

**Effekte der gesamtwirtschaftlichen
Produktion auf die Entwicklung der
Produktivität in Österreich und der EU**

Stefan Ederer, Stefan Schiman

Wissenschaftliche Assistenz: Astrid Czaloun

Effekte der gesamtwirtschaftlichen Produktion auf die Entwicklung der Produktivität in Österreich und der EU

Stefan Ederer, Stefan Schiman

November 2017

Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Im Auftrag der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien

Begutachtung: Jesús Crespo Cuaresma, Werner Hölzl, Ewald Walterskirchen • Wissenschaftliche Assistenz: Astrid Czaloun

Inhalt

Die vorliegende Studie untersucht Verdoorn-Effekte in Österreich und der EU empirisch mittels ökonomischer Methoden. Dabei ergeben sich sowohl für die Sachgütererzeugung als auch für die Gesamtwirtschaft signifikante Effekte. Demnach zieht ein Anstieg der Produktion um 1% eine Steigerung der Arbeitsproduktivität um bis zu ½% nach sich. Mit Hilfe von Impuls-Antwort-Funktionen werden zusätzlich endogene Verstärkungsmechanismen über eine stärkere Kapitalakkumulation und den dadurch induzierten technischen Fortschritt abgebildet. Eine Phase schwachen Wirtschaftswachstums hat demnach einen direkten negativen Einfluss auf das Produktivitätswachstum und daher den langfristigen Wohlstand und die Wettbewerbsfähigkeit. Angebotsseitige Politikmaßnahmen zur Steigerung der Produktivität sollten daher durch Maßnahmen zur Stärkung der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage ergänzt werden.

Rückfragen: stefan.ederer@wifo.ac.at, stefan.schiman@wifo.ac.at, astrid.czaloun@wifo.ac.at

2017/302-1/S/WIFO-Projektnummer: 9216

© 2017 Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung

Medieninhaber (Verleger), Herausgeber und Hersteller: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, 1030 Wien, Arsenal, Objekt 20 • Tel. (+43 1) 798 26 01-0 • Fax (+43 1) 798 93 86 • <http://www.wifo.ac.at/> • Verlags- und Herstellungsort: Wien

Verkaufspreis: 40 € • Download 32 €: <http://www.wifo.ac.at/wwa/pubid/60764>

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Theoretische und empirische Literatur	5
3. Verdoorn-Effekte in der Sachgütererzeugung	7
3.1 Methode	7
3.2 Ergebnisse	8
3.2.1 Evidenz zu Verdoorn-Effekten und induziertem technischem Fortschritt	10
3.2.2 Evidenz zu intersektoraler Reallokation von Arbeitsplätzen	12
3.3 Impuls-Antwort-Funktionen	14
3.3.1 Produktionsschock	14
3.3.2 Produktivitätsschock	18
4. Gesamtwirtschaftliche Verdoorn-Effekte	18
4.1 Kumulatives Wachstum	18
4.2 Ergebnisse	21
4.3 Impuls-Antwort-Funktionen	23
4.3.1 Globaler Nachfrageschock	23
4.3.2 Heimischer Produktivitätsschock	23
5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	24
Literatur	27
Anhang 1: Bivariate Quartalsmodelle in der Sachgütererzeugung	29
Anhang 2: Daten, Sachgütererzeugung	33
Anhang 3: Unit-root-Tests	34
Anhang 4: Hauptergebnisse neuerer empirischer Untersuchungen	36

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Produktions-, Produktivitäts- und Beschäftigungswachstum.....	13
Abbildung 2: Anteil der Bruttowertschöpfung Sachgütererzeugung am BIP.....	14
Abbildung 3: Impuls-Antwort-Funktionen, Sachgütererzeugung	17
Abbildung 4: Impuls-Antwort-Funktionen, Gesamtwirtschaft.....	22
Abbildung A1: Impuls-Antwort-Funktionen, Sachgütererzeugung Österreich, bivariates Y-N-Modell	30
Abbildung A2: Impuls-Antwort-Funktionen, Sachgütererzeugung Österreich, bivariates Y-PROD-Modell.....	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Variablenliste, Sachgütererzeugung	9
Tabelle 2: Verdoorn-Koeffizienten, Sachgütererzeugung, unselbständig Beschäftigte.....	11
Tabelle 3: Granger-Kausalitätstest*).....	12

1. Einleitung

Das Wachstum der gesamtwirtschaftlichen Produktivität hat sich in den letzten Jahrzehnten in den meisten Industrieländern deutlich verlangsamt. Bereits in den 1980er-Jahren waren die Produktivitätsanstiege merklich zurückgegangen, stiegen jedoch – vor allem in den USA – im Zuge der New Economy in den 1990er- und 2000er-Jahren wieder etwas an. In der Europäischen Union war das Produktivitätswachstum hingegen auch in diesem Zeitraum verhalten. Dieser Trend hat sich seit der Finanzkrise noch einmal verstärkt: die Zuwächse der gesamtwirtschaftlichen Produktivität waren in den vergangenen Jahren in den meisten Industrieländern gering. Die schwache Produktivitätsentwicklung ist dadurch wieder verstärkt in den Fokus der wissenschaftlichen und wirtschaftspolitischen Debatte gerückt.

Die Diskussion über die Produktivitätsentwicklung steht dabei in engem Zusammenhang mit der Frage nach den Auswirkungen der Digitalisierung. Diese sollte theoretisch dazu beitragen, dass das Produktivitätswachstum hoch ist, weil der vermehrte Einsatz digitaler Technologien und die damit verbundenen organisatorischen Veränderungen den Arbeitseinsatz je produzierter Einheit tendenziell reduzieren. Nur unter dieser Voraussetzung würden die vielfach beschworenen negativen Beschäftigungseffekte der Digitalisierung auch tatsächlich eintreffen. Das schwache Produktivitätswachstum ist in diesem Kontext daher besonders auffällig. Die OECD (2015) spricht deshalb auch von einem "Produktivitätsparadoxon".

Im Zuge dieser Debatte haben sich zwei Positionen herausgebildet. "Techno-Optimisten" sehen eine "vierte industrielle Revolution" (Schwab, 2016) oder ein "zweites Maschinenzeitalter" (Brynjolfsson – McAfee, 2014), in dem die Digitalisierung große Produktivitätsgewinne beschert. Die gegenwärtige Produktivitätsschwäche wird dann durch Zeitverzögerungen bei der Umsetzung technologischer Revolutionen oder durch eine geringe Diffusionsgeschwindigkeit erklärt, so dass die digitale Revolution erst nach und nach sichtbar wird. Darüber hinaus wird oft mit einem ungünstigen institutionellen und politischen Umfeld argumentiert, das eine Voraussetzung für die Realisierung des technologischen Potentials darstellt (Brynjolfsson – McAfee, 2011). "Techno-Pessimisten" argumentieren hingegen, dass die Entwicklungen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie seit den 1990-Jahren weniger Veränderungspotential haben als bahnbrechende Innovationen der Vergangenheit (Gordon, 2016). Diese Sichtweise hat insbesondere unter dem Schlagwort "säkulare Stagnation" Eingang in die öffentliche Diskussion gefunden¹⁾. Auch internationale Organisationen wie die OECD (2015), der IMF (Adler et al., 2017) oder die EZB (2017) widmeten sich jüngst den Ursachen des schwachen Produktivitätswachstums. So findet etwa die OECD (2015), dass die weltweit beobachtete Produktivitätsschwäche nicht durch die Verlangsamung des Innovationstempos der global am meisten fortgeschrittenen Firmen entstanden ist, sondern durch einen "Zusammenbruch der Diffusionsmaschine", also des Tempos, in dem sich Innovationen in der globalen Wirtschaft ausbreiten. Allen Sichtweisen gemeinsam ist, dass sie überwiegend

¹⁾ Darüber hinaus wirken laut Gordon (2016) auch andere "Gegenwinde", die das Produktivitätswachstum behindern.

angebotsseitig argumentieren. Der Einsatz von Technologie erhöht demnach die Effizienz und ersetzt zudem Arbeit durch Kapital, so dass die Arbeitsproduktivität steigt. Dem liegt oft die Sichtweise einer (neoklassischen) Produktionsfunktion mit konstanten Skalenerträgen zugrunde, in der das Wirtschaftswachstum durch die sogenannte Multifaktorproduktivität und die beiden Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital (zu jeweils abnehmenden Grenzerträgen) bestimmt wird. 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, so dass Ausgaben für Bildung oder F&E nicht nur auf den Kapitalstock oder die Zusammensetzung bzw. die Qualität der Produktionsfaktoren wirken, sondern auch auf die Multifaktorproduktivität. Die gesamtwirtschaftliche Nachfrage spielt in diesen Ansätzen (mittelfristig) keine Rolle für Produktivitäts- und Wirtschaftswachstum²⁾.

Auch in der jüngsten wirtschaftspolitischen Diskussion spielen das schwache Produktivitätswachstum und die Möglichkeiten, es zu beeinflussen, eine große Rolle. So schlug die Europäische Kommission bereits 2015 vor, nationale "Wettbewerbsfähigkeitsräte" einzusetzen (*Europäische Kommission*, 2015). Ursprünglich waren diese dazu gedacht, vor allem die Lohnentwicklung in Relation zum Produktivitätswachstum zu beobachten und zu beurteilen. Der *Europäische Rat* (2016) hat diesen Vorschlag abgeändert und empfiehlt den Mitgliedsstaaten nunmehr, "nationale Produktivitätsräte" einzurichten. Diese sollen "Entwicklungen im Bereich der Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit" analysieren und sich "mit den langfristigen Antriebsfaktoren und Voraussetzungen für Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit, einschließlich Innovation, sowie der Fähigkeit, Investitionen, Unternehmen und Humankapital anzuziehen, und mit Kosten- und Nichtkostenfaktoren befassen" (*Europäischer Rat*, 2016). Obwohl der Europäische Rat anmerkt, dass niedrige Investitionen seit 2008 zum schwachen Produktivitätswachstum beigetragen haben, steht auch in diesem Vorschlag die sogenannte Multifaktorproduktivität und angebotsseitige Faktoren im Vordergrund. Der *Rat der Europäischen Union* (2016) bringt dies noch einmal auf den Punkt: Die Produktivitätsräte sollten demnach auf Politikmaßnahmen abzielen, die "Innovation unterstützen, Fähigkeiten erhöhen und Rigiditäten in Arbeits- und Produktmärkten reduzieren". Die gesamtwirtschaftliche Nachfrage und ihre möglichen Effekte auf Produktion und Produktivität spielen in diesem Vorschlag kaum eine Rolle.

Dies ist umso erstaunlicher, als der Einfluss der Produktion auf die Produktivität eine lange Tradition in der wirtschaftswissenschaftlichen Diskussion hat und das mäßige Wirtschaftswachstum der Jahre 2011 bis 2015 vor allem nachfrageseitig bedingt ist. So dämpften niedrige Zuwächse des privaten Konsums und der Investitionen die gesamtwirtschaftliche Entwicklung der vergangenen Jahre in Österreich wie in der Europäischen Union insgesamt (vgl. Ederer et

²⁾ Zwar gibt es in der Diskussion über die säkulare Stagnation auch Positionen, die nachfrageseitige Ursache des geringen Wirtschaftswachstums sehen. Meist wird das jedoch mit dem direkten Nachfrageeffekt argumentiert und kein Bezug zum Produktivitätswachstum hergestellt. Für einen Überblick über die Debatte siehe Teulings und Baldwin (2014).

al., 2016). Dies dürfte sich in der beobachteten Abschwächung des Produktivitätswachstums widerspiegeln. Der Zusammenhang zwischen Wirtschafts- und Produktivitätswachstum wird dabei nach ihren Urhebern meist "Verdoornsches Gesetz" oder "Kaldor-Verdoorn-Gesetz" genannt. Lässt sich dieses Gesetz empirisch nachweisen, dann wirkt eine längere Periode der Nachfrageschwäche wie in den vergangenen Jahren unmittelbar auf das Produktivitätswachstum und damit auch auf die längerfristige Wirtschaftsentwicklung.

Die vorliegende Studie untersucht den Verdoorn-Zusammenhang für Österreich und die Europäische Union mittels ökonometrischer Schätzungen. Im nächsten Abschnitt wird zunächst die theoretische und empirische Literatur zum Verdoornschen Gesetz überblicksartig zusammengefasst. Kapitel 3 und 4 stellen sodann die Ergebnisse der ökonometrischen Untersuchung zu den Verdoorn-Effekten in der Sachgütererzeugung und der Gesamtwirtschaft dar. Kapitel 5 fasst zusammen und zieht Schlussfolgerungen.

2. Theoretische und empirische Literatur

Der positive Effekt der gesamtwirtschaftlichen Produktion oder der Produktion in der Industrie auf das Wachstum der Arbeitsproduktivität wird üblicherweise als "Verdoornsches Gesetz" bezeichnet. *Verdoorn* (1949) stellte empirisch in vielen Industrien und Ländern eine konstante Elastizität zwischen diesen beiden Größen fest, die sich zwischen 0,3 und 0,6 bewegt. *Verdoorn* schloss daraus, dass ein Anstieg der Produktion um 1% im Durchschnitt eine Zunahme der Produktivität von etwa 0,45% nach sich zieht.

Über die theoretische Begründung dieses empirischen Zusammenhangs gibt es seither eine rege Debatte mit unterschiedlichen Zugängen. *Verdoorn* selbst argumentierte wechselnd und ließ viel Spielraum für nachfolgende Interpretationen. In einem späteren Artikel (*Verdoorn*, 1980) distanzierte er sich sogar von der Allgemeingültigkeit des von ihm festgestellten Zusammenhangs. Sein Original-Artikel blieb lange unbeachtet und erlangte erst durch *Arrow* (1962) und vor allem durch *Kaldor* (1966) größere Bekanntheit. Letzterer prägte auch den Begriff "Verdoornsches Gesetz".

Verdoorn (1949, 1956) begründete den Zusammenhang zwischen Produktion und Produktivität (in wechselnder Schwerpunktsetzung) damit, dass ein höherer (laufender und kumulierter) Output eine stärkere Arbeitsteilung nach sich zieht, durch die sowohl statische Skalenerträge durch Rationalisierung, als auch dynamische Skalenerträge aufgrund von Lernen, verbesserten Fähigkeiten und induziertem technischen Fortschritt realisiert werden können. Skalenerträge können dabei firmenintern entstehen oder in einer Industrie oder der Volkswirtschaft insgesamt. Dies stand im Gegensatz zu der von *Solow* (1956) und *Swan* (1956) formulierten Produktionsfunktion, die fallende Grenzerträge der einzelnen Inputfaktoren und konstante Skalenerträge aufwies.

Kaldor (1966) verstand das "Verdoornsche Gesetz" als eine von zwei empirischen Regularitäten, mittels derer er die Ursache des schwachen Wirtschaftswachstums in Großbritannien er-

klären wollte. Er ging davon aus, dass das Wachstum in Großbritannien zu jenem Zeitpunkt durch das Arbeitskräfteangebot limitiert war, und in der Folge ein niedrigeres Produktivitätswachstum nach sich zog. Später begründete er die Wachstumsschwäche allerdings mit Restriktionen aufgrund limitierter Kapitalzuflüsse und legte die Grundlage für sein Wachstumsmodell, in dem das Verdoornsche Gesetz ein wesentliches Element war (McCombie – Pugno – Soro, 2002). Laut Kaldor zieht ein höheres Produktionsniveau (aufgrund der stärkeren Nachfrage, vor allem aus dem Ausland) eine höhere Spezialisierung nach sich, die die Produktivität steigert und dadurch wieder Spielraum für eine höhere Nachfrage schafft. Das Wachstumsmodell wurde später von Dixon – Thirlwall (1975) formalisiert; der Verdoorn-Zusammenhang ist dabei als zweites Kaldorsches Gesetz Bestandteil des Modells³⁾.

