

Michael Peneder, Martin Falk, Werner Hölzl, Serguei Kaniovski, Kurt Kratena

WIFO-Weißbuch: Technologischer Wandel und Produktivität

Disaggregierte Wachstumsbeiträge in Österreich seit 1990

Anhand einer für Österreich gänzlich neuen Datenbasis, die das WIFO im Rahmen der internationalen Forschungsk Kooperation "EU KLEMS" erstellt hat, wurde für das WIFO-Weißbuch der Wachstumsbeitrag des als Multifaktorproduktivität gemessenen technologischen Wandels berechnet. Bei einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum der realen Wertschöpfung im Zeitraum 1990/2004 von 2,38% trug demnach der Anstieg der Multifaktorproduktivität rund 0,85 Prozentpunkte bei. Der technologische Wandel i. e. S. war somit für mehr als ein Drittel des Wirtschaftswachstums maßgebend. Einschließlich der Qualitätseffekte aus der Verschiebung des Faktoreinsatzes zugunsten höherwertiger Produktionsfaktoren erreichte der durchschnittliche jährliche Wachstumsbeitrag 1,49 Prozentpunkte. Somit gingen zwei Drittel des Wachstums auf diese technologischen Veränderungen i. w. S. zurück.

Der Beitrag fasst die Ergebnisse einer Teilstudie des WIFO-Weißbuches "Mehr Beschäftigung durch Wachstum auf Basis von Innovation und Qualifikation" zusammen: Michael Peneder, Martin Falk, Werner Hölzl, Serguei Kaniovski, Kurt Kratena, Teilstudie 3: Wachstum, Strukturwandel und Produktivität. Disaggregierte Wachstumsbeiträge für Österreich von 1990 bis 2004 (40 Seiten, 40,00 €, Download 32,00 €:

http://publikationen.wifo.ac.at/pls/wifosite/wifosite.wifo_search.get_abstract_type?p_language=1&pubid =27440 • E-Mail-Adresse: Michael.Peneder@wifo.ac.at

Seit Anfang der neunziger Jahre war Österreich von einer Reihe außergewöhnlicher Veränderungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen betroffen: Nach der Ostöffnung folgten der Beitritt zur Europäischen Union und die Teilnahme an der Währungsunion. Der fortschreitende Erweiterungsprozess der EU machte Österreich in der Folge von einer Volkswirtschaft in geographischer Randlage zu einem zentral gelegenen Standort im europäischen Wirtschaftsraum.

Neben diesen markanten historischen Ereignissen sind die wirtschaftlichen Akteure laufend von latenten Veränderungen betroffen, die häufig mit den Schlagworten "Globalisierung" und "technologischer Wandel" zusammengefasst werden. Während der Begriff der Globalisierung ebenfalls für eine zunehmende Integration der Weltwirtschaft steht, bezieht sich der technologische Wandel auf Veränderungen im Wissenssystem. Keine dieser Entwicklungen ist neu. In der Wahrnehmung vieler Betroffener beschleunigen sie sich aber ständig, was nicht nur Anpassungsdruck, sondern vielfach auch ein Gefühl der Ohnmacht und fehlenden politischen Steuerbarkeit schafft.

Gemeinsam ist all diesen Veränderungen das Zusammentreffen von neuen Chancen für unternehmerisches Handeln mit einer Verschärfung des Standortwettbewerbs. Es ist daher charakteristisch für diese Entwicklung, dass mit den Gewinnmöglichkeiten auch die Angst vor Abwanderung der Produktion sowie dem damit einhergehenden Verlust von Beschäftigungsmöglichkeiten wächst.

Die vorliegende Untersuchung prüft, wieweit sich diese weitreichenden Veränderungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Zeitraum von 1990 bis 2004 auf die Fertigungstiefe der Produktion, das Investitionsverhalten der Unternehmen oder deren Nachfrage nach Arbeit und die Produktivitätsentwicklung insgesamt auswirken. Konkret wird gezeigt, in welchem Ausmaß das Wachstum der Gesamtwirtschaft und einzelner Branchen in Österreich seit Anfang der neunziger Jahre von Änderun-

gen des Einsatzes von Arbeit, Kapital und Vorleistungen bzw. dem als Multifaktorproduktivität gemessenen technologischen Wandel getragen wurde.

Daten und Methode

Die Datenbasis für die Berechnung der disaggregierten Wachstumsbeiträge steht in dieser Form erstmals für Österreich zur Verfügung. Sie wurde vom WIFO im Rahmen der internationalen Forschungskoooperation EU KLEMS erstellt¹⁾. Besonderer Dank gilt dabei Statistik Austria für die tatkräftige Unterstützung des Projekts. Die detaillierte Vorgehensweise zur Konstruktion der disaggregierten Vorleistungs-, Arbeits- und Kapitalkonten wird im Anhang der Studie von *Peneder et al. (2006)* erläutert. Hier werden nur die wichtigsten Grundlagen des gewählten Ansatzes ausgeführt, um mögliche Missverständnisse und häufige Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Der theoretische und methodische Bezugsrahmen dieser Arbeit ist die moderne Literatur zur Produktivitätsmessung mit sektoralen Produktionsfunktionen (z. B. *Jorgenson – Ho – Stiroh, 2005*)²⁾. Neben den direkt messbaren Wachstumsbeiträgen der Faktoren Arbeit und Kapital wird indirekt und näherungsweise auch der Beitrag der *Multifaktorproduktivität* (häufig auch "totale Faktorproduktivität – TFP") bestimmt. Diese entspricht in der Produktionstheorie dem *faktorungebundenen* technologischen Wandel, also der Veränderung der Produktion bei gleicher Qualität und Einsatzmenge der Inputfaktoren. Neben eigenen technologischen Innovationen können dafür auch organisatorische Verbesserungen oder z. B. die Diffusion neuer Geschäftsmodelle verantwortlich sein. Davon zu unterscheiden sind *faktorgebundene* technologische Veränderungen, die nur über die Produktionsfaktoren, also z. B. durch den Einsatz neuer Maschinen, wirksam werden.

Das Konzept der Wachstumszerlegung beruht auf weitreichenden produktionstheoretischen Annahmen und stellt gleichzeitig hohe Ansprüche an die Qualität der verfügbaren Daten. Die Ergebnisse zur Multifaktorproduktivität ebenso wie zu den Wachstumsbeiträgen der einzelnen Faktoren sind daher immer nur eine näherungsweise Quantifizierung.

Ausgangspunkt ist eine Produktionsfunktion $Y_{jt} = A_{jt} F_j(X_{it})$, die für jede Branche die reale Produktion Y in Abhängigkeit von N heterogenen Inputfaktoren X_i sowie der Technologie A darstellt. Der Cobb-Douglas-Funktionstyp bietet dabei eine für die Wachstumszerlegung sehr nützliche Spezifikation:

$$(1) \quad Y_{jt} = A_{jt} \prod_{i=1}^N X_{it}^{\sigma_{ij}}, \text{ mit } \sum_{i=1}^N \sigma_{ij} = 1.$$

Der Exponent σ_{ij} bezeichnet dabei die Outputelastizität des Produktionsfaktors X_i , d. h. er gibt an, um welchen Prozentsatz sich die Produktion verändert, wenn im Sektor j der Einsatz des Faktors X_i um 1% erhöht wird. Die Summe der Exponenten wird gleich 1 gesetzt; dies impliziert die Annahme konstanter Skalenerträge. Weiters wird angenommen, dass für alle Outputelastizitäten gilt: $0 < \sigma_{ij} < 1$. Daraus folgt, dass für den Einsatz jedes Faktors das Grenzprodukt positiv ist, aber bei ständiger Steigerung immer kleiner wird.

