl der beim Europäischen Patentamt (EPO) und im Rahmen des Vertrags über die Internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT) angemeldeten Patente basiert auf Daten des EPO (EPO Bibliographic Database – Veröffentlichungen bis November 2009). Die Datenreihen zu Patentanmeldungen beim USPTO und Triade-Patentfamilien sind hauptsächlich der EPO Worldwide Statistical Patent Database (PATSTAT, September 2009) entnommen.

Quelle: OECD, *Main Science and Technology Indicators* (Mai 2010).

Triade-Patentfamilien je Million Einwohner, 2008



Quelle: OECD, *Patent Database* (Juni 2010); Internationaler Währungsfonds, *World Economic Outlook Database* (April 2010).

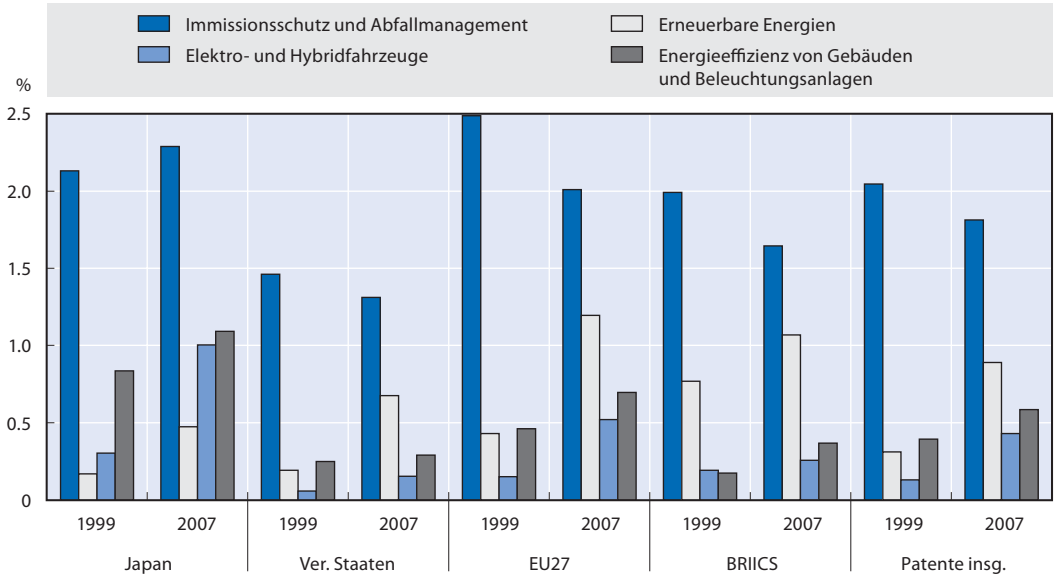
StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332816

und 2008 stetig gestiegen. In den letzten Jahren hat sich das Wachstum aber verlangsamt, und die Zahl der Triade-Patentanmeldungen im OECD-Raum war 2008 rückläufig. Das stimmt mit Daten zu Warenzeichen überein (ein weiterer Indikator für die Innovationstätigkeit, der Fortschritte in der Produktentwicklung und beim Marketing misst), die 2008 einen Rückgang um 20% verzeichneten (OECD, 2009e, S. 38). Aus den jüngsten Patentdaten für die einzelnen Länder (Abb. 1.12) geht hervor, dass die Schweiz im Verhältnis zur Bevölkerung die höchste Zahl an Triade-Patenten aufwies, dicht gefolgt von Japan. Der OECD-Durchschnitt lag 2008 bei 40 Triade-Patentfamilien je Million Einwohner, der OECD-Medianwert indessen bei 19. In Mexiko war die Zahl der Patentfamilien bevölkerungsbereinigt am niedrigsten und lag unter dem Niveau einer Reihe von Nicht-OECD-Volkswirtschaften, darunter Argentinien und Brasilien. Einige Länder verzeichneten im Zeitraum 1998-2008 jahresdurchschnittlich ein extrem hohes kumuliertes Wachstum der Zahl der Triade-Patentfamilien je Million Einwohner, darunter insbesondere China (26%), Polen (17,8%), Korea (15,8%) und Indien (15,6%). Unter Einbeziehung der Daten von 2008 war die Zahl der bevölkerungsbereinigten Triade-Patentfamilien in zahlreichen Ländern in den Jahren 1998-2008 aber insgesamt rückläufig.

Nicht-OECD-Volkswirtschaften investieren erheblich in Umwelttechnologien, ein dynamisches Gebiet mit einem enormen Wachstumspotenzial (und klarer praktischer Bedeutung für die BRIICS-Volkswirtschaften – Brasilien, Russland, Indien, Indonesien, China und Südafrika) im Kontext globaler Herausforderungen wie Klimawandel sowie Versorgung mit Wasser und Nahrungsmitteln. Aus Abbildung 1.13 geht hervor, dass die BRIICS im Jahr 2007 unter ihren im Rahmen des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens (PCT) eingereichten Anmeldungen einen überdurchschnittlich großen Anteil an Patentanmeldungen für erneuerbare Energien verzeichneten[10]. Diese

Abbildung 1.13 **Patente in ausgewählten Umwelttechnologien**

In Prozent aller PCT-Patentanmeldungen



Anmerkung: Die Daten beziehen sich auf internationale PCT-Patentanmeldungen, die beim Europäischen Patentamt (EPA) eingereicht wurden. Die Berechnung der Patentzahlen basiert auf dem Prioritätsdatum der Erstanmeldung, dem Herkunftsland des Erfinders und anteiligen Zählungen, was bedeutet, dass Patente mit mehreren Erfindern aus verschiedenen Ländern dem jeweiligen Land nur anteilig zugeschrieben werden. Die BRIICS umfassen Brasilien, China, Indien, Indonesien, die Russische Föderation und Südafrika.

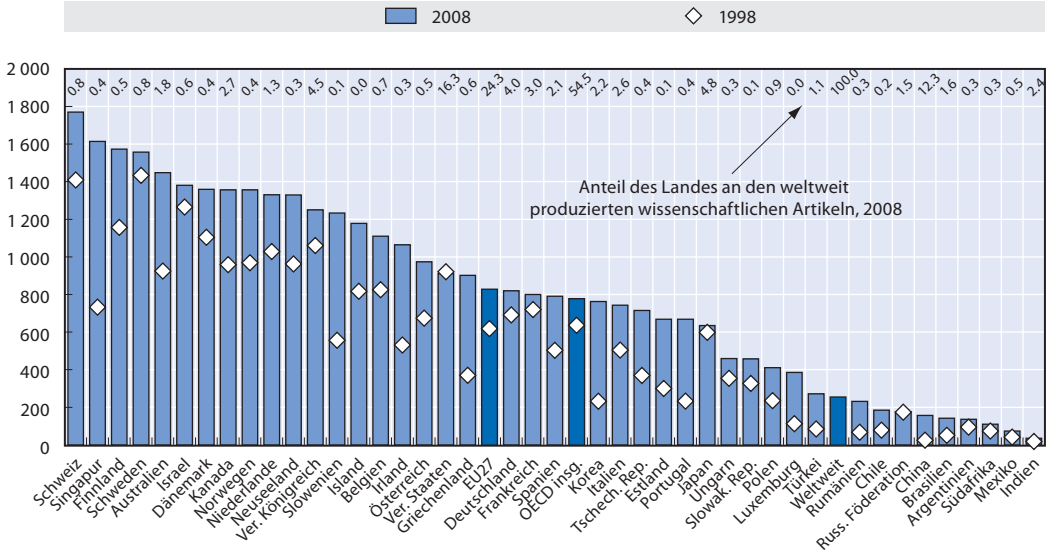
Quelle: OECD, *Patent Database* (Juli 2010).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332835

Kategorie machte nahezu 1,1% der PCT-Patentanmeldungen aus den BRIICS aus, verglichen mit einem Gesamtanteil von 0,9% für diese Patentkategorie an der Gesamtheit der PCT-Anmeldungen. Seit 1999 ist der Gesamtanteil der PCT-Patentanmeldungen im Bereich erneuerbare Energien gestiegen, und die BRIICS sind diesem Trend gefolgt. Die BRIICS haben auch ihren Anteil an den Patentanmeldungen in den Bereichen Elektro- und Hybridfahrzeuge sowie Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden und Beleuchtungsanlagen erhöht. Daten zu den Länderanteilen bei verschiedenen 2007 im Rahmen des PCT registrierten Umwelttechnologiepatenten zeigen, dass die BRIICS 1,9% der Patentanmeldungen im Bereich Immissionsschutz und Abfallmanagement (was in etwa den Anteilen von Belgien und Österreich entspricht) und 2,5% der Patentanmeldungen für erneuerbare Energien (vergleichbar mit den Anteilen Österreichs und der Schweiz) auf sich vereinen. Isoliert betrachtet belief sich der Anteil Chinas an den Patentanmeldungen im Bereich Immissionsschutz auf 0,77% (vergleichbar mit dem Anteil Norwegens), das ganz oben platzierte Japan erzielte 21,5%. Im Bereich der erneuerbaren Energien lag Chinas Patentanteil bei etwa 1,1% (in etwa wie der Anteil Koreas), Deutschlands Anteil betrug 23,6%.

Alle OECD-Länder außer den Vereinigten Staaten haben ihre Produktion von wissenschaftlichen Artikeln (um die Bevölkerungsgröße bereinigt) zwischen 1998 und 2008 gesteigert (Abb. 1.14). Unter den Ländern mit einer über dem OECD-Durchschnitt von 778 Artikeln liegenden Produktion je Million Einwohner verzeichneten Griechenland und Irland mit einer kumulierten jahresdurchschnittlichen Zuwachsrate von 9,3% bzw. 7,2% eine relativ hohe Steigerung. Andere OECD-Länder mit hoher Zuwachsrate in diesem Zeitraum waren Korea (12,6%), Luxemburg (13%), Portugal (11,1%) und die Türkei (12,3%). Unter den Nicht-OECD-Volkswirtschaften verzeichnete Singapur zwischen 1998 und 2008 ein kumuliertes jahresdurchschnittliches Wachstum von über 8%, und die Produktion an wissenschaftlichen Artikeln lag dort 2008 über dem OECD-Durchschnitt. Andere Nicht-

Abbildung 1.14 **Wissenschaftliche Artikel je Million Einwohner, 1998 und 2008**



Anmerkung: Die hier berücksichtigten wissenschaftlichen Artikel stammen aus Zeitschriften und Tagungsberichten. Es handelt sich dabei um Artikel, Rezensionen, Konferenzvorträge, Konferenzberichte sowie Anmerkungen. Für die Berechnungen werden die Adresse der Einrichtung, zu der die Autoren gehören, und anteilige Zählungen zu Grunde gelegt. Für Brasilien, Chile, Estland und Indien sind die Bevölkerungsdaten der *World Economic Outlook Database* (April 2010) des Internationalen Währungsfonds entnommen.

Quelle: OECD, *Main Science and Technology Indicators* (Dezember 2009) und *Scopus Custom Data* (Aktualisierung 2009).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332854

OECD-Volkswirtschaften mit einem raschen Jahreswachstum an wissenschaftlichen Artikeln waren Brasilien (11%), China (20%) und Estland (8%). Die Schweiz behielt ihre überragende Spitzenposition im Bereich der Triade-Patentfamilien (Abb. 1.12) und verzeichnete 2008 die höchste Zahl an wissenschaftlichen Artikeln je Million Einwohner, wohingegen Mexiko auf dieser Basis die geringste Zahl aufwies. Unter den OECD-Ländern hatten die Vereinigten Staaten, Japan, das Vereinigte Königreich und Deutschland die vier größten Anteile an der Gesamtzahl der wissenschaftlichen Artikel (insgesamt 29,6%), während auf China 12,3% entfielen und auf Indien 2,4% (wie auch auf Italien, Kanada und Korea).