Kaldor strich in seiner Begründung des Verdoornschen Zusammenhangs also die Rolle der Nachfrage und ihren Effekt auf die Arbeitsteilung und auf die Notwendigkeit zur Rationalisierung stärker heraus, welche letztlich zu höherer Effizienz und höherer Produktivität führen. Aus seiner Sicht machte es keinen Sinn, (wie die neoklassische Produktionsfunktion) zwischen dem technischen Fortschritt und der Kapitalintensität zu unterscheiden, weil der technische Fortschritt von der Wachstumsrate der Produktion abhängt (McCombie, 2002). Kaldor führte die von ihm als empirisch wichtiges Faktum festgestellte Konstanz des Verhältnisses zwischen Kapital und Output darauf zurück, dass Kapitalakkumulation steigende Skalenerträge nach sich zieht. Diese führen dazu, dass ein höherer Kapitaleinsatz mit einer Erhöhung der Produktion ohne sinkende Grenzerträge möglich ist. Im Gegensatz dazu ist es in einem Produktionsfunktionsansatz der (exogene) technische Fortschritt, der die fallenden Grenzerträge der Kapitalakkumulation ausgleicht, und so die empirisch feststellbare Konstanz des Kapital-Output-Verhältnisses sicherstellt. In der neueren endogenen Wachstumstheorie spielen steigende Skalenerträge jedoch ebenso eine Rolle, wenn auch ohne den von Kaldor festgehaltenen Einfluss der Nachfrage auf die Produktivität.

Der Verdoorn-Zusammenhang wurde in einer Vielzahl von empirischen Untersuchungen, insbesondere in den 1970er- bis 1990er-Jahren, nachgewiesen⁴⁾. Die unterschiedlichen Ansätze umfassen dabei länderspezifische Zeitreihenmodelle, Querschnittuntersuchungen und Panel-daten-Ansätze über mehrere Länder und Industrien sowie Regionen. Die überwiegende Mehrheit der Untersuchungen findet dabei Verdoorn-Effekte in der Größenordnung von 0,5. Dieser Effekt würde implizieren, dass der Anstieg der Produktion um 1% zu einer Produktivitätsverbesserung von ½% führt. Der Verdoorn-Effekt lässt sich insbesondere in der Sachgütererzeugung nachweisen, während die Ergebnisse für die Gesamtwirtschaft uneinheitlich sind. Ökonometrisch ist dabei insbesondere das Simultaneitätsproblem und die empirisch unscharfe Trennung von Verdoorn-Effekt und Okun-Gesetz bedeutend (siehe Kapitel 3).

³⁾ Das erste Kaldorsche "Gesetz" beschreibt eine enge Beziehung zwischen dem Wachstum des Industriesektors und der Gesamtwirtschaft.

⁴⁾ Ein Überblick dazu findet sich in McCombie – Pugno – Soro, 2002.

In der jüngeren Vergangenheit hat das Verdoornsche Gesetz in der empirischen Literatur wieder verstärkt Beachtung gefunden, wobei die meisten Studien Effekte in einer ähnlichen Größenordnung finden. *Romero – Britto* (2017) finden in einem OECD-Panel signifikante Verdoorn-Effekte von 0,2 bis 0,35 für Lowtech-Sektoren und von 0,25 bis 0,6 für Hightech-Sektoren und stellen fest, dass F&E alleine nicht produktivitätssteigernd ist, sondern die Skalenerträge, d.h. die Verdoorn-Koeffizienten, erhöht. *Millemaci – Ofria* (2014) finden in der von ihnen untersuchten Gruppe von Industrieländern über die Zeit stabile Verdoorn-Koeffizienten von 0,2 bis 0,8. *Hein – Tarassow* (2010) untersuchen mehrere Länder einzeln und finden für Österreich einen gesamtwirtschaftlichen Verdoorn-Koeffizient von 0,33; allerdings berücksichtigt der univariate Ansatz keine möglichen Multikausalitätseffekte. Eine detaillierte Zusammenfassung der jüngeren empirischen Untersuchungen findet sich im Anhang 4.

3. Verdoorn-Effekte in der Sachgütererzeugung

3.1 Methode

In der vorliegenden Studie werden die Verdoorn-Effekte in einem multivariaten Zeitreihenmodell (Vektorfehlerkorrekturmodell mit Kointegrationsbeziehungen, "Johansen-Methode") analysiert. Dieser Ansatz eignet sich besonders für die länderspezifische Analyse⁵⁾ und wurde in der akademischen Literatur von *Harris – Lau* (1998) und *Harris – Liu* (1999) verwendet. *Harris – Lau* (1998) messen Verdoorn-Effekte in den britischen Wirtschaftssektoren auf regionaler Ebene, *Harris – Liu* (1999) auf nationalstaatlicher Ebene. Dabei beschränken sie sich aber auf die Messung länderspezifischer Skalenerträge als Indiz für Verdoorn-Effekte. Sie nennen drei Problemfelder der empirischen Verdoorn-Forschung, die im Rahmen der Johansen-Methode gelöst werden:

1. Der Kapitalstock kann explizit berücksichtigt werden und damit der produktivitätssteigernde Effekt durch Kapitalakkumulation.
2. Im Gegensatz zu univariaten Modellen können multidimensionale Wirkungszusammenhänge gemessen werden. Kausalitätsrichtungen sind statistisch überprüfbar anstatt per Annahme postuliert.
3. Es werden langfristige und kurzfristige Effekte explizit berücksichtigt und separat voneinander geschätzt.

Durch Punkt 3 kann insbesondere dem Hauptproblem von Zeitreihenschätzungen des (langfristig wirkenden) Verdoorn-Effekts, der Vermischung mit dem (kurzfristig wirkenden) Okun-Effekt, begegnet werden. Dieser Effekt, der erstmals von *Arthur Okun* (1962) erkannt wurde, erklärt die Unterproportionalität konjunktureller Beschäftigungsschwankungen: Personalab-

⁵⁾ *McCombie – Roberts* (2007) zeigen in einer Simulationsstudie, dass die Zeitreihenschätzung mit Regional- oder Länderdaten, die als Aggregation verschieden großer und verschieden schnell wachsender kleinteiliger Wirtschaftsräume (*functional economic areas*) modelliert werden, im Gegensatz zur Querschnittanalyse mit räumlichen Effekten unverzerrte Ergebnisse der Verdoorn-Koeffizienten liefert.

bau bzw. die Abschwächung der Beschäftigungsexpansion erfolgt in einer Rezession unterproportional zur Produktionsschwankung, da die Unternehmen unterausgelastete, aber spezifisch ausgebildete Arbeitskräfte behalten ("Arbeitskräfte horten"), um Suchkosten im Konjunkturaufschwung zu senken. Umgekehrt erfolgt die Ausweitung des Arbeitsvolumens in der Hochkonjunktur eher am intensiven Rand, z.B. durch Überstunden, da es dort rascher wieder reduziert werden kann als eine Aufstockung von Arbeitskräften⁶⁾. Der Verdoorn-Effekt hingegen misst die langfristige Wirkung von Wertschöpfungs- auf Produktivitätszuwächse, die sich durch dynamische Skalenerträge, effizientere Nutzung von Ressourcen, aber auch endogenen technischen Fortschritt ergeben (vgl. McCombie – Spreafico, 2016, S. 1131-1132).

3.2 Ergebnisse

Die Analyse der Verdoorn-Effekte in der Sachgütererzeugung erfolgt in einem multivariaten Zeitreihenmodell mit drei Variablen: Produktion Y , Produktivität $PROD$ und Kapitalstock K . Näheres zu den verwendeten Daten und der ökonometrischen Spezifizierung befindet sich in Kasten 1. Tabelle 2 fasst die Punktschätzer sowie deren Standardabweichung für den Bereich der unselbstständig Beschäftigten zusammen: Der Verdoorn-Koeffizient (Zeile 1, β_V) wird auf 0,48 ($\pm 0,12$) für Beschäftigungsverhältnisse (BV), 0,43 ($\pm 0,13$) für unselbstständig beschäftigte Personen und 0,22 ($\pm 0,14$) für Vollzeitäquivalente (VZÄ) geschätzt⁷⁾. Für ein EU-Aggregat aus 13 Ländern, für die Daten verfügbar sind⁸⁾, ergibt sich auf Basis von unselbstständig beschäftigten Personen ein Verdoorn-Koeffizient von 0,49 ($\pm 0,15$). Der signifikant geringere Verdoorn-Koeffizient für Vollzeitäquivalente ergibt sich wohl daraus, dass der Arbeitseinsatz gemessen in VZÄ über die Zeit stärker gefallen ist bzw. die Produktivität gemessen in VZÄ stärker zugenommen hat und somit ein verhältnismäßig geringerer Teil von deren Entwicklung durch Verdoorn-Effekte zu erklären ist.

⁶⁾ Die Variation am extensiven Rand nimmt mit der Bedeutung von Leiharbeitskraft zu (vgl. Ball – Leigh – Loungoni, 2013, S. 1 und 19).

⁷⁾ Für Österreich liegen zudem Daten für Erwerbstätige vor (unselbstständig Beschäftigte plus Selbständige). Werden diese für die Schätzung herangezogen, erhöht sich der Verdoorn-Koeffizient in allen Spezifikationen etwas, auf 0,55 ($\pm 0,14$), 0,48 ($\pm 0,13$) bzw. 0,30 ($\pm 0,14$).

⁸⁾ EU-13: Österreich, Belgien, Finnland, Frankreich, Deutschland (vor 1991 früheres Gebiet der BRD), Griechenland, Irland, Italien, Niederlande, Spanien, Dänemark, Schweden, Großbritannien.

Kasten 1: Daten und ökonometrische Spezifizierung

Das Verdoornsche Gesetz behandelt im Original (vgl. Verdoorn, 1949, übersetzt von Thirlwall, 1988) den Zusammenhang zwischen Produktion und (Arbeits-)Produktivität in der Industrieproduktion. Die direkte empirische Schätzung dieses Zusammenhangs kann die Effizienz des Schätzers beeinträchtigen, da die beiden Größen definitionsgemäß miteinander korrelieren:

$$\text{Produktivität} = \frac{\text{Produktion}}{\text{Arbeitseinsatz}}$$

Um die Effizienz des Schätzers zu erhöhen (d.h. seine Varianz zu verringern), kann Produktivität durch Arbeitseinsatz ersetzt und die Schätzgleichung entsprechend umformuliert werden (vgl. Millemaci – Ofria, 2016, S. 140). Da sich in den folgenden Berechnungen die Ergebnisse der beiden Spezifikationen qualitativ nicht unterscheiden (d.h. hinsichtlich der statistischen Signifikanz), werden nur die mit Produktivität gerechneten Ergebnisse dargestellt.

Die Produktion in der Sachgütererzeugung wird anhand der realen Bruttowertschöpfung gemessen; der Arbeitseinsatz (und daraus abgeleitet die Produktivität) in Personen, Beschäftigungsverhältnissen (BV) und Vollzeitäquivalenten (VZÄ). Was den Kapitalstock (das Nettoanlagevermögen) betrifft, gibt es zwar einen "sektoralen" Kapitalstock für die Sachgütererzeugung; aus produktionstheoretischer Sicht erscheint dessen Verwendung aber weniger sinnvoll, da zur Erzeugung von Sachgütern nicht nur das Sachgüterkapital zum Einsatz kommt, sondern auch Kapital aus anderen Wirtschaftsbereichen (Grundstücke, Fabriken, Straßen, etc.); daher wird das gesamtwirtschaftliche Nettoanlagevermögen als Maß für den Kapitalstock verwendet (Daten siehe Anhang 2).

Tabelle 1: Variablenliste, Sachgütererzeugung

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

Die Berücksichtigung des Kapitalstocks schränkt die Datenverfügbarkeit erheblich ein. Während für die Bruttowertschöpfung Jahresdaten ab 1954 und für die unselbständig Beschäftigten Jahresdaten ab 1951 verfügbar sind, reichen die Daten für den Kapitalstock nur bis 1976. Zudem sind für die anderen beiden Variablen Quartalsdaten ab 1988 vorhanden, für den Kapitalstock sind hingegen keine Quartalsdaten verfügbar. Der Nutzen, den Kapitalstock dennoch in der Analyse zu berücksichtigen, liegt darin, dass er gemeinsam mit den beiden anderen Variablen (Produktion und Arbeitseinsatz) eine langfristige Kointegrationsbeziehung bildet (s.u., zu den Stationaritätseigenschaften der Variablen vgl. die unit-root-Tests im Anhang 3). Daher kann ein Vektorfehlerkorrekturmodell (VEC) mit drei Variablen geschätzt werden. Im Anhang 1 werden auch bivariate vektorautoregressive Modelle (VARs) mit den Quartalswachstumsraten der Bruttowertschöpfung und des Arbeitseinsatzes geschätzt, die Ergebnisse verglichen und die gewählte Identifikationsannahme (s.u.) auf ihre Plausibilität geprüft.

In einem ersten Schritt erfolgt die Schätzung eines VAR:

$$\begin{pmatrix} \log Y_t \\ \log PROD_t \\ \log K_t \end{pmatrix} = \mu + \delta t + \nu D_{09} + \sum_{i=1}^3 \Psi_i \begin{pmatrix} \log Y_{t-i} \\ \log PROD_{t-i} \\ \log K_{t-i} \end{pmatrix} + u_t$$

Dabei werden die logarithmierte Wertschöpfung $\log Y$, die logarithmierte Arbeitsproduktivität $\log PROD$ und der logarithmierte Kapitalstock $\log K$ auf ihre eigenen Vergangenheitswerte und auf deterministische Terme (Konstante, Zeittrend, "Krisendummy" 2009) regressiert. Die Laglänge ($l=3$) wird u.a. durch Selektionskriterien ermittelt. Durch diese sehr breite Spezifikation werden a-priori-Restriktionen vermieden. Residuentests zeigen, dass das VAR nicht fehlspezifiziert ist, insbesondere liegt keine signifikante Residuenautokorrelation vor. Die rekursive Schätzung des Modells zeigt, dass die Parameter über den Schätzzeitraum hinweg stabil sind. In einem nächsten Schritt wird daher die Anzahl der Kointegrationsbeziehungen ermittelt (1 laut Johansen Trace Test) und das VAR in ein VEC umformuliert, da dies die explizite Trennung langfristiger von kurzfristigen Zusammenhänge ermöglicht:

$$\begin{pmatrix} \Delta \log Y_t \\ \Delta \log PROD_t \\ \Delta \log K_t \end{pmatrix} = \mu + \nu D_{09} + \alpha \beta' \begin{pmatrix} \log Y_{t-1} \\ \log PROD_{t-1} \\ \log K_{t-1} \end{pmatrix} + \sum_{i=1}^2 \Gamma_i \begin{pmatrix} \Delta \log Y_{t-i} \\ \Delta \log PROD_{t-i} \\ \Delta \log K_{t-i} \end{pmatrix} + u_t$$

Aus den (logarithmierten) Niveaus des VAR werden im VEC durch einfache Differenzenbildung Wachstumsraten gebildet; zudem bleiben langfristige (Kointegrations-)Beziehungen zwischen den Niveaus erhalten und werden explizit dargestellt. Die Anknüpfung zu den Wachstumsraten im VEC erfolgt dadurch, dass vorübergehende Abweichungen von der Kointegrationsbeziehung ("Fehler") durch Schwankungen der Wachstumsraten korrigiert werden ("Fehlerkorrektur"). Aufgrund der Differenzenbildung umfasst das VEC um einen Lag weniger als das VAR. In Bezug auf die deterministischen Terme ist die VEC-Spezifikation sehr allgemein gehalten und lässt sowohl für die einzelnen Variablen als auch für die Kointegrationsbeziehung eigene Zeittrends zu.