Unter der zusätzlichen Annahme von vollkommenem Wettbewerb auf allen Produkt- und Faktormärkten werden alle Inputs X_i zu ihrem jeweiligen Grenzprodukt entlohnt:

$$(2) \quad p(X_i) = A \frac{\partial F(X_i)}{\partial X_i} = \sigma_i \frac{A}{X_i} \prod_{i=1}^N X_i^{\sigma_i} = \sigma_i \frac{AF(X_i)}{X_i} = \sigma_i \frac{Y}{X_i}.$$

Unter diesen Bedingungen entsprechen die Exponenten σ_i dem Anteil der jeweiligen Produktionsfaktoren X_i an den gesamten Faktorentgelten. Hebt man die Re-

¹⁾ EU KLEMS wird durch das 6. Rahmenprogramm der Europäischen Kommission finanziert. Das WIFO ist Teil eines internationalen Konsortiums, das vom Groningen Growth and Development Center (GGDC) unter Bart van Ark geleitet wird (<http://www.wifo.ac.at/wifo/euklems.html>).

²⁾ Der Ansatz geht auf frühe Arbeiten von Solow (1956, 1957) zurück, wurde aber methodisch z. B. durch *Jorgenson – Griliches* (1967) oder *Jorgenson – Gollop – Fraumeni* (1987) wesentlich weiterentwickelt. *Schreyer – Pilat* (2001) sowie OECD (2001) bieten übersichtliche Zusammenfassungen, *van Ark – Inklaar – McGuckin* (2003) oder *Timmer – O'Mahony* (2003) aktuelle Beispiele zur Anwendung dieses Forschungsansatzes.

strikation gleicher Faktorpreise quer über alle Branchen auf, dann erfolgt die Wachstumszerlegung in analoger Weise, aber mit branchenspezifischer Technologie A_j und unterschiedlichen Faktorpreisen $p(X_{ij})$, die sich aus den entsprechenden Anteilen der Faktorentgelte im jeweiligen Sektor ergeben:

$$\sigma_{ij} = p(X_{ij}) \frac{X_{ij}}{Y_j}.$$

Die Veränderungsrate des Produktionswertes lässt sich somit vereinfacht als Summe der technologischen Veränderungen sowie der jeweils mit ihrem Anteil an den Gesamtkosten gewichteten Veränderungsraten der Produktionsfaktoren darstellen.

Für empirische Arbeiten wird zudem eine adäquate Entsprechung für Veränderungs-raten in diskreten Zeitintervallen benötigt. Unter den Annahmen einer translog-Produktionsfunktion bei konstanten Skalenerträgen und vollkommenem Wettbewerb gilt der Törnqvist-Index als die beste Annäherung an die Ableitungen in stetiger Zeit. Dabei werden die Veränderungs-raten als logarithmische Differenzen gemessen und das arithmetische Mittel der Anteile der Faktorentgelte in den Jahren t und $t-1$ zur Gewichtung verwendet.

Das Ergebnis zeigt die Veränderungsrate der Produktion in Abhängigkeit von technologischen Veränderungen sowie der mit den jeweiligen Output-Elastizitäten gewichteten Veränderung der Produktionsfaktoren. Dieser Wachstumsbeitrag kann auch negativ sein, wenn z. B. der Einsatz bestimmter Produktionsfaktoren geringer war als im Jahr davor.

Der faktorungebundene technologische Wandel wird im Sinne der Multifaktorproduktivität als Residuum gemessen:

$$(3) \quad \Delta MFP_j = \ln \frac{Y_{jt}}{Y_{jt-1}} - \sum_{i=1}^N \frac{(\sigma_{ij,t-1} + \sigma_{ij,t})}{2} \ln \frac{X_{ij,t}}{X_{ij,t-1}}.$$

Die indirekte Berechnung der Multifaktorproduktivität impliziert, dass diese neben dem reinen technologischen Wandel auch alle Abweichungen der realen Verhältnisse von den Modellannahmen misst, wie z. B. externe Effekte und steigende Skalenerträge. Generell sind z. B. die Kostenanteile verzerrt, wenn die Faktorentgelte nicht dem jeweiligen Grenzprodukt entsprechen. In der Berechnung von Wachstumsbeiträgen werden diese Probleme zwar durch die Differenzenbildung entschärft, dennoch ist der errechnete Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität immer nur eine *lineare Approximation* der tatsächlichen Verhältnisse. Der gewählte theoretische Bezugsrahmen hat dabei den Vorteil, dass die Annahmen sehr transparent und daher auch qualifiziert anfechtbar sind.

Die in diesem Kapitel verwendete "KLEMS"-Methode zeichnet sich dadurch aus, dass die Inputfaktoren X_i möglichst detailliert aufgegliedert werden. Folgende Untergruppen werden in den Berechnungen jeweils einzeln berücksichtigt:

- K ... zehn Klassen von Investitionsgütern (landwirtschaftliche Güter, Informationstechnologien, Kommunikationstechnologien, sonstige Maschinen und Geräte, Fahrzeuge, Software, Wohnbauten, Infrastrukturbauten, sonstige Nicht-Wohnbauten, sonstige Investitionsgüter),
- L ... neun Gruppen von Arbeit, die aus der Kombination von drei Ausbildungskategorien ("hochqualifiziert", "mittelqualifiziert" und "geringqualifiziert") mit drei Altersgruppen (15 bis 29 Jahre, 30 bis 49 Jahre, 50 Jahre und älter) gebildet wurden,
- E ... Energie,
- M ... drei Arten materieller Vorprodukte (Rohstoffe, Vorleistungen aus Informations- und Kommunikationstechnologien, sonstige materielle Vorleistungen),
- S ... intermediäre Dienstleistungen.

Sowohl für Kapital als auch für die Arbeitsleistungen kann man die Wachstumsbeiträge in einen reinen Mengen- und einen Qualitätseffekt trennen. Der Qualitätseffekt

misst dabei, welcher Wachstumsbeitrag durch die Verlagerung in der Nutzung von weniger produktiven zu produktiveren Faktoren entsteht.

Über die Einzelergebnisse für die unterschiedlichen Branchen hinaus kann analog das gesamtwirtschaftliche Wachstum mit mehreren Methoden zerlegt werden, die mit unterschiedlich restriktiven Annahmen auch unterschiedliche Ergebnissen liefern. *Jorgenson – Ho – Stiroh* (2005, S. 361ff) unterscheiden drei Aggregationsmethoden:

- Die *aggregierte Produktionsfunktion* (APF – "aggregate production function") ist der restriktivste Ansatz, weil er u. a. auf den Annahmen beruht, dass für alle Wirtschaftsaktivitäten der gleiche funktionale Zusammenhang zwischen Faktoreinsatzmengen und Wertschöpfung besteht und für die Produktionsfaktoren ebenso wie für die Wertschöpfung auf vollkommenen Märkten identische Preise gelten. Unter diesen Bedingungen genügt es, die Wertschöpfung und die Faktorentgelte über alle Wirtschaftszweige zu summieren und dann zu deflationieren. Unterschiede zwischen den Branchen sind unter diesen strengen Homogenitätsbedingungen bedeutungslos.
- Für die *aggregierte Produktionsmöglichkeitsgrenze* (PPF – "production possibility frontier") wird die Annahme einer über alle Branchen homogenen Wertschöpfungsfunktion aufgehoben. Der Wertschöpfungspreis muss nicht über alle Wirtschaftszweige gleich sein, und bei der Aggregation der Wertschöpfung werden mögliche Substitutionsbeziehungen zwischen den Branchen berücksichtigt. Die Annahme homogener Inputpreise in allen Branchen bleibt aber aufrecht, sodass die Aggregation der Faktoreinsatzmengen wiederum durch einfache Summenbildung erfolgt. Begründet wird diese Annahme weiterhin durch die Vorstellung eines vollkommenen Wettbewerbs mit perfekter Mobilität der Produktionsfaktoren zwischen den Branchen, die im Gleichgewicht identische Faktorpreise bewirken sollen.
- Die *direkte Branchenaggregation* (AAI – "aggregation across industries") sieht schließlich die geringsten Restriktionen vor. Sie verzichtet sowohl auf die Annahme einer homogenen Wertschöpfungsfunktion als auch auf die Annahme homogener Faktorpreise über alle Produktionszweige. Unterschiedliche Faktorpreise können sowohl durch die beschränkte Mobilität der Produktionsfaktoren als auch durch Kompositionseffekte erklärt werden. Kompositionseffekte entstehen dadurch, dass die in der Wachstumszerlegung verwendeten Unterkategorien von Sach- oder Humankapital sowie der Vorleistungen selbst wieder ein Aggregat heterogener Teilfaktoren mit unterschiedlichen Preisen sind. Die unterschiedliche Zusammensetzung der jeweiligen Teilfaktoren bewirkt dann auch heterogene Preise der aggregierten Inputs.

Aufgrund der weniger restriktiven Annahmen wählte das WIFO für die vorliegende Untersuchung die Methode der direkten Aggregation mit branchenspezifischen Produktionsfunktionen. Mit der Methode von *Jorgenson – Ho – Stiroh* (2005) lassen sich dabei die Differenzen zwischen auf unterschiedliche Weise ermittelten Wachstumsbeiträgen der Multifaktorproduktivität ökonomisch interpretieren. Jener Unterschied des realen Wertschöpfungswachstums, der durch den Wechsel von der aggregierten Produktionsfunktion auf die aggregierte Produktionsmöglichkeitsgrenze entsteht, entspricht einem Reallokationseffekt der Wertschöpfung. Dieser ist z. B. positiv, wenn sich die Wertschöpfung in Branchen mit höheren Preisen überdurchschnittlich entwickelt (bzw. negativ bei unterdurchschnittlicher Entwicklung), weil deren nominelles Gewicht in der Aggregation einzelner Sektorbeiträge größer ist. Die Differenz zwischen den Multifaktorproduktivitäten laut aggregierter Produktionsmöglichkeitsgrenze bzw. direkter Branchenaggregation entspricht wiederum der Summe von Reallokationseffekten der einzelnen Produktionsfaktoren. Dieser Reallokationseffekt ist ebenfalls positiv, wenn sich die Faktoreinsatzmengen in Branchen mit höheren Faktorpreisen überdurchschnittlich entwickeln, und negativ bei unterdurchschnittlicher Entwicklung.

Empirische Ergebnisse

Ausgangspunkt für die KLEMS-Methode zur Zerlegung der Wachstumsbeiträge der einzelnen Sektoren ist der Produktionswert. Im Gegensatz zur Berechnung auf Basis

der Wertschöpfung werden so auch Veränderungen der Nachfrage nach Vorleistungen berücksichtigt. In der aggregierten Betrachtung für die Gesamtwirtschaft ist auch die einfachere Berechnung auf Basis der Wertschöpfung mit der Produktionstheorie konsistent, weil die Verflechtungen zwischen den Branchen einander aufheben.

Für die Gesamtwirtschaft fasst Übersicht 1 die wichtigsten Ergebnisse für den Zeitraum 1990 bis 2004 zusammen. Das jährliche Wachstum der realen Wertschöpfung betrug unter Annahme einer homogenen aggregierten Produktionsfunktion (APF) zwischen 1990 und 2004 durchschnittlich 2,4% pro Jahr. In den neunziger Jahren war es etwas höher, von 2001 bis 2004 erreichte es aber durchschnittlich nur 1,5%.

Der Beitrag der *Kapitalleistungen* betrug über den gesamten Zeitraum durchschnittlich +1,3 Prozentpunkte pro Jahr. Davon entfielen etwas weniger als 1,0 Prozentpunkt auf eine reine Mengenausweitung und knapp unter 0,4 Prozentpunkte auf Qualitätseffekte (Anteilsverschiebungen zu höherwertigen Investitionsgütern). Die Abschwächung des Mengeneffekts seit 2001 wurde teilweise durch die Zunahme des Qualitätseffekts kompensiert.

Der positive Wachstumsbeitrag der *Arbeitsleistungen* betrug über den gesamten Beobachtungszeitraum durchschnittlich 0,5 Prozentpunkte pro Jahr. Davon entfielen 0,2 Prozentpunkte auf reine Mengeneffekte (d. h. die Ausweitung der geleisteten Arbeitsstunden) und 0,3 Prozentpunkte auf Qualitätseffekte (Strukturverlagerung zu höherqualifizierten Arbeitskräften). Der Beitrag der Arbeitsstunden stagnierte in der ersten Hälfte der neunziger Jahre und nahm in der zweiten Hälfte dieses Jahrzehnts kräftig zu.

Aus der Differenz zwischen der Veränderungsrate der gesamtwirtschaftlichen realen Wertschöpfung und den Beiträgen der aggregierten Kapital- und Arbeitsleistungen ergibt sich ein erstes Maß für den Wachstumsbeitrag der *Multifaktorproduktivität* unter der Annahme einer aggregierten Produktionsfunktion mit homogenen Wertschöpfungs- und Faktorpreisen. Ohne die Restriktion homogener Wertschöpfungspreise sind wie erwähnt zusätzlich Reallokationseffekte zu berücksichtigen, die sich aus dem unterschiedlichen Wachstum von Branchen mit unterschiedlicher Preisentwicklung ergeben (aggregierte Produktionsmöglichkeitsgrenze). Beide Maße für den Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität unterscheiden sich kaum und liegen bei durchschnittlich +0,6 Prozentpunkten; zwischen 2001 und 2004 waren sie sogar negativ.

Gesamtwirtschaftliche Wachstumszerlegung

Übersicht 1: Wachstum der Wertschöpfung und disaggregierte Wachstumsbeiträge

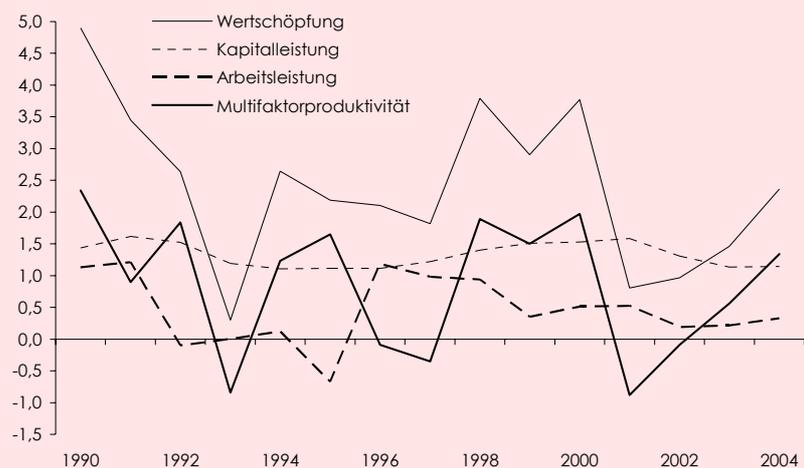
	1990/2004	1990/1995	1996/2000	2001/2004
	Durchschnittliche jährliche Veränderung			
Wertschöpfung, real, APF, in %	+ 2,38	+ 2,62	+ 2,83	+ 1,46
<i>Wachstumsbeiträge in Prozentpunkten</i>				
Kapitalleistungen	+ 1,33	+ 1,33	+ 1,36	+ 1,29
Mengenbeitrag	+ 0,96	+ 1,02	+ 1,08	+ 0,71
Qualitätsbeitrag	+ 0,37	+ 0,31	+ 0,27	+ 0,58
Arbeitsleistungen	+ 0,46	+ 0,28	+ 0,80	+ 0,31
Mengenbeitrag	+ 0,20	+ 0,02	+ 0,48	+ 0,10
Qualitätsbeitrag	+ 0,27	+ 0,26	+ 0,32	+ 0,21
Multifaktorproduktivität, APF	+ 0,59	+ 1,01	+ 0,68	- 0,15
Reallokation der Wertschöpfung	- 0,02	- 0,06	- 0,04	+ 0,06
Multifaktorproduktivität, PPF	+ 0,61	+ 1,07	+ 0,73	- 0,21
Reallokation Kapital	- 0,18	- 0,13	- 0,16	- 0,29
Reallokation Arbeit	- 0,06	+ 0,03	- 0,10	- 0,13
Multifaktorproduktivität, AAI	+ 0,85	+ 1,17	+ 0,98	+ 0,21