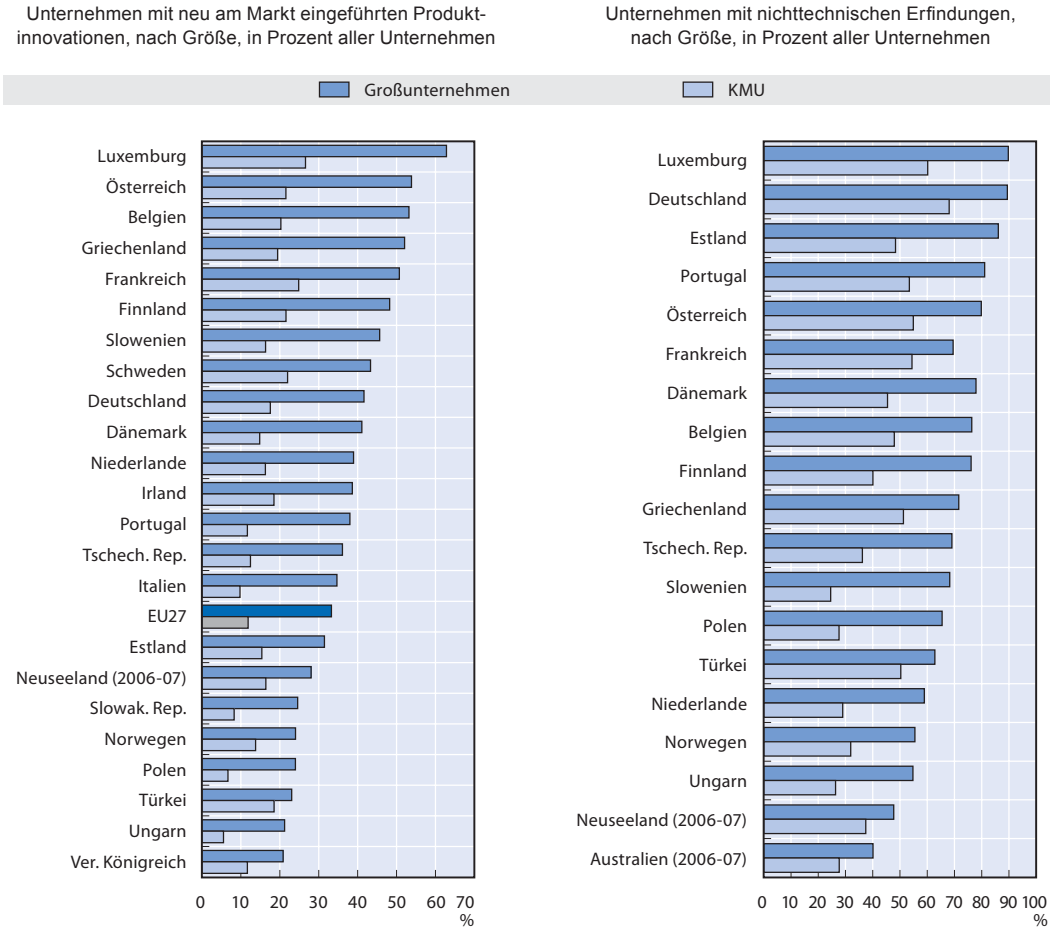
Aus den Daten geht hervor, dass die Leistungen der einzelnen Länder auf dem Gebiet der Patente und wissenschaftlichen Artikel stark auseinanderklaffen. Das Motto „mehr ist besser" trifft dabei jedoch nicht zwangsläufig zu, vor allem nicht bei geringer Produktionseffizienz. Den Arbeiten des National Science Board (2010b, S. 5-47) ist zu entnehmen, dass die Ressourceninputs je Publikation in den 200 bestplatzierten akademischen FuE-Einrichtungen der Vereinigten Staaten zwischen 1990 und 2001 um 29% gestiegen sind und sich der Trend im gesamten akademischen System der Vereinigten Staaten nun dahingehend entwickelt, dass für dieselbe Menge an Publikationsoutput ein immer größerer Ressourceninput notwendig ist. Der Nationale Wissenschaftsrat spekulierte über mögliche Gründe hierfür, wie beispielsweise eine zunehmende Komplexität der für die Publikation erforderlichen Forschungsarbeiten, die erhöhten Kommunikationskosten der Zusammenarbeit sowie Forschungskosten (für Hochschulen, Postdoktoranden, Ausrüstungen usw.), die rascher steigen als die allgemeine Inflation. Das verleiht dem zuvor angesprochenen Punkt über die Bedeutung einer besseren Messung der Effizienz von FuE-Investitionen mehr Gewicht, insbesondere im Kontext einer angespannten Finanzlage. Außerdem wirkt ein relativer Mangel an Patenten und wissenschaftlichen Artikeln nicht notwendigerweise als Innovationsbremse. Die Daten zeigen, dass Niedrigeinkommens- und Entwicklungsländer in der Regel einen geringeren Output an Patenten und wissenschaftlichen Artikeln je Million Einwohner haben. Dennoch können diese Länder durch die Übernahme und Anpassung neuer Ideen und Technologien aus andernorts gewonnenen neuen wissenschaftlichen Kenntnissen Vorteile für ihre Innovationstätigkeit ziehen. Die Politik sieht sich in diesem Fall vor die wichtige Aufgabe gestellt, einen angemessenen Öffnungsgrad für Wissensströme und eine hinreichend große Aufnahmefähigkeit für die Nutzung dieses Wissens zu gewährleisten.

Unternehmen können die FuE-Ergebnisse ebenso wie andere Inputs für die Konzipierung von Waren-, Dienstleistungs- und Verfahrensinnovationen (z.B. technische Innovationen) verwenden oder als Input in die Erarbeitung neuer Organisations- und Marketingstrukturen (d.h. nichttechnische Innovationen) einfließen lassen. Innovationserhebungen auf Länderebene liefern Informationen über die Innovationstätigkeit von Unternehmen, mit einer Unterteilung nach Innovationen, die für das eigene Unternehmen, den Markt oder am obersten Ende der Neuigkeitsskala wirklich für die ganze Welt eine Neuheit darstellen. Abbildung 1.15 deutet auf recht große Unterschiede beim Prozentsatz der Unternehmen hin, die im Zeitraum 2004-2006 „Marktneuheiten" eingeführt haben. Weniger als 25% der Großunternehmen in Norwegen, Polen, der Slowakischen Republik, der Türkei, Ungarn und des Vereinigten Königreichs führten in diesem Zeitraum „Marktneuheiten" ein, in Belgien, Frankreich, Griechenland, Luxemburg und Österreich waren es hingegen über 50% der Unternehmen. Dieser Unterschied lässt sich z.T. durch die Industriestruktur erklären, wobei einige Sektoren mit größerer Wahrscheinlichkeit „Marktneuheiten" einführen als andere. Eine weitere Erklärung liefert das Datenerfassungsverfahren, da der „Markt" von den an Innovationserhebungen teilnehmenden Unternehmen unterschiedlich definiert werden kann. In einigen Ländern betrachten die Unternehmen ihren „Markt" möglicherweise in

erster Linie als „lokal“, während sie in anderen Ländern stärker an internationalen Märkten operieren, wo sich die Einführung von Produktinnovationen als schwieriger herausstellt[11]. KMU haben in der Regel weniger Marktneuheiten eingeführt; in den meisten Fällen waren es weniger als 20% der Unternehmen, wenngleich das Niveau in Belgien, Finnland, Frankreich, Luxemburg, Österreich und Schweden etwas höher war.

Abbildung 1.15 veranschaulicht ferner, dass ein größerer Prozentsatz sowohl kleiner/mittlerer Unternehmen als auch großer Unternehmen im Zeitraum 2004-2006 nichttechnische Innovationen eingeführt hatte; bei den KMU reichte das Spektrum von 24,5% (Slowenien) bis 68,1% (Deutschland), bei Großunternehmen von 40,1% (Australien) bis 89,7% (Luxemburg). Innovationen bei Marketing und Organisation sind häufig eine Ergänzung technischer Innovationen und spielen in den Dienstleistungsunternehmen eine ganz besondere Rolle, wodurch sie ihr potenzielles Anwendungsspektrum erweitern. Innovationserhebungen entnommenen Informationen deuten denn auch darauf hin, dass in vielen Unternehmen technische und nichttechnische Innovationen nebeneinander

Abbildung 1.15 **Innovative Unternehmen, 2004-2006**



Anmerkung: Frankreich: nur Verarbeitendes Gewerbe. Neuseeland: KMU haben 10-99 Beschäftigte.
Quelle: Eurostat, CIS 2006 (Mai 2009).

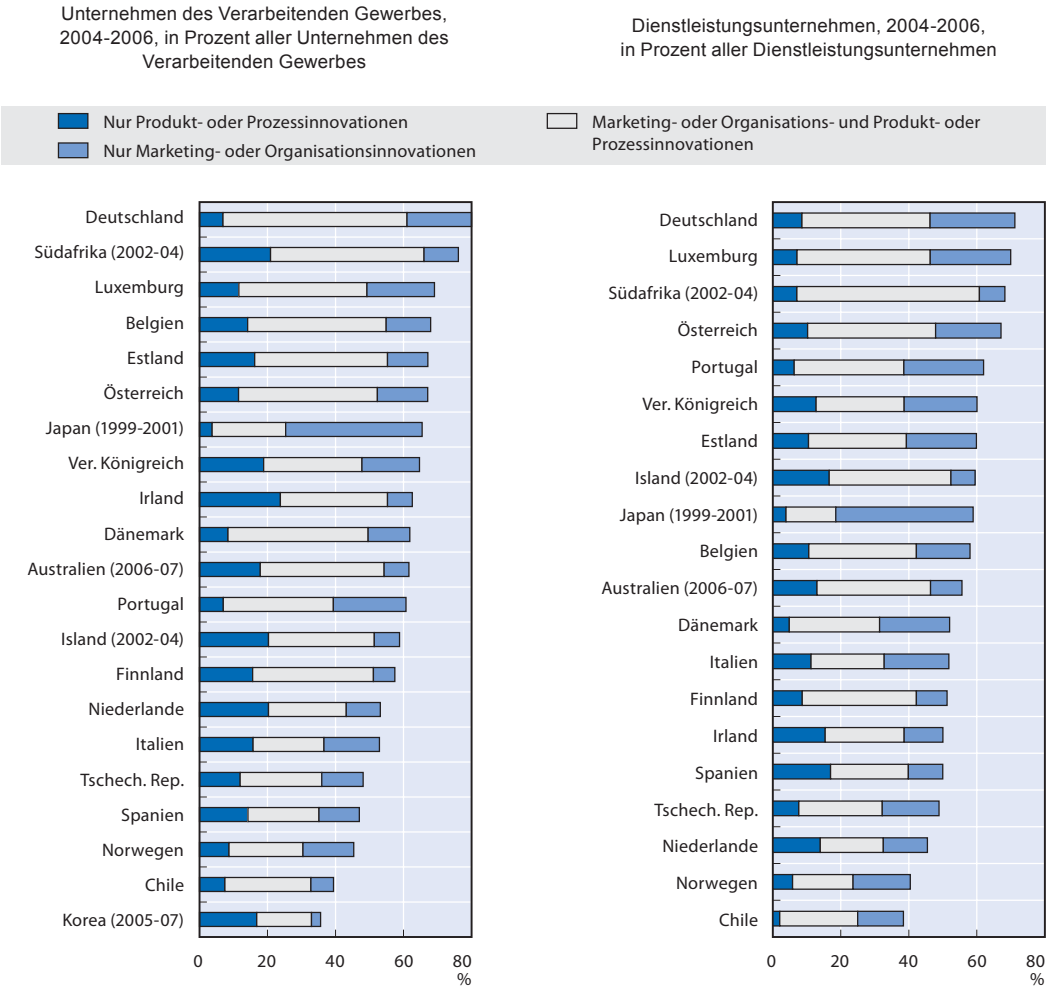
Anmerkung: Frankreich: nur Verarbeitendes Gewerbe. Neuseeland: KMU haben 10-99 Beschäftigte. Slowenien: nur Organisationsinnovationen.
Quelle: Eurostat, CIS 2006 (Mai 2009).

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332873

existieren (Abb. 1.16). In den meisten Ländern nimmt ein beachtlicher Prozentsatz der Unternehmen sowohl des Verarbeitenden Gewerbes als auch des Dienstleistungssektors neben Marketing- und Organisationsinnovationen auch Produkt- und Prozessinnovationen vor. Es gibt einige sektorspezifische Unterschiede, denen zufolge beispielsweise der Anteil der Unternehmen, die nur im Marketing- und Organisationsbereich Neuerungen einführen, im Dienstleistungssektor größer ist als im Verarbeitenden Gewerbe; dennoch ist der Anteil an Dienstleistungsunternehmen, die beide Innovationstypen einführen, nach wie vor höher als der Anteil an Dienstleistungsunternehmen, die nur einen Innovationstyp einführen.

Was schließlich die Nutzung der Ergebnisse der Forschungs-, Wissenschafts- und Technologieanstrengungen betrifft, besteht das Ziel letztlich darin, diese zu verwenden,

Abbildung 1.16 **Komplementäre Innovationsstrategien**



Anmerkung: Für Australien (2006-2007), Business Characteristics Survey 2006-2007; Kanada (2002-2004, Verarbeitendes Gewerbe), Survey of Innovation 2005; Island (2002-2004), CIS 2004; Japan (1999-2001), J-NIS 2003; Korea (2005-2007, Verarbeitendes Gewerbe), Korean Innovation Survey 2008; Neuseeland (2006-2007), Business Operations Survey 2007; Südafrika (2002-2004), South African Innovation Survey 2005.

Anmerkung: Für Australien (2006-2007), Business Characteristics Survey 2006-2007; Island (2002-2004), CIS 2004; Japan (1999-2001), J-NIS 2003; Neuseeland (2006-2007), Business Operations Survey 2007; Südafrika (2002-2004), South African Innovation Survey 2005.