Wie in *Harris – Lau (1998)* werden als nächstes die Langfristparameter des β -Vektors, also die Kointegrationsbeziehung, dargestellt. Dabei zeigt sich, dass der Kointegrationsvektor als Verdoorn-Zusammenhang interpretiert werden kann. Dies kann am besten veranschaulicht werden, indem der Kointegrationsvektor als Gleichung dargestellt wird:

$$\beta' \begin{pmatrix} \log Y \\ \log PROD \\ \log K \\ t \end{pmatrix} = (\beta_Y \quad \beta_{PROD} \quad \beta_K \quad \beta_t) \begin{pmatrix} \log Y \\ \log PROD \\ \log K \\ t \end{pmatrix}$$

Eine Normalisierung auf $PROD$, d.h. $\beta_{PROD} := -1$, ergibt:

$$\log PROD = \beta_Y \log Y + \beta_K \log K + \beta_t t$$

β_Y wird als Verdoorn-Koeffizient interpretiert (vgl. *Millemaci – Ofria, 2016, S. 140, Gleichung 3*).

3.2.1 Evidenz zu Verdoorn-Effekten und induziertem technischem Fortschritt

Alles in allem zeigen diese Schätzungen, dass es in Österreich, aber auch auf europäischer Ebene, im Bereich der Sachgütererzeugung einen stabilen langfristigen Zusammenhang zwischen Output, Produktivität und Kapitaleinsatz gibt, der im Sinne des traditionellen Verdoorn-Gesetzes interpretierbar ist: Eine Outputsteigerung um 1% in der Sachgütererzeugung geht mit einer Steigerung der Arbeitsproduktivität um 0,2% bis 0,5% einher. Der Kointegrationsvektor

allein gibt aber keine Auskunft über Kausalität⁹⁾). Zur Kausalitätsanalyse werden Granger-Tests und strukturelle Impuls-Antwort-Funktionen verwendet¹⁰⁾. Die Granger-Kausalitätstests zeigen für Österreich mittelkräftige und für die EU-13 eindeutige Evidenz, dass es Verdoorn-Effekte gibt (Tabelle 3). Für die EU-13 zeigt sich zudem ein langfristig positiver Effekt von Produktivitätssteigerungen auf die Wertschöpfung. Über die Natur der beiden Effekte können strukturelle Impuls-Antwort-Funktionen nähere Aufschlüsse geben. Am deutlichsten ist laut den Granger-Tests die Evidenz für eine kausale Wirkung des (gesamtwirtschaftlichen) Kapitalstocks auf die Produktivität und die Wertschöpfungszuwächse 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.

Tabelle 2: Verdoorn-Koeffizienten, Sachgütererzeugung, unselbständig Beschäftigte

$\beta_{PROD} = -1$	Österreich			EU-13*)
	BV	Personen	VZÄ	Personen
β_Y	0,48 (0,12)	0,43 (0,13)	0,22 (0,14)	0,49 (0,15)
β_K	1,4	1,4	1,7	0,8
β_π (in %)	-1,1	-1,0	-1,1	0,3

*) Österreich, Belgien, Finnland, Frankreich, Deutschland (vor 1991 früheres Gebiet der BRD), Griechenland, Irland, Italien, Niederlande, Spanien, Dänemark, Schweden, Großbritannien.

BV = Beschäftigungsverhältnisse, VZÄ = Vollzeitäquivalente

Schätzmethode: Reduced-rank maximum likelihood

Stützperiode: 1976-2015

Standardfehler in runden Klammern

⁹⁾ Kausalität muss in mindestens eine Richtung wirken, d.h. eine Variable ist ein "Pull-Faktor", der die anderen Größen auf der langfristigen Beziehung hält. Die Kausalität kann aber auch in zwei oder mehrere Richtungen wirken, d.h. die Variablen halten sich gegenseitig auf dem gemeinsamen langfristigen Pfad.

¹⁰⁾ Granger-Kausalität beruht auf der gegenseitigen Prognosefähigkeit der Variablen und ist damit ein auf zeitlicher Abfolge basierendes Kausalitätskonzept.

Tabelle 3: Granger-Kausalitätstest*)

H ₀ : keine Granger-Kausalität von...	p-Wert	
	Österreich	EU-13
... Y auf PROD u./o. K	0,09	0,00
... PROD auf Y u./o. K	0,31	0,01
... K auf Y u./o. PROD	0,00	0,00

*) Gemäß der Methode von Toda-Yamamoto (1995) für nicht-stationäre Daten.
 Interpretationsbeispiel: die Hypothese, dass die Sachgüterproduktion in Österreich keine kausalen Effekte auf die Produktivität in der Sachgütererzeugung und/oder den gesamtwirtschaftlichen Kapitalstock hat, könnte bei einer geringen Fehlertoleranz von 1% oder 5% nicht verworfen werden, bei einer höheren Fehlertoleranz von z.B. 10% jedoch schon. Für die EU-13 würde diese Hypothese auf jeden Fall zugunsten der Alternative, dass es kausale Effekte der Sachgüterproduktion auf die Produktivität in der Sachgütererzeugung und/oder den gesamtwirtschaftlichen Kapitalstock gibt, verworfen werden.

3.2.2 Evidenz zu intersektoraler Reallokation von Arbeitsplätzen

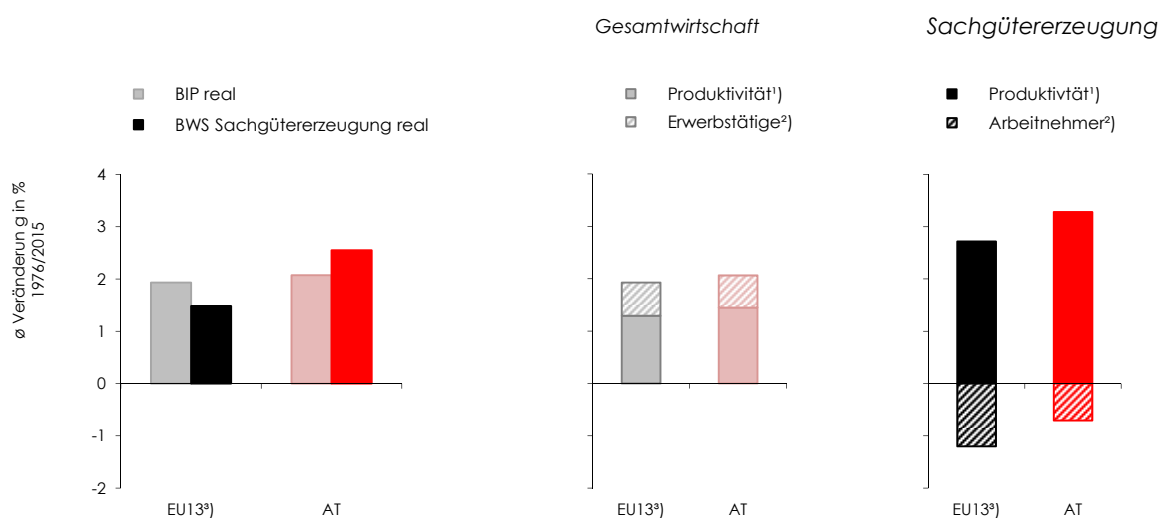
Schließlich beinhalten alle Kointegrationsvektoren Zeittrends, die statistisch signifikant verschieden von Null sind (letzte Zeile in Tabelle 2). Die Schätzungen für Österreich zeigen negative Trends, die Schätzung für die EU-13 einen positiven. Die Interpretation eines Zeittrends ist schwierig, da die zugrundeliegenden ökonomischen Faktoren nicht modelliert werden und über deren Natur daher nur gemutmaßt werden kann. Es handelt sich jedenfalls um einen Faktor, der kontinuierlich auf die Langfristbeziehung einwirkt. Von einer Interpretation des Zeittrends als exogener technischer Fortschritt wird abgesehen, da technologische Innovationen keine kontinuierliche Erscheinung sind, sondern unregelmäßige stochastische Ereignisse. Im Modell sind sie daher eher in den Residuen zu verorten als in einem Zeittrend¹¹⁾. Eine plausible Erklärung für den Zeittrend sowie für dessen unterschiedliche Richtung liefert Kaldors "drittes Wachstumsgesetz" (vgl. McCombie – Pugno – Soro, 2002, S.87)¹²⁾. Es besagt, dass Wachstumsunterschiede zwischen den Sektoren durch die Reallokation von Arbeitsplätzen hin zu den schneller wachsenden Sektoren von einer Verringerung der sektoralen Produktivitätsunterschiede begleitet werden: Wächst z.B. die Wertschöpfung in der Sachgütererzeugung schneller als in der übrigen Volkswirtschaft, absorbiert der produzierende Bereich Beschäftigte anderer Sektoren, sodass in der Sachgütererzeugung die Produktivität sinkt und sie in den anderen Sektoren steigt. In Österreich ist die reale Wertschöpfung in der Sachgütererzeugung zwischen 1976 und 2015 mit durchschnittlich +2,5% pro Jahr *schneller* gewachsen als die Ge-

¹¹⁾ Ein Impuls des Residuums der Produktivitätsgleichung wird in der Analyse der Impuls-Antwort-Funktionen dementsprechend als exogener technischer Fortschritt interpretiert (im Gegensatz zu induziertem technischem Fortschritt, der durch Investitionen endogen entsteht).

¹²⁾ Das "zweite Wachstumsgesetz" ist das Verdoorn-Gesetz; das "erste Wachstumsgesetz" besagt, dass der produzierende Sektor die Triebfeder der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung ist.

samtwirtschaft (+2,1% pro Jahr, siehe Abbildung 1)¹³). In der EU-13 hingegen ist die Wertschöpfung in der Sachgütererzeugung mit durchschnittlich +1,5% pro Jahr *langsamer* gewachsen als die Gesamtwirtschaft (+1,9% pro Jahr). Das hatte zur Folge, dass die Industrie in Österreich weniger Beschäftigte an die übrigen Sektoren "verloren" hat als in der EU-13. Die (überdurchschnittlich hohe) Dynamik der Sachgüterproduktion wirkte in Österreich als Bremse für Arbeitsplatzverluste in der Industrie und hat so auch die (überdurchschnittlich hohe) Produktivitätsexpansion gebremst. In der EU-13 hingegen wuchsen die anderen Branchen schneller als die Industrieproduktion, 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 sein¹⁴).

Abbildung 1: Produktions-, Produktivitäts- und Beschäftigungswachstum

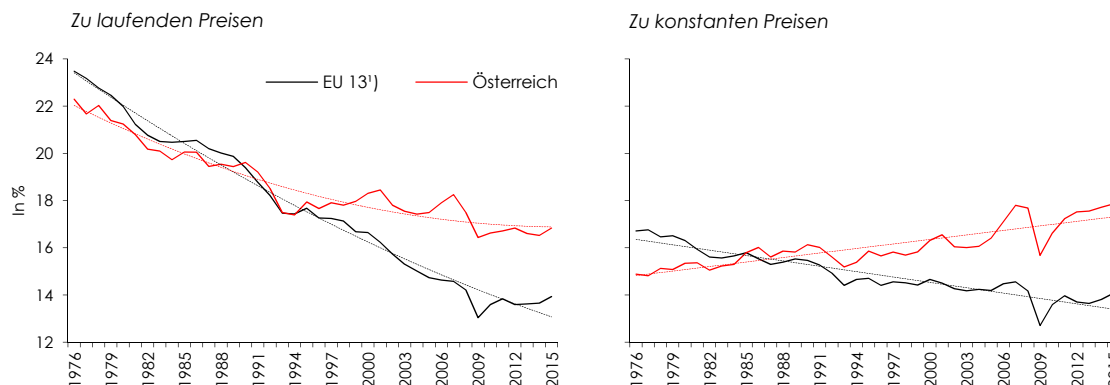


Q: Europäische Kommission, WDS – WIFO-Daten-System, Macrobond. – 1) BIP je Erwerbstätigen bzw. Bruttowertschöpfung Sachgütererzeugung je Arbeitnehmer. 2) Personen laut VGR. 3) Österreich, Belgien, Finnland, Frankreich, Deutschland (vor 1991 früheres Gebiet der BRD), Griechenland, Irland, Italien, Niederlande, Spanien, Dänemark, Schweden, Großbritannien.

¹³) Gleichzeitig ist der Anteil der Sachgütererzeugung am BIP zurückgegangen. Da die BIP-Quote zu laufenden Preisen ermittelt wird, liegt deren Rückgang an 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.

¹⁴) Abbildung 2 zeigt zudem, dass die beschriebenen Wachstumsmuster kontinuierlich über die Zeit auftreten, sodass sie durch Zeittrends gut erfasst sein dürften.

Abbildung 2: Anteil der Bruttowertschöpfung Sachgütererzeugung am BIP



Q: Europäische Kommission, WDS – WIFO-Daten-System, Macrobond. – ¹⁾ Österreich, Belgien, Finnland, Frankreich, Deutschland (vor 1991 früheres Gebiet der BRD), Griechenland, Irland, Italien, Niederlande, Spanien, Dänemark, Schweden, Großbritannien.

3.3 Impuls-Antwort-Funktionen

Während die zeitreihenanalytische Literatur zur Messung von Verdoorn-Effekten bei der Koeffizientenschätzung der Kointegrationsvektoren endet, wird hier mit der in der VAR-Literatur üblichen Berechnung von Impuls-Antwort-Funktionen fortgefahen und so das Verständnis des langfristigen Zusammenhangs zwischen Output, Produktivität und Kapitalstock vertieft. Die technischen Details zu Konstruktion und Definition der Impuls-Antwort-Funktionen finden sich in Kasten 2.

3.3.1 Produktionsschock

Bei einem Produktionsschock handelt es sich um Outputschwankungen, die nicht durch vergangene Outputschwankungen, nicht durch Produktivitätsschwankungen und nicht durch Kapitalakkumulation erklärt werden können. Die Rezession 2009 war zum Beispiel 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. Die anschließende Konjunkturerholung 2010/11 folgte zum Teil einem positiven Produktionsschock, da sie nicht nur eine endogene Korrektur des vorangegangenen Einbruchs war, sondern auch durch fiskalpolitische Impulse in anderen Ländern erzielt wurde, die zur Überwindung der Krise ergriffen wurden. Diskretionäre expansive Fiskalpolitik ist ein typisches Beispiel für einen positiven Produktionsschock; aber auch ein angebotsbestimmter Ölpreizrückgang (z.B. durch eine Erhöhung der Fördermengen) oder ein Anstieg der Auslandsnachfrage (für Österreich als kleine offene Volkswirtschaft besonders bedeutsam).

Die linke Spalte von Abbildung 3 zeigt, wie sich ein positiver Produktionsschock auf die Modellgrößen auswirkt¹⁵⁾. Die Wirkung "auf sich selbst" (erste bzw. vierte Abbildung von oben) lässt in den ersten beiden Jahren etwas nach, bleibt danach aber konstant¹⁶⁾. Setzt man die Impuls-Antwort-Funktionen von Produktion und Produktivität (zweite bzw. fünfte Abbildung von oben) in Relation zueinander, zeigt sich, dass der Produktivitätszuwachs in Österreich langfristig etwa zwei Drittel bis drei Viertel des Produktionsanstiegs ausmacht. Die Konfidenzbänder zeigen nach zehn Jahren eine Bandbreite von 50% bis über 75%, nach 20 Jahren von 35% bis über 90%. Der Verdoorn-Effekt, der laut Schätzparameter "nur" einen Produktivitätszuwachs um 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 praktisch gleich hoch wie der langfristige Produktionsanstieg.

Kasten 2: Zur Identifikation struktureller Impulse und ihrer Darstellung mittels 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. Im VAR bzw. VEC lassen sich die Effekte jedoch nicht eindeutig einzelnen Impulsen zuordnen, da die Fehlerterme miteinander korrelieren. Um einen eindeutigen Impuls zu erhalten (um den Schock zu "identifizieren"), wird eine in der VAR-Literatur weit verbreitete Methode verwendet, die Orthogonalisierung der Residuen mittels Choleski-Zerlegung¹⁷⁾. Das rein datenbestimmte VAR/VEC erhält dadurch eine (ökonomisch motivierte) Struktur; es wird zu einem "strukturellen" Modell (SVAR/SVEC) erweitert.