Q: WIFO-Berechnungen. APF: "aggregate production function", PPF: "production possibility frontier", AAI: "aggregation across industries".

Für die Berechnung des Wachstumsbeitrags der Multifaktorproduktivität durch direkte Aggregation über die Branchen, d. h. unter Aufhebung der Restriktion homogener Faktorpreise über alle Wirtschaftsbereiche, werden wie erwähnt Reallokationseffekte sowohl der Kapital- als auch der Arbeitsleistungen berücksichtigt. Diese Reallokationseffekte sind überwiegend negativ – die Faktoreinsatzmengen wachsen in Branchen mit unterdurchschnittlichen Faktorpreisen tendenziell überdurchschnittlich. Der durchschnittliche Beitrag der Multifaktorproduktivität zum Wachstum der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung betrug demnach im Durchschnitt des Zeitraums 1990/2000 rund +0,85 Prozentpunkte pro Jahr. 1990 bis 1995 erreichte er +1,17 Prozentpunkte, 1996 bis 2000 rund +0,98 Prozentpunkte, 2001 bis 2004 aber nur +0,21 Prozentpunkte. Im längerfristigen Vergleich spiegelt der Beitrag der Multifaktorproduktivität damit annähernd die Bedeutung des faktorungebundenen technologischen Wandels wider. Über den gesamten Beobachtungszeitraum war dieser mit einem Anteil von rund 36% für etwas mehr als ein Drittel des Wachstums der Wertschöpfung bestimmend. Der Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität ist damit zwar kleiner als jener der Kapitaleistungen (rund 56% des Wirtschaftswachstums), aber größer als der Anteil der Arbeitsleistungen (19%; die Differenz auf 100% ergibt sich aus den negativen Reallokationseffekten).

Abbildung 1: Hauptkomponenten der Wachstumszerlegung für die Gesamtwirtschaft

Veränderung der Wertschöpfung gegen das Vorjahr in %, Wachstumsbeiträge der Produktionsfaktoren und der Multifaktorproduktivität in Prozentpunkten



Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 1 zeigt ergänzend die jährlichen Schwankungen des realen Wertschöpfungswachstums und den Beitrag von Kapital- und Arbeitsleistungen sowie der Multifaktorproduktivität. Ein negativer Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität, wie er sich häufig durch eine solche Komponentenzerlegungen ergibt, weist in der Regel auf Abweichungen der realen Entwicklung von den theoretischen Annahmen des Modells hin. Dabei sollte man der gewählten Methode zugute halten, dass sie diese Abweichungen sichtbar macht und damit nach einer konkreten ökonomischen Erklärung verlangt. So ist z. B. der prozyklische Verlauf des Wachstumsbeitrags der Multifaktorproduktivität ein deutlicher Hinweis auf Rigiditäten auf den Faktormärkten, die sich etwa in den Jahren 1993, 1997 oder 2001 aufgrund der gesamtwirtschaftlichen Nachfrageschwäche und der daraus folgenden geringen Kapazitätsauslastung in einem negativen Residuum niederschlugen. Kurzfristige Schwankungen des Wachstumsbeitrags der Multifaktorproduktivität sind daher keinesfalls ein Maß des faktorungebundenen technologischen Wandels, sondern zeigen, dass die Unternehmen ihre Faktoreinsatzmengen an kurzfristige Änderungen der Nachfrage nur mit Verzögerung anpassen können. Solche Rigiditäten sind z. B. auf Unteilbarkeiten und begrenzte Wiederveräußerbarkeit eines bereits gebildeten Kapitalstocks zurück-

zuführen oder auch darauf, dass Unternehmen in Erwartung des nächsten Aufschwungs (qualifizierte) Arbeitskräfte halten wollen.

Im Gegensatz zur gesamtwirtschaftlichen Betrachtung basiert die disaggregierte Berechnung der Wachstumsbeiträge für einzelne Branchen auf dem Produktionswert. Abbildung 2 reiht die Branchen nach der Entwicklung des Produktionswerts und zeigt neben einer allgemeinen Wertschöpfungskomponente den Beitrag der Vorleistungen. Abbildung 3 unterteilt die Veränderungsrate der Wertschöpfung in die Beiträge von Kapitalleistungen, Arbeitsleistungen und Multifaktorproduktivität. Am stärksten wuchsen demnach Produktion und Wertschöpfung in den Branchen Büromaschinenerzeugung (einschließlich Computer) und Datenverarbeitung sowie Flugverkehr, Nachrichtenübermittlung, Forschung und Entwicklung, Vermietung beweglicher Sachen (Leasing). In der Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen geht das ebenfalls hohe Wachstum der Produktion hingegen in viel höherem Maße auf den Beitrag der Vorleistungen zurück; die Wertschöpfung entwickelte sich in der Folge eher durchschnittlich. Der größte Rückgang sowohl der Produktion als auch der Wertschöpfung ergibt sich in den traditionellen Problembranchen Bergbau und Bekleidungsindustrie, aber auch in der Tabakverarbeitung.

Der Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität ist übereinstimmend mit dem raschen Produktionswachstum besonders groß in den Branchen Büromaschinen und Computer, Forschung und Entwicklung, Flugverkehr oder Nachrichtenübermittlung (Abbildung 4). Überdurchschnittlich ist er aber auch in schrumpfenden Branchen wie z. B. dem Bergbau oder der Bekleidungsindustrie: Hier wurde über den gesamten Beobachtungszeitraum der Kapital- und Arbeitseinsatz noch viel rascher verringert als die Produktion selbst. Hoher Rationalisierungsdruck und die weitgehende Unterlassung von Neuinvestitionen erklären in diesen Fällen das Zusammentreffen von überdurchschnittlichem Produktivitätswachstum bei sinkendem Output.

Schwieriger ist die Interpretation für jener 15 von insgesamt 56 Branchen, in denen der Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität selbst im langfristigen Durchschnitt 1990 bis 2004 negativ war. Während ein negativer Wachstumsbeitrag in einzelnen Jahren aufgrund von Rigiditäten in der Anpassung der Faktoreinsatzmengen an kurzfristige Nachfrageschwankungen durchaus plausibel ist, weisen negative Werte über einen längeren Zeitraum hinweg auf Mess- und Datenprobleme hin³). Noch einmal muss man der Methode zugute halten, dass sie aufzeigt, in welchen Branchen diese Probleme besonders groß sind, und damit Anhaltspunkte für mögliche Verbesserungen der Datenqualität gibt.

