

Stefan Ederer, Stefan Schiman

Produktion und Produktivität

Kaldor-Verdoorn-Effekte in der Sachgütererzeugung in Österreich und der EU

Produktion und Produktivität. Kaldor-Verdoorn-Effekte in der Sachgütererzeugung in Österreich und der EU

Wie die empirische Analyse von Kaldor-Verdoorn-Effekten in Österreich und der EU mit zeitreihenökonometrischen Methoden zeigt, bedingt ein Anstieg der Sachgütererzeugung um 1% eine Steigerung der Arbeitsproduktivität um bis zu ½%. Impuls-Antwort-Funktionen belegen endogene Verstärkungsmechanismen über eine Zunahme der Kapitalakkumulation und den dadurch induzierten technischen Fortschritt. Eine länger anhaltende Schwächephase der Industrieproduktion hat demnach einen direkten negativen Einfluss auf das Produktivitätswachstum, den langfristigen Wohlstand und die Wettbewerbsfähigkeit.

Output and Productivity. Estimates of the Kaldor-Verdoorn Effect in Austrian and EU Industrial Production

Empirical estimates of the Kaldor-Verdoorn effect in Austria and the EU by means of time series econometric techniques show that an increase of industrial production by 1 percent leads to an increase of labour productivity by up to 0.5 percent. Endogenous reinforcement effects through capital accumulation and induced technical progress are revealed by impulse response functions. A longer period of weak industrial production, therefore, dampens productivity growth, long-run prosperity and competitiveness.

Kontakt:

Dr. Stefan Ederer: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, stefan.ederer@wifo.ac.at

Stefan Schiman, MSc: WIFO, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20, stefan.schiman@wifo.ac.at

JEL-Codes: C32, E12, E23, O47 • **Keywords:** Produktivität, Verdoornsches Gesetz

Der vorliegende Beitrag fasst die Ergebnisse einer WIFO-Studie im Auftrag der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien zusammen: Stefan Ederer, Stefan Schiman, Effekte der gesamtwirtschaftlichen Produktion auf die Entwicklung der Produktivität in Österreich und der EU (November 2017, 40 Seiten, 40 €, Download 32 €: <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/60764>).

Begutachtung: Jesús Crespo-Cuaresma, Ewald Walterskirchen, Werner Hölzl • **Wissenschaftliche Assistenz:** Astrid Czaloun (astrid.czaloun@wifo.ac.at)

1. Einleitung

Das Wachstum der Arbeitsproduktivität verlangsamte sich in den letzten Jahrzehnten in den meisten Industrieländern deutlich, sowohl in der Sachgütererzeugung als auch auf gesamtwirtschaftlicher Ebene. Es verflachte bereits in den 1980er-Jahren, zog jedoch – vor allem in den USA – im Zuge der New Economy in den 1990er- und 2000er-Jahren wieder etwas an. In der EU entwickelte sich die Produktivität hingegen auch in diesem Zeitraum verhalten; dieser Trend verstärkte sich seit der Finanzmarktkrise. Die schwache Produktivitätsverbesserung rückte dadurch wieder verstärkt in den Fokus der wissenschaftlichen und wirtschaftspolitischen Debatte.

Auch internationale Organisationen wie die OECD (2015), der IWF (Adler *et al.*, 2017) oder die EZB (2017) widmeten sich jüngst den Ursachen des schwachen Produktivitätswachstums. So begründet etwa die OECD (2015) die weltweit beobachtete Produktivitätsschwäche nicht mit einer Verlangsamung des Innovationstempos der weltweit fortschrittlichsten Unternehmen, sondern mit einem "Zusammenbruch der Diffusionsmaschine", also des Tempos, in dem sich Innovationen in der Weltwirtschaft ausbreiten. Allen Sichtweisen gemeinsam ist eine überwiegend angebotsseitige Argumentation. Ein Anstieg der Arbeitsproduktivität erfolgt hier durch eine Zunahme der Multifaktorproduktivität (technologischer Wandel) oder eine Erhöhung des Kapital-Arbeit-Verhältnisses ("Kapitalvertiefung"). Neuere Wachstumstheorien (z. B. Aghion – Howitt, 1998) endogenisieren die Multifaktorproduktivität zwar teilweise, sodass Ausgaben für Bildung oder Forschung und Entwicklung nicht nur auf den Ka-

pitalstock oder die Zusammensetzung bzw. die Qualität der Produktionsfaktoren wirken, sondern auch auf die Multifaktorproduktivität. Die gesamtwirtschaftliche Nachfrage spielt in diesen Ansätzen (mittelfristig) aber keine Rolle für Produktivitäts- und Wirtschaftswachstum¹⁾.

Dies ist umso erstaunlicher, als die Analyse des Einflusses der Produktion auf die Produktivität eine lange Tradition in der wirtschaftswissenschaftlichen Forschung hat, insbesondere für die Sachgütererzeugung. Dieser Zusammenhang wird nach seinen Urhebern meist "Verdoornsches Gesetz" oder "Kaldor-Verdoorn-Gesetz" genannt²⁾ und wird vor allem damit begründet, dass ein (laufender und kumulierter) Anstieg des Outputs eine Intensivierung der Arbeitsteilung nach sich zieht, durch die sowohl statische Skalenerträge durch Rationalisierung als auch dynamische Skalenerträge aufgrund von Lernen, Verbesserung der Fähigkeiten und induziertem technischem Fortschritt realisiert werden können (Verdoorn, 1949, 1956). Skalenerträge können dabei unternehmensintern entstehen oder in einer Branche oder der Volkswirtschaft insgesamt. Nach diesem Gesetz würde eine längere Periode der Nachfrageschwäche wie in den vergangenen Jahren (Ederer et al., 2016) unmittelbar das Produktivitätswachstum und damit auch die längerfristige Wirtschaftsentwicklung dämpfen.