Dem Nutzen der Identifikation, nämlich die Zuordnungsmöglichkeit von Effekten auf einzelne Impulse und damit deren (ökonomische) Interpretierbarkeit, 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 $Y - PROD - K$ von links nach rechts. Die kausale Interpretation wird gelockert, falls die Ergebnisse von der Anordnung der Variablen qualitativ unbeeinträchtigt bleiben. Im vorliegenden Modell beeinträchtigt beispielsweise die Position von K die Ergebnisse nicht¹⁸⁾. Hingegen wird die Reihung von Y und $PROD$ (Y links von bzw. "vor" $PROD$) nicht gewechselt. Die Korrelation zwischen Y und $PROD$ wird also als kontemporäre Wirkung von Output auf die Produktivität gedeutet, ein originärer Produktivitätsschock hat dagegen frühestens im Folgejahr Auswirkung auf die Produktion. Mit dieser identifizierenden Restriktion wird dem Okun-Effekt Rechnung getragen, der die Prozyklizität der Arbeitsproduktivität beschreibt, die aus der unterproportionalen Reaktion der Beschäftigung auf Outputschwankungen folgt (s.o.). Die Annahme, dass ein originärer Produktivitätsschock erst nach einem Jahr auf die Produktion wirkt, beruht auf Ergebnissen von Basu – Fernald – Kimball (2006; vgl. Abbildung 3, S. 1431) für die Auswirkungen von Produktivitäts- bzw. Technologieschocks. In dieser viel zitierten Analyse wird ein Indikator konstruiert, der technischen Fortschritt abbildet und Effekte von unvollkommenem Wettbewerb und nicht-konstanten 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 Aus-

¹⁵⁾ Der Arbeitseinsatz für Österreich wird exemplarisch mit den Beschäftigungsverhältnissen der unselbständig Beschäftigten gemessen.

¹⁶⁾ In einem VAR/VEC mit 3 Variablen und 1 Kointegrationsvektor sind mindestens $3-1=2$ Impulse permanent.

maß nach wie die Arbeitsproduktivität steigt. Die Plausibilität der aus diesem Ergebnis abgeleiteten Identifikationsmethode wird durch bivariate Quartalsmodelle bekräftigt (siehe Anhang 1)¹⁷⁾.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Effekte von zwei exogenen Impulsen analysiert werden: eines "Produktionsschocks" und eines "Produktivitätsschocks" (exogene Erhöhung des strukturellen Residuums $\varepsilon_{Y,t}$ bzw. $\varepsilon_{PROD,t}$ um je einen Standardfehler). Ein Impuls über $\varepsilon_{K,t}$ wird nicht diskutiert.

Verständlich wird die endogene Verstärkung des Produktivitätseffekts mit Blick auf den Kapitalstock (dritte bzw. sechste Abbildung von oben): Der Produktionsschock (der als Investitionsschock verstanden werden kann) beschleunigt die Kapitalakkumulation²⁰⁾. Nachdem die Granger-Kausalitätstest anzeigen, dass von der Kapitalakkumulation grundsätzlich eine kausale Wirkung ausgeht, präzisieren die Impuls-Antwort-Funktionen, dass die Kapitalakkumulation vornehmlich auf die Produktivität wirkt; und damit den Verdoorn-Effekt verstärkt. Wir interpretieren dies als induzierten technischen Fortschritt, d.h. als technischen Fortschritt, der durch die Investitionsdynamik selbst erzeugt wird. Vor allem von Nicholas Kaldor thematisiert, besteht die zugrundeliegende Idee darin, dass neue Technologie erst durch die Installation der mit ihr ausgestatteten Maschinen und Anlagen Eingang in den Wirtschaftskreislauf findet; dass sie also durch Investitionen in den Wirtschaftskreislauf induziert wird. 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 Arbeits Einsatzes gleichzeitig ab, im Fall der EU-13 läuft er sogar gänzlich aus. Technischer Fortschritt sorgt also dafür, dass Arbeit sukzessive durch Kapital ersetzt wird (und damit die Arbeitsproduktivität erhöht und den Verdoorn-Effekt verstärkt). Im nächsten Abschnitt wird gezeigt, dass dieser Substitutionsprozess auch bei einem exogenen technologischen Impuls stattfindet.

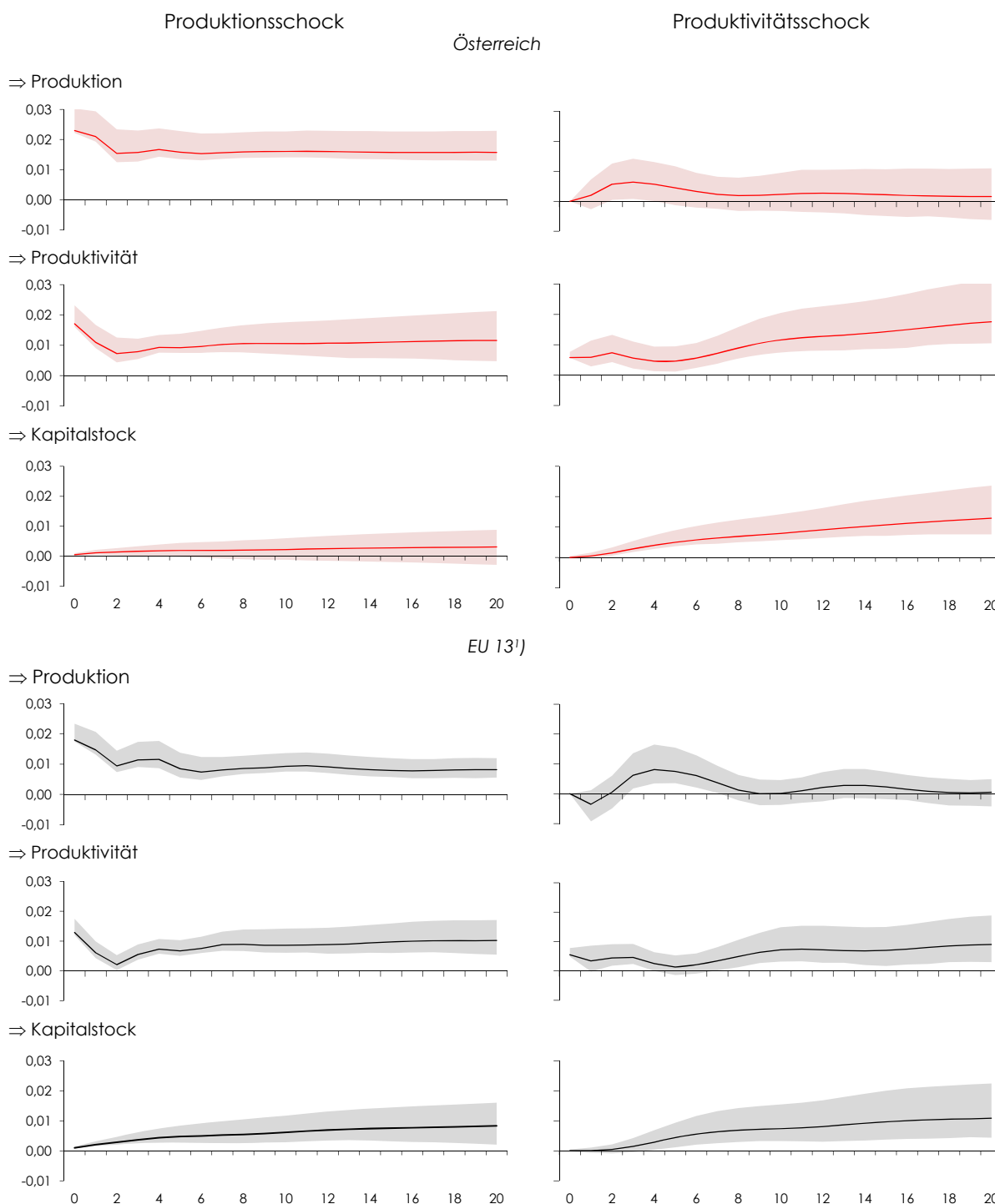
¹⁷⁾ Die Varianz-Kovarianz-Matrix der Residuen wird in eine untere und deren transponierte (obere) Dreiecksmatrix zerlegt. Multiplikation der Residuen u_t (und des übrigen Gleichungssystems) mit der Inversen der unteren Dreiecksmatrix ergibt die orthogonalen (d.h. unkorrelierten) Residuen ε_t . Die Identifikation der Schocks mittels Choleski-Zerlegung erfolgt also gewissermaßen durch das Herausfiltern der kontemporären Residuenkorrelation, die im VAR/VEC die eindeutige Zuordnung von Impulsen und Effekten verhindert.

¹⁸⁾ $Y - PROD - K$, $Y - K - PROD$, $K - Y - PROD$

¹⁹⁾ Alternativ könnten andere Identifikationsstrategien als die Choleski-Zerlegung in Betracht gezogen werden; keine Identifikation kommt aber ohne a-priori-Annahmen aus. Einer wegweisenden Analyse von Galí (1999) folgend werden Technologieschocks in einem großen Teil der Literatur mittels der Blanchard-Quah-Zerlegung identifiziert. Diese ermöglicht zwar eine beiderseitige kontemporäre Wirkung, aber die permanenten Effekte sind auf einen der beiden Impulse beschränkt. Der angebotsseitige Technologieschock wird als jener Schock identifiziert, der permanent produktivitätswirksam ist, während Nachfrageschocks jene sind, die keine permanenten Produktivitätseffekte haben. Diese Identifikation beruht auf der Annahme konstanter Skalenerträge und schließt Verdoorn-Effekte somit a priori aus.

²⁰⁾ Für Österreich gibt es auch Ziehungen mit keinem oder sogar leicht negativem Realkapitaleffekt. Der Verdoorn-Effekt ist davon jedoch nicht betroffen, er wird dann aber nicht endogen verstärkt.

Abbildung 3: Impuls-Antwort-Funktionen, Sachgütererzeugung



Q: WIFO. – Schattierte Bereiche: 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. – ¹⁾ Österreich, Belgien, Finnland, Frankreich, Deutschland (vor 1991 früheres Gebiet der BRD), Griechenland, Irland, Italien, Niederlande, Spanien, Dänemark, Schweden, Großbritannien.

3.3.2 Produktivitätsschock

Produktivitätsschocks sind Produktivitätsschwankungen, die nicht durch vergangene Produktivitätsschwankungen, nicht durch Outputschwankungen (Verdoorn-Effekte) und nicht durch 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: Webstühle, Dampfmaschinen und die Eisenbahn in der ersten Welle; Elektrizität, Telegraphie, Verbrennungsmotoren in der zweiten Welle; und die Informationstechnologie (Computer) in der dritten Welle. In welcher Form und wie schnell Innovationen ihre Wege in den Wirtschaftskreislauf finden ("diffundieren"), hängt von der Investitionsdynamik ab. Zum Beispiel fanden in den USA in den 1990er Jahren Prozesse, die auf der neuen Informationstechnologie beruhten, rascher Verbreitung als in Europa, weil die amerikanische Wirtschaft kräftig expandierte und höhere Investitionen eine raschere Installation der neuen Technologie ermöglichten; die Innovation konnte durch hohes Wirtschaftswachstum rascher diffundieren.

Die rechte Spalte 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 drei bis vier 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 Fortschritts: Langfristig wird Arbeit durch Kapital ersetzt; ein bestimmte Menge an Output wird mit höherem Kapital- und geringerem Arbeitseinsatz erwirtschaftet.

4. Gesamtwirtschaftliche Verdoorn-Effekte

4.1 Kumulatives Wachstum

Auch im Bereich der Gesamtwirtschaft gibt es einen langfristigen Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum, Produktivitätsfortschritt und Realkapitalakkumulation. Diese drei Variablen alleine können den Verdoorn-Zusammenhang auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene aber nicht vollständig abbilden, denn es gibt keine Kointegration und die geschätzten Modelle sind nicht-stationär (instabile Parameterschätzungen, Divergenz der Impuls-Antwort-Funktionen). Diese unzulänglichen Schätzergebnisse deuten darauf hin, dass es eines umfassenderen makroökonomischen Modells bedarf, in dem die Wirkungskanäle besser abgebildet werden²¹⁾. Das Modell des "kumulativen Wachstums" (*Cumulative Causation*) scheint dafür am besten geeignet. Es handelt sich um ein in der postkeynesianischen Theorie gebräuchli-

²¹⁾ Alternativ könnte das trivariate System in (stationären) Differenzen geschätzt werden, wodurch jedoch Information über die langfristigen Zusammenhänge (und somit über Verdoorn-Effekte) verloren gehen könnte.

chen internationalen Makromodellen, dessen Standardspezifikation 1975 von Dixon und Thirlwall erstellt wurde (McCombie – Pugno – Soro, 2002, S. 83)²²⁾. Neben der Wirkung der Produktion auf die Produktivität (Verdoorn-Effekt) gibt es auch eine Wirkung in die andere Richtung, die sich über den Außenhandel entfaltet²³⁾: Höhere Produktivität dämpft die Inflation oder führt über nicht-preisliche Effekte zu einer verbesserten internationalen Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Unternehmen. Dies stärkt deren Exporte und erhöht dadurch die heimische Produktion. Die Kausalität zwischen Produktion und Produktivität kann also selbstverstärkend bzw. "kumulativ" wirken.

In seiner Grundform enthält das Modell vier Gleichungen:

- i. Wachstumsgleichung: $Y = f(X, \cdot)$
- ii. Exportgleichung: $X = f(P, \cdot)$
- iii. Preisgleichung: $P = f(\text{PROD}, \cdot)$
- iv. Produktivitätsgleichung: $\text{PROD} = f(Y, \cdot)$

Diese Darstellung veranschaulicht den kausalen Wirkungskreislauf: Die heimische Produktion (i) wird von der ausländischen Exportnachfrage X (mit-)bestimmt. Die Exporte selbst werden von der preislichen Wettbewerbsfähigkeit, d.h. von der (Export-)Preisentwicklung P (mit-) bestimmt. Diese wiederum sind abhängig vom Produktivitätsfortschritt, der letztlich über Verdoorn-Effekte von der heimischen Produktion mitbestimmt wird, sodass sich der (kumulative) Kreislauf schließt. Die Punkte in den Funktionsargumenten zeigen an, dass es auch Faktoren gibt, die für den kausalen Wirkungskreislauf nicht relevant sind.

In Anlehnung an *Targetti – Foti* (1998) wird der Preismechanismus nicht explizit berücksichtigt. Dies geschieht ohne inhaltliche Abschläge, denn wenn die Exportnachfrage direkt mit der Produktivitätsentwicklung in Zusammenhang gebracht wird, geschieht dies implizit über preisliche und nicht-preisliche Faktoren²⁴⁾.

- i. Wachstumsgleichung: $Y = f(X, \cdot)$
- ii. Exportgleichung: $X = f(\text{PROD}, \cdot)$
- iii. -
- iv. Produktivitätsgleichung: $\text{PROD} = f(Y, \cdot)$

²²⁾ Ein zweites, rivalisierendes postkeynesianisches internationales Makromodell ist jenes des zahlungsbilanzabhängigen Wachstums ("*balance-of-payment constraint growth*", vgl. *Blecker*, 2009). Während das Modell des kumulativen Wachstums einen makroökonomischen Rahmen für das Verdoorn-Gesetz bildet, ist der Kern des zahlungsbilanzabhängigen Wachstumsmodells das sogenannte "Thirlwall-Gesetz". Leon Podkaminer vom Wiener Institut für Internationale Wirtschaftsvergleiche (WIIW) hat erst kürzlich festgestellt, dass Thirlwalls Gesetz in den meisten von 59 über einen langen Zeitraum untersuchten Ländern wohl nicht hält (*Podkaminer*, 2017).