Neben dem Sonderfall der Tabakverarbeitung ist der Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität vor allem in zwei Gruppen von Branchen negativ:

- Für Dienstleistungen mit ausgeprägt öffentlichem Charakter (etwa Abwasser- und Abfallbeseitigung, Wasserversorgung, Unterrichtswesen) ist aufgrund des Fehlens von Markttransaktionen keine von den Inputs unabhängige Bestimmung der Produktion möglich.
- Während in einer Reihe marktorientierter Dienstleistungen, wie z. B. dem Versicherungs- und Kreditwesen, der Datenverarbeitung und anderen unternehmensbezogenen Diensten, der nominelle Wert der Produktion durch die Transaktionen über den Markt gut erfasst sein sollte, ist es hier besonders schwierig, das reale Wachstum von reinen Preisveränderungen zu unterscheiden⁴).

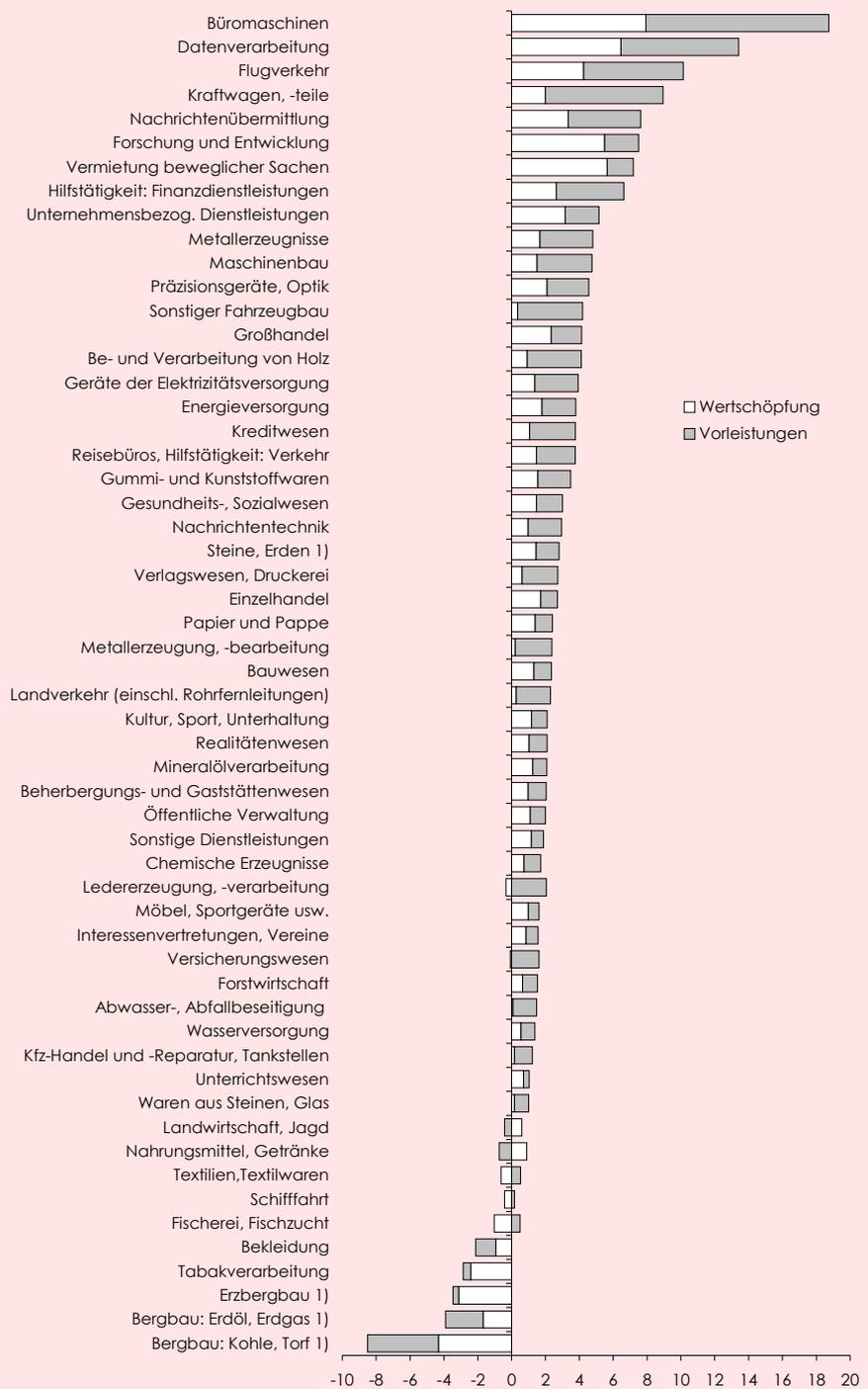
³) Dies ist kein spezifisch österreichisches (Daten-)Problem – Jorgenson – Ho – Stiroh (2005, S. 301) ermitteln in einer Disaggregation von 44 Branchen für den längeren Zeitraum von 1977 bis 2000 einen negativen Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität für insgesamt 16 Branchen.

⁴) Methoden und Schwierigkeiten der Produktivitätsmessung in den Dienstleistungsbranchen behandeln ausführlich Triplett – Bosworth (2004), allgemein kritische Ausführungen zu den Mess- und Interpretationsproblemen im Rahmen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung finden sich auch in Richter (2002).

Disaggregation nach Branchen

Abbildung 2: Beiträge von Wertschöpfung und Vorleistungen zum Produktionswachstum nach Branchen

1990/2004, in Prozentpunkten



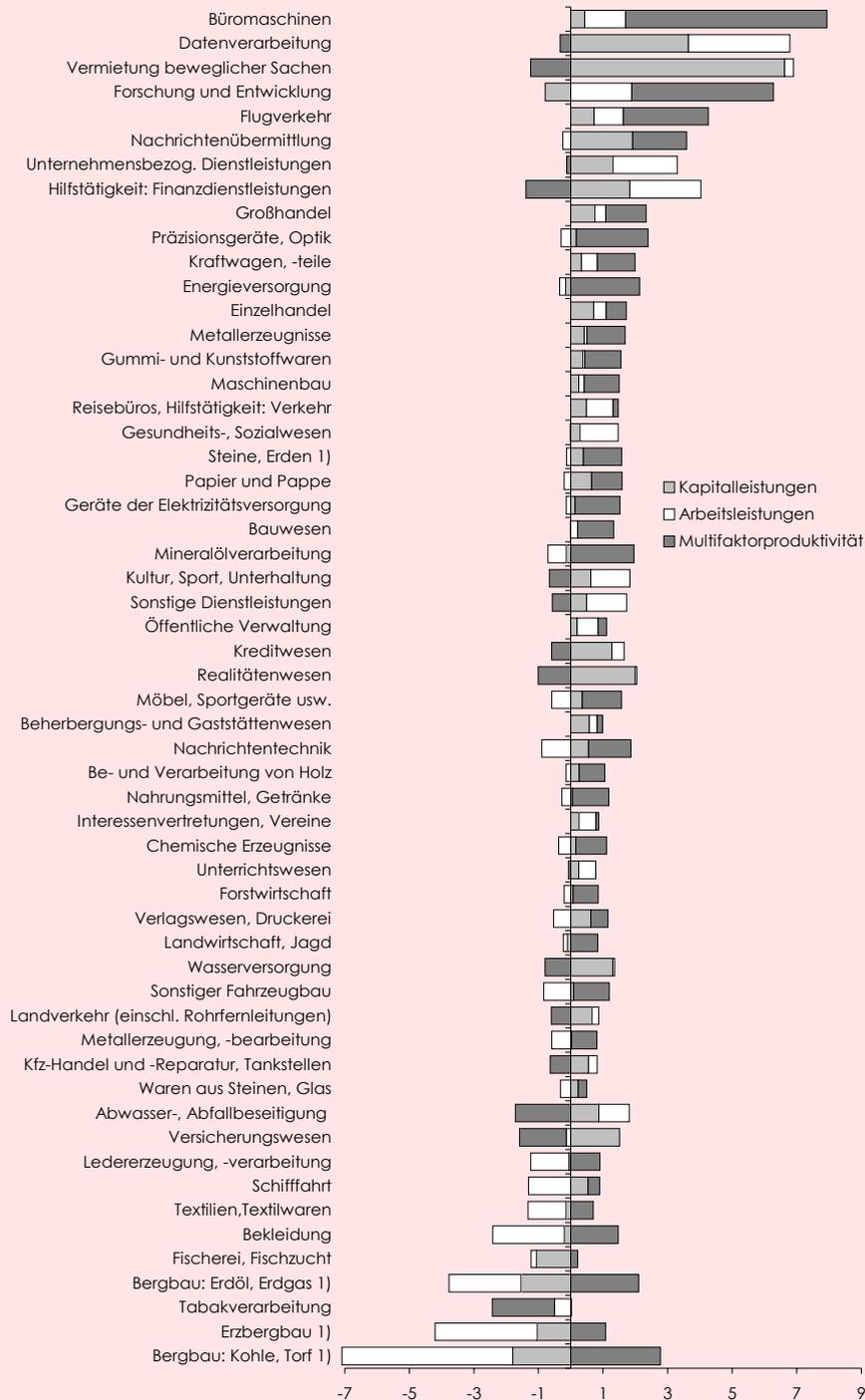
Q: WIFO-Berechnungen. – 1) Schätzung aus teilweise aggregierten Rohdaten.