Quelle: OECD, Arbeitsgruppe nationaler Sachverständiger für WuT-Indikatoren (NESTI), Innovation Microdata Project auf der Basis der CIS 2006, Juni 2009 sowie nationale Datenquellen.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332892

um Werte für die Gesellschaft insgesamt zu schaffen. Wie im letzten *Wissenschafts-, Technologie- und Industrieausblick* festgehalten wurde (OECD, 2008d, S. 191), erstrecken sich die Auswirkungen der Wissenschaft auf Gesellschaft und Wirtschaft über viele Dimensionen und reichen von der besseren Wissensnutzung über die Einführung von Innovationen und die Generierung neuer Märkte bis hin zu Veränderungen in Bezug auf die öffentliche Gesundheit, die Umwelt und Organisationsstrukturen. Eine Messung der Auswirkungen ist schwierig: Die komplexen und vielfachen Verknüpfungen zwischen der Forschung und ihren Ergebnissen erschweren die Herstellung von Kausalbeziehungen, und Zeitverzögerungen führen zu Ungewissheit in Bezug auf die Gesamtauswirkungen (Kosten wie auch Nutzen) der Forschung. Im Idealfall würde ein Indikator des Erfolgs der Investitionen in FuE und sonstige Wissensbildung messen, inwieweit die Ideen, die in Patenten, wissenschaftlichen Artikeln und neuen innovativen Ideen gefunden werden, zur Bewältigung von Herausforderungen in den Bereichen Klimawandel und Gesundheit eingesetzt werden können (vgl. Kasten 1.2), Bereiche, in denen wissenschaftliche Durchbrüche und innovative Lösungen besonders intensiv angestrebt werden. Eine Analyse der wirtschaftlichen Vorteile verschiedener Technologien kann bei den Bewertungen von Nutzen sein, doch bedarf es weiterer Arbeiten, um einen kohärenten Rahmen für die Evaluierung der Effekte der Forschung auf komplexe globale Herausforderungen zu etablieren. Angesichts des starken Interesses, das in der Öffentlichkeit an vielen dieser Herausforderungen und den damit verbundenen Technologien besteht, kann eine Überprüfung der Instrumente erforderlich sein, die für den Nachweis von Kosten und Nutzen zur Verfügung stehen müssen.

Die anhaltende Bedeutung der Globalisierung

Bei der Analyse der Leistungen von Forschung, Wissenschaft und Technologie sowie der allgemeinen Innovationstätigkeit der Unternehmen ist es entscheidend, die Situation aus globaler Sicht zu betrachten. Wissenschaftliche Aktivitäten werden in immer mehr Regionen durchgeführt und intensiviert, da die Regierungen erkennen, dass FuE zu Wirtschaftswachstum, Beschäftigung und mehr sozialem Wohlergehen führt (National Science Board, 2010a). Auf praktischer Ebene setzt die Durchführung von Forschungsprojekten häufig Inputs von einer Vielzahl von Akteuren voraus, und für den Erfolg vieler umfangreicherer Projekte ist ein multilateraler und kooperativer Ansatz entscheidend. Der Handel mit innovativen Produkten und Dienstleistungen ebenso wie der Zustrom ausländischer Investitionen sind notwendig, um große Probleme, wie den Klimawandel, zu bewältigen, und viele andere drängende Herausforderungen erfordern ebenfalls multinationale Lösungen. Die Unternehmen erkennen auch die Vorteile von Gemeinschaftsprojekten und Allianzen an und suchen Forschungs- und Innovationspartner im Ausland. In jedem Fall sind Innovationen kein Prozess, der sich leicht innerhalb der Landesgrenzen einschließen lässt. Die Freizügigkeit der Personen, der freie Warenverkehr und der zunehmende Einsatz immer ausgeklügelterer IKT-Instrumente schaffen länderübergreifende Wissensströme. Flankiert werden all diese Entwicklungen in den OECD-Ländern durch ein Politikumfeld, das insgesamt zu niedrigeren Schranken für den Handel, die Finanzströme und die Freizügigkeit qualifizierter Personen tendiert.

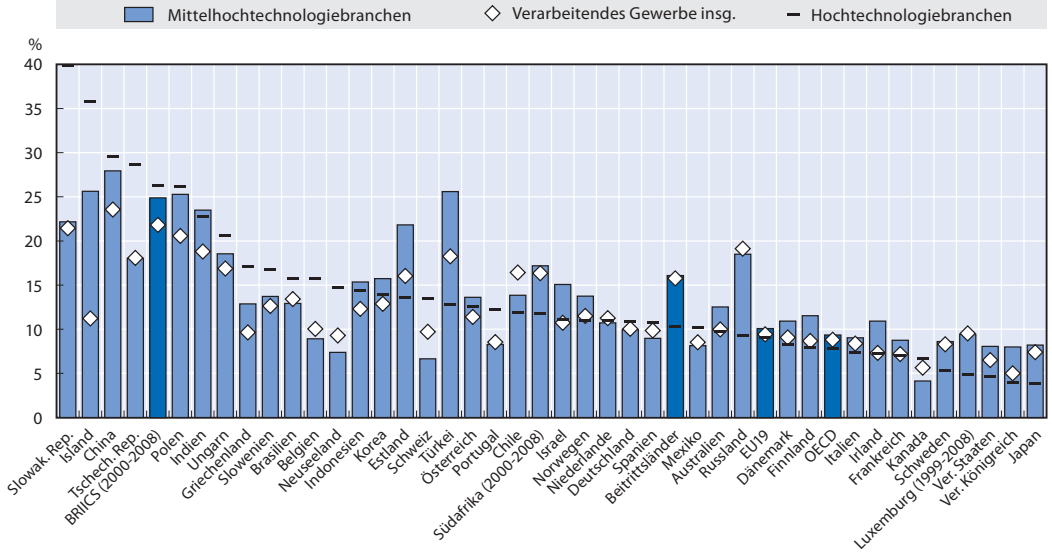
Der anhaltende Prozess der Globalisierung von Wissenschaft und Technologie schlägt sich in der Zunahme der Exporte von Hoch- und Mittelhochtechnologiegütern aus Nicht-OECD-Volkswirtschaften nieder. Die Exporte dieser Sachgüter spiegeln die Fähigkeit der Länder wider, Technologie in einem hinreichend signifikanten Maße zu erzeugen und zu nutzen, wobei die Klassifizierung der Industriezweige in Hochtechnologie, Mittelhochtechnologie, Mittelniedrigtechnologie auf der Basis ihrer FuE-Intensität erfolgt.

Abbildung 1.17 zeigt, dass die BRIICS im Zeitraum 1998-2008 bei Exporten von Hoch- und Mittelhochtechnologiegütern mit durchschnittlichen jährlichen Zuwachsraten von rd. 26% bzw. 25% ein starkes Wachstum verzeichneten. An erster Stelle standen China und Indien; bei den Hochtechnologieexporten beispielsweise verzeichneten China in diesem Zeitraum ein Jahresdurchschnittswachstum von nahezu 30% und Indien eine durchschnittliche Zuwachsrate von 22%. Demgegenüber betrug das jahresdurchschnittliche Wachstum bei den Exporten von Hochtechnologiegütern in Brasilien 16%, Indonesien 14%, Südafrika 12% und Russland 9% (verglichen mit einem OECD-Durchschnitt von 7,8%). Im Jahr 2008 wurde in den BRIICS- und OECD-Ländern eine allgemeine Verlangsamung der jährlichen Zuwachsraten beobachtet, wobei dies mit früheren Fluktuationen im besagten Zeitraum vergleichbar war. Die potenzielle künftige Steigerungsrate solcher Exporte und ihre Auswirkungen auf die FuE- und Innovationsaktivitäten in Nichtmitgliedsländern sind ein komplexes Thema, und im Ländervergleich dürften sich je nach Sektorspezialisierung und komparativen Vorteilen signifikante Unterschiede ergeben (Kasten 1.6).

Die Zunahme des Anteils der unter ausländischer Kontrolle stehenden Tochtergesellschaften an Beschäftigung, Umsatz und Wertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe ist ein weiterer Ausdruck des zunehmend globalen Charakters der Wirtschaftstätigkeit. Ausländische Tochtergesellschaften bieten lokalen Akteuren häufig Zugang zu neuen Märkten und Technologien; außerdem investieren sie in der Regel einen größeren Anteil der Einnahmen in FuE (OECD, 2009e). In den meisten Ländern erhöhte sich zwischen 2000 und 2007 der Anteil ausländischer Tochtergesellschaften am Umsatz und an der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe, wobei die Tschechische Republik den größten Gesamtzuwachs verzeichnete (auf ausländische Tochtergesellschaften entfielen 2007

Abbildung 1.17 **Zunahme der Exporte von Hoch- und Mittelhochtechnologiegütern, 1998-2008**

Jahresdurchschnittliche Wachstumsrate



Anmerkung: Der OECD-Raum umfasst Chile, nicht aber Israel oder Slowenien; in der Gruppe der Beitrittsländer ist Chile nicht erfasst, Israel und Slowenien gehören hingegen dazu. In den Gesamtdaten für die OECD und die EU ist Luxemburg nicht enthalten, für das Daten nur ab 1999 zur Verfügung stehen. Die Daten beziehen sich für Luxemburg auf den Zeitraum 1999-2008, für Südafrika auf die Jahre 2000-2008 und für die BRIICS-Gruppe auf den Zeitraum 2000-2008. In den Trenddaten für China sind die Exporte nach Hongkong (China) enthalten.

Quelle: OECD, STAN Indicators Database, 2010. Die Trenddaten sind der STAN Bilateral Trade Database entnommen.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332911

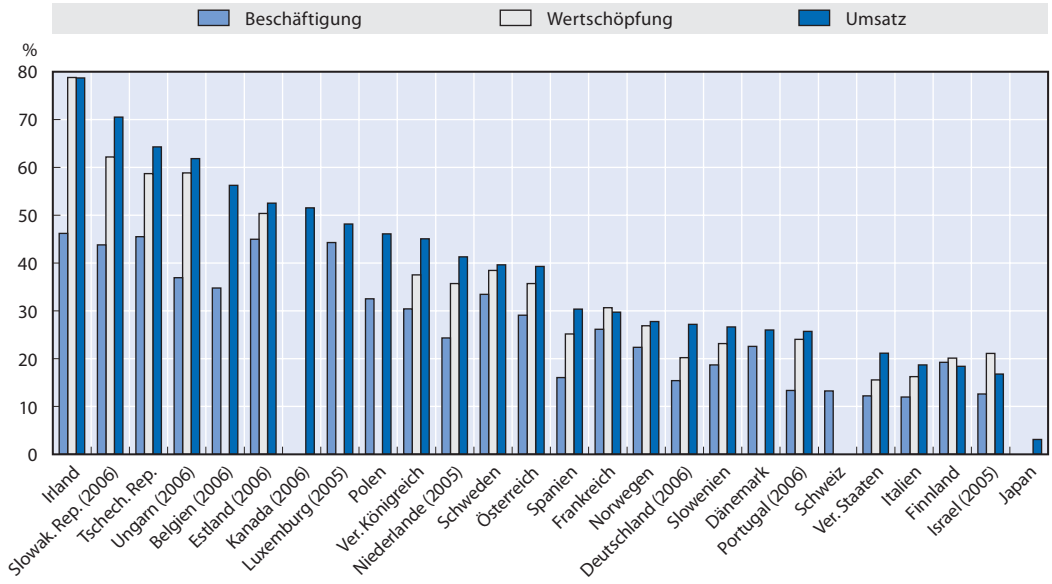
Kasten 1.6 **Technologieexporte aus Nicht-OECD-Volkswirtschaften**

Das Ausmaß der erwarteten weiteren starken Zunahme der Exporte von Hoch- und Mittelhochtechnologiegütern aus Nicht-OECD-Volkswirtschaften ist ein komplexes Thema. Angesichts des im Vergleich zum OECD-Durchschnitt im Allgemeinen geringeren Anteils an Hochtechnologieexporten an den Gesamtexporten des Verarbeitenden Gewerbes ist in einigen Nicht-OECD-Volkswirtschaften möglicherweise Spielraum für einen weiteren Aufholprozess bei den Exporten von Hochtechnologiegütern vorhanden. Im Jahr 2008 lag der Anteil der Hochtechnologieexporte an den gesamten Industriegüterexporten in allen BRIICS, außer China, unter dem OECD-Durchschnitt von 22%, während der Anteil der Hoch- und Mittelhochtechnologieexporte an den gesamten Industriegüterexporten der BRICCS 48% ausmachte, gegenüber einem OECD-Durchschnitt von etwa 64% (abgeleitet von der OECD STAN Indicators Database, 2010). Indessen ergeben sich aus der tendenziellen Ressourcenbasis und der Industriestruktur große Unterschiede zwischen den Ländern. So liegt der komparative Vorteil einiger Länder möglicherweise in Niedrigtechnologiebereichen, und der Anteil dieser Länder an den Hochtechnologieexporten wird den OECD-Durchschnitt in naher Zukunft wohl kaum erreichen.