²³⁾ Für eine ausführliche Modellbesprechung siehe bspw. *Setterfield* (2010)

²⁴⁾ Im reduzierten Modellrahmen können preisliche von nicht-preislichen Effekten nicht unterschieden werden.

Das sind die drei Kerngleichungen des Modells. *Targetti – Foti* (1998) beschränken sich in ihrer empirischen Analyse auf dieses Dreigleichungssystem, in dem die einzelnen Gleichungen um "nicht-kumulative" Faktoren erweitert werden. Eine wichtige Erweiterung ist jene der Produktivitätsgleichung um ein Maß für den Produktivitätsfortschritt im Ausland²⁵), der den Effekt von Technologietransfer über Außenhandel abbildet.

Kasten 3: Daten und ökonometrische Spezifizierung

Grundsätzlich wurde das Verdoornsche Gesetz für den Bereich der Industrieproduktion formuliert. Mithilfe von Kaldors "erstem Wachstumsgesetz" kann es auf die Gesamtwirtschaft übertragen werden. Für Österreich trifft das insbesondere zu, da die (Export-)Industrie das Rückgrat der Wirtschaft ist, an dem die Bereitstellung vieler Dienstleistungen hängt. Zudem zeigt die Konjunkturbeobachtung, dass Schwankungen der Industriegüternachfrage aus dem Ausland wichtige Impulse für die heimischen Investitionen darstellen und so die Höhe der Einkommen und des privaten Konsums maßgeblich mitbestimmen.

Die Produktion wird anhand des realen Bruttoinlandsprodukts gemessen; der Kapitalstock als Nettoanlagevermögen der Gesamtwirtschaft; der Arbeitseinsatz wird in Erwerbspersonen gemessen. Diese drei bekannten Variablen, die die Größen Y , $PROD$ und K konstituieren, werden um drei neue Variablen ergänzt:

- Die Arbeitsproduktivität in Deutschland als wichtigster Handelspartner (ebenfalls gemessen in Erwerbspersonen $PROD^*$),
- Die mit Exportanteilen gewichtete Importnachfrage der OECD-Handelspartner Y^* und
- die heimischen Exporte von Waren und Dienstleistungen X .

Wie in der Sachgütererzeugung erstreckt sich der Schätzzeitraum über die Periode 1976-2015. Es wird dieselbe Spezifikation zugrunde gelegt wie zur Schätzung der Verdoorn-Effekte in der Sachgütererzeugung. Die Dimension des VEC ist höher, da sechs Variablen modelliert werden.

$$\begin{pmatrix} \Delta \log Y_t^* \\ \Delta \log PROD_t^* \\ \Delta \log X_t \\ \Delta \log Y_t \\ \Delta \log PROD_t \\ \Delta \log K_t \end{pmatrix} = \mu + \nu D_{09} + \alpha \beta' \begin{pmatrix} \log Y_{t-1}^* \\ \log PROD_{t-1}^* \\ \log X_{t-1} \\ \log Y_{t-1} \\ \log PROD_{t-1} \\ \log K_{t-1} \end{pmatrix} + \sum_{i=1}^2 \Gamma_i \begin{pmatrix} \Delta \log Y_{t-i}^* \\ \Delta \log PROD_{t-i}^* \\ \Delta \log X_{t-i} \\ \Delta \log Y_{t-i} \\ \Delta \log PROD_{t-i} \\ \Delta \log K_{t-i} \end{pmatrix} + u_t$$

Aufgrund der höheren Anzahl der Schätzparameter im Vergleich zum Modell der Sachgütererzeugung verliert die Schätzung an Präzision. Daher werden jene Kurzfristparameter in der Matrix Γ_i , die von Null nicht signifikant verschieden sind, Null gesetzt. Γ_2 fällt dadurch gänzlich weg, die Laglänge sinkt auf 1. Laut dem Johansen Trace-Test liegen vier Kointegrationsbeziehungen vor. Drei können als Kerngleichungen des kumulativen Wachstumsmodells identifiziert werden (i., ii. und iv.1). Die vierte (iv.2) beschreibt einen langfristigen Zusammenhang zwischen heimischer und deutscher Produktivität. Während dieser Effekt in der bestehenden Literatur direkt in der Verdoorn-Gleichung modelliert wird (*Targetti – Foti*, 1998 und *Leon-Ledesma*, 2002), werden hier der Verdoorn-Effekt und internationale Produktivitätseffekte in separaten Langfristbeziehungen identifiziert.

²⁵ In der Literatur werden diese als "Aufholeffekte" (catching-up) behandelt: Der "Technologiennehmer" profitiert durch den Handel mit dem "Technologieführer", indem er dessen Technologie übernehmen und nachahmen kann.

4.2 Ergebnisse

Die vier identifizierten Kointegrationsvektoren können als geschätztes Kumulatives Wachstumsmodell mit vier Gleichungen wie folgt dargestellt werden²⁶⁾:

			<i>Faktoren des kum. Wachstums</i>	<i>weitere Faktoren</i>
i.	$\log Y$	=	$0,2 \cdot \log X$	$+ 1,0 \cdot \log K + u_Y$
ii.	$\log X$	=	$\log \text{PROD}$	$- \log \text{PROD}^* + 1,1 \cdot \log Y^* + u_X$
iv.1	$\log \text{PROD}$	=	$0,5 \cdot \log Y$	$+ 0,9 \cdot \log K - 2,0\% \cdot t + u_{\text{PROD}1}$
iv.2	$\log \text{PROD}$	=		$\log \text{PROD}^* - 1,7\% \cdot t + u_{\text{PROD}2}$

Gleichung i. wird als "Wachstumsgleichung" interpretiert. Das Wirtschaftswachstum wird in Bezug gesetzt zur Exportnachfrage und zum Kapitalstock. Die Höhe der Koeffizienten hat auch mit den unterschiedlichen Amplituden der Variablen zu tun: Die Exporte sind eine volatile Wachstumskomponente, daher ist der Koeffizient geringer als 1. Zudem haben Exporte einen hohen Importgehalt, was den Wachstumskoeffizienten ebenfalls reduziert. Der Kapitalstock hingegen, der den Wachstumsbeitrag der Investitionen approximiert, hat wegen seiner relativ geringen Schwankung (da er anders als Y und X eine Bestandsgröße ist) einen höheren Koeffizienten.

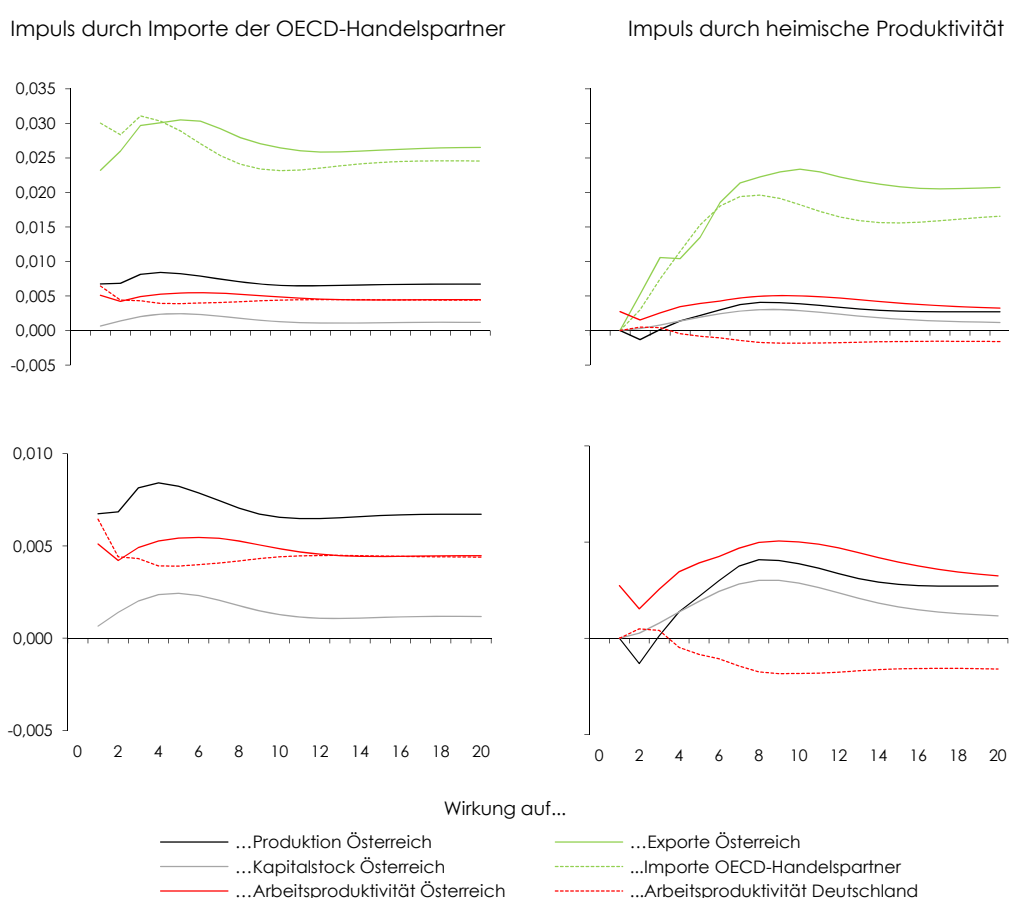
Gleichung ii. stellt eine "Exportgleichung" dar. Der für das kumulative Wachstumsmodell maßgebliche Faktor ist die (relative) Produktivität, also die Produktivitätsentwicklung im Inland in Relation zur Produktivitätsentwicklung im relevanten Ausland (approximiert durch Deutschland). Verbessert sich die Arbeitsproduktivität in Österreich schneller als in Deutschland, profitiert die Ausfuhr prozentual im selben Ausmaß. Der Wirkungskanal dieses Zusammenhangs wird nicht modelliert, aber es handelt sich wohl um Effekte der internationalen Wettbewerbsfähigkeit: Ein stärkerer Produktivitätsfortschritt ermöglicht den Unternehmen, ihre Produkte im Ausland günstiger anzubieten (preislicher Faktor). Ein rascherer Produktivitätszuwachs kann den Unternehmen auch helfen, sich in den internationalen Wertschöpfungsketten besser zu positionieren (nicht-preisliche Faktoren); oder er ermöglicht den Unternehmen schlicht mehr zu produzieren und ihre Präsenz am Auslandsmarkt zu erhöhen. Neben der relativen Produktivität ist die Ausfuhr zudem von der Nachfrage der Handelspartner abhängig. Die leicht überdurchschnittliche Reaktion der Exporte auf Änderungen der Importnachfrage der Handelspartner (die Elastizität von 1,1) könnte damit zu tun haben, dass Y^* nur OECD-Länder umfasst und somit die Nachfrageimpulse aus Schwellenländern nicht berücksichtigt, falls diese mit den Impulsen der OECD-Länder positiv korrelieren.

Gleichung iii. war in der ursprünglichen Spezifikation die "Preisgleichung". Diese entfällt, da die Preise nicht explizit modelliert werden.

²⁶⁾ Vom Kumulativen Wachstumsmodell abweichende, beobachtungsäquivalente Interpretationsmöglichkeiten dieses Gleichungssystems werden nicht explizit ausgeschlossen.

Bei Gleichung iv.1 handelt es sich um die "erste Produktivitätsgleichung" bzw. um die "Verdoorn-Gleichung". Der Verdoorn-Koeffizient wird auf 0,5 geschätzt²⁷⁾, die Berücksichtigung von Sektoren mit deutlich geringerem Produktivitätsfortschritt im Vergleich zur Sachgütererzeugung beeinträchtigt den Verdoorn-Effekt also nicht. Vielmehr dürfte sich die "Tertiärisierung" in den negativen Koeffizienten der Zeittrends der beiden Produktivitätsgleichungen widerspiegeln²⁸⁾. Gleichung iv.2, die "zweite Produktivitätsgleichung"²⁹⁾, erfasst zudem die internationalen Produktivitätseffekte. Ein Produktivitätszuwachs in Deutschland überträgt sich im Großen und Ganzen proportional auf die Arbeitsproduktivität in Österreich.

Abbildung 4: Impuls-Antwort-Funktionen, Gesamtwirtschaft



Q: WIFO. – Wirkungszeitraum: 20 Jahre.

²⁷⁾ Wird der Arbeitseinsatz in Vollzeitäquivalenten gerechnet, fällt der Verdoorn-Koeffizient, wie in der Sachgütererzeugung, entsprechend geringer aus.

²⁸⁾ Produktivitätseffekte aufgrund der intersektoralen Reallokation von Arbeitsplätzen, die eine Erklärung der Zeittrends in der Sachgütererzeugung erlauben, müssten sich auf gesamtwirtschaftlicher Ebene gegenseitig aufheben.

²⁹⁾ Die zweite Produktivitätsgleichung ist, streng genommen, nicht Teil des kumulativen Wachstumsmodells, da die Produktivitätsentwicklung im Ausland von keiner anderen Modellgröße beeinflusst wird.

4.3 Impuls-Antwort-Funktionen

4.3.1 Globaler Nachfrageschock

Bei einem globalen Nachfrage-Schock handelt es sich um Schwankungen der Auslandsnachfrage, die nicht durch eigene vergangene Schwankungen, durch Produktivitätsschwankungen im Ausland oder durch Schwankungen der übrigen (heimischen) Modellgrößen erklärt werden können. Der globale Nachfrageschock regt die Ausfuhr an und damit die Produktion und die Investitionen im Inland; die Kapitalakkumulation beschleunigt sich. Die höhere Produktion und die stärkere Investitionsdynamik bewirken zudem eine Beschleunigung der Produktivitätszuwächse. Da es sich um einen internationalen Impuls handelt, wirken ähnliche Effekte im Ausland; auch in Deutschland steigt die Produktivität. Im neuen "Gleichgewicht" ist die relative Produktivitätsposition der beiden Länder unverändert, der globale Nachfrageschock hat daher keine kumulative Wirkung. Der Exportschub verstärkt sich zwar nach dem anfänglichen Impuls noch etwas, dies dürfte aber wohl mit Zweitrundeneffekten, die über internationale Wertschöpfungsketten realisiert werden, zu tun haben. Der Produktivitätszuwachs pendelt sich auf rund zwei Drittel des Produktionsanstiegs ein; neben dem Verdoorn-Effekt wird er – wie im Fall der Sachgütererzeugung – vom beschleunigten endogenen technischen Fortschritt (über die höhere Kapitalakkumulation) bestimmt.

4.3.2 Heimischer Produktivitätsschock

Bei einem heimischen Produktivitätsschock handelt es sich um Schwankungen der heimischen Produktivität, die weder durch eigene vergangene Schwankungen oder "importierten" Produktivitätsfortschritt im Ausland noch durch Verdoorn-Effekte erklärt werden können. Dieser Impuls ist vergleichbar mit dem Produktivitätsschock in der Sachgütererzeugung, interpretierbar als exogener technischer Fortschritt. Auch hier wird die Annahme getroffen, dass ein Produktivitätsschock kurzfristig (d.h. für ein Jahr) keine Auswirkung auf die anderen Variablen hat. Die Effekte auf Ebene der Gesamtwirtschaft weisen im Vergleich zu den sektoralen Effekten in der Sachgütererzeugung Ähnlichkeiten und Unterschiede auf. Ähnlich ist der permanente Effekt auf den Kapitalstock. Allerdings wird nicht nur Arbeit durch Kapital ersetzt wie in der Sachgütererzeugung, sondern es steigt auch die gesamtwirtschaftliche Produktion. Dies geschieht über den Außenhandelskanal: Die Produktivitätsverbesserung stimuliert die Nachfrage nach heimischen Erzeugnissen, der Export steigt. Neben dem "Substitutionseffekt" durch technischen Fortschritt auf sektoraler Ebene eröffnet sich also über den Außenhandel ein "Einkommenseffekt". Wie Abbildung 4 zeigt, sind die beiden Effekte langfristig etwa gleich stark; technologisch bedingte Arbeitsplatzverluste werden durch den positiven Außenhandelseffekt kompensiert. Aus der sektoralen Analyse der Sachgütererzeugung ist bekannt, dass der Technologieschock keine langfristigen Effekte auf die Industrieproduktion hat. Der positive Außenhandelseffekt muss also über eine Steigerung der Einkommen, des privaten Konsums und letztlich der Nachfrage in anderen Branchen als der Industrieproduktion (Dienstleistungen,

Bauwesen) erfolgen. Technischer Fortschritt ist somit Faktor der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und des Strukturwandels gleichermaßen.

