



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Direktion für Wirtschaftspolitik

**Philipp Jäger
Svetlana Rujin
Torsten Schmidt
Reto Föllmi**

**Der Zusammenhang zwischen
dem technischen Fortschritt,
der Investitionstätigkeit und
der Produktivitätsentwicklung**

Schwerpunktthema:
Wachstum der Schweizer
Volkswirtschaft

**Strukturberichterstattung
Nr. 54/4**

**Studie im Auftrag des
Staatssekretariats für Wirtschaft
SECO**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Direktion für Wirtschaftspolitik

Strukturberichterstattung Nr. 54/4

**Philipp Jäger
Svetlana Rujin
Torsten Schmidt
Reto Föllmi**

Der Zusammenhang zwischen dem technischen Fortschritt, der Investitionstätigkeit und der Produktivitätsentwicklung

Schwerpunktthema:
Wachstum der Schweizer
Volkswirtschaft

Berne, 2015

**Studie im Auftrag des
Staatssekretariats für Wirtschaft
SECO**

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Bestandsaufnahme der Schweizer Investitionstätigkeit	8
	Fazit.....	11
3	Bestimmungsgründe der gesamtwirtschaftlichen Investitionsnachfrage.....	12
3.1	Empirische Analyse der Determinanten der Schweizer Investitionsquote	12
3.2	Ergebnisse.....	13
	3.2.1 Demografischer Wandel.....	13
	3.2.2 Globalisierung	13
	3.2.3 Tertiarisierung.....	14
	3.2.4 Unsicherheit	15
	3.2.5 Realzins.....	16
	3.2.6 Öffentliche Investitionen.....	16
	Fazit.....	17
4	Der Zusammenhang zwischen der Investitionsquote und der Produktivität.....	17
4.1	Der theoretische Rahmen.....	17
4.2	Stand der empirischen Literatur.....	18
4.3	Empirische Analyse für die Schweiz.....	19
	Fazit.....	22
5	Investitionsgüterpreise und Produktivität.....	22
5.1	Ökonomischer Hintergrund.....	22
5.2	Empirische Analyse für die Schweiz.....	24
	Fazit.....	26
6	Zusammenhang zwischen der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, den Innovationen sowie der Produktivitätsentwicklung.....	30
6.1	Datengrundlagen und empirischer Ansatz	31
6.2	Empirische Untersuchung des Zusammenhangs zwischen FuE-Tätigkeit und Produktivität	34
6.3	Analyse des Transmissionsprozesses von der FuE-Tätigkeit zum Produktivitätswachstum	40
	6.3.1 Empirischer Zusammenhang zwischen FuE-Tätigkeit und den Innovationen.....	41
	6.3.2 Wirkungen der Innovationen auf das Produktivitätswachstum	44
	Fazit.....	47
7	Untersuchung der Optimalität von FuE-Aufwendungen	48
8	Schlussfolgerungen.....	50

Literatur	51
Anhang	54
A1 Definition und Berechnung der Investitionsquote	54
A2 Daten	56
A3 Zusätzliche Regressionstabellen	57

Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1.1: Produktivitätsentwicklung in ausgewählten Ländern.....	5
Abbildung 1.2: Investitionsquoten ausgewählter Länder	6
Abbildung 1.3: Investitionsquoten (Ausrüstungen) ausgewählter Länder	7
Abbildung 2.1: Investitionsquoten (Bauten) ausgewählter Länder	9
Abbildung 2.2: Netto-Investitionsquoten ausgewählter Länder.....	10
Abbildung 2.3: Kapitalstöcke ausgewählter Länder	10
Abbildung 2.4: Kapitalnutzung pro Arbeitsstunde ausgewählter Länder	11
Abbildung 4.1: Arbeitsproduktivität und Investitionsvariablen 1960-2013.....	20
Abbildung 5.1: Entwicklung der realen und nominalen Investitionsquote in der Schweiz	23
Abbildung 5.2: Entwicklung der relativen Preise für ausgewählte Investitionsgüterarten in der Schweiz	23
Abbildung 6.1: Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen und Innovationen.....	32
Abbildung 6.2: Entwicklung des BIP und des Innovationsoutputs in der Schweiz	32
Abbildung 6.3: Entwicklung der Arbeitsproduktivität und der FuE-Aufwendungen in der Schweiz nach ausgewählten Branchen.....	35
Abbildung 6.4: Entwicklung der FuE-Aufwendungen nach Forschungsart	36
Abbildung 6.5: Entwicklung der Ausgaben für experimentelle Forschung nach Branchen	38
Abbildung 6.6: Heterogenität der Finanzierung der FuE-Tätigkeit über Branchen (Durchschnitt 1996-2012).....	39
Abbildung 6.7: Entwicklung der durch das Unternehmen selbst finanzierten FuE-Tätigkeit über Branchen	40
Abbildung 6.8: Entwicklung der Firmen mit Produktinnovationen über Branchen	46
Abbildung 6.9: Entwicklung der Firmen mit Patenten über Branchen	47
Abbildung 7.1: Nominale FuE Ausgaben (privat plus öffentlich) im Verhältnis zum BIP ...	48
Abbildung A.1: Investitionsquoten ausgewählter Länder nach SNA 93.....	55
Abbildung A.2: Investitionsquoten ausgewählter Länder nach SNA 08.....	55
Tabelle 3.1: Determinanten der Investitionstätigkeit: Demografie	13
Tabelle 3.2: Determinanten der Investitionstätigkeit: Globalisierung	14
Tabelle 3.3: Determinanten der Investitionstätigkeit: Tertiarisierung	15
Tabelle 3.4: Determinanten der Investitionstätigkeit: Unsicherheit	16
Tabelle 4.1: Einfluss der Investitionen auf die Arbeitsproduktivität (VECM 1960 - 2013). ..	21
Tabelle 5.1: Zusammenhang zwischen relativen Investitionsgüterpreisen und der Produktivitätsentwicklung in der Schweiz	27
Tabelle 5.2: Zusammenhang zwischen den Regulierungsindikatoren der OECD und der Produktivitätsentwicklung in ausgewählten Branchen	27
Tabelle 5.3: Zusammenhang zwischen relativen Investitionsgüterpreisen und dem Bruttoinlandprodukt	28

Tabelle 5.4: Zusammenhang zwischen den Regulierungsindikatoren der OECD und der Bruttowertschöpfung in ausgewählten Branchen.....	28
Tabelle