Die Auswirkungen variierender Anteile an Hoch- und Mittelhochtechnologieexporten auf die FuE- und Innovationsaktivitäten in Nicht-OECD-Volkswirtschaften sind ebenfalls ein komplexes Thema. In China beispielsweise ist entgegen den Erfahrungen der meisten OECD-Länder die FuE-Intensität in der Mehrzahl der Hochtechnologiezweige nicht wesentlich höher als im Durchschnitt der Industriegütererzeugung (Schaaper, 2009). Zurückzuführen ist dies möglicherweise auf die Tatsache, dass Chinas Handel mit Hochtechnologieprodukten nach wie vor von der Verarbeitung und dem Zusammenbau importierter Materialien beherrscht ist und multinationale Unternehmen ihre Aktivitätsstandorte nach Ressourcen- und Kostenerwägungen auf die Länder verteilen. Daher hängt ein rascheres Wachstum der Exporte von Hochtechnologiegütern nicht unbedingt mit einer intensiveren FuE-Tätigkeit zusammen. Gleichzeitig legt ein langsameres Wachstum der Hoch- und Mittelhochtechnologieexporte aber auch nicht den Schluss nahe, dass FuE und Innovationen gänzlich fehlen. Einige Güter der Niedrigtechnologiebranchen können technisch hochentwickelt sein. So sind bestimmte Nahrungsmittel möglicherweise das Ergebnis umfassender wissenschaftlicher Forschung und werden unter Einsatz komplexer Verarbeitungstechniken hergestellt. Bei der Aufschlüsselung der Daten in große Technologiekategorien können Spezialisierungen in gewissen Untersektoren der Hoch- und Mittelhochtechnologie unerkannt bleiben, in denen wichtige FuE-Projekte durchgeführt werden. Schließlich finden Innovationen auch im Dienstleistungssektor statt, wo wertvolle Fortschritte einen signifikanten Beitrag zum Wohlergehen der Bürger von Nicht-OECD-Volkswirtschaften leisten können.

20-25% des Umsatzes und der Beschäftigung). In Polen und im Vereinigten Königreich war der Anstieg ebenfalls relativ stark, die Anteile ausländischer Tochtergesellschaften am Umsatz dieser Länder weiteten sich von 33-34% auf 45-46% und an der Beschäftigung von 19-20% auf 30-32% aus. Belgien und Italien verzeichneten einen geringfügigen Rückgang beim Umsatzanteil ausländischer Tochtergesellschaften, wohingegen in Irland, Italien und Spanien der Beschäftigtenanteil rückläufig war. Abbildung 1.18 enthält die jüngsten Daten zu ausländischen Tochtergesellschaften in einer Auswahl von Mitgliedsländern und Nicht-OECD-Volkswirtschaften. In den kleineren Volkswirtschaften Irland, Slowakische Republik, Tschechische Republik und Ungarn wurden im Zeitraum 2006-2007 über 60% des Umsatzes im Verarbeitenden Gewerbe von Unternehmen unter ausländischer Kontrolle erwirtschaftet, und die fünf höchsten prozentualen Beschäftigungsanteile ausländischer Tochtergesellschaften im Verarbeitenden Gewerbe wurden in Irland, der Tschechischen Republik, Estland, Luxemburg und der Slowakischen Republik verzeichnet.

Abbildung 1.18 **Anteil der unter ausländischer Kontrolle stehenden Tochtergesellschaften an Beschäftigung, Umsatz und Wertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe, 2007**



Anmerkung: Für Israel Produktion statt Umsatz.

Quelle: OECD, Activities of Foreign Affiliates (AFA) Database und Foreign Affiliates in Trade and Services (FATS) Database, Januar 2010.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332930

Eine Analyse der Beschäftigungstrends bei ausländischen Tochtergesellschaften des Verarbeitenden Gewerbes während des Konjunkturzyklus legt den Schluss nahe, dass die durch den jüngsten Abschwung bedingten Änderungen des Beschäftigungsstands in ausländischen Tochtergesellschaften zwischen den Ländern beträchtlich voneinander abweichen werden. In einigen Ländern folgen die Tochtergesellschaften allgemeinen Veränderungen der Beschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe sehr viel enger als in anderen (OECD, 2009e, S.44). In Norwegen und Italien beispielsweise waren die Beschäftigungsfluktuationen in ausländischen Tochtergesellschaften im Zeitraum 2000/2001-2006 1,5-2,5mal stärker als im Verarbeitenden Gewerbe insgesamt, während sich in der Tschechischen Republik die Beschäftigung in den ausländischen Tochtergesellschaften kaum veränderte, als die Gesamtbeschäftigung im Verarbeitenden Gewerbe durch Fluktuationen gekennzeichnet war.

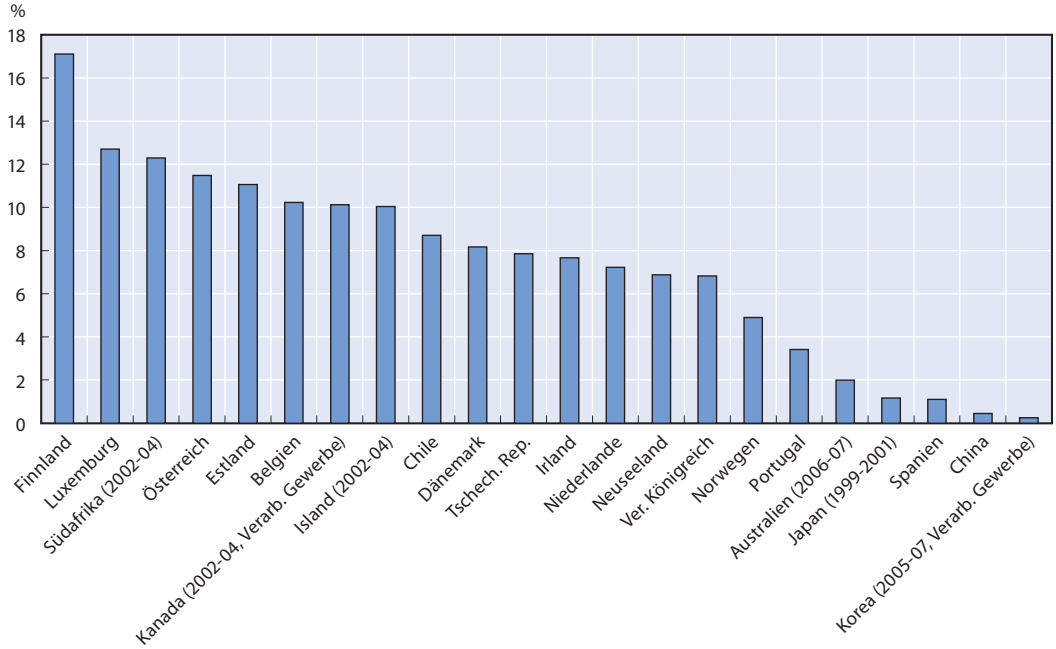
Investitionen in FuE-Aktivitäten im Ausland sind eine weitere Facette der Globalisierung, die überdies Fragen über die relativen Vor- und Nachteile für die Investitionen empfangenden und die investierenden Länder aufgeworfen hat. Wie weiter oben bereits dargelegt wurde, entfielen auf auslandsfinanzierte Unternehmen in China 2008 etwa 19% der FuE-Ausgaben. Walsh (2007) verwies darauf, dass sich multinationale Unternehmen von ihrer ursprünglichen Strategie verabschieden, die in der Einrichtung von „Horchposten“ auf einem großen Markt und Erfüllung der lokalen Anforderungen für eine FuE-Präsenz bestand, und nun eine FuE-Präsenz in China einrichten, um die bestehenden Produktionsinvestitionen zu ergänzen und Ideen, Design und Technologien mit dem Ziel zu aktualisieren, der lokalen und regionalen Nachfrage besser gerecht zu werden. Walsh hielt fest, dass die Auswirkungen dieser Investitionen auf die Technologieentwicklung in China z.T. davon abhängen wird, inwieweit China Technologien, Forschung und Know-how des Auslands effektiv absorbieren und auf eigene wissenschaftliche Arbeiten anwenden kann. Aus der Sicht des investierenden Landes stellte der National Science Board (2010a) verstärkte Investitionen privater US-amerikanischer Unternehmen in FuE-Aktivitäten im Ausland fest, die durch die Nähe zum

Kunden, den Zugang zu Fachwissen und Bildungseinrichtungen vor Ort, einfacheres Reisen, die Lokalisierung finanzieller Vermögenswerte sowie niedrigere Kostenstrukturen bedingt sind. Diesem Dokument zufolge stehen die Vereinigten Staaten auf Grund der weltweiten Neuordnung von FuE, Verarbeitendem Gewerbe und wissensintensiven Dienstleistungen vor der Herausforderung, sich andernorts gewonnene naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Erfindungen bzw. durchgeführte FuE-Arbeiten effektiv zu Nutze zu machen. Dies unterstreicht, wie wichtig es sowohl für private Unternehmen als auch für öffentliche Forschungseinrichtungen ist, durch den Fluss von Personen und Informationen solide Wissenstransfernetze aufzubauen.

Ein weiterer Indikator für den globalisierten Charakter von FuE und Innovationen ist das Ausmaß der internationalen Zusammenarbeit der Unternehmen im Innovationsbereich. Dank der internationalen Zusammenarbeit können Unternehmen auf ein breiteres Spektrum an Ressourcen zugreifen, als in ihrem Herkunftsland verfügbar ist, und von den unterschiedlichen Erfahrungen und Kenntnissen von Forschungsteams im Ausland profitieren. Abbildung 1.19 zeigt den Prozentsatz an Unternehmen, die im Zeitraum 2004-2006 auf internationaler Ebene zusammenarbeiteten (ohne Zusammenarbeit mit Unternehmen derselben Gruppe). Die Ergebnisse erstrecken sich über ein breites Spektrum, und es besteht kein enger Zusammenhang zur Landesgröße oder Industriestruktur. In Finnland arbeiteten über 17% der Unternehmen international zusammen, verglichen mit knapp über 1 Prozent in Spanien und Japan. Estland und Südafrika wiesen mit etwa 11% bzw. 12% ein verhältnismäßig hohes Niveau der Zusammenarbeit auf. Das Fehlen klarer Strukturen und die vermutete Existenz wichtiger länderspezifischer Faktoren treten bei einem Vergleich der Informationen aus den Abbildungen 1.18 und 1.19 deutlich zu Tage. So wies Japan

Abbildung 1.19 **Unternehmen, die im Innovationsbereich international kooperieren, in Prozent aller Unternehmen**

2004-2006 bzw. nächstes verfügbares Jahr



Anmerkung: Bei den Daten bleibt die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen derselben Gruppe unberücksichtigt, sei es auf nationaler oder internationaler Ebene.

Quelle: OECD NESTI Innovation Microdata Project, auf der Basis von CIS 2006 (Juni 2009) sowie nationale Datenquellen.

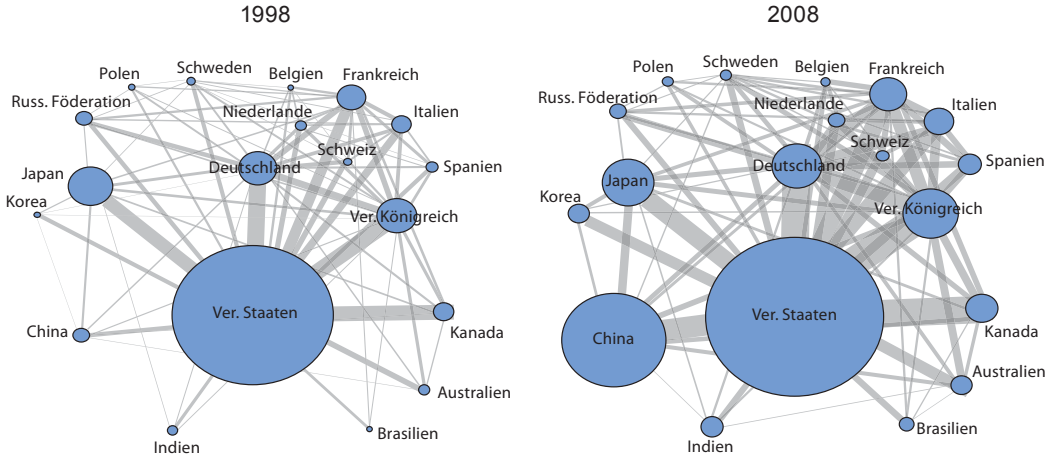
StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332949

beispielsweise einen geringen Anteil ausländischer Tochtergesellschaften am Umsatz im Verarbeitenden Gewerbe und ein niedriges Niveau der internationalen Zusammenarbeit im Innovationsbereich auf, in Belgien waren der Anteil ausländischer Tochtergesellschaften und die Zusammenarbeit relativ groß, wohingegen in Finnland der Anteil ausländischer Tochtergesellschaften an der Aktivität im Verarbeitenden Gewerbe niedrig, das Niveau der Zusammenarbeit aber hoch war.

Das Niveau der Zusammenarbeit bei wissenschaftlichen Publikationen gibt besondere Aufschlüsse auf die Globalisierung akademischer und Forschungseinrichtungen, da diese wesentliche Publikationsquellen darstellen (wenngleich Unternehmen selbst auch als Autoren fungieren). Abbildung 1.20 liefert eine grafische Darstellung der Intensität der Zusammenarbeit bei wissenschaftlichen Publikationen in den Jahren 1998 und 2008 (die in der Stärke der Verbindungslinien zwischen den Ländern zum Ausdruck kommt). Daraus geht hervor, dass die Intensität der Zusammenarbeit zwischen einer Reihe von Autorenzentren, wie die Vereinigten Staaten und Deutschland, zugenommen hat und dass neue Verknüpfungen zwischen Koautoren entstanden sind, wie beispielsweise zwischen Brasilien und Australien. Die Größe der Blasen spiegelt die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen wider, und die Veränderungen deuten auf verstärkte Aktivitäten in einer Reihe von Zentren hin, insbesondere China.