Anders als der globale Nachfrageschock ändert der Technologieschock die relative Produktivitätsposition zugunsten des Inlands; der Marktanteil der heimischen Exporte steigt. Die kumulative Wirkung dieses Impulses zeigt sich darin, dass sich der Anstieg des Produktivitätsunterschieds, der Exporte und der gesamtwirtschaftlichen Produktion über einige Jahre erstreckt, da sich diese Effekte gegenseitig begünstigen. Während vom globalen Nachfrageschock Inland und Ausland profitieren, überwiegt beim heimischen Produktivitätsschock aufgrund der Marktanteilsverschiebung im Ausland langfristig der dämpfende Effekt auf die Produktivität.

Ein Detailunterschied zwischen Sachgütererzeugung und gesamtwirtschaftlicher Ebene zeigt sich auch in der kurzen Frist. Im ersten Jahr lässt das Wirtschaftswachstum etwas nach, bevor es dann anzieht. Die Substitution von Arbeit durch Kapital dämpft die Einkommen der privaten Haushalte (geringerer Beschäftigungsanstieg, höhere Arbeitslosigkeit) und damit die gesamtwirtschaftliche Nachfrage. Erst mit der Exportsteigerung erzeugt der Technologieschock positive gesamtwirtschaftliche Einkommenseffekte.

5. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Das Wachstum der gesamtwirtschaftlichen Produktivität hat sich in den vergangenen Jahrzehnten in den meisten Industrieländern deutlich verlangsamt, wobei sich dieser Trend seit der Finanzkrise 2008 noch einmal deutlich verstärkt hat. Auffällig ist, dass insbesondere die jüngste Phase niedriger Produktivitätssteigerungen in eine Phase schwachen gesamtwirtschaftlichen Wachstums fällt. Dies legt nahe, dass die beiden Entwicklungen in einem engen Zusammenhang stehen.

Der positive Einfluss des Wirtschaftswachstums bzw. des Wachstums der Industrieproduktion auf die Zunahme der Arbeitsproduktivität ist seit langem als "Verdoornsches Gesetz" bekannt. Höheres Wirtschaftswachstum führt über statische (Größeneffekte) oder dynamische (Lernen, Technologiediffusion) Skaleneffekte zu höheren Produktivitätssteigerungen. In der Literatur werden üblicherweise Verdoorn-Effekte in der Größenordnung von 0,5 gefunden. Dies bedeutet, dass 1% höheres Wirtschaftswachstum einen Anstieg der Arbeitsproduktivität um $\frac{1}{2}$ Prozentpunkt nach sich zieht.

In der vorliegenden Studie schätzen wir die Verdoorn-Effekte für die Sachgütererzeugung und die Gesamtwirtschaft in Österreich und der EU empirisch mittels ökonomischer Methoden und finden signifikante Verdoorn-Effekte. Auf der Ebene der Sachgütererzeugung findet sich ein stabiler langfristigen Zusammenhang zwischen Output, Produktivität und Kapitaleinsatz, der im Sinne des traditionellen Verdoorn-Gesetzes interpretierbar ist: Ein Anstieg der Produktion in der Sachgütererzeugung um 1% geht mit einer Steigerung der Arbeitsproduktivität um 0,2% bis 0,5% einher.

Zur Kausalitätsanalyse werden dabei Granger-Kausalitätstests verwendet. Diese zeigen für Österreich mittelkräftige und für die EU-13 eindeutige Evidenz, dass es Verdoorn-Effekte gibt. Für die EU-13 zeigt sich umgekehrt auch ein langfristig positiver Effekt von Produktivitätssteigerungen auf die Wertschöpfung. Über die Schätzung der Koeffizienten hinaus kann mit Hilfe von Impuls-Antwort-Funktionen das Verständnis über den langfristigen Zusammenhang zwischen Output, Produktivität und Kapitalstock noch vertieft werden. Solche Impuls-Antwort-Funktionen zeigen die Reaktion (die "Antwort") der Modellgrößen auf einen von außen auf den Modellkreislauf einwirkenden "Impuls". Setzt man die Impuls-Antwort-Funktionen von Produktion und Produktivität in Relation zueinander, so zeigt sich, dass der durch einen Produktionschock ausgelöste Produktivitätszuwachs in Österreich langfristig zwei Drittel bis drei Viertel des Produktionsanstiegs ausmacht. Der Verdoorn-Effekt, der laut Schätzparameter "nur" einen Produktivitätszuwachs um knapp die Hälfte der Produktionssteigerung erklärt, wird demnach endogen verstärkt. Noch deutlicher zeigt sich dieser Effekt im EU-Aggregat: Hier ist der durch den Produktionschock ausgelöste Produktivitätszuwachs praktisch gleich hoch wie der langfristige Produktionsanstieg. Verständlich wird die endogene Verstärkung des Produktivitätseffekts mit Blick auf den Kapitalstock. Der Produktionschock beschleunigt die Kapitalakkumulation. Dies lässt sich als induzierter technischer Fortschritt verstehen, d.h. als technischen Fortschritt, der durch die Investitionsdynamik selbst erzeugt wird.

Auf Ebene der Gesamtwirtschaft werden die Verdoorn-Effekte im Rahmen eines kumulativen Wachstumsmodells untersucht. Neben der Wirkung der Produktion auf die Produktivität gibt es in diesem Modell auch eine Wirkung in die andere Richtung, die sich über den Außenhandel entfaltet: Höhere Produktivität dämpft die Inflation oder führt über nicht-preisliche Effekte zu einer verbesserten internationalen Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Unternehmen. Dies stärkt deren Exporte und erhöht dadurch die heimische Produktion. Die Kausalität zwischen Produktion und Produktivität kann also selbstverstärkend bzw. "kumulativ" wirken.

Der Verdoorn-Koeffizient für die Gesamtwirtschaft wird auf 0,5 geschätzt. Die Berücksichtigung von Sektoren mit deutlich geringerem Produktivitätsfortschritt im Vergleich zur Sachgütererzeugung beeinträchtigt den Verdoorn-Effekt also nicht. Ein globaler Nachfrageschock regt in dem Modell die Ausfuhr an und damit die Produktion und die Investitionen im Inland; die Kapitalakkumulation beschleunigt sich. Die höhere Produktion und die stärkere Investitionsdynamik bewirken zudem eine Beschleunigung der Produktivitätszuwächse. Der Produktivitätszuwachs pendelt sich auf rund zwei Drittel des Produktionsanstiegs ein; neben dem Verdoorn-Effekt wird er – wie im Fall der Sachgütererzeugung – vom beschleunigten endogenen technischen Fortschritt (über die höhere Kapitalakkumulation) bestimmt.

Anders als ein globaler Nachfrageschock ändert ein Technologieschock in der Gesamtwirtschaft die relative Produktivitätsposition zugunsten des Inlands; der Marktanteil der heimischen Exporte steigt. Die kumulative Wirkung dieses Impulses zeigt sich darin, dass sich der Anstieg des Produktivitätsunterschieds, der Exporte und der gesamtwirtschaftlichen Produktion über einige Jahre erstreckt, da sich diese Effekte gegenseitig begünstigen.

Alles in allem zeigen die Schätzungen, dass es in Österreich sowohl in der Sachgütererzeugung als auch in der Gesamtwirtschaft signifikante Verdoorn-Effekte gibt. Ein stärkerer Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Produktion bzw. der Wertschöpfung in der Sachgütererzeugung erhöht demnach das Produktivitätswachstum. Die Fokussierung auf angebotsseitige Maßnahmen zur Erhöhung der Produktivität greift also zu kurz: Eine Phase schwachen, nachfrage-seitig bedingten Wachstums, wie in den Jahren 2011 bis 2015, hat einen direkten negativen Einfluss auf das Produktivitätswachstum und daher den langfristigen Wohlstand und die Wettbewerbsfähigkeit.

Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass expansive Maßnahmen zur Stärkung der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage und die Vermeidung von nachfrageschwächenden Kürzungen der öffentlichen Ausgaben in Zeiten schwacher privater Nachfrage nicht nur kurzfristig, sondern auch mittel- und langfristig wesentliche Politikelemente sind, die angebotsseitige Maßnahmen zur Steigerung der Produktivität ergänzen müssen. So können etwa Technologie- und Bildungspolitik ihre Wirkung schneller und besser entfalten, wenn sie in Zeiten kräftiger Konjunktur umgesetzt werden.

Literatur

- 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.
- Alexiadis, S., Tsagdis, D., "Is cumulative growth in manufacturing productivity slowing down in the EU12 regions?", *Cambridge Journal of Economics*, 2010, 34(6), S. 1001-1017.
- Angeriz, A., McCombie, J., Roberts, M., "Returns to Scale for EU Regional Manufacturing", CGR Working Paper, 2008, (20).
- Arrow, K.J, "The Economic Implications of Learning by Doing", *Review of Economic Studies*, 1962, 29 (3), S. 155-173.
- 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
- Blecker, R.A., *Long-Run Growth in Open Economies: Export-Led Cumulative Causation or a Balance-of-Payments Constraint?*, Research Network Macroeconomics and Macroeconomic Policies, Berlin, 2009.
- Brynjolfsson, E., McAfee, A., *Race Against the Machine Age*, Digital Frontier Press, Lexington MA, 2011.
- Brynjolfsson, E., McAfee, A., *The Second Machine Age: Work, Progress and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*, W. W. Norton & Company Inc, New York, 2014.
- Crespi, F., Pianta, M., "Demand and innovation in productivity growth", *International Review of Applied Economics*, 2008, 22(6), S. 655-672.
- Dixon, R., Thirlwall, A.P., "A Model of Regional Growth Rate Differences on Kaldorian Lines", *Oxford Economic Papers*, 1975, 27(2), S 201-214.
- ECB, "The slowdown in euro area productivity in a global context", *ECB Economic Bulletin*, 2017, 3, S. 47-67.
- Ederer, S., Baumgartner, J., Bierbaumer-Polly, J., Kaniovski, S., Rocha-Akis, S., Streicher, G., *Österreich 2025: Privater Konsum und öffentliche Investitionen in Österreich*, WIFO, 2016.
- Europäische Kommission, *Recommendation for a COUNCIL RECOMMENDATION on the establishment of National Competitiveness Boards within the Euro Area*, 2015, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52015DC0601>.
- Europäischer Rat, *Council Recommendation of 20 September 2016 on the establishment of National Productivity Boards*, 2016, [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016H0924\(01\)](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32016H0924(01)).
- Galí, J., "Technology, Employment, and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations?", *The American Economic Review*, 1999, 89(1), S. 249-271
- Gordon, R., *The Rise and Fall of American Growth: The US Standard of Living Since the Civil War*. Princeton University Press, Princeton, 2016.
- 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.
- Hein, E., Tarassow, A., "Distribution, aggregate demand and productivity growth: theory and empirical results for six OECD countries based on a post-Kaleckian model", *Cambridge Journal of Economics*, 2010, 34(4), S. 727-754.
- Kaldor, N. (1966) *Causes of the Slow Rate of Economic Growth of the United Kingdom: an Inaugural Lecture*, Cambridge: Cambridge University Press. Reprinted in N. Kaldor (1978), *Further Essays on Economic Theory*, London: Duckworth.

- Leon-Ledesma, M.A., "Accumulation, innovation and catching-up: an extended cumulative growth model", *Cambridge Journal of Economics*, 2002, 26(2), S. 201-216.
- Leon-Ledesma, M.A., "Verdoorn's Law and increasing returns: an empirical analysis of the Spanish regions", *Applied Economics Letters*, 1999, 6(6), S. 373-376.
- McCombie, J.S.L., "Increasing Returns and the Verdoorn Law from a Kaldorian Perspective", in : McCombie, J.S.L., Pugno, M., Soro, B. (Hrsg.), *Productivity Growth and Economic Performance – Essays on Verdoorn's Law*, Palgrave Macmillan UK, 2002.
- McCombie, J.S.L., Pugno, M., Soro, B. (Hrsg.), *Productivity Growth and Economic Performance – Essays on Verdoorn's Law*, Palgrave Macmillan UK, 2002.
- McCombie, J.S.L., Roberts, M., "Returns to Scale and Regional Growth: The Static-Dynamic Verdoorn Law Paradox Revisited", *Journal of Regional Science*, 2007, 47(2), S. 179-208.
- 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. 117-1136.
- Millemaci, E., Ofria, F., "Kaldor-Verdoorn's law and increasing returns to scale – A comparison across developed countries", *Journal of Economic Studies*, 2014, 41(1), S. 140-162.
- 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.
- Naastepad, C.W.M., "Technology, demand and distribution: a cumulative growth model with an application to the Dutch productivity growth slowdown", *Cambridge Journal of Economics*, 2006, 30(3), S. 403-434.
- OECD, *The Future of Productivity*, Paris, 2015.
- Okun, A.M., "Potential GNP: Its Measurement and Significance", in *American Statistical Association (Hrsg.), Proceedings of the Business and Economic Statistics Section*, 1962, S. 98-104.
- Pieper, U., "Sectoral regularities of productivity growth in developing countries – a Kaldorian interpretation", *Cambridge Journal of Economics*, 2003, 27(6), S. 831-850.
- Podkaminer, L., "'Thirlwall's Law' reconsidered", *Empirica*, 2017, 44(1), S. 29-57.
- Rat der Europäischen Union, National productivity boards backed by Council, *Pressemitteilung*, 2016, 16(521).
- Romero, J.P., Britto, G., "Increasing returns to scale, technological catch-up and research intensity: endogenising the Verdoorn coefficient", *Cambridge Journal of Economics*, 2017, 41(2), S. 391-412.
- Schwab, K., *The Fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, Geneva, 2016.
- Setterfield, M., "Endogenous Growth: A Kaldorian Approach", verfasst für Harcourt, G.C., Kriesler, P. (Hrsg.), *Handbook of Post Keynesian Economics*, Oxford University Press, 2010.
- Solow, R.M., "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, 1956, 70(1), S. 65-94.
- Swan, T.W., "Economic Growth and Capital Accumulation", *The Economic Record*, 1956, 32(2), S. 334-361.
- Targetti, F., Foti, A., "Growth and productivity: a model of cumulative growth and catching up", *Cambridge Journal of Economics*, 1997, 21(1), S. 27-43.
- Teulings, C., Baldwin, R. (2014), *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures*, VoxEU book, CEPR.
- 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, 1988, S. 199-207.
- Verdoorn, P.J., "Complementarity and Long-range Projections", *Econometrica*, 1956, 24(4), S. 429-450.
- Verdoorn, P.J., "Verdoorn's Law in Retrospect: A Comment", *The Economic Journal*, 1980, 90(358), S. 382-385.

Anhang 1: Bivariate Quartalsmodelle in der Sachgütererzeugung

Die identifizierende Annahme, dass technologische Innovationen erst nach einem Jahr eine Auswirkung auf die Produktion haben, ist stark; zumal ein Strang der neoklassischen Konjunkturtheorie, die Theorie realer Konjunkturzyklen, darauf aufbaut, dass Technologieschocks die Konjunkturschwankungen bestimmen. In der von Galí (1999) initiierten "technology-hours" Kontroverse wird versucht, verschiedene neoklassische Konjunkturtheorien (v.a. RBC und neukeynesianische Modelle) anhand von bivariaten Modellen und Langfristrestriktionen á la Blanchard-Quah zu bewerten. Die Langfristrestriktionen beruhen auf der Annahme konstanter Skalenerträge und deren Konsequenz, dass Angebotschocks allein langfristig die Produktivität bestimmen; Verdoorn-Effekte werden dadurch a priori ausgeschlossen.