2. Methode

Die Schätzung der Verdoorn-Effekte in der Sachgütererzeugung erfolgt in einem multivariaten Zeitreihenmodell³⁾ mit drei Variablen (Produktion Y , Produktivität $PROD$ und Kapitalstock K (siehe dazu Kasten "Daten") und einer "Krisendummy" für 2009:

$$\begin{pmatrix} \Delta \log Y_t \\ \Delta \log PROD_t \\ \Delta \log K_t \end{pmatrix} = \boldsymbol{\mu} + \mathbf{v} D_{09} + \boldsymbol{\alpha} (\beta_Y - 1 \beta_K \beta_t) \begin{pmatrix} \log Y_{t-1} \\ \log PROD_{t-1} \\ \log K_{t-1} \\ t \end{pmatrix} + \sum_{i=1}^2 \boldsymbol{\Gamma}_i \begin{pmatrix} \Delta \log Y_{t-i} \\ \Delta \log PROD_{t-i} \\ \Delta \log K_{t-i} \end{pmatrix} + \mathbf{u}_t,$$

β_Y kann als Verdoorn-Koeffizient interpretiert werden (vgl. Millemaci – Ofria, 2016, S. 140, Gleichung 3). Dieser Ansatz (vgl. Harris – Lau, 1998, Harris – Liu, 1999) lässt multidimensionale Wirkungszusammenhänge zu, Kausalitätsrichtungen sind statistisch überprüfbar. Zudem sorgt er für eine Trennung des (langfristig wirkenden) Verdoorn-Effektes und des (kurzfristig wirkenden) Okun-Effektes (Okun, 1962). Dieser erklärt die Unterproportionalität konjunkturbedingter Beschäftigungsschwankungen: Personalabbau bzw. die Abschwächung der Beschäftigungsexpansion erfolgt in einer Rezession unterproportional zur Produktionsschwankung, da die Unternehmen unterausgelastete, aber spezifisch ausgebildete Arbeitskräfte behalten ("Arbeitskräfte horten"), um die Suchkosten im Konjunkturaufschwung zu senken. Während der Konjunkturerholung wird das Arbeitsvolumen eher am intensiven Rand ausgeweitet, also durch Steigerung der Arbeitszeit pro Kopf, um flexibler auf Konjunkturrückschläge zu reagieren⁴⁾. In der Hochkonjunktur werden schließlich verstärkt zusätzliche Arbeitskräfte eingestellt (Oh, 2018). Der Verdoorn-Effekt hingegen misst die langfristige Wirkung der Wertschöpfungssteigerung auf die Produktivität, die sich durch dynamische Skalenerträge, effizientere Nutzung von Ressourcen, aber auch endogenen technischen Fortschritt ergibt (McCombie – Spreafico, 2016, S. 1131-1132).

¹⁾ Zwar gibt es in der Diskussion über säkulare Stagnation auch Positionen, die nachfrageseitige Ursachen des geringen Wirtschaftswachstums sehen. Meist wird das jedoch mit dem direkten Nachfrageeffekt argumentiert und kein Bezug zur Produktivitätssteigerung hergestellt. Einen Überblick über die Debatte geben Teulings – Baldwin (2014).

²⁾ Verdoorn (1949) stellt empirisch in vielen Branchen und Ländern eine konstante Elastizität von 0,3 bis 0,6 zwischen diesen beiden Größen fest und schließt daraus, dass ein Anstieg der Produktion um 1% im Durchschnitt eine Steigerung der Produktivität um etwa 0,45% nach sich zieht. Eine eingehende Diskussion der theoretischen und empirischen Literatur findet sich in Ederer – Schiman (2017).

³⁾ Vektorfehlerkorrekturmodell mit Kointegrationsbeziehungen (Johansen-Methode); Details zur ökonomischen Spezifikation siehe Ederer – Schiman (2017).

⁴⁾ Die Variation am extensiven Rand nimmt mit der Bedeutung von Leiharbeitskräften zu (vgl. Ball – Leigh – Loungani, 2013, S. 1, S. 19).

Daten

Die Sachgüterproduktion wird anhand der realen Bruttowertschöpfung gemessen; der Arbeitseinsatz (und daraus abgeleitet die Arbeitsproduktivität) an der Zahl der Personen, Beschäftigungsverhältnisse und Vollzeitäquivalente. Die Verwendung eines "sektoralen" Kapitalstockes (Nettoanlagevermögens) für die Sachgütererzeugung erscheint aus produktionstheoretischer Sicht wenig sinnvoll, da zur Herstellung von Sachgütern nicht nur das Kapital der Sachgütererzeugung eingesetzt wird, sondern auch Kapital aus anderen Wirtschaftsbereichen (Grundstücke, Gebäude, Straßen usw.); daher wird das gesamtwirtschaftliche Nettoanlagevermögen als Maß für den Kapitalstock verwendet.