Ein weiteres Charakteristikum der zweiten Gruppe ist die sehr hohe Intensität an Kapitaleistungen von neuen Informations- und Kommunikationstechnologien. Wie in *Peneder et al. (2006)* näher erläutert, wurden mangels österreichischer Daten für die Schätzung von deren Wachstumsbeitrag auch Preise und Elastizitäten von vergleichbaren Reihen für die USA herangezogen. Diese haben u. a. den Vorteil, dass sie durch die hedonische Preismessung vieler IKT-Güter z. B. die enormen Leistungssteigerungen von Mikroprozessoren und Computern genauer abbilden. Die umfassendere Berücksichtigung von Qualitätsverbesserungen hat einen größeren Zuwachs des realen Einsatzes von IKT-Leistungen zur Folge. Werden umgekehrt Qualitätsver-

besserungen im Output der IKT-nutzenden Branchen nicht im gleichen Ausmaß erfasst, so drückt das den Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität; davon sind Branchen mit hoher IKT-Intensität natürlich am stärksten betroffen.

Abbildung 3: Beiträge von Kapital, Arbeit und Multifaktorproduktivität zum Wachstum der Wertschöpfung nach Branchen

1990/2004, in Prozentpunkten

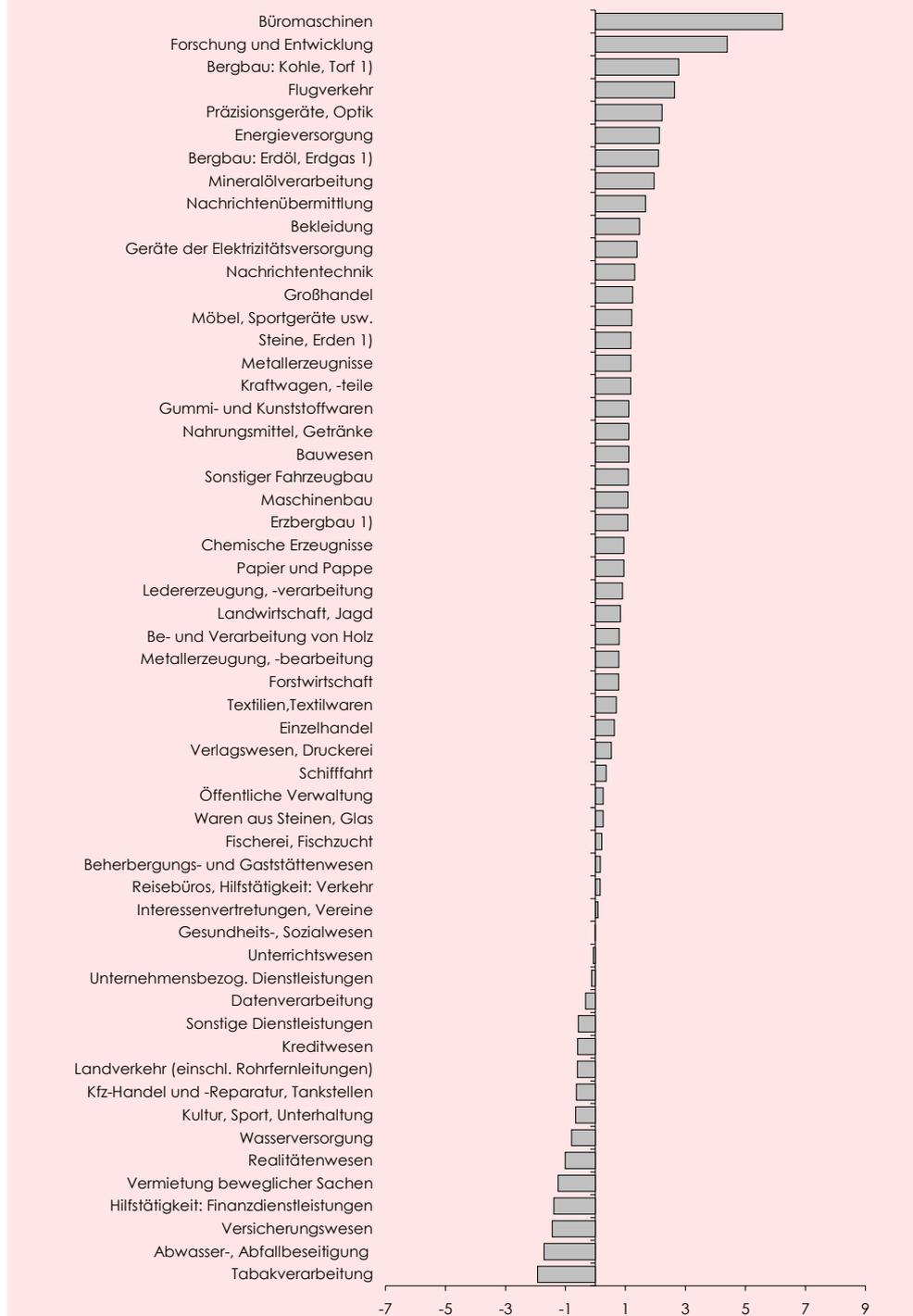


Q: WIFO-Berechnungen. – 1) Schätzung aus teilweise aggregierten Rohdaten.

Neben dieser ausschließlich datentechnischen Begründung sollte man aber auch mögliche ökonomische Erklärungen nicht außer Acht lassen: Ein negativer Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität in den besonders IKT-intensiven Branchen kann auch auf Defizite in der Umsetzung des Leistungspotentials neuer IKT-Ausrüstungen und -Geräte hinweisen. Während der faktorgebundene technologi-

sche Wandel durch IKT die Kapitaleleistungen und damit den Faktoreinsatz erhöht, entsteht in Bezug auf die Multifaktorproduktivität eine Lücke, wenn die Unternehmen nicht hinreichend in komplementäre eigene Innovationen investieren – seien diese technologischer oder organisatorischer Natur.