Der bivariate Modellrahmen ist aber dennoch nützlich, um die hier getroffene Identifikationsannahme auf ihre Plausibilität zu überprüfen. Der Kapitalstock wird nicht berücksichtigt, da eine Interpolation nur neue Unschärfen erzeugen würde. Daher werden keine Kointegrationsbeziehungen, sondern VARs in Wachstumsraten geschätzt und deren kumulative Impuls-Antwortfunktionen analysiert³⁰). Statt der Langfristrestriktionen der "technology-hours" Literatur wird auf Choleski-Kurzfristrestriktionen zurückgegriffen.

Als erstes wird ein bivariates Y-N-Modell geschätzt. Hier zeigt sich, dass die Anordnung der beiden Variablen die Impuls-Antwort-Funktionen qualitativ nicht beeinflusst (Abbildung A1). Dieses Resultat ergibt sich daraus, dass die Beschäftigung aufgrund ihrer trägen Reaktion im ersten Quartal nach einem Produktionsschock noch keine Veränderung zeigt, selbst wenn die kontemporäre Korrelation nicht auf null beschränkt wird. Dies bedeutet umgekehrt, dass die kontemporäre Korrelation zwischen PROD und Y (für Quartalsdaten) mit 1 angenommen werden kann.

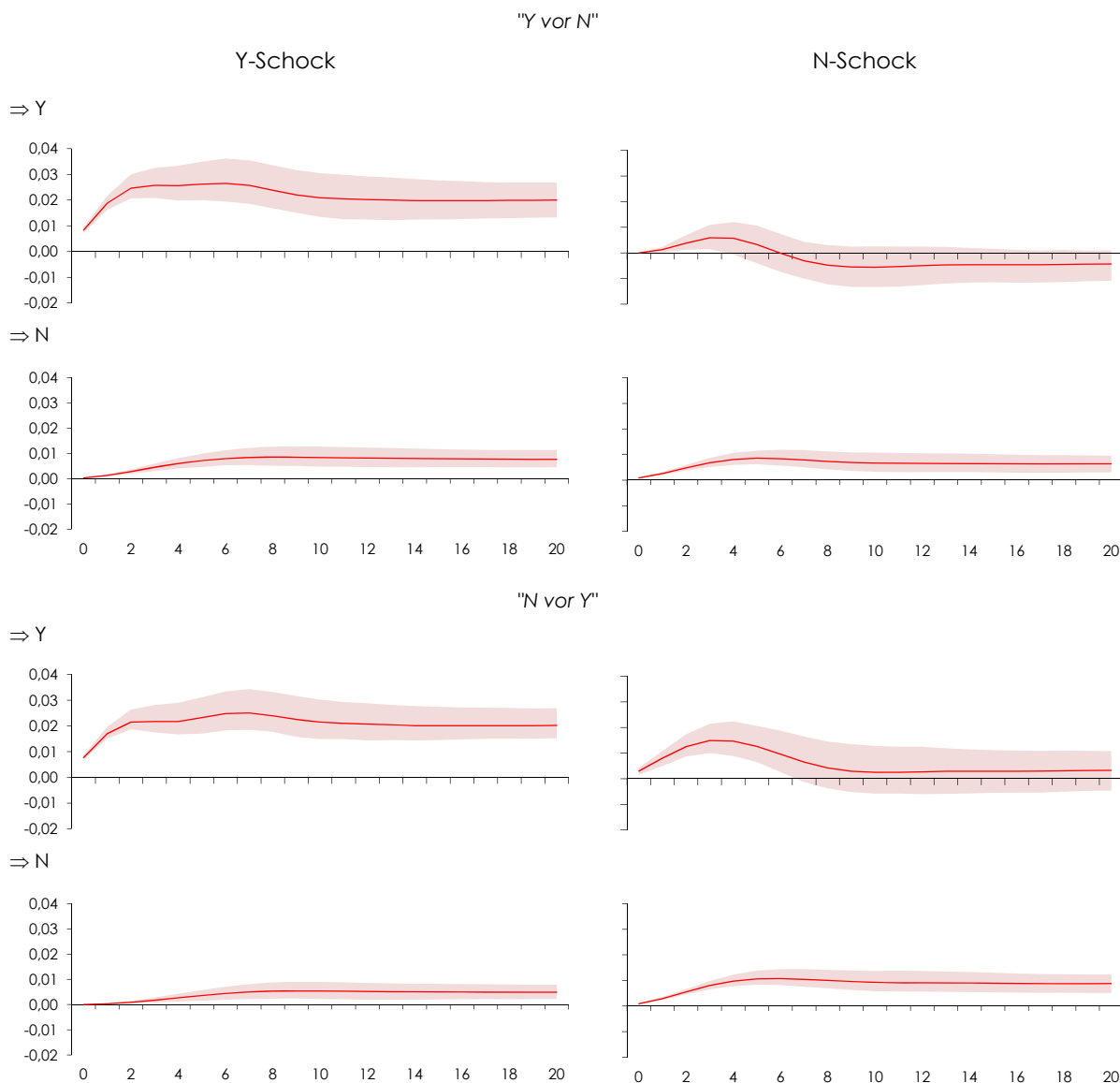
Als nächstes wird daher ein bivariates Y-PROD-Modell geschätzt und eine kontemporäre 1-Restriktion auferlegt. Je nachdem, in welche Wirkungsrichtung die Restriktion auferlegt wird, ergeben sich konträre Interpretationsmöglichkeiten (Abbildung A2):

- "Y $\overset{1}{\rightarrow}$ PROD"-Identifikation: Wird eine prozyklische Reaktion der Produktivität auf Produktionsschocks angenommen (Okun-Effekt), zeigen sich langfristig signifikante Verdoorneffekte. Der arbeitssparende Technologieschock schlägt sich erst mit einigen Quartalen Verzögerung im Produktivitätszuwachs nieder, weil die Reduktion der Arbeitskräftenachfrage kurzfristig konjunkturdämpfend wirkt. Langfristig steigt durch einen Technologieschock die Produktivität, aber nicht die Produktion.
- "PROD $\overset{1}{\rightarrow}$ Y"-Identifikation: Angenommen, ein angebotsseitiger Technologieschock erhöht die Produktion sofort, dann ergeben sich langfristig signifikant positive Effekte auf

³⁰) Schätzzeitraum: 1q1988-3q2016 (115 Beobachtungen), Laglänge l=3 (gemäß Schwarz-Kriterium).

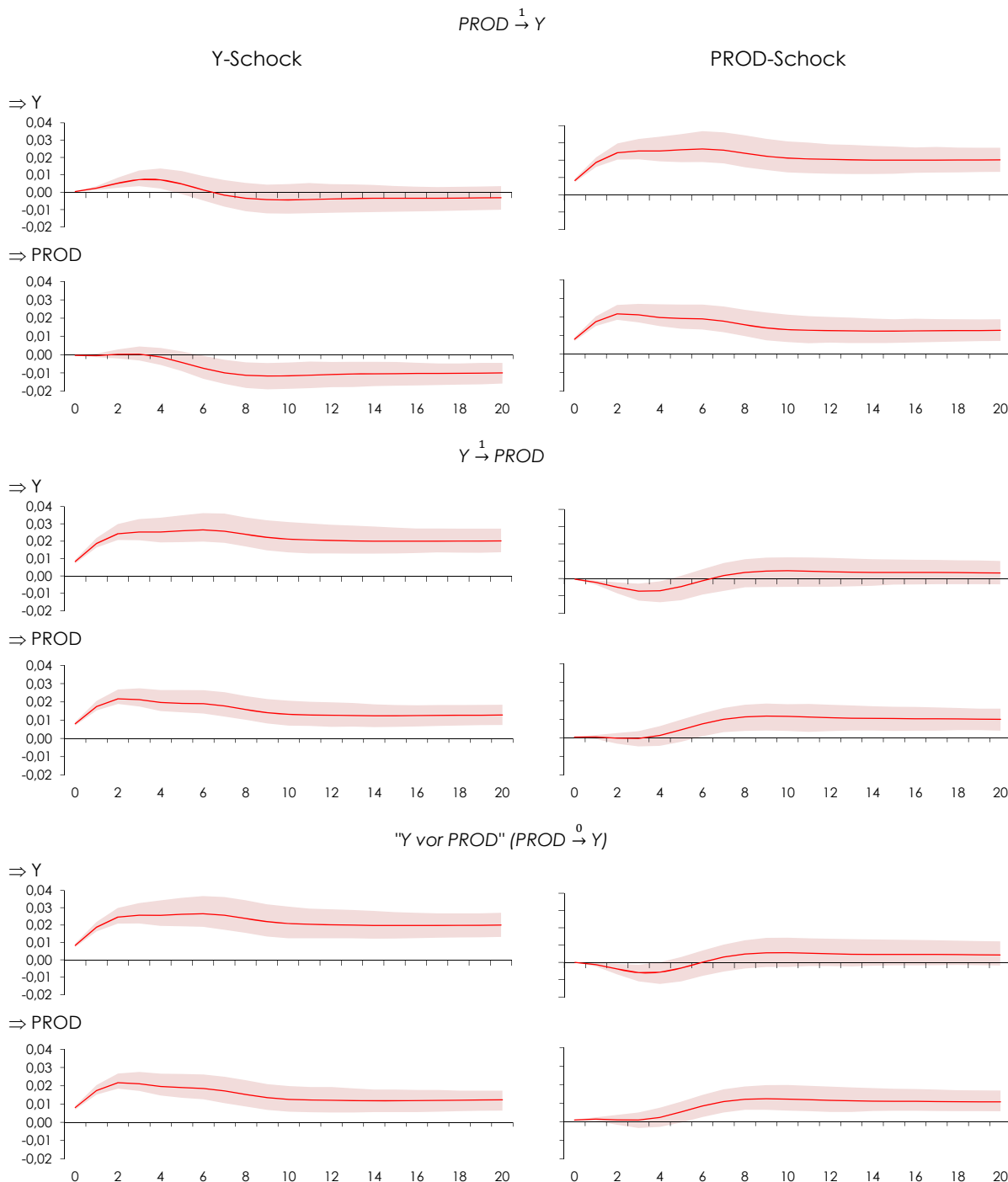
Produktivität und Produktion. Der Nachfrageschock erhöht die Produktion hingegen nur vorübergehend und schadet langfristig der Produktivität.

Abbildung A1: Impuls-Antwort-Funktionen, Sachgütererzeugung Österreich, bivariates Y-N-Modell



Q: WIFO. – Schattierte Bereiche: 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 $\varepsilon_{N,t=0}$. – Wirkungszeitraum: 20 Quartale.

Abbildung A2: Impuls-Antwort-Funktionen, Sachgütererzeugung Österreich, bivariates Y-PROD-Modell



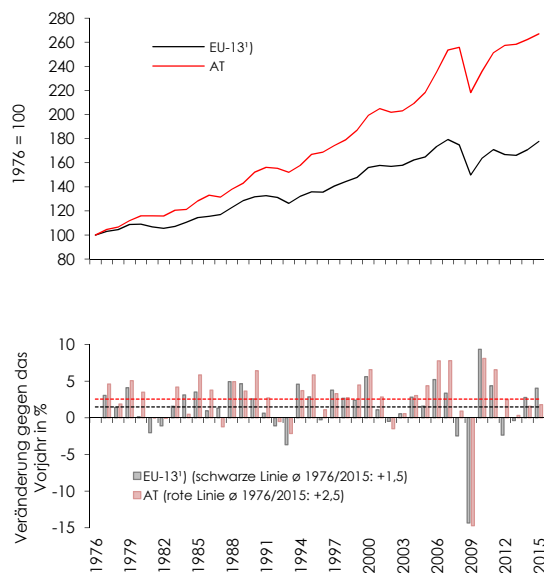
Q: WIFO. – Schattierte Bereiche: Konfidenzbänder gemäß Bootstrap-Verfahren nach Hall (1992); je 500 Ziehungen; Konfidenzniveau: 90% – Impuls links: 1 Standardfehler von $\varepsilon_{Y,t=0}$, Impuls rechts: 1 Standardfehler von $\varepsilon_{PROD,t=0}$. – Wirkungszeitraum: 20 Quartale.

Daran zeigt sich das grundsätzliche SVAR-Dilemma, das Problem der "Beobachtungsäquivalenz": Verschiedene Identifikationen führen zu unterschiedlichen Interpretationsmöglichkeiten des gleichen empirischen Modells³¹⁾). Als "Entscheidungshilfe" können nun jedoch die Ergebnisse der Granger-Kausalitätstests für Österreich herangezogen werden; nämlich dass Produktivitätszuwächse die Wertschöpfungszuwächse langfristig nicht beeinflussen. Daher wird die "PROD $\xrightarrow{1}$ Y"-Identifikation verworfen. Der dritte Teil von Abbildung A2 zeigt die Impuls-Antwort-Funktionen der üblichen Choleski-Identifikation mit Null-Restriktionen ("Y vor PROD" bzw. "PROD $\xrightarrow{0}$ Y"). Sie sind den Impuls-Antwort-Funktionen der "Y $\xrightarrow{1}$ PROD"-Identifikation qualitativ ähnlich. Daher wird die Annahme, dass Technologieschocks keine kontemporären Effekte auf die Produktion haben – was zudem auch durch die Ergebnisse von *Basu – Fernald – Kimball* (2006) gedeckt ist – als plausibel eingestuft.

³¹⁾ Eine Identifikationsmethode, mit der die Schwächen von Choleski und Blanchard-Quah umgangen werden könnte, ist jene mittels Vorzeichenrestriktionen. Beispielsweise könnte in einem Dreivariablen-VAR aus PROD, Y und Preisen P ein Nachfrageschock so identifiziert werden, dass er eine temporär gleichgerichtete Reaktion von Y und P bewirkt und ein Angebotsschock so, dass er eine temporär gegengerichtete Reaktion von Y und P bewirkt. Die Reaktion von PROD wäre dann sowohl kurz- als auch langfristig nicht durch Identifikationsannahmen beschränkt – eine Möglichkeit für künftige Untersuchungen.

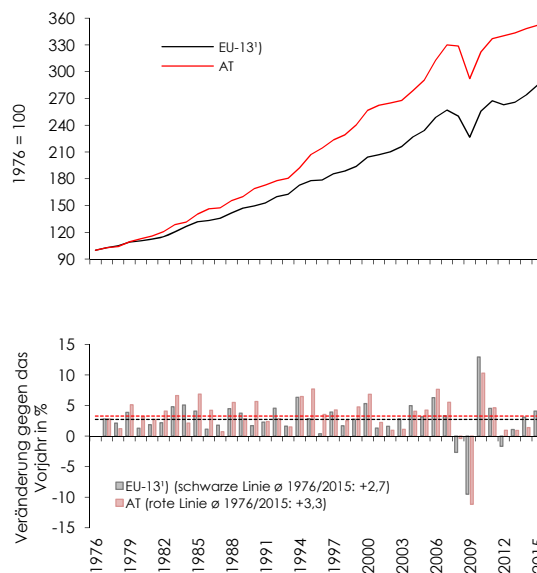
Anhang 2: Daten, Sachgütererzeugung

Bruttowertschöpfung, real



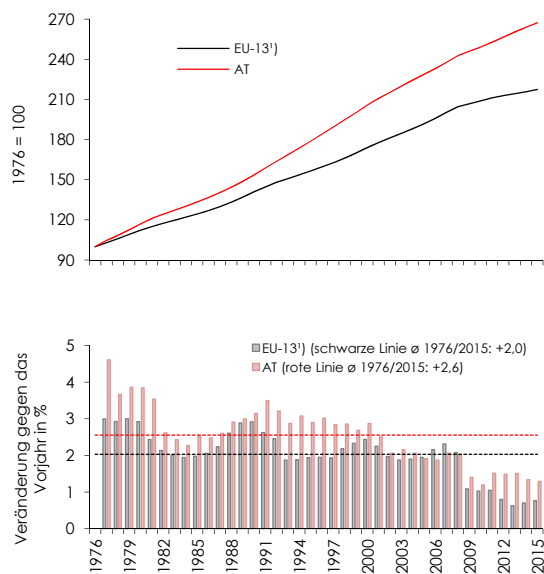
Q: Statistik Austria, Europäische Kommission, WIFO.