Die Berücksichtigung des Kapitalstockes schränkt die Datenverfügbarkeit erheblich ein. Während für die Bruttowertschöpfung Jahresdaten ab 1954 und für die Zahl der unselbständig Beschäftigten Jahresdaten ab 1951 verfügbar sind, reichen die Daten für den Kapitalstock nur bis 1976 zurück. Zudem liegen für die ersten Variablen Quartalsdaten ab 1988 vor, für den Kapitalstock sind hingegen keine Quartalsdaten verfügbar. Der Kapitalstock wird dennoch in der Analyse berücksichtigt, weil er gemeinsam mit den zwei anderen Variablen (Produktion und Arbeitseinsatz) eine langfristige Kointegrationsbeziehung bildet; dies erlaubt die Schätzung eines Vektorfehlerkorrekturmodells. Bivariate Modelle mit Quartalsdaten kommen zu ähnlichen Ergebnissen (Ederer – Schiman, 2017, Anhang 1).

Übersicht 1: Verwendete Variable

	Variable
Produktion	Bruttowertschöpfung, real
Arbeitseinsatz (jeweils für unselbständig Beschäftigte und Erwerbstätige)	Zahl der Personen Zahl der Beschäftigungsverhältnisse Zahl der Vollzeitäquivalente
Kapitalstock	Nettoanlagevermögen der Gesamtwirtschaft

3. Ergebnisse

3.1 Evidenz zu Verdoorn-Effekten und induziertem technischem Fortschritt

Insgesamt besteht, wie die Schätzungen zeigen (Übersicht 2), in Österreich, aber auch auf EU-Ebene im Bereich der Sachgütererzeugung ein stabiler langfristiger Zusammenhang zwischen der Entwicklung von Output, Produktivität und Kapitaleinsatz, der im Sinne des traditionellen Verdoorn-Gesetzes interpretierbar ist: Eine Outputveränderung um 1% geht mit einer Veränderung der Arbeitsproduktivität um 0,2% bis 0,5% einher. Der Kointegrationsvektor allein gibt aber keine Auskunft über die Kausalität. Zur Kausalitätsanalyse wurden Granger-Tests und Impuls-Antwort-Funktionen verwendet⁵⁾. Die Granger-Kausalitätstests liefern für Österreich eine mittlere und für ein Aggregat aus 13 EU-Ländern⁶⁾ eindeutige Evidenz für Verdoorn-Effekte (Übersicht 3). Für die 13 EU-Länder zeigt sich zudem ein langfristig positiver Effekt von Produktivitätssteigerungen auf die Wertschöpfung. Am deutlichsten ist laut den Granger-Tests die Evidenz für eine kausale Wirkung einer Veränderung des (gesamtwirtschaftlichen) Kapitalstockes auf die Entwicklung von Produktivität und Wertschöpfung in der Sachgütererzeugung. Dies kann als induzierter (endogener) technischer Fortschritt interpretiert werden: Investitionen, die den Kapitalstock durch die Substitution alter Maschinen durch neue, technisch fortgeschrittene Anlagen aufwerten, steigern die Arbeitsproduktivität und/oder die Produktion.

⁵⁾ Granger-Kausalität bedeutet eine gegenseitige Prognosefähigkeit der Variablen und ist damit ein auf zeitlicher Abfolge basierendes Kausalitätskonzept.

⁶⁾ Belgien, Dänemark, Deutschland (vor 1991 BRD), Irland, Griechenland, Spanien, Frankreich, Italien, Niederlande, Österreich, Finnland, Schweden, Vereinigtes Königreich.

Übersicht 2: Verdoorn-Koeffizienten, unselbständig Beschäftigte

$\beta_{PROD} = -1$	Beschäftigungs- verhältnisse	Österreich Personen	Vollzeitäquivalente	13 EU-Länder Personen
β_Y	0,48	0,43	0,22	0,49
Standardfehler	0,12	0,13	0,14	0,15
β_K	1,4	1,4	1,7	0,8
β_t	- 1,1	- 1,0	- 1,1	0,3

Q: WIFO-Berechnungen. Schätzmethode: Reduced-rank maximum likelihood. Stützperiode: 1976/2015. 13 EU-Länder: Belgien, Dänemark, Deutschland (vor 1991 BRD), Irland, Griechenland, Spanien, Frankreich, Italien, Niederlande, Österreich, Finnland, Schweden, Vereinigtes Königreich. $\beta_{PROD}, \beta_Y, \beta_K, \beta_t \dots$ Schätzparameter für Produktivität, Bruttowertschöpfung, Kapitalstock und Zeittrend.