Abbildung 4: Wachstumsbeitrag der Multifaktorproduktivität
1990/2004, in Prozentpunkten



Q: WIFO-Berechnungen. – 1) Schätzung aus teilweise aggregierten Rohdaten.

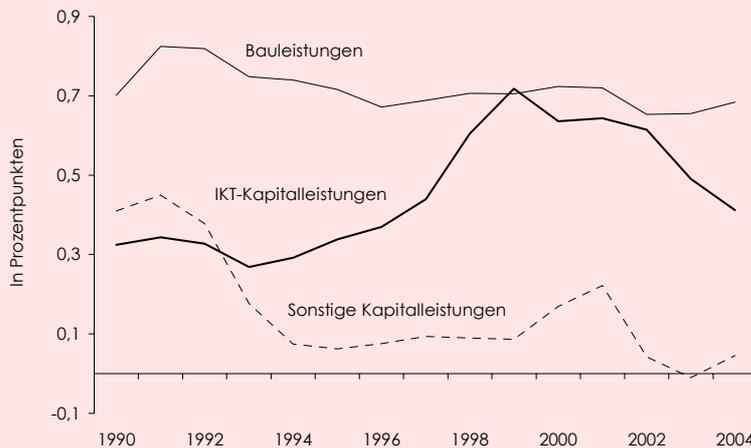
Disaggregation nach Inputkategorien

Im Untersuchungszeitraum waren neben Veränderungen der Branchenstruktur auch beträchtliche Änderungen der Zusammensetzung und Bedeutung der unterschiedlichen Produktionsfaktoren zu verzeichnen. Im ungewichteten Durchschnitt über alle Branchen und Jahre nahmen die Vorleistungen um 2,90% zu; mit einem mittleren

Wachstumsbeitrag von +1,66 Prozentpunkten entfiel dabei der überwiegende Teil auf die Intermediärnachfrage nach Dienstleistungen. *Kratena (2005)* zieht aus ähnlichen Beobachtungen den Schluss, dass intermediäre Dienstleistungen zunehmend "als Qualitätskomponenten mit anderen Waren und Dienstleistungen an den Endverbraucher 'mitgeliefert' werden". Der Beitrag von materiellen Inputs zum Wachstum der Intermediärnachfrage teilt sich in einen Effekt der sonstigen Sachgüter von knapp +0,97 Prozentpunkten, der Informations- und Kommunikationstechnologien von +0,22 Prozentpunkten sowie einen negativen Beitrag von -0,04 Prozentpunkten durch den realen Rückgang der Nachfrage nach einfachen Rohstoffen. Die Vorleistungen von Energie trugen im Beobachtungszeitraum hingegen geringfügig positiv zum Wachstum der Intermediärnachfrage bei (+0,09 Prozentpunkte).

Im Durchschnitt aller Branchen wuchsen die *Kapitalleistungen* insgesamt um 2,32% p. a. Mit +1,38 Prozentpunkten entfallen auf die Informations- und Kommunikationstechnologien⁵⁾ rund 60% des gesamten Bedeutungsgewinns von Sachkapital. Allerdings ist die Verteilung sehr schief, d. h. auf hohe Wachstumsbeiträge der IKT-Kapitalleistungen in wenigen Branchen konzentriert. Gemessen am Median über alle Branchen ist der IKT-Beitrag sogar geringfügig kleiner als jener der Bauinvestitionen (Abbildung 5).

Abbildung 5: Entwicklung der Wachstumsbeiträge von IKT- und Nicht-IKT-Kapitalleistungen



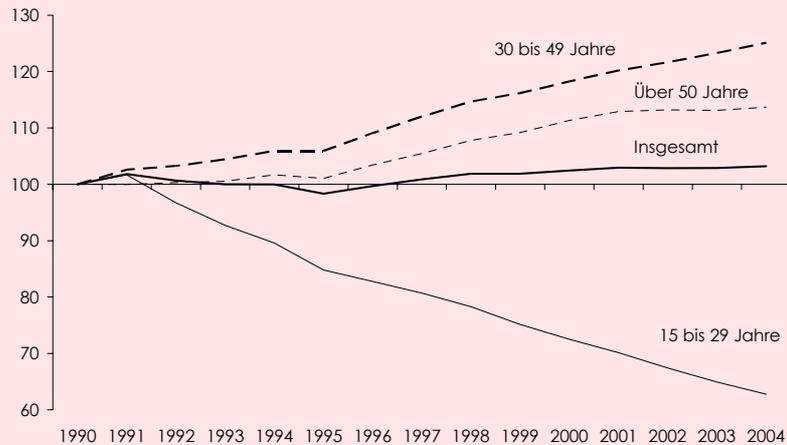
Q: WIFO-Berechnungen; Wachstumsbeiträge von IKT- und Nicht-IKT-Kapitalleistungen: Schätzung.

In Bezug auf den Mengeneinsatz an *Arbeitsleistungen* (geschätzte Arbeitsstunden) ergibt sich für die Summe aller Branchen eine sehr schwache positive Tendenz (1990 bis 2004 kumuliert +3,20%). Während die Zahl der Arbeitsstunden somit wenig dynamisch ist, zeigt die Disaggregation große Strukturverlagerungen zwischen Gruppen von Arbeitskräften: Die Zahl der geleisteten Arbeitsstunden von Personen im Alter zwischen 30 und 49 Jahren nahm um 1,6% p. a. zu (Abbildung 6), jene der über 49-Jährigen um durchschnittlich 0,9% p. a., während die Zahl der Arbeitsstunden der unter 30-Jährigen um 3,3% p. a. sank. Dieser Rückgang resultierte primär aus Veränderungen des Arbeitskräfteangebotes durch demographische Entwicklungen und längere Ausbildungszeiten der Jugendlichen. Zugleich verlagerte sich die Struktur von gering- zu höherqualifizierten Arbeitskräften (Abbildung 7). Obwohl auch hier die Zunahme des Angebotes an qualifizierten Arbeitskräften eine wesentliche Rolle spielt, bestätigen die Daten die zunehmende Transformation in Richtung wissensbasierter Ökonomie, wie sie z. B. auch *Mesch (2005)* anhand von Veränderungen der Berufsstruktur aufzeigt.

⁵⁾ Die Unterscheidung der Kapitalleistungen von Informations- und Kommunikationstechnologien beruht dabei nicht auf empirisch erhobenen Daten, sondern auf Schätzungen des WIFO (*Peneder et al., 2006*).

Abbildung 6: Entwicklung der Arbeitsstunden der unselbständig Beschäftigten nach Altersgruppen

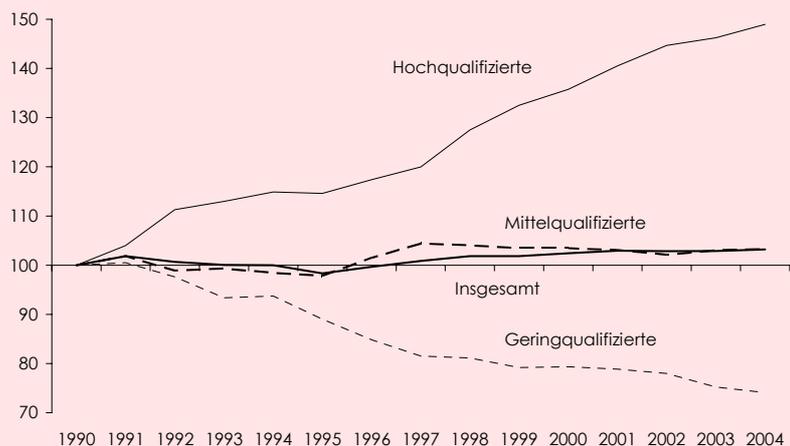
1990 = 100



Q: WIFO-Berechnungen.