Zusätzlich zur Globalisierung ist es aber wichtig, den regionalen Aspekt der Innovationstätigkeit festzuhalten. Innovation findet in den Ländern nicht unbedingt in gleichem Maße statt; wie auch die Wirtschaftstätigkeit im Allgemeinen, kann Innovation in Clustern, bestimmten Städten oder gewissen Regionen entstehen. Die Strukturen der Patentanmeldungen zeigen beispielsweise, dass die Innovationstätigkeit recht stark lokalisiert ist – so entfielen in Japan auf das Ballungsgebiet Süd-Kanto 2005-2007 z.B. nahezu 49% der Patentanmeldungen (OECD, 2010d, S. 26). Es gibt auch Aktivitäts-„Hot Spots“ in Bereichen wie erneuerbare Energien, Biotechnologie und Nanotechnologie. Insgesamt verweist die Bedeutung globaler und regionaler Aktivitäten darauf, dass die Innnovationspolitik nicht nur nationale Faktoren und Auswirkungen berücksichtigen, sondern darüber hinaus auch

Abbildung 1.20 **Wissenschaftliche Publikationen und von Koautoren verfasste Artikel, 1998 und 2008**



Anmerkung: Die Zahlen basieren auf sogenannten „whole counts“, bei denen Artikel, an denen Forschungseinrichtungen mehrerer Länder beteiligt waren, allen beteiligten Ländern voll angerechnet werden.

Quelle: OECD-Berechnungen, auf der Basis von Scopus Custom Data, Elsevier, Dezember 2009.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332968

den Effekten von Innovationsakteuren und ihren Aktivitäten auf anderen geografischen Ebenen Rechnung tragen muss.

Das künftige Potenzial der Nicht-OECD-Volkswirtschaften im Bereich Wissenschaft und Technologie

Aus den bisherigen Abbildungen in diesem Kapitel geht hervor, dass die Nicht-OECD-Länder ihr Gewicht und ihre Mitwirkung in FuE-Systemen erhöht haben und dass einige von ihnen auf ihrem Weg zum Wissenschafts- und Innovationsmotor stetige Fortschritte erzielen. Bei den FuE-Ausgaben und dem Output an Patenten und wissenschaftlichen Artikeln sowie in Bezug auf den Beitrag zum globalen Bestand an qualifiziertem Forschungspersonal spielen Volkswirtschaften wie Brasilien, China, Indien, Russland und Singapur eine größere Rolle, und der dämpfende Effekt der Finanzkrise dürfte die Forschungsanstrengungen in diesen Ländern nicht so stark in Mitleidenschaft gezogen haben, wie in einigen OECD-Ländern.

Forschung, Wissenschaft und Technologie stehen in sehr engem Zusammenhang zu den längerfristigen wirtschaftlichen Aussichten vieler Nicht-OECD-Volkswirtschaften. Mit Blick auf die Zukunft legen die OECD-Arbeiten über die BIICS (BRIICS ohne Russland) im Rahmen des Projekts *Going for Growth* den Schluss nahe, dass die großen Einkommenslücken zwischen diesen Volkswirtschaften und den OECD-Ländern ein Indikator dafür sind, dass nach wie vor Spielraum für ein Aufschließen zu den Wachstumslokomotiven vorhanden ist (OECD, 2010c, S. 210). Derzeit beläuft sich das Pro-Kopf-BIP in Brasilien und Südafrika auf etwa 25% des Pro-Kopf-BIP der 15 bestplatzierten OECD-Länder, während die entsprechenden Daten für China, Indonesien und Indien bei etwa 14%, 9% bzw. 6% liegen. Zurückzuführen ist diese Kluft größtenteils auf die geringere Arbeitsproduktivität, wenngleich Südafrika auch im Bereich des Arbeitseinsatzes eine recht große Lücke aufweist. Während Unterschiede beim Sach- und Humankapital einen Großteil der Produktivitätslücke erklären, ist die geringe Gesamtfaktorproduktivität (die sehr stark mit der Technologie verknüpft ist) wahrscheinlich der ausschlaggebende Faktor. Die Übernahme und Anpassung neuer Techniken und Prozesse, der Einsatz von Produktinnovationen und der Zugang zu Wissensquellen werden daher Faktoren sein, die für den künftigen Entwicklungspfad dieser Volkswirtschaften maßgeblich sind, ein klarer Hinweis auf die Bedeutung von FuE und Innovationstätigkeit.

Allerdings müssen zahlreiche Politikherausforderungen bewältigt werden, wenn das Potenzial von Forschung, Wissenschaft und Technologie den BIICS zugute kommen soll. Mehrere Politikbereiche, die in der OECD-Analyse *Going for Growth* wegen ihrer Bedeutung für das Wirtschaftswachstum hervorgehoben wurden, zeichnen sich auch durch ihre Relevanz für Wissenschaft und Technologie in diesen Volkswirtschaften aus. Erstens ist die Zahl der Sekundarabschlüsse unter den jüngeren Kohorten zwar stark gestiegen (vor allem in China), doch liegt die Zahl der Tertiärabschlüsse nach wie vor weit unter dem in den OECD-Ländern verzeichneten Niveau. Es sind auch Hinweise darauf vorhanden, dass die Qualität der Bildung hinter der in den OECD-Ländern zurückbleibt und in der Verwaltung öffentlicher Bildungsangebote Spielraum für Effizienzsteigerungen vorhanden ist. Angesichts der Tatsache, dass qualifiziertes Humankapital für die Entwicklung qualifikationsintensiverer Branchen und neuer Technologien sowie die Verbreitung von Technologien und Ideen unter Unternehmen (auch zwischen multinationalen und lokalen Unternehmen) unerlässlich ist, sind kontinuierliche Verbesserungen im Bildungsbereich von entscheidender Bedeutung, wenn die BIICS in der globalen FuE-Landschaft erfolgreich sein sollen. Zweitens stehen der Entfaltung von Unternehmertum, Handel und Investitionen nach wie vor bedeutende Schranken im Wege, die von Investitionen abhalten und die Verbreitung von Technologien und Produktionstechniken aus dem Ausland wahrscheinlich

behindern. Der Bürokratieaufwand für die Unternehmen ist hoch und wirkt entmutigend, während Zölle und Beschränkungen für den Eigentumserwerb durch Ausländer zur Folge haben, dass der Wissenstransfer über moderne intermediäre Inputs und Kapitalgüter sowie die Verbreitung besserer (oder der besten) Praktiken eingeschränkt wird. Drittens verstärken verhältnismäßig niedrige Niveaus an privaten FuE-Investitionen in den BIICS die vom geringen Niveau an Humankapital und den Handels- und Investitionsschranken ausgehenden Effekte, die die Kapazität zur Aufnahme neuer Ideen reduzieren. Zusammen mit Problemen in Verbindung mit dem Schutz der Rechte an geistigem Eigentum und dem Bedarf an einer ständigen Vertiefung der Finanzmärkte, die Kapital für unternehmerische Projekte freisetzen würde, leuchtet es ein, dass die BIICS zwar über ein massives Potenzial in den Bereichen Forschung, Wissenschaft, Technologie und Innovation verfügen, gleichzeitig aber auch erhebliche Politikherausforderungen meistern müssen.

Neben diesen gemeinsamen Politikherausforderungen gibt es aber auch eine Vielzahl länderspezifischer Umstände, die Tempo und Richtung der Fortschritte in den Bereichen Naturwissenschaften, Technologie und Innovation beeinflussen. Erstens weichen die Aussichten für die Nicht-OECD-Volkswirtschaften je nach Entwicklungsstand offensichtlich erheblich ab. Foray (2009) stellte fest, dass Länder mit niedrigerem Einkommen weniger in Kontakt mit externen Technologien sind und über geringere Absorptionskapazitäten verfügen. In diesem Fall dürfte der Weg bis zu einer verstärkten Mitwirkung in globalen Wissenschafts- und Innovationssystemen für diese Länder länger sein als für Volkswirtschaften, die über fester etablierte Handels- und Investitionsbeziehungen sowie eine breitere Basis von Wissenseinrichtungen und -akteuren verfügen. Für Länder mit niedrigerem Einkommen kam Foray zu der Schlussfolgerung, dass Politikmaßnahmen zu ergreifen sind, die darauf abzielen, Unternehmer bei ihrer Entdeckung vielversprechender länderspezifischer Wissenschafts- und Innovationsbereiche sowie der Entwicklung von Forschungskapazitäten, Humankapitalinvestitionen und der Beseitigung von Hindernissen zu unterstützen, die Interaktionen zwischen Wissenserzeugern und -nutzern im Wege stehen.

Zweitens ist der Schwerpunkt in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation in den aufstrebenden Volkswirtschaften je nach länderspezifischen Umständen anders gelagert und kann (und muss in einigen Fällen) sich von dem der OECD-Länder unterscheiden, zumindest in der nahen Zukunft. So wurde beispielsweise in Arbeiten der Weltbank zum Innovationspotenzial Indiens die Notwendigkeit hervorgehoben, die Nutzeffekte von Innovationen der breiten Bevölkerung zugute kommen zu lassen (Weltbank, 2007). Sie verwiesen auf den dualen Charakter der indischen Wirtschaft, wo Akteure von Weltformat in den Bereichen Biotechnologie und IKT und eine Subsistenzwirtschaft, in der nahezu 50% der Frauen und 25% der Männer Analphabeten sind, nebeneinander existieren. Neben Reformen des Bildungs- und Wettbewerbssystems und Maßnahmen zur besseren Verbreitung des bestehenden Wissens unter den Unternehmen, forderte die Weltbank die Förderung „inklusiver Innovationen“, d.h. Innovationen, die für die ärmeren Segmente der Gesellschaft von Bedeutung sind (wie z.B. Solarenergie für arme ländliche Haushalte), die Anstrengungen von „Basisinnovatoren“ unterstützen (z.B. Schutz der Rechte an geistigem Eigentum für herkömmliches Wissen) und dem informellen Sektor dabei helfen, Wissen zu assimilieren und Techniken zu modernisieren. Da etwa zwei Drittel der Bevölkerung Indiens ihren Lebensunterhalt mit einer Beschäftigung im ländlichen Sektor bestreiten, dürften die diesen Sektor betreffenden Innovationen von ganz besonderer Relevanz sein. Entsprechend sind einige Anstrengungen im Gange, wie z.B. das *India National Agricultural Innovation Project* der Weltbank, das 2006 aufgelegt wurde und darauf abzielt, die Zusammenarbeit zwischen öffentlichen Forschungseinrichtungen, Landwirten, dem privaten Sektor und

sonstigen Akteuren beim Einsatz von Agrarinnovationen voranzubringen[12]. Battelle und *R&D Magazine* (2009) stellten fest, dass die indische Regierung eine Erhöhung des BIP-Anteils der FuE-Ausgaben auf 2% bis 2012 vorsieht, mit besonderer Fokussierung auf den Sektor der Agro-Biotechnologie. (Gegenwärtig ist die pharmazeutische Industrie der Hauptakteur im indischen Innovationssystem, sie vereint 20% der gesamten FuE-Ausgaben auf sich, und auch die Automobilindustrie spielt eine führende Rolle.)

Drittens dürfte das politische Umfeld für Entscheidungen in den Bereichen Wissen-schaft und Technologie in aufstrebenden Volkswirtschaften, einen wichtigen Einfluss auf die Gestaltung ihrer künftigen FuE- sowie Innovationsaktivitäten haben. In Bezug auf China stellten Battelle und *R&D Magazine* (2009) beispielsweise fest, dass der wesentliche politische Unterschied gegenüber den OECD-Ländern darin besteht, dass in China politische Ziele dominieren. In der Top-down-Struktur der chinesischen WuT- und Innovationspolitik steht die Erreichung spezifischer Ziele im Mittelpunkt, darunter die Förderung der Grund-lagenforschung in ausgewählten Wissenschaftsbereichen sowie der FuE in ausgewählten Hochtechnologiebereichen von nationaler Priorität, wie Biotechnologie und Energietechnologie (OECD, 2008e, S. 78). Mit Blick auf die Zukunft empfahl die OECD-Prüfung der chinesischen Innovationspolitik indessen, dass die FuE-Bemühungen ausgedehnt werden sollen und Industriezweige unterstützen sollten, die nicht als Hochtechnologiesektor gelten (wie traditionelle Industrien oder der Dienstleistungssektor). Ferner empfahl sie, dass Marktkräften, Wettbewerb und Privatsektor eine größere Rolle eingeräumt werden sollte. In diesem Kontext vertrat Roach (2010) die Auffassung, dass das derzeitige export- und investitionsbasierte Entwicklungsmodell Chinas angesichts des Nachfragerückgangs seit dem Ende der Krise langfristig nicht tragfähig ist und dass sich der anstehende 12. Fünfjahresplan darauf konzentrieren sollte, China auf den Pfad zu einem neuen Wachstumsmodell zu bringen, und diesen Prozess durch Maßnahmen zur Erleichterung des Übergangs zu einem von der Binnenwirtschaft getragenen Konsummodell zu fördern. Roach vertrat die Auffassung, dass China durch eine Freisetzung des einkommengenerierenden Potenzials der Landbewohner, die Ermöglichung der Entwicklung von Dienstleistungsindustrien und die Expansion des sozialen Sicherheitsnetzes sein Beschäftigungswachstum steigern, die Umweltzerstörung mindern und die Gefahr globaler Handelsfriktionen eindämmen könnte. Es kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, welche Auswirkungen eine derartige Politik auf die FuE-Prioritäten in China haben würde, wenngleich eine Konsequenz einer verstärkten Fokussierung auf den Dienstleistungssektor eine erhöhte Nachfrage nach innovativen Lösungen in Bereichen, wie Einzelhandel, Gesundheit und Unternehmensdienstleistungen sein könnte.