Übersicht 3: Granger-Kausalitätstest

	Österreich	13 EU-Länder
H_0 : keine Granger-Kausalität von ...		
Y auf $PROD$ und/oder K	0,09	0,00
$PROD$ auf Y und/oder K	0,31	0,01
K auf Y und/oder $PROD$	0,00	0,00

Q: WIFO-Berechnungen. Gemäß der Methode von Toda – Yamamoto (1995) für nichtstationäre Daten. 13 EU-Länder: Belgien, Dänemark, Deutschland (vor 1991 BRD), Irland, Griechenland, Spanien, Frankreich, Italien, Niederlande, Österreich, Finnland, Schweden, Vereinigtes Königreich. Interpretationsbeispiel: Die Hypothese, die Entwicklung der Sachgüterproduktion in Österreich habe keine kausalen Effekte auf die Entwicklung der Produktivität in der Sachgütererzeugung und/oder des gesamtwirtschaftlichen Kapitalstockes, kann bei einer geringen Fehlertoleranz von 0,01 oder 0,05 nicht verworfen werden, bei einer höheren Fehlertoleranz von z. B. 10% jedoch schon. Für die 13 EU-Länder würde diese Hypothese auf jeden Fall verworfen zugunsten der Alternative kausaler Effekte der Entwicklung der Sachgüterproduktion auf die Entwicklung der Produktivität in der Sachgütererzeugung und/oder des gesamtwirtschaftlichen Kapitalstockes.

3.2 Evidenz zu intersektoraler Reallokation von Arbeitsplätzen

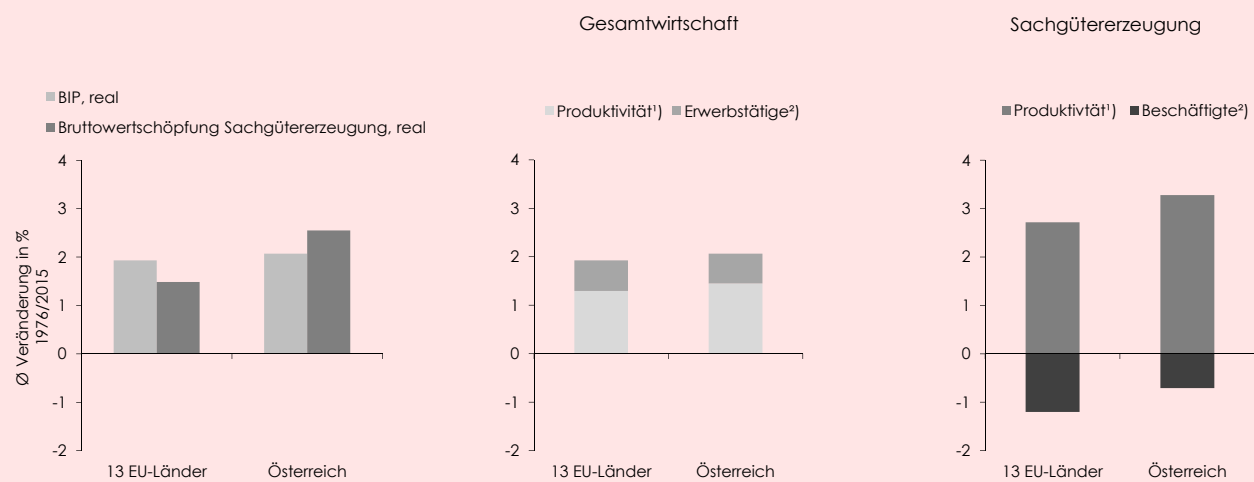
Schließlich enthalten alle Kointegrationsvektoren Zeittrends, die statistisch signifikant von Null verschieden sind (letzte Zeile in Übersicht 2). Die Schätzungen für Österreich zeigen negative Trends, die Schätzung für die 13 EU-Länder einen positiven. Die Interpretation eines Zeittrends ist schwierig, da die zugrundeliegenden ökonomischen Faktoren nicht modelliert werden. Jedenfalls wirkt dieser Faktor kontinuierlich auf die Langfristbeziehung ein. Eine mögliche Interpretation des Zeittrends und seiner unterschiedlichen Richtung in Österreich und dem EU-Länderaggregat liefert Kaldors "drittes Wachstumsgesetz" (McCombie – Pugno – Soro, 2002, S. 87)⁷⁾. Demnach gehen Wachstumsunterschiede zwischen den Sektoren durch die Reallokation von Arbeitsplätzen hin zu den schneller wachsenden Sektoren mit einer Verringerung der Produktivitätsunterschiede zwischen den Sektoren einher: Wächst z. B. die Wertschöpfung in der Sachgütererzeugung schneller als in der übrigen Volkswirtschaft, dann absorbiert der produzierende Bereich Beschäftigte anderer Sektoren, sodass in der Sachgütererzeugung die Produktivität sinkt und in den anderen Sektoren steigt. In Österreich wuchs die reale Wertschöpfung in der Sachgütererzeugung zwischen 1976 und 2015 mit durchschnittlich +2,5% pro Jahr schneller als in der Gesamtwirtschaft (+2,1% pro Jahr, Abbildung 1)⁸⁾. In den 13 EU-Ländern hingegen nahm die Wertschöpfung in der Sachgütererzeugung mit durchschnittlich +1,5% pro Jahr lang-

⁷⁾ Das "zweite Wachstumsgesetz" ist das Verdoorn-Gesetz; das "erste Wachstumsgesetz" besagt, dass der produzierende Sektor die Triebfeder des gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungswachstums ist.

⁸⁾ Gleichzeitig ging der Anteil der Sachgütererzeugung am BIP zurück. Da dieser BIP-Anteil zu laufenden Preisen ermittelt wird, ergibt sich sein Rückgang aus unterschiedlichen Preisentwicklungen (Abbildung 2). Der langsamere Preisanstieg in der Sachgütererzeugung wurde wiederum dadurch verursacht, dass der Produktivitätsfortschritt höher war als in anderen Sektoren. Dies könnte die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Industrieproduktion verbessert und zu deren kräftiger realer Expansion beigetragen haben.