Abbildung 7: Entwicklung der Arbeitsstunden der unselbständig Beschäftigten nach der Qualifikation

1990 = 100



Q: WIFO-Berechnungen.

Zusammenfassung

Der Beitrag beruht auf einer für Österreich gänzlich neuen Datenbasis für die Berechnung disaggregierter Wachstumsbeiträge und der daraus resultierenden Entwicklung der Multifaktorproduktivität. Die Daten wurden vom WIFO im Rahmen der internationalen Forschungskoooperation EU KLEMS erstellt.

Im Zeitraum von 1990 bis 2004 setzte sich das durchschnittliche jährliche Wachstum der realen gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung von rund 2,38% demnach aus einem Zuwachs an Kapitaleistungen (+1,33 Prozentpunkte) und der Arbeitsleistungen (+0,46 Prozentpunkte) sowie einem Anstieg der Multifaktorproduktivität (+0,85 Prozentpunkte) zusammen⁶⁾. Der als Multifaktorproduktivität gemessene faktorungebundene technologische Wandel wird neben eigenen Innovationsleistungen vor allem auch durch Lerneffekte und die Übernahme neuer Technologien geprägt. Die Multifaktorproduktivität als Beitrag technologischer Veränderungen i. e. S. war mit

⁶⁾ Die negativen Reallokationseffekte von etwa 0,26 Prozentpunkten entstehen durch die Unterschiede zwischen den Veränderungsrate der Wertschöpfung bzw. der Produktionsfaktoren in Branchen mit unterschiedlichen Wertschöpfungs- bzw. Faktorpreisen.

einem Anteil von rund 36% für mehr als ein Drittel des Wirtschaftswachstums bestimmend.

In allen drei Hauptgruppen von Produktionsfaktoren war im Untersuchungszeitraum eine bedeutende *Strukturverlagerung* in Richtung höherwertiger Faktorleistungen zu verzeichnen: Der größte Wachstumsbeitrag der Vorleistungen entfiel auf die Nachfrage nach qualifikationsintensiven produktionsnahen Dienstleistungen, während z. B. die Nachfrage nach einfachen Rohstoffen rückläufig war. Der Beitrag der Kapitalleistungen ist vor allem durch die wachsende Bedeutung der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien geprägt. Der Einsatz der Arbeitsleistungen verlagert sich deutlich zugunsten höher- und zulasten geringqualifizierter Arbeitskräfte, während die Summe aller geleisteten Arbeitsstunden stabil ist.

Einschließlich dieser Qualitätseffekte betrug der durchschnittliche jährliche Wachstumsbeitrag des technologischen Wandels +1,49 Prozentpunkte bzw. 63% des gesamten Wertschöpfungswachstums. Ohne diesen technologischen Wandel i. w. S. wäre die reale Wertschöpfung in Österreich somit sogar um knapp zwei Drittel schwächer gewachsen – der reine Mengenzuwachs des Einsatzes bestehender Produktionsfaktoren hätte die österreichische Volkswirtschaft im Durchschnitt um nicht einmal 1% wachsen lassen.

Vor dem Hintergrund der erheblichen Veränderungen der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen seit Anfang der neunziger Jahre zeigen die Ergebnisse sehr deutlich, dass weder der wachsende Standortwettbewerb im Zuge der Globalisierung noch der fortschreitende, in der Regel arbeitsparende technologische Fortschritt einen Rückgang der Nachfrage nach Arbeitsleistung in Österreich bewirkte. Umgekehrt gelang es aber nicht, trotz des Anstiegs des Arbeitskräfteangebotes und der Vielzahl neuer unternehmerischer Chancen die Beschäftigungsmöglichkeiten spürbar auszuweiten.

Jorgenson, D. W., Gollop, F. M., Fraumeni, B. M., *Productivity and U.S. Economic Growth*, Harvard University Press, Cambridge, MA, 1987.

Jorgenson, D. W., Griliches, Z., "The Explanation of Productivity Change", *Review of Economic Studies*, 1967, 34, S. 249-283.

Jorgenson, D. W., Ho, M. S., Stiroh, K. J., *Productivity. Volume 3: Information Technology and the American Growth Resurgence*, M.I.T. Press, Cambridge, MA, 2005.

Kratena, K., "Strukturwandel und Dynamik im Tertiären Sektor – Eine Input-Output-Analyse", in Mesch, M. (Hrsg.), *Der Wandel der Beschäftigungsstruktur in Österreich. Branchen – Qualifikationen – Berufe*, LIT Verlag, Wien, 2005, S. 87-146.

Mesch, M., "Der Wandel der beruflichen Struktur der österreichischen Beschäftigung 1991-2001", in Mesch, M. (Hrsg.), *Der Wandel der Beschäftigungsstruktur in Österreich. Branchen – Qualifikationen – Berufe*, LIT Verlag, Wien, 2005, S. 219-286.

OECD, *Measuring Productivity*, OECD Manual, Paris, 2001.

Peneder, M., Falk, M., Hölzl, W., Kaniovski, S., Kratena, K., "Teilstudie 3: Wachstum, Strukturwandel und Produktivität. Disaggregierte Wachstumsbeiträge für Österreich von 1990 bis 2004", in Aiginger, K., Tichy, G., Walterskirchen, E., *WIFO-Weißbuch: Mehr Beschäftigung durch Wachstum auf Basis von Innovation und Qualifikation*, WIFO, Wien, 2006, http://publikationen.wifo.ac.at/pls/wifosite/wifosite.wifo_search.get_abstract_type?p_language=1&pubid=27442.

Richter, J., *Kategorien und Grenzen der empirischen Verankerung der Wirtschaftsforschung*, Lucius & Lucius, Stuttgart, 2002.

Schreyer, P., Pilat, D., "Measuring Productivity", *OECD Economic Studies*, 2001, (33).

Solow, R., "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 1956, 70(1), S. 65-94.

Solow, R., "Technical Change and the Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, 1957, 39(3), S. 12-320.

Timmer, M., O'Mahony, M., "Measuring Capital Input", *National Institute of Economic and Social Research, UK, Discussion Paper, EPKE Technical Note*, 2003, (1).

Triplett, J. E., Bosworth, B. P., *Productivity in the U.S. Services Sector*, The Brookings Institution, Washington, DC, 2004.

van Ark, B., Inklaar, R., McGuckin, R. H., "ICT and Productivity in Europe and the United States", *University of Groningen, CCSO Centre for Economic Research, CCSO Working Papers*, 2003, (200311), <http://ideas.repec.org/p/dgr/rugccs/200311.html>.

Literaturhinweise

WIFO White Paper: Technological Change and Productivity

Disaggregated Contributions to Growth in Austria Since 1990 – Summary

Between 1990 and 2004, the average annual growth of total real value added amounted to about 2.38 percent, with +1.33 percentage points contributed by capital output growth, +0.46 percentage point by labour output growth, and +0.85 percentage point by multi-factor productivity growth (as well as minor re-allocation effects). Thus, the contribution of non-factor related technological change, measured in terms of multi-factor productivity, accounted for more than one third of total economic growth. If the quality effects of the shift in factor utilisation towards higher-value production factors resulting from factor-related technological change are included, the average annual contribution to growth stands at +1.49 percentage points, corresponding to a share of 63 percent. Hence, qualitative changes have been responsible for close to two thirds of real value added growth since 1990.