Für die OECD-Länder bietet die wachsende Bedeutung der Nicht-OECD-Länder in den Bereichen Forschung, Wissenschaft und Technologie Chancen und Herausforderungen. Nichtmitgliedsländer bieten große Absatzmärkte, neue Fachkräftereservoirs und Ideen sowie neue Kooperationsnetze. Gleichzeitig drängt die aus dieser Entwicklung resultierende Umstrukturierung der Produktions- und Forschungstätigkeit die Regierungen der OECD-Länder zur Annahme neuer Politikrahmen, die die Reallokation von Ressourcen zu Gunsten neuer Aktivitäten unterstützen und den Menschen bei der Anpassung helfen. Wichtig ist an dieser Stelle aber, dass die wachsende Beteiligung der Nicht-OECD-Länder an Forschung und Entwicklung kein Nullsummenspiel ist. Ebenso wie die besseren Ergebnisse einzelner OECD-Länder als Ausdruck gemeinsamer Stärke und Chance zur Expansion des globalen Wissensbestands betrachtet werden können, auf die zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen zurückgegriffen werden kann, so kann auch die verstärkte Aktivität und Kompetenz der Nichtmitgliedsländer als ein Aktivposten gesehen werden, der letzten Endes allen Ländern zugute kommt.

Zusammenfassung

Seit der Veröffentlichung des *Wissenschafts-, Technologie- und Industrieausblicks* von 2008 erlebt die Weltwirtschaft eine Finanzkrise und einen Wirtschaftsabschwung, der die meisten Länder auf der ganzen Welt in Mitleidenschaft gezogen hat. Im OECD-Raum ist das Wachstum wieder angesprungen, die Wirtschaftsaussichten bleiben aber verhalten, und die öffentlichen Haushalte stehen in einer Reihe von Ländern unter extrem starkem Druck. Obwohl die im Gefolge des Abschwungs eingeführten Konjunkturpakete eine Reihe von Unterstützungsmaßnahmen für Unternehmen enthielten, sollten diese Impulse bald wieder zurückgenommen werden, und der Bedarf an Haushaltskonsolidierung könnte den Spielraum für die Regierungen einiger OECD-Länder einengen, die bestrebt sind, ihre Investitionen in FuE und Innovation aufrechtzuerhalten. Zugleich werden Wissenschaft, Technologie und Innovation bei der Überwindung des Abschwungs und dem Aufbau „der Welt, wie wir sie haben wollen" – im Hinblick auf neue Produktions- und Konsumstrukturen, die Nachhaltigkeit und sonstige gesellschaftliche Ziele fördern – eine entscheidende Rolle spielen. In dieser Hinsicht sollten von staatlicher Seite Anstrengungen unternommen werden, um die entsprechenden FuE- und Innovationsinvestitionen vor Kürzungen zu bewahren und zugleich die Effizienz und Effektivität der FuE-Budgets zu steigern.

Das reale Wachstum der Bruttoinlandsaufwendungen und Unternehmensausgaben für FuE ist zwar immer noch positiv, hat sich 2008 im OECD-Raum aber verlangsamt. Diese Entwicklung verlief indessen unter den Ländern sehr heterogen, wobei in einigen Ländern 2008 die FuE-Intensität gesunken ist, sich in anderen das absolute Ausgabenniveau verringert hat und wiederum andere weiterhin ein starkes Ausgabenwachstum verzeichnen. Angesichts der zeitlichen Verzögerungen zwischen Veränderungen im makroökonomischen Umfeld und Veränderungen bei den FuE-Investitionen sowie des Timings der Konjunkturpakete (die im allgemeinen 2009 einsetzten) ist bei dem Versuch, Veränderungen der neuesten Daten auf die Reaktion von Unternehmen und Regierungen angesichts der Krise zurückzuführen, Vorsicht geboten. Länderübergreifende Daten aus dem Jahr 2009 werden eine detailliertere Analyse der Auswirkungen des Wirtschaftsabschwungs auf FuE ermöglichen, wobei Frühindikatoren auf eine Verlangsamung der Investitionstätigkeit hindeuten.

Die zwischen den Ländern bestehenden Unterschiede in der Industrie- und Institutionsstruktur sprechen gegen einen zu strengen Vergleich des Niveaus der Investitionen von Staat und Wirtschaft. De facto lautet die zentrale Frage, welchen Mehrwert die jeweilige Investition geschaffen hat. Die Zahl der Patente ist in den letzten zehn Jahren stetig gestiegen, wenngleich die Zunahme in den jüngsten Jahren langsamer vonstatten ging und die Patentanmeldungen 2008 rückläufig waren. In nahezu allen Ländern erhöhte sich die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen, und Innovationserhebungsdaten ist zu entnehmen, dass sich die Innovationstätigkeit auf ein breites Spektrum von Produkt-, Verfahrens-, Organisations- und Marketinginnovationen erstreckt. Der Beitrag dieser Innovationen zur Erreichung gesellschaftlicher Ziele lässt sich nur schwer bestimmen, und es bedarf weiterer Arbeiten, um einen kohärenten Rahmen für die Evaluierung der Auswirkungen der Forschung auf komplexe, globale Herausforderungen etablieren zu können.

In den meisten Ländern hat das Humankapital in den Bereichen Forschung, Wissenschaft und Technologie zugenommen, und die derzeitige Mobilität der Studierenden schafft eine solide Basis für spätere grenzüberschreitende Forscher- und Wissensströme. Angesichts von Befürchtungen über die Deckung der künftigen Nachfrage nach qualifizierten Kräften werden Staat und Wirtschaft vor der Herausforderung stehen, die kontinuierliche Entwicklung des Humankapitals zu gewährleisten, wobei lebenslanges Lernen und die

Ausbildung am Arbeitsplatz diesbezüglich wichtige Elemente sind. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass viele innovative Unternehmen ihren Mitarbeitern innovationsspezifische Schulungen anbieten. Dabei kommt es entscheidend darauf an, die verfügbaren Qualifikationen bestmöglich zu nutzen, und anhaltende Bemühungen um eine Optimierung der Frauenerwerbsbeteiligung in Wissenschaft und Technologie werden positive Effekte nach sich ziehen.

Wissenschaftliche Aktivitäten gewinnen an Intensität und finden in immer mehr Regionen statt, so dass eine globale Betrachtungsweise unerlässlich ist. Ein wachsender Anteil unter ausländischer Kontrolle stehender Tochtergesellschaften an Beschäftigung, Umsatz und Wertschöpfung im Verarbeitenden Gewerbe ist dafür ein Indikator; zu den weiteren Indikatoren zählen die zunehmende internationale Zusammenarbeit und die Mehrautorenschaft. Nicht-OECD-Volkswirtschaften spielen eine größere Rolle und nehmen wichtige Investitionen in dynamischen Bereichen mit Wachstumspotenzial vor, wie z.B. Umwelttechnologien. Forschung, Wissenschaft und Technologie werden für die längerfristigen Wirtschaftsaussichten dieser Volkswirtschaften von entscheidender Bedeutung sein, und der Aufholprozess wird für sie eine ständige Wachstumsquelle darstellen. Dennoch müssen einige Politikherausforderungen bewältigt werden, wenn diese Länder ihr Innovationspotenzial erreichen sollen, insbesondere im Hinblick auf Verbesserungen bei den Tertiärabschlüssen, den Schranken für Unternehmertum, Handel und Investitionen sowie dem Niveau der privaten FuE.

Anmerkungen

1. Z.B. OECD (2003), Guellec und van Pottelsberghe de la Potterie (2004) sowie Khan und Luintel (2006).

2. Die *OECD Main Science and Technology Indicators (MSTI) Database* enthält Daten für 32 OECD-Mitgliedsländer (ohne Chile), aggregierte OECD-Daten (ohne Chile und zum gegenwärtigen Zeitpunkt auch ohne Israel und Slowenien), aggregierte EU27-Daten, Daten für die OECD-Beitrittsvolkswirtschaft Russland, für die in vertiefter Zusammenarbeit mit der OECD stehenden Volkswirtschaften China und Südafrika sowie für mehrere andere Nicht-OECD-Volkswirtschaften wie Argentinien, Rumänien und Singapur. Soweit möglich werden für alle Mitgliedsländer und -volkswirtschaften, alle Beitrittsvolkswirtschaften und in vertiefter Zusammenarbeit stehenden Volkswirtschaften Daten geliefert; dies ist jedoch von der Datenverfügbarkeit innerhalb der verwendeten Datenreihen abhängig. Es sei darauf hingewiesen, dass nicht für alle Abbildungen in diesem Kapitel Daten für alle Länder verfügbar sind. Alle Einzelheiten über die länderspezifischen Datenprobleme in dieser Datenbank sind der MSTI-Dokumentation zu entnehmen.

3. Anmerkungen zu den jüngsten Veränderungen im Mitgliederstand der OECD und bezüglich der Daten:

   Chile: Chile wurde am 7. Mai 2010 OECD-Mitglied. Seine Daten über Wissenschaft und Technologie sind noch nicht in der *OECD MSTI Database* enthalten. Bei den in den folgenden Abschnitten enthaltenen Verweisen auf OECD-Durchschnittswerte der Vergangenheit wurde Chile nur berücksichtigt, wo dies ausdrücklich angegeben ist.

   Estland: Am 10. Mai 2010 richtete der Rat der OECD eine Einladung an Estland, der Organisation beizutreten. Estland wird formell Mitglied der OECD, sobald die Hinterlegung seiner Beitrittsurkunde zum OECD-Übereinkommen (bei der französischen Regierung) erfolgt ist. Die Daten Estlands über Wissenschaft und Technologie sind noch nicht in der *OECD MSTI Database* enthalten.

   Israel: Am 7. September 2010 wurde Israel OECD-Mitglied. Die israelischen Daten über Wissenschaft und Technologie sind in der *OECD MSTI Database* verfügbar; bei den in den folgenden Abschnitten enthaltenen Verweisen auf OECD-Durchschnittswerte der Vergangenheit wurde Israel jedoch nur berücksichtigt, wo dies ausdrücklich angegeben ist. Die statistischen Daten für Israel wurden

von den zuständigen israelischen Stellen bereitgestellt, die für sie verantwortlich zeichnen. Die Verwendung dieser Daten durch die OECD erfolgt unbeschadet des völkerrechtlichen Status der Golanhöhen, von Ost-Jerusalem und der israelischen Siedlungen im Westjordanland.

Slowenien: Slowenien wurde am 21. Juli 2010 OECD-Mitglied. Die slowenischen Daten über Wissenschaft und Technologie sind in der *OECD MSTI Database* verfügbar; bei den in den folgenden Abschnitten enthaltenen Verweisen auf OECD-Durchschnittswerte der Vergangenheit wurde Slowenien jedoch nur berücksichtigt, wo dies ausdrücklich angegeben ist.

4. Die EU27 sind: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Österreich, Malta, die Niederlande, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, die Slowakische Republik, Slowenien, Spanien, die Tschechische Republik, Ungarn, das Vereinigte Königreich und Zypern.

   Anmerkung bezüglich der Daten für Zypern in diesem Dokument:

   Die folgende Anmerkung wird auf Antrag der Türkei aufgenommen: „Die Informationen in diesem Bericht unter der Überschrift Zypern beziehen sich auf den südlichen Teil der Insel. Es existiert keine den türkischen und den griechischen Bevölkerungsteil der Insel gemeinsam vertretende Instanz. Die Türkei erkennt die Türkische Republik Nordzypern (TRNZ) an. Bis im Rahmen der Vereinten Nationen eine dauerhafte und gerechte Lösung gefunden ist, wird sich die Türkei ihre Stellungnahme zur „Zypernfrage“ vorbehalten.

   Auf Antrag aller der OECD angehörenden EU-Mitgliedstaaten und der Europäischen Kommission wird folgende Anmerkung aufgenommen: „Die Republik Zypern wird von allen Mitgliedern der Vereinten Nationen mit Ausnahme der Türkei anerkannt. Die Informationen in diesem Bericht beziehen sich auf das Gebiet, das sich de facto unter der Kontrolle der Regierung der Republik Zypern befindet.“

5. Bei den meisten der in MSTI berücksichtigten Nicht-OECD-Volkswirtschaften werden die von der Weltbank bereitgestellten KKP-Werte dazu genutzt, die Daten von der Landeswährung in KKP zu konvertieren. Ist die FuE in einigen Ländergruppen gegenüber anderen relativ kostenaufwendig, so kann die Verwendung von KKP beim Vergleich der realen FuE-Ausgaben zu einer Verzerrung führen. Alternative Methoden, um vergleichbare Daten der einzelnen Länder zu erhalten, stehen noch nicht zur Verfügung. Eine Untersuchung von Methoden zur Bereinigung und Konvertierung der in Landeswährung ausgedrückten Daten über FuE-Ausgaben findet sich im Anhang 9 des *Frascati Manual* (OECD, 2002).