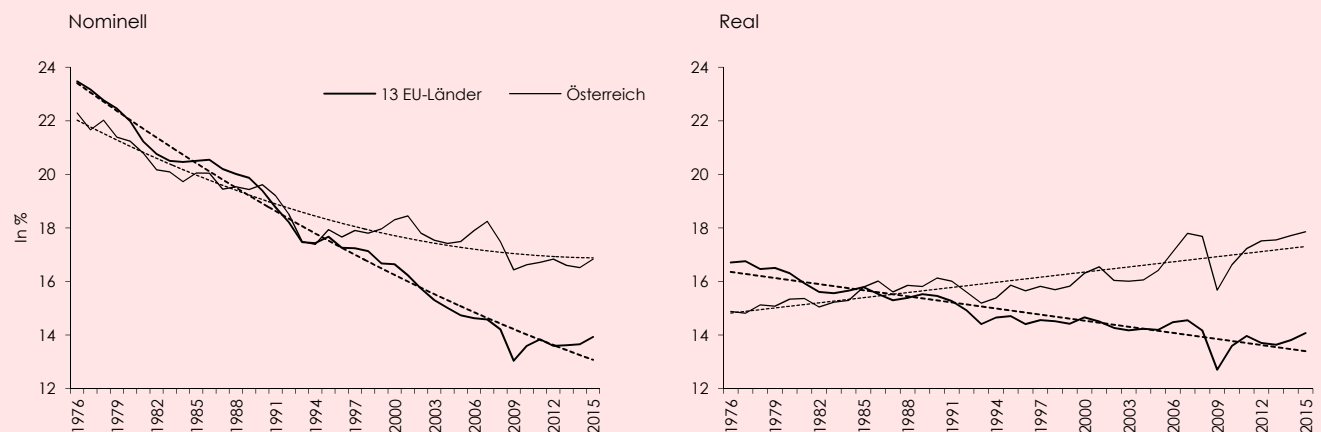
samer zu als in der Gesamtwirtschaft (+1,9% pro Jahr). Die Industrie "verlor" daher in Österreich relativ weniger Beschäftigte an die anderen Sektoren als im EU-Aggregat. Die (überdurchschnittlich hohe) Dynamik der Sachgüterproduktion dämpfte in Österreich die Arbeitsplatzverluste in der Industrie und damit auch die (überdurchschnittlich hohe) Produktivitätssteigerung. In den 13 EU-Ländern hingegen wuchs die Wertschöpfung in den anderen Branchen schneller als in der Industrie, sodass der durch endogenen und exogenen technischen Fortschritt bedingte Produktivitätszuwachs (bzw. Beschäftigungsabbau) durch die intersektorale Reallokation von Arbeitsplätzen verstärkt (statt wie in Österreich gebremst) wurde. Diese Entwicklungen könnten durch die Zeittrends und deren unterschiedliche Vorzeichen in Österreich und im EU-Aggregat erfasst sein.

Abbildung 1: Entwicklung von Produktion, Produktivität und Beschäftigung



Q: Europäische Kommission; WDS – WIFO-Daten-System, Macrobond. 13 EU-Länder: Belgien, Dänemark, Deutschland (vor 1991 BRD), Irland, Griechenland, Spanien, Frankreich, Italien, Niederlande, Österreich, Finnland, Schweden, Vereinigtes Königreich. Die gestapelt dargestellten Veränderungsrate von Produktivität und Erwerbstätigenzahl bzw. Beschäftigtenzahl ergeben in Summe jeweils näherungsweise die entsprechende Veränderungsrate des BIP bzw. der Bruttowertschöpfung der Sachgütererzeugung. – ¹⁾ BIP pro Kopf (Erwerbstätige) bzw. Bruttowertschöpfung der Sachgütererzeugung pro Kopf (unselbständig Beschäftigte). – ²⁾ Personen laut VGR.

Abbildung 2: Anteil der Bruttowertschöpfung der Sachgütererzeugung am BIP



Q: Europäische Kommission; WDS – WIFO-Daten-System, Macrobond. 13 EU-Länder: Belgien, Dänemark, Deutschland (vor 1991 BRD), Irland, Griechenland, Spanien, Frankreich, Italien, Niederlande, Österreich, Finnland, Schweden, Vereinigtes Königreich.

3.3 Impuls-Antwort-Funktionen

3.3.1 Produktionsschock

Als Produktionsschock^{?)} werden Outputschwankungen bezeichnet, die nicht durch vergangene Outputschwankungen, nicht durch Produktivitätsschwankungen und nicht durch Änderung der Kapitalakkumulation erklärt werden können. Die Rezession 2009 etwa war ein negativer Produktionsschock, da sie durch einen exogenen Impuls (Störung des Kreditkreislaufs in den USA aufgrund der Finanzmarktkrise und anschließende Beeinträchtigung des Außenhandels) ausgelöst wurde. Beispiele für positive Produktionsschocks sind eine diskretionäre expansive Fiskalpolitik, ein angebotsbestimmter Rohölpreisrückgang (z. B. durch eine Erhöhung der Fördermengen) oder ein Anstieg der Auslandsnachfrage (für Österreich als kleine offene Volkswirtschaft besonders bedeutsam).