Arbeitsproduktivität (Bruttowertschöpfung je unselbständig beschäftigter Person)



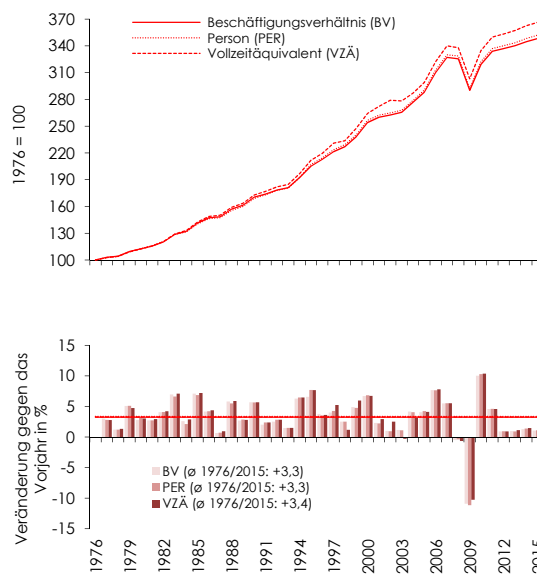
Q: Europäische Kommission, WIFO.

Kapitalstock, real



Q: Europäische Kommission, WIFO.

Arbeitsproduktivität Österreich (Bruttowertschöpfung je Arbeitnehmer/Arbeitnehmerin)



Q: Statistik Austria, Europäische Kommission, WIFO.

¹⁾ Österreich, Belgien, Finnland, Frankreich, Deutschland (vor 1991 früheres Gebiet der BRD), Griechenland, Irland, Italien, Niederlande, Spanien, Dänemark, Schweden, Großbritannien.

Anhang 3: Unit-root-Tests

Sachgütererzeugung logarithmierte Niveaus	ADF-Test H ₀ : nicht trendstationär	KPSS-Test H ₀ : trendstationär
y_sg, l=1;2	p>0,10 → I(1)	p<0,01 → I(1)
prod_sg_uns_bv, l=1;2	p>0,10 → I(1)	p<0,01 → I(1)
Sachgütererzeugung, einfache Differenzen	ADF-Test	KPSS-Test
Δy_sg, l=1;2	p<0,01 → I(0)	p>0,10 → I(0)
Δprod_sg_uns_bv, l=1;2	p<0,01 → I(0)	p>0,10 → I(0)

y_sg: 1954-2015, prod_sg_uns_bv: 1951-2015

Lesbeispiel: Die Nullhypothese des *Augmented-Dickey-Fuller-Test* (ADF), dass die Bruttowertschöpfung in der Sachgütererzeugung (y_sg) nicht trendstationär ist, kann aufgrund einer Fehlerwahrscheinlichkeit von über 10% nicht verworfen werden. Gleichzeitig kann die Nullhypothese des *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin-Tests* (KPSS), dass die Bruttowertschöpfung trendstationär ist, bei einer Fehlerwahrscheinlichkeit von weniger als 1% zugunsten der Alternative, dass sie nicht trendstationär ist, verworfen werden. Die Ergebnisse gelten für unterschiedliche Laglängen (l=1;2).

Gesamtwirtschaft, logarithmierte Niveaus	ADF-Test H ₀ : nicht trendstationär	KPSS-Test H ₀ : trendstationär
y_gw, l=1 l=2	p<0,01 → I(0) p>0,10 → I(1)	p<0,01 → I(1) p<0,01 → I(1)
prod_gw_erw_pers, l=1;2	p>0,10 → I(1)	p<0,01 → I(1)
prod-deu_gw_erw_pers, l=1 l=2	p>0,10 → I(1) p~0,10 → I(1)	p<0,01 → I(1) p<0,01 → I(1)
k_gw, l=1;2	p>0,10 → I(2)*	p<0,01 → I(1)-I(2)*
markt-oecd, l=1 l=2	p>0,10 → I(1) p>0,10 → I(1)	0,01<p<0,05 → I(1)-I(0) 0,05<p<0,10 → I(0)-I(1)
x_gw, l=1;2	p>0,10 → I(1)	p<0,01 → I(1)

Gesamtwirtschaft, einfache Differenzen	ADF-Test	KPSS-Test
$\Delta y_{gw}, l=1;2$	$p < 0,01 \rightarrow I(0)$	$0,01 < p < 0,05 \rightarrow I(1)-I(0)$
$\Delta prod_{gw_erw_pers}, l=1;2$	$p < 0,01 \rightarrow I(0)$	$0,01 < p < 0,05 \rightarrow I(1)-I(0)$
$\Delta prod\text{-}deu_{gw_erw_pers}, l=1;2$	$p < 0,01 \rightarrow I(0)$	$p > 0,10 \rightarrow I(0)$
$\Delta k_{gw}, l=1$ $l=2$	$p > 0,10 \rightarrow I(1)$ $p > 0,10 \rightarrow I(1)$	$0,01 < p < 0,05 \rightarrow I(1)-I(0)$ $0,05 < p < 0,10 \rightarrow I(0)-I(1)$
$\Delta markt\text{-}oecd, l=1;2$	$p < 0,01 \rightarrow I(0)$	$p > 0,10 \rightarrow I(0)$
$\Delta x_{gw}, l=1;2$	$p < 0,01 \rightarrow I(0)$	$p > 0,10 \rightarrow I(0)$

y_gw: 1946-2015, prod_gw_erw_pers: 1960-2015, prod-deu_gw_erw_pers: 1965-2015, k_gw: 1976-2015, markt-oecd: 1960-2015,
x_gw: 1954-2015

* Aufgrund der Ergebnisse für einfache Differenzen

Anhang 4: Hauptergebnisse neuerer empirischer Untersuchungen

Romero – Britto (2017)

Per univariater Panelmethode werden Verdoorn-Effekte und Produktivitätseffekte von F&E in 12 Industriezweigen in 15 OECD-Ländern im Zeitraum 1976-2006 geschätzt. Die Länder umfassen Australien, Österreich, Tschechien, Dänemark, Finnland, Deutschland, Italien, Japan, Niederlande, Portugal, Slowenien, Spanien, Schweden, die USA und Großbritannien; die Industriezweige werden in zwei Gruppen unterteilt: Lowtech- und Hightech-Sektoren. Es werden signifikante Verdoorn-Koeffizienten von 0,2 bis 0,35 für Lowtech-Sektoren und von 0,25 bis 0,6 für Hightech-Sektoren gefunden und festgestellt, dass F&E alleine nicht produktivitätssteigernd ist, sondern die Skalenerträge, d.h. die Verdoorn-Koeffizienten erhöht.

Millemaci – Ofria (2014)

Per univariatem Zeitreihenansatz werden Verdoorn-Effekte in der Sachgütererzeugung in Australien, Belgien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Italien, Japan, Norwegen, Schweden und den USA geschätzt (Schätzzeitraum 1973-2006). Um *simultaneity bias* (Verzerrung durch Multikausalität) zu verhindern, wird die Wertschöpfung mit *lags*, Exporten und dem Ölpreis instrumentiert. Als angebotsseitige Faktoren des Produktivitätsfortschritts werden die Investitionsquote und das Wachstum der Arbeitskosten in die Schätzungen einbezogen. Es werden Wachstumsraten mit *distributed lags* geschätzt, um die zeitliche Dynamik einzufangen und nicht nur den Okun-Effekt zu erfassen. Es werden stabile (Chow, Cusum, Cusumq Tests) Verdoorn-Koeffizienten von 0,2 bis 0,8 erhoben. Unterdurchschnittliche Verdoorn-Effekte (<0,5) werden für Australien und Frankreich gefunden, überdurchschnittliche (>0,5) für Dänemark, Italien, Japan, Norwegen, Schweden und die USA. Für Norwegen und Schweden ist die Evidenz schwach; für Finnland werden keine plausiblen Ergebnisse gefunden.

Hein – Tarassow (2010)

Per univariatem Zeitreihenansatz werden Verdoorn-Effekte auf Ebene der Gesamtwirtschaft für Österreich, Frankreich, Deutschland, Niederlande, Großbritannien und die USA geschätzt (Schätzzeitraum 1960-2007). Es werden Wachstumsraten mit *distributed lags* geschätzt, um die zeitliche Dynamik einzufangen und nicht nur den Okun-Effekt zu erfassen; das Problem von Multikausalität wird nicht berücksichtigt. Für Großbritannien und die USA werden geringe Verdoorn-Koeffizienten ermittelt (0,1-0,2), für die anderen Länder etwas höhere (0,3-0,5), für **Österreich** 0,33. Es wird zudem die Wirkung von Reallohnzuwachsen als "Produktivitätspeitsche" (*cost push* Faktor) untersucht; für **Österreich** wird dahingehend der stärkste Effekt ermittelt. Aufgrund der mangelnden Berücksichtigung von Multikausalität sind die Ergebnisse aber nur schwach abgesichert.

Alexiadis – Tsagdis (2010)

Per univariater Querschnittanalyse mit räumlichen Effekten werden Verdoorn-Koeffizienten auf Ebene der Sachgütererzeugung in einem Panel von 109 NUTS2-Regionen in der EU-12 geschätzt. Der Schätzzeitraum ist 1977-2005 und um konjunkturbereinigte Effekte einzufangen, werden sechs nicht-überlappende Vierjahresdurchschnitte der Wachstumsraten gebildet. Das Multikausalitätsproblem wird durch die Berücksichtigung eines Startwerts von Produktivitätsunterschieden nur unzureichend adressiert (dies ist umso bemerkenswerter, als dass durchgehend von *cumulative causation* und einer beiderseitigen Wirkungsrichtung die Rede ist). In beiden Hälften des Untersuchungszeitraums werden Verdoorn-Koeffizienten von 0,5-0,6 erhoben; deren Konstanz über die Zeit wird so interpretiert, dass die EU-Kohäsionspolitik wenig effektiv ist, um kumulatives Wachstum, also Wachstumsvorsprung durch günstige Startbedingungen, abzuschwächen. Aufgrund der mangelnden Berücksichtigung von Multikausalität sind die Ergebnisse nur schwach abgesichert.

Angeriz – McCombie – Roberts (2008)

Per univariater Querschnittanalyse mit räumlichen Effekten werden Verdoorn-Koeffizienten auf Ebene der Sachgütererzeugung in einem Panel von 59 NUTS1-Regionen geschätzt. Der Schätzzeitraum ist 1986-2002. Das Multikausalitätsproblem wird durch die Schätzung von "Kaldor-Spezifikationen" (Regression von PROD auf Y) und "Rowthorn-Spezifikationen" (Regression von PROD auf L, da Y endogen) nicht gelöst, da die beiden Spezifikationen über alle Modellvarianten hinweg Unterschiede aufweisen: Während die "Kaldor-Spezifikationen" durchwegs signifikante Verdoorn-Koeffizienten (zwischen 0,4 und 0,7) und damit steigende Skalenerträge ergeben, zeigen die "Rowthorn-Spezifikationen" konstante bis abnehmende Skalenerträge. Statt auf die Unzulänglichkeit des univariaten Ansatzes einzugehen, halten die Autoren lediglich fest, dass sie die "Kaldor-Spezifikation" der "Rowthorn-Spezifikation" vorziehen.

Crespi – Pianta (2008)

Per univariater Querschnittanalyse wird die Korrelation zwischen Angebots- und Nachfragefaktoren und dem Produktivitätswachstum in 22 produzierenden und 10 Dienstleistungssektoren in Deutschland, Frankreich, Italien, Niederlande, Portugal und Großbritannien geschätzt. Die Variablen werden als Mittelwert über die Jahre 1996-2001 gebildet. Kausale Schlüsse sind nicht zulässig.

Leon-Ledesma (2002)

In einem Fünfgleichungssystem werden Verdoorn-Effekte in einem Panel aus 17 OECD-Ländern mit je vier konjunkturbereinigten Beobachtungen (nicht überlappende Mehrjahresdurchschnitte) auf Ebene der Gesamtwirtschaft geschätzt. Das Ländersample besteht aus Australien, Österreich, Belgien, Kanada, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Italien, Japan, Niederlande, Norwegen, Portugal, Spanien, Schweden, Großbritannien und USA; die Konjunkturzyklen werden für die Zeiträume 1965-1973, 1974-1979, 1980-1988 und 1989-1994

identifiziert. Gemäß dem kumulativen Wachstumsmodell gibt es eine Wachstums-, eine Export-, eine Preis- und eine Produktivitätsgleichung und zudem eine Gleichung der Innovationsaktivität. Der geschätzte Verdoorn-Koeffizient beträgt 0,6-0,7.

Harris – Liu (1999)

In vektorautoregressiven Einzelländermodellen mit Kointegration werden Skalenerträge auf Ebene der Gesamtwirtschaft geschätzt. Das Ländersample umfasst 62 Länder; der Schätzzeitraum erstreckt sich von 1965 bis 1990. Steigende Skalenerträge (und somit indirekt Verdoorn-Effekte) werden in allen Ländern außer Guatemala, Peru, Japan, Frankreich und Deutschland erhoben. Für **Österreich** werden gesamtwirtschaftliche Skalenerträge von 1,2 gefunden.

Targetti – Foti (1997)

In einem Dreigleichungssystem werden Verdoorn-Effekte in einem Panel aus 9 OECD-Ländern, in einem Panel aus 9 lateinamerikanischen Ländern und in einem Panel aus 7 ostasiatischen Ländern mit je fünf konjunkturbereinigten Beobachtungen (Mehrfahresdurchschnitte) auf Ebene der Gesamtwirtschaft geschätzt. Die Länderpanels bestehen aus Kanada, Japan, Belgien, Frankreich, Deutschland, Italien, Niederlande, Schweden, Großbritannien (USA als "Technologieführer" nicht Teil des Panels) bzw. Argentinien, Bolivien, Brasilien, Chile, Kolumbien, Mexiko, Peru, Uruguay, Venezuela bzw. Hong Kong, Indonesien, Korea, Malaysia, Singapur, Taiwan, Thailand; die Konjunkturzyklen werden für die Zeiträume 1950-1960, 1960-1968, 1968-1973, 1973-1979, 1979-1988 (OECD-Panel, 45 Beobachtungen) bzw. 1960-75, 1975-1985 (Lateinamerika-Panel, 18 Beobachtungen) bzw. 1960-1968, 1968-1973, 1973-1979, 1979-1988 (Südostasien-Panel, 28 Beobachtungen) identifiziert. Gemäß dem kumulativen Wachstumsmodell gibt es eine Wachstums-, eine Export-, und eine Produktivitätsgleichung. Der geschätzte Verdoorn-Koeffizient beträgt 0,75 für das OECD-Panel, 0,58 für das Lateinamerika-Panel und 0,97 für das Südostasien-Panel.

Weitere regionalspezifische Literatur

Millemaci – Ofria (2016): italienische Regionen, 1964-2009

Naastepad (2006): Niederlande, 1960-2000

Pieper (2003): 30 Schwellenländer, 1975-1993

Harris – Lau (1998): britische Regionen, 1968-1991

Leon-Ledesma (1999): spanische Regionen, 1962-1991

Für ältere Literatur siehe McCombie (2002). *>In the three decades since the publication of the inaugural lecture there have been numerous studies estimating the Verdoorn Law using a variety of different data sets. The picture that emerges is, notwithstanding the instability of the law at the level of advanced countries and with some timeseries data sets, that the Verdoorn Law estimates are particularly robust with values of the Verdoorn coefficient in the range of 0.3 to 0.6 and statistically significant.<* (McCombie, 2002, S. 106)