6. Die hohe Intensität in Schweden könnte zum Teil auf die besondere Struktur der öffentlichen FuE in diesem Land zurückzuführen sein, und teilweise auch auf die dortigen buchhalterischen Erfassungspraktiken (z.B. sind Doktoranden in Schweden in ihrer Hochschule vollzeitbeschäftigt). Weitere Informationen hierüber in Granberg und Jacobssen (2006).

7. Bei der Datenprüfung müssen Verfahrensänderungen, Zeitreihenbrüche und nationale Praktiken beachtet werden (z.B. Änderungen der Corporate-Governance- und Eigentümerstruktur, die die Sektorzugehörigkeit von Einrichtungen betreffen). Weitere Informationen hierüber enthält die Dokumentation für die *OECD MSTI Database*.

8. Daten aus der OECD *Entrepreneurship Financing Database* (April 2010).

9. Tertiärbereich-A-Qualifikationen entsprechen in der Internationalen Standardklassifikation für das Bildungswesen (ISCED) der Stufe 5A, bei der es sich um weitgehend theoretisch orientierte Bildungsgänge handelt, die hinreichende Qualifikationen für den Zugang zu weiterführenden forschungsorientierten Bildungsgängen und Berufen mit hohem Qualifikationsniveau vermitteln sollen. Tertiärbereich-B-Qualifikationen entsprechen der ISCED-Stufe 5B, sie sind in der Regel kürzer als die des Tertiärbereichs A und konzentrieren sich auf praktische/technische/berufsbezogene Fähigkeiten für den direkten Eintritt in den Arbeitsmarkt. Fortgeschrittene forschungsorientierte Bildungsgänge entsprechen der ISCED-Stufe 6 und sind der fortgeschrittenen und Grundlagenforschung gewidmet.

10. Das PCT-Verfahren (Patent Co-operation Treaty – PCT, Vertrag über die Internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens) ermöglicht es Ländern, mit einer einzigen internationalen Antragstellung (PCT-Anmeldung) bei einem einzigen Patentamt in einer Vielzahl von Ländern Patentrechte zu erwerben. Über 130 Länder haben den Vertrag unterzeichnet. Die Entscheidung

darüber, ob Patentrechte erteilt oder Patentschutz verweigert wird, bleibt den nationalen oder regionalen Patentämtern überlassen. Vgl. OECD (2009e) wegen näherer Einzelheiten.

11. Das *Oslo-Handbuch* (OECD und Eurostat, 2005) hält fest, dass eine zusätzliche Option für Innovationserhebungen darin besteht, zu fragen, ob die betreffenden Innovationen eine Neuheit für den Weltmarkt darstellen. Einige Länder, wie beispielsweise Australien, verwenden diese Kategorie in ihrer Innovationserhebung, um beim Innovationsgrad weiter zu unterscheiden (ABS, 2006).

12. Vgl. Weltbank, India National Agricultural Innovation Project, Project ID P092735.

Literaturverzeichnis

Abramovsky, L., R. Harrison und H. Simpson (2007), "University Research and the Location of Business R&D", *The Economic Journal*, Vol. 117, S. C114-C141, März.

ABS (Australian Bureau of Statistics) (2006), *Innovation in Australian Business*, Catalogue 8158.0, ABS, Canberra.

Altbach, P. (2009), "The Giants Awake: The Present and Future of Higher Education Systems in China and India", in OECD (2009), *Higher Education to 2030 – Volume 2: Globalisation*, OECD, Paris.

Arundel, A. und D. Sawaya (2009), "Biotechnologies in Agriculture and Related Natural Resources to 2015", *OECD Journal: General Papers*, Vol. 2009/3, OECD, Paris.

Arundel, A., D. Sawaya und I. Valeanu (2009), "Human Health Biotechnologies to 2015", *OECD Journal: General Papers*, Vol. 2009/03, OECD, Paris.

Auriol, L. (2010), "Careers of Doctorate Holders: Employment and Mobility Patterns", *STI Working Papers,* 2010/4, Direktion Wissenschaft, Technologie und Industrie, OECD, Paris.

Battelle and Foresight Nanotech Institute (2007), *Productive Nanosystems: A Technology Roadmap*, Battelle Memorial Institute and Foresight Nanotech Institute, Vereinigte Staaten.

Battelle und *R&D Magazine* (2009), *2010 Global R&D Funding Forecast*, Dezember, Vereinigte Staaten.

Calof, J. und J. Smith (2010), "Critical Success Factors for Government-led Foresight", *Science and Public Policy*, Vol. 37(1), S. 31-40, Februar.

CGS (Council of Graduate Schools) (2010), *Findings from the 2010 CGS International Graduate Admissions Survey: Phase 1: Applications*, April, Washington D.C.

China Statistics Press (2009), *2009 China Statistical Yearbook*, China Statistics Press.

Criscuolo, C. (2009), "Innovation and Productivity: Estimating the Core Model across 18 Countries", in OECD (2009), *Innovation in Firms: A Microeconomic Perspective*, OECD, Paris.

Daheim, C. (2009), "Six Key Trends Shaping Future Society", Vortrag beim OECD TIP Workshop on Future Orientations for STI Policy, 14. Dezember 2009, Paris.

Department for Business, Innovation and Skills (2010), *The 2009 R&D Scoreboard: The Top 1 000 UK and 1 000 Global Companies by R&D Investment: Commentary and Analysis*, März, Vereinigtes Königreich.

DIHK (Deutscher Industrie- und Handelskammertag) (2009), "Innovationsverhalten deutscher Unternehmen in der Krise – erstaunlich offensiv", September, Berlin.

Europäische Kommission (2008a), *Mapping the Maze: Getting More Women to the Top in Research*, EUR 23311, Luxemburg.

Europäische Kommission (2008b), *Benchmarking Policy Measures for Gender Equality in Science,* EUR 23314, Luxemburg.

Europäische Kommission (2009a), *Innobarometer 2009: Analytical Report*, Flash EB Series No. 267, durchgeführt von The Gallup Organization for DG Enterprise and Industry, Mai.

Europäische Kommission (2009b), *The Gender Challenge in Research Funding: Assessing the European National Scenes*, EUR 23721, Luxemburg.

Foray, D. (2009), "Knowledge Policy for Development", Vortrag beim OECD/UNESCO International Workshop on Innovation for Development: Converting Knowledge to Value, 28.-30. Januar, Paris.

Government Office for Science (2010), *Land Use Futures: Making the Most of Land in the 21st Century: Executive Summary*, Foresight Land Use Futures Project, London.

Granberg, A. und S. Jacobsson (2006), "Myths or Reality – A Scrutiny of Dominant Beliefs in the Swedish Science Policy Debate", *Science and Public Policy*, Vol. 33, No. 5, Juni, S. 321-340.

Guellec, D. und B. van Pottelsberghe de la Potterie (2004), "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*, Vol. 66(3), S. 353-378.

Haegeman, K., J. Harper und R. Johnston (2010), "Introduction to a special section: Impacts and implications of future-oriented technology analysis for policy and decision-making", *Science and Public Policy*, Vol. 37(1), S. 3-6, Februar.

Hall, B., J. Mairesse und P. Mohnen (2009), "Measuring the Returns to R&D", *NBER Working Paper Series, Working Paper,* 15622, Dezember.

Internationaler Währungsfonds (IWF) (2010), "Exiting from Crisis Intervention Policies", Beitrag der Fiscal Affairs, Monetary and Capital Markets, and Research Departments, 4. Februar.

James, C. (2009), *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2009: Executive Summary*, ISAAA (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications) Brief No. 41, Ithaca, NY.

Jaumotte, F. und N. Pain (2005), "From ideas to development: The determinants of R&D and patenting", *Economics Department Working Papers*, No. 457, OECD, Paris.

Kanerva, M. und H. Hollanders (2009), "The impact of the economic crisis on innovation: Analysis based on the Innobarometer 2009 survey", ProInno Europe: InnoMetrics, Dezember.

Karkkainen, K. (2010), "Summary of the Initial Education Today Crisis Survey, June 2009 – Impact of the Economic Crisis on Education", *EDU Working Papers*, No. 43, OECD, Paris.

Khan, M. und K.B. Luintel (2006), "Sources of Knowledge and Productivity: How Robust is the Relationship?", *STI Working Papers,* 2006/6, Direktion Wissenschaft, Technologie und Industrie, OECD, Paris.

Mathieu, A. und B. van Pottelsberghe de la Potterie (2008), "A note on the drivers of R&D intensity", *Centre for Economic Policy Research Discussion Paper Series*, No. 6684, Juni.

McKinsey and Company (2010a), *McKinsey Global Survey results: Economic Conditions Snapshot, April 2010*, McKinsey and Company.

McKinsey and Company (2010b), *McKinsey Global Survey results: Economic Conditions Snapshot, June 2010*, McKinsey and Company.

Mega, J. (2010), "Impact of the economic crisis on R&D investment and policy measures", Vortrag beim 1st Meeting of the European Research Area Committee (ERAC), 10.-11. Juni 2010, Santiago de Compostela, Spanien. Verfügbar unter *www.era.gv.at/space/11442/directory/11587/doc/20302.html*.

Moncada-Paternò-Castello, P., C. Ciupagea, K. Smith, A. Tübke und M. Tubbs (2010), "Does Europe Perform Too Little Corporate R&D? A comparison of EU and non-EU corporate R&D performance", *Research Policy*, Vol. 39, S. 523-536.

Mowery, D., R. Nelson und B. Martin (2009), "Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work)", NESTA Provocation, No. 10, Oktober.

National Science Board (2010a), *Globalization of Science and Engineering Research: A Companion to Science and Engineering Indicators 2010*, National Science Foundation, Arlington, Virginia.

National Science Board (2010b), *Science and Engineering Indicators 2010*, National Science Foundation (NSB 10-01), Arlington, Virginia.

OECD (2002), *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, OECD, Paris.

OECD (2003), *Die Quellen wirtschaftlichen Wachstums in den OECD-Ländern*, OECD, Paris.

OECD (2008a), *OECD-Wirtschaftsausblick*, Ausgabe 2008/1, 83, Juni, OECD, Paris.

OECD (2008b), *OECD-Wirtschaftsausblick,* Ausgabe 2008/2, 84, Dezember, OECD, Paris.

OECD (2008c), *The Global Competition for Talent: Mobility of the Highly Skilled*, OECD, Paris.

OECD (2008d), *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2008*, OECD, Paris.

OECD (2008e), *OECD Reviews of Innovation Policy: China*, OECD, Paris.

OECD (2009a), *OECD-Wirtschaftsausblick*, Ausgabe 2009/2, 86, November, OECD, Paris.

OECD (2009b), *Policy Responses to the Economic Crisis: Investing in Innovation for Long-term Growth*, Juni, OECD, Paris.

OECD (2009c), *Responding to the Economic Crisis: Fostering Industrial Restructuring and Renewal,* Juli, OECD, Paris.

OECD (2009d), *OECD-Wirtschaftsausblick, Zwischenausgabe, März*, OECD, Paris.

OECD (2009e), *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2009*, OECD, Paris.

OECD (2009f), *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*, OECD, Paris.

OECD (2009g), *Bildung auf einen Blick 2009: OECD-Indikatoren*, W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.

OECD (2009h), *OECD Patent Statistics Manual*, OECD, Paris.

OECD (2010a), *OECD-Wirtschaftsausblick*, Ausgabe 2010/1, 87, Mai, OECD, Paris.

OECD (2010b), "Preparing Fiscal Consolidation", Hauptabteilung Wirtschaft, 22. März, OECD, Paris, *www.oecd.org/dataoecd/16/1/44829122.pdf* (Zugriff am 30. März 2010).

OECD (2010c), *Economic Policy Reforms: Going for Growth 2010*, OECD, Paris.

OECD (2010d), *The OECD Innovation Strategy: Measuring and Monitoring Innovation*, OECD, Paris.

OECD (2010e), *OECD Employment Outlook 2010: Moving Beyond the Jobs Crisis*, OECD, Paris.

OECD (2010f), *Bildung auf einen Blick 2010*, W. Bertelsmann Verlag, Bielefeld.

OECD und Eurostat (2005), *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data,* 3. Ausgabe, OECD/Europäische Gemeinschaften.

Palmberg, C., H. Dernis und C. Miguet (2009), "Nanotechnology: An Overview based on Indicators and Statistics", *STI Working Papers* 2009/7, Direktion Wissenschaft, Technologie und Industrie, OECD, Paris.

Pottelsberghe de la Potterie, B. van (2008), "Europe's R&D: Missing the Wrong Targets?", *Intereconomics*, S. 220-225, Juli/August.

PricewaterhouseCoopers (2009), *Point of View: Economic Turmoil Catches Cleantech*, Mai, PricewaterhouseCoopers LLP.

PricewaterhouseCoopers (2010), *Under Recovery*, PricewaterhouseCoopers Pharmaceutical and Life Sciences Industry Group.

PricewaterhouseCoopers and National Venture Capital Association (2010), *MoneyTree Report: Q4 2009/ Full-year 2009*, PricewaterhouseCoopers LLP.

Rij, V. van (2010), "Joint horizon scanning: identifying common strategic choices and questions for knowledge", *Science and Public Policy*, Vol. 37(1), S. 7-18, Februar.

Roach, S. (2010), "Consumer-Led China", Beitrag zum 11th annual China Development Forum, veranstaltet in Beijing am 20.-22. März, Morgan Stanley.

Schaaper, M. (2009), "Measuring China's Innovation System: National Specificities and International Comparisons", *STI Working Papers* 2009/1, Direktion Wissenschaft, Technologie und Industrie, OECD, Paris.

Scrase, I., A. Stirling, F.W. Geels, A. Smith und P. van Zwanenberg (2009), *Transformative Innovation: A Report to the Department for Environment, Food and Rural Affairs*, SPRU – Science and Technology Policy Research, University of Sussex.

SigmaScan (2009), "Security: Marrying Technological and Human Approaches", Government Office for Science, *www.sigmascan.org* (Zugriff am 29. März 2010).

Smith, A., J.-P. Voß und J. Grin (2010), "Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges", *Research Policy*, Vol. 39, S. 435-448.

TechCast (2009), "The Next Next Things", *The Washington Post*, 4. Januar.

The Economist (2010), "The World Turned Upside-Down: A special report on innovation in emerging markets", 17. April.

Vincent-Lancrin, S. (2009), "Cross-border Higher Education: Trends and Perspectives", in OECD (2009), *Higher Education to 2030 – Volume 2: Globalisation*, OECD, Paris.

Walsh, K. (2007), "China R&D: A High-Tech Field of Dreams", *Asia Pacific Business Review*, Vol. 13(3), S. 321-335, Juli.

Willekens, F. (2009), "Demography and Higher Education: The impact on the age structure of staff and human capital formation", in OECD (2008), *Higher Education to 2030 – Volume 1: Demography*, OECD, Paris.

Weltbank (2007), *Unleashing India's Innovation: Towards Sustainable and Inclusive Growth*, Oktober.

Weltbank (2010), *Women, Business and the Law: Measuring Legal Gender Parity for Entrepreneurs and Workers in 128 Economies*, Washington D.C.

2030 Water Resources Group (2009), *Charting our Water Future: Economic frameworks to inform decisionmaking*, The Barilla Group, The Coca-Cola Company, The International Finance Corporation, McKinsey and Company, Nestle SA, New Holland Agriculture, SABMiller plc, Standard Chartered Bank und Syngenta AG.

ANHANG 1.A1

Zusammenhang zwischen Zunahme der FuE-Ausgaben und Anstieg der Forscherzahl

In den OECD-Ländern ist die Zahl der Forscher kontinuierlich gestiegen, und die Hälfte aller Länder verzeichnete im Zeitraum 1998-2008 einen Anstieg der Forscherzahlen in Vollzeitäquivalenten um über 4,5% jährlich. Als Ausgangspunkt für die Untersuchung der Frage, ob dieses Wachstum vom Unternehmenssektor oder anderen Sektoren angetrieben wird, stellen die nachstehenden Abbildungen die kumulierte jahresdurchschnittliche Wachstumsrate (CAGR) der Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD), der FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors (BERD) sowie der Hochschulaufwendungen für FuE (HERD) im Verhältnis zur kumulierten jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate der Gesamtzahl der Forscher, der Forscher in Unternehmen und der Forscher in Hochschulen (alle in Vollzeitäquivalent ausgedrückt) für die OECD-Länder im Zeitraum 1998-2008 (oder dem nächsten entsprechenden Zeitraum, vgl. Kasten wegen näherer Einzelheiten) dar. Die Abbildungen enthalten eine einfache lineare Trendlinie und damit verbundene Regressionsergebnisse.

Aus den Abbildungen geht hervor, dass zwischen dem Wachstum der gesamten Bruttoinlandsaufwendungen für FuE (GERD) und dem der Gesamtforscherzahl ein relativ starker Zusammenhang besteht, so dass ein Anstieg der kumulierten jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate der Bruttoinlandsaufwendungen eines Landes für FuE um 1 Prozentpunkt mit einem Anstieg der kumulierten jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate der Gesamtforscherzahl um 0,81 Prozentpunkte assoziiert ist. Jedoch ist der Zusammenhang bei den FuE-Ausgaben des Unternehmenssektors (BERD) noch stärker, hier geht ein Anstieg der BERD um 1 Prozentpunkt mit einer Zunahme der Zahl der in Unternehmen tätigen Forscher um 1,07 Prozentpunkte einher. Bei den HERD ist der Zusammenhang zwischen Ausgaben und Forscherzahl ähnlich wie bei den GERD. Dem Wert für die OECD-Länder (ohne Luxemburg) ist zu entnehmen, dass ein Anstieg der kumulierten jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate der HERD eines Landes um 1 Prozentpunkt mit einem Anstieg der kumulierten jährlichen Wachstumsrate der Zahl der in Hochschulen tätigen Forscher um 0,76 Prozentpunkte assoziiert ist. Eine mögliche Erklärung für diese Beobachtungen ist der stärker anwendungsorientierte Charakter der unternehmensbasierten FuE-Aktivitäten, die arbeitsintensiver sein können, doch bedarf es weiterer Analysen, um dieser Frage wirklich auf den Grund zu gehen.

Anmerkungen zu den Daten

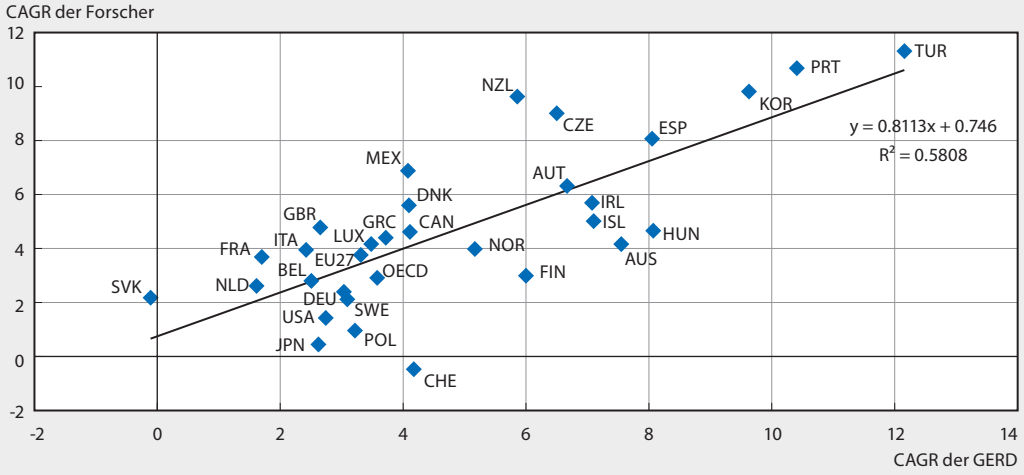
Die Daten zu FuE-Ausgaben und Forscherzahlen sind für den Zeitraum 1998-2008 der OECD-MSTI-Datenbank entnommen. In einigen Fällen standen für diesen Zeitraum keine Daten zur Verfügung, in diesem Fall wurden folgende Daten verwendet:

Daten zu GERD und Gesamtzahl der Forscher: Australien 2006; Kanada 2007; Frankreich 2007; Griechenland 1999-2007; Luxemburg 2000; Mexiko 2007; Neuseeland 1999-2007; Norwegen 1999; Schweden 1999; Schweiz 2000; Türkei 2007; Vereinigte Staaten 1999-2007. OECD insgesamt 2007.

Daten zu BERD und Forschern in Unternehmen: Australien 2007; Kanada 2007; Frankreich 2007; Griechenland 1999-2007; Luxemburg 2000; Mexiko 2007; Neuseeland 1999-2007; Norwegen 1999; Schweden 1999; Schweiz 2000; Türkei 2007; Vereinigte Staaten 2007. OECD insgesamt 2007.

Daten zu HERD und Forschern in Hochschulen: Australien 2006; Kanada 2007; Dänemark 1999; Frankreich 2007; Griechenland 1999-2007; Mexiko 2007; Neuseeland 1999-2007; Norwegen 1999; Schweden 1999; Türkei 2007. Für die Vereinigten Staaten oder den OECD-Raum insgesamt liegen keine neueren Daten vor. Luxemburg bleibt auf Grund seines extremen Ausreißerstatus unberücksichtigt.

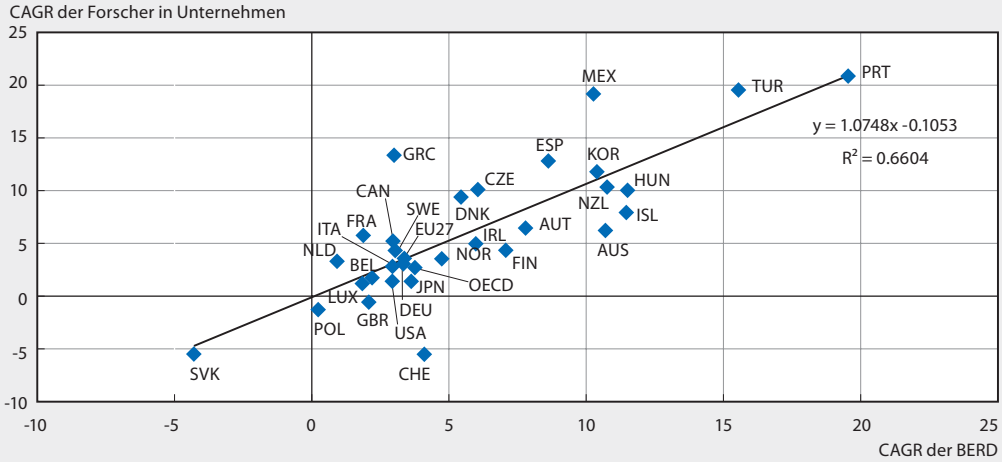
Zusammenhang zwischen GERD und Gesamtzahl der Forscher, 1998-2008 (oder nächster verfügbarer Zeitraum)



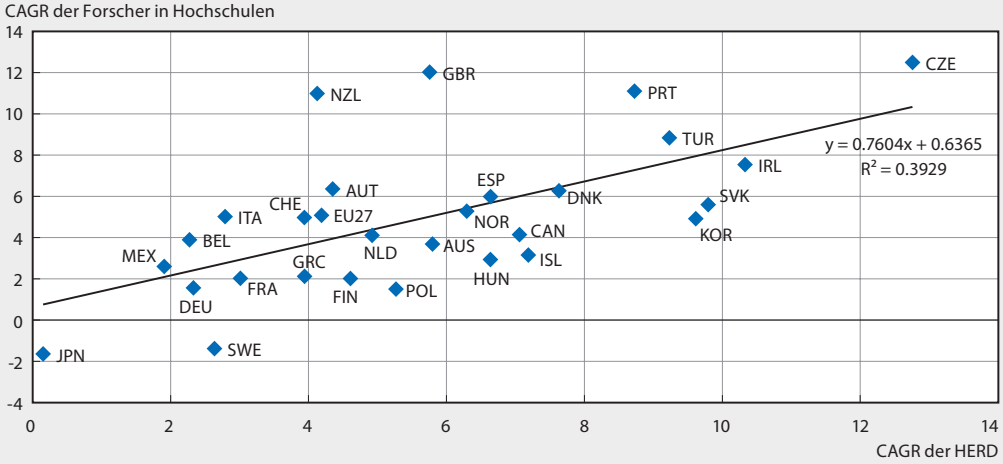
....

. . . .

Zusammenhang zwischen BERD und Zahl der Forscher in Unternehmen, 1998-2008 (oder nächster verfügbarer Zeitraum)



Zusammenhang zwischen HERD und Zahl der Forscher in Hochschulen, 1998-2008 (oder nächster verfügbarer Zeitraum)



Quelle: OECD MSTI (Mai 2010) und OECD-Berechnungen.

StatLink http://dx.doi.org/10.1787/888932332987

From:

OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010

Access the complete publication at:

https://doi.org/10.1787/sti_outlook-2010-en

Please cite this chapter as:

OECD (2011), “Die wichtigsten Entwicklungen in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation”, in *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2010*, OECD Publishing, Paris.

DOI: https://doi.org/10.1787/9789264112452-5-de

Das vorliegende Dokument wird unter der Verantwortung des Generalsekretärs der OECD veröffentlicht. Die darin zum Ausdruck gebrachten Meinungen und Argumente spiegeln nicht zwangsläufig die offizielle Einstellung der OECD-Mitgliedstaaten wider.

This document and any map included herein are without prejudice to the status of or sovereignty over any territory, to the delimitation of international frontiers and boundaries and to the name of any territory, city or area.

You can copy, download or print OECD content for your own use, and you can include excerpts from OECD publications, databases and multimedia products in your own documents, presentations, blogs, websites and teaching materials, provided that suitable acknowledgment of OECD as source and copyright owner is given. All requests for public or commercial use and translation rights should be submitted to rights@oecd.org. Requests for permission to photocopy portions of this material for public or commercial use shall be addressed directly to the Copyright Clearance Center (CCC) at info@copyright.com or the Centre français d’exploitation du droit de copie (CFC) at contact@cfcopies.com.