Der linke Teil von Abbildung 3 macht deutlich, wie sich ein positiver Produktionsschock auf die Modellgrößen auswirkt. Die Wirkung "auf sich selbst" (erste bzw. vierte Abbildung von oben) lässt in den ersten zwei Jahren etwas nach, bleibt danach aber konstant. Wie die Relation zwischen den Impuls-Antwort-Funktionen von Produktion und Produktivität zeigt (zweite bzw. fünfte Abbildung von oben), macht der Produktivitätszuwachs in Österreich langfristig etwa zwei Drittel bis drei Viertel des Produktionsanstieges aus. Die Konfidenzbänder zeigen nach 10 Jahren eine Bandbreite von 50% bis über 75%, nach 20 Jahren von 35% bis über 90%. Der Verdoorn-Effekt, der laut Schätzparameter einen Produktivitätszuwachs von "nur" knapp der Hälfte der Produktionssteigerung erklärt, wird demnach endogen verstärkt. Noch deutlicher zeigt sich dieser Effekt im EU-Aggregat: Hier ist der durch den Produktionsschock ausgelöste Produktivitätszuwachs nahezu gleich hoch wie der langfristige Produktionsanstieg.

Zur Identifikation makroökonomischer Impulse und ihrer Darstellung mit Impuls-Antwort-Funktionen

Impuls-Antwort-Funktionen zeigen die Reaktion (die "Antwort") der Modellgrößen auf einen von außen auf den Modellkreislauf einwirkenden "Impuls". Der exogene Schock fließt über die nicht modellierten Datenschwankungen, d. h. über die Residuen, ins Modell ein. Da die Fehlerterme miteinander korrelieren, müssen die einzelnen Schocks jedoch erst identifiziert werden. Hier wird die weit verbreitete Methode der Orthogonalisierung der Residuen mittels Choleski-Zerlegung verwendet.

Dem Nutzen der Identifikation, nämlich der Möglichkeit, Effekte einzelnen Impulsen zuzuordnen und sie damit (ökonomisch) interpretieren zu können, stehen Kosten gegenüber. Im Fall der Choleski-Zerlegung bestehen diese darin, dass die kontemporäre Korrelation der Residuen als (in eine Richtung verlaufende) kontemporäre Kausalität ausgelegt wird. Durch die Anordnung der Variablen im Gleichungssystem ergibt sich eine Kausalkette von "oben" nach

"unten" bzw. im transponierten Vektor $\begin{pmatrix} Y \\ PROD \\ K \end{pmatrix}$ von links nach rechts. Insbesondere wird im Sinne des Okun-Effektes

die Annahme getroffen, dass die kontemporäre Wirkungsrichtung von der Produktion zur Produktivität verläuft. Die damit einhergehende Annahme, ein originärer Produktivitätsschock wirke erst nach einem Jahr auf die Produktion, stimmt mit Ergebnissen von *Basu – Fernald – Kimball* (2006, Abbildung 3, S. 1431) für die Auswirkungen von Produktivitäts- bzw. Technologieschocks überein. In dieser vielzitierten Analyse wird ein Indikator konstruiert, der technischen Fortschritt abbildet und Effekte von unvollkommenem Wettbewerb und nichtkonstanten Skalenerträgen berücksichtigt. Die Produktion bleibt im ersten Jahr nach einem Technologieschock unverändert, da sich die Preise nur langsam anpassen; die Arbeitsnachfrage lässt also im selben Ausmaß nach wie die Arbeitsproduktivität steigt. Die Plausibilität der aus diesem Ergebnis abgeleiteten Identifikationsmethode wird durch bivariate Quartalsmodelle gestützt (*Ederer – Schiman*, 2017, Anhang 1).

Analysiert werden somit Effekte von zwei exogenen Impulsen: einem "Produktionsschock" und einem "Produktivitätsschock" (exogene Erhöhung des "strukturellen" Residuums ε_Y bzw. ε_{PROD} um je einen Standardfehler). Ein Impuls über ε_K wird nicht diskutiert.

^{?)} Zu den technischen Details von Konstruktion und Definition der Impuls-Antwort-Funktionen siehe Kasten "Zur Identifikation makroökonomischer Impulse und ihrer Darstellung mit Impuls-Antwort-Funktionen".

Abbildung 3: Impuls-Antwort-Funktionen für die Sachgütererzeugung



Q: WIFO. 13 EU-Länder: Belgien, Dänemark, Deutschland (vor 1991 BRD), Irland, Griechenland, Spanien, Frankreich, Italien, Niederlande, Österreich, Finnland, Schweden, Vereinigtes Königreich. Schattierung: Konfidenzbänder gemäß Bootstrap-Verfahren nach Hall (1992), je 500 Ziehungen, Konfidenzniveau: 90%. Impuls links: 1 Standardfehler von $\varepsilon_{Y,t=0}$, Impuls rechts: 1 Standardfehler von $\varepsilon_{PROD,t=0}$. Wirkungszeitraum: 20 Jahre.

Verständlich wird die endogene Verstärkung des Produktivitätseffektes mit Blick auf den Kapitalstock (dritte bzw. sechste Abbildung von oben): Der Produktionsschock beschleunigt die Kapitalakkumulation. Die Granger-Kausalitätstests zeigen die von der Kapitalakkumulation grundsätzlich ausgehende kausale Wirkung, die Impuls-Antwort-Funktionen präzisieren, dass eine Änderung der Kapitalakkumulation vor-

nehmlich auf die Produktivität wirkt, die damit den Verdoorn-Effekt verstärkt. Dies wird hier als induzierter technischer Fortschritt interpretiert, d. h. als technischen Fortschritt, der durch die Investitionsdynamik selbst erzeugt wird. Wie vor allem Nicholas Kaldor betonte, fließen neue Technologien erst durch die Installation der mit ihnen ausgestatteten Maschinen und Anlagen in den Wirtschaftskreislauf ein, sie werden also durch Investitionen in den Wirtschaftskreislauf induziert. Die durch den anfänglichen Impuls ausgelöste Mehrproduktion wird über die Zeit zunehmend mit erhöhtem Kapitaleinsatz erwirtschaftet. Da sich der Output nicht weiter erhöht, nimmt der Anstieg des Arbeitseinsatzes gleichzeitig ab; infolge von technischem Fortschritt wird also Arbeit schrittweise durch Kapital ersetzt. Wie im folgenden Kapitel gezeigt wird, tritt dieser Substitutionsprozess auch bei einem exogenen technologischen Impuls auf.

3.3.2 Produktivitätsschock

Produktivitätsschocks sind Produktivitätsschwankungen, die nicht durch vergangene Produktivitätsschwankungen, nicht durch Outputschwankungen (Verdoorn-Effekte) und nicht durch Änderung der Realkapitalakkumulation (endogener technischer Fortschritt) erklärt werden können. Ein Produktivitätsschock kann demnach als exogener technischer Fortschritt verstanden werden, also als grundlegende technologische Innovation, die die Produktionsweise ändert. Typische exogene technologische Impulse waren die Erfindungen der Industriellen Revolutionen: Webstuhl, Dampfmaschine und Eisenbahn in der ersten Welle, Elektrizität, Telegraphie, Verbrennungsmotor in der zweiten Welle und die Informationstechnologie (Computer) in der dritten Welle. In welcher Form und wie schnell Innovationen ihren Weg in den Wirtschaftskreislauf finden ("diffundieren"), hängt von der Investitionsdynamik ab. So fanden in den USA in den 1990er-Jahren Prozesse, die auf der neuen Informationstechnologie beruhten, rascher Verbreitung als in Europa, weil die Wirtschaft der USA kräftig expandierte und höhere Investitionen eine raschere Installation der neuen Technologie ermöglichten; die Innovationen konnten durch hohes Wirtschaftswachstum rascher diffundieren.

Der rechte Teil von Abbildung 3 zeigt, wie sich ein positiver Produktivitätsschock auf die Modellgrößen auswirkt. Die Wirkung "auf sich selbst" (zweite bzw. fünfte Abbildung von oben) ist permanent und langfristig selbstverstärkend (Diffusionseffekt). Der durch den Impuls ausgelöste Produktionsanstieg (erste bzw. vierte Abbildung) erreicht nach 3 bis 4 Jahren seine stärkste Ausprägung, lässt aber langfristig nach. Langfristig signifikant positiv reagiert hingegen der Kapitalstock. Zusammen mit dem im Durchschnitt unveränderten Outputniveau ergibt sich dadurch das Bild des arbeitssparenden technischen Fortschrittes: Langfristig wird Arbeit durch Kapital ersetzt, eine bestimmte Menge an Output wird mit höherem Kapital- und geringerem Arbeitseinsatz erwirtschaftet.

4. Zusammenfassung

Das Wachstum der Arbeitsproduktivität verlangsamte sich in den vergangenen Jahrzehnten in den meisten Industrieländern, wobei sich dieser Trend seit der Finanzmarktkrise 2008 verstärkt hat. Insbesondere die jüngste Phase niedriger Produktivitätssteigerungen fällt in eine Periode schwachen Wirtschaftswachstums. Dies legt einen engen Zusammenhang zwischen den beiden Entwicklungen nahe. Der positive Einfluss des Wirtschaftswachstums bzw. des Wachstums der Industrieproduktion auf die Zunahme der Arbeitsproduktivität ist seit Langem als "Verdoornsches Gesetz" bekannt. Eine Beschleunigung des Wirtschaftswachstums bringt über statische (Größeneffekte) oder dynamische (Lernen, Technologiediffusion) Skaleneffekte höhere Produktivitätssteigerungen mit sich. In der Literatur werden üblicherweise Verdoorn-Effekte in der Größenordnung von 0,5 gefunden: Eine Wachstumsbeschleunigung um 1 Prozentpunkt verstärkt demnach den Anstieg der Arbeitsproduktivität um ½ Prozentpunkt.

Die vorliegende empirische Schätzung der Verdoorn-Effekte für die Sachgütererzeugung in Österreich und der EU mit ökonometrischen Methoden belegt einen stabilen

langfristigen Zusammenhang zwischen der Entwicklung von Output, Produktivität und Kapitaleinsatz: Ein Anstieg der Sachgütererzeugung um 1% geht mit einer Steigerung der Arbeitsproduktivität um 0,2% bis 0,5% einher. Granger-Kausalitätstests zeigen für Österreich mittlere und für die 13 untersuchten EU-Länder eindeutige Evidenz für Verdoorn-Effekte. Für die 13 EU-Länder ergibt sich umgekehrt auch ein langfristig positiver Effekt von Produktivitätssteigerungen auf die Wertschöpfung. Gemessen an der Relation zwischen den Impuls-Antwort-Funktionen von Produktion und Produktivität macht der durch einen positiven Produktionsschock ausgelöste Produktivitätszuwachs in Österreich langfristig zwei Drittel bis drei Viertel des Produktionsanstieges aus. Der Verdoorn-Effekt, der laut Schätzparameter einen Produktivitätszuwachs um "nur" knapp die Hälfte der Produktionssteigerung erklärt, wird demnach endogen verstärkt. Noch deutlicher zeigt sich dieser Effekt im EU-Aggregat: Hier ist der durch den Produktionsschock ausgelöste Produktivitätszuwachs fast gleich hoch wie der langfristige Produktionsanstieg. Verständlich wird die endogene Verstärkung des Produktivitätseffektes mit Blick auf die Entwicklung des Kapitalstockes: Der Produktionsschock beschleunigt die Kapitalakkumulation. Dies ist als induzierter technischer Fortschritt zu verstehen, d. h. als technischer Fortschritt, der durch die Investitionsdynamik selbst erzeugt wird.

5. Literaturhinweise

- Adler, G., Duval, R., Furceri, D., Çelik, S. K., Koloskova, K., Poplawski-Ribeiro, M., "Gone With the Headwinds: Global Productivity", IMF Staff Discussion Note, 2017, 17(04).
- Aghion, P., Howitt, P., *Endogenous Growth Theory*, MIT Press, Cambridge, MA, 1998.
- Ball, L., Leigh, D., Loungani, P., "Okun's Law: Fit at Fifty?", NBER Working Paper Series, 2013, (18668).
- Basu, S., Fernald, J. G., Kimball, M. S., "Are Technology Improvements Contractionary?", *The American Economic Review*, 2006, 96(5), S. 1418-1448.
- Ederer, St., Baumgartner, J., Bierbaumer-Polly, J., Kaniovski, S., Rocha-Akis, S., Streicher, G., *Österreich 2025 – Privater Konsum und öffentliche Investitionen in Österreich*, WIFO, Wien, 2016, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/59037>.
- Ederer, St., Schiman, St., *Effekte der gesamtwirtschaftlichen Produktion auf die Entwicklung der Produktivität in Österreich und der EU*, WIFO, Wien, 2017, <http://www.wifo.ac.at/www/pubid/60764>.
- ECB, "The slowdown in euro area productivity in a global context", *ECB Economic Bulletin*, 2017, 3, S. 47-67.
- Hall, P., *The Bootstrap and Edgeworth Expansion*, Springer, New York, 1992.
- Harris, R. I. D., Lau, E., "Verdoorn's law and increasing returns to scale in the UK regions, 1968-91: some new estimates based on the cointegration approach", *Oxford Economic Papers*, 1998, 50(2), S. 201-219.
- Harris, R. I. D., Liu, A., "Verdoorn's law and increasing returns to scale: country estimates based on the cointegration approach", *Applied Economics Letters*, 1999, 6(1), S. 29-33.
- Kaldor, N., *Causes of the Slow Rate of Economic Growth of the United Kingdom: an Inaugural Lecture*, Cambridge University Press, 1966, Nachdruck in Kaldor, N., *Further Essays on Economic Theory*, Duckworth, London, 1978.
- McCombie, J. S. L., Pugno, M., Soro, B. (Hrsg.), *Productivity Growth and Economic Performance – Essays on Verdoorn's Law*, Palgrave Macmillan, London, 2002.
- McCombie, J. S. L., Spreafico, M. R. M., "Kaldor's 'technical progress function' and Verdoorn's law revisited", *Cambridge Journal of Economics*, 2016, 40(4), S. 1117-1136.
- Millemaci, E., Ofria, F., "Supply and demand-side determinants of productivity growth in Italian regions", *Structural Change and Economic Dynamics*, 2016, 37, S. 138-146.
- OECD, *The Future of Productivity*, Paris, 2015.
- Oh, J., "Changes in cyclical patterns of the USA labor market: from the perspective of nonlinear Okun's law", *International Review of Applied Economics*, 2018, 32(2), S. 237-258.
- Okun, A. M., "Potential GNP: Its Measurement and Significance", in *American Statistical Association (Hrsg.), Proceedings of the Business and Economic Statistics Section*, Washington D.C., 1962, S. 98-104.
- Teulings, C., Baldwin, R., *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures*, VoxEU book, CEPR, London, 2014.
- Toda, H. Y., Yamamoto, T., "Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes", *Journal of Econometrics*, 1995, 66(1-2), S. 225-250.
- Verdoorn, P. J., "Fattori che regolano lo sviluppo della produttività del lavoro", *L'Industria*, 1949, 1(3-10); englische Übersetzung: Thirlwall, A. P., "Factors governing the growth of labour productivity", in Ironmonger, D., Perkins, J. O. N., van Hoa, T. (Hrsg.), *National Income and Economic Progress*, Macmillan Press, London, 1988, S. 199-207.
- Verdoorn, P. J., "Complementarity and Long-range Projections", *Econometrica*, 1956, 24(4), S. 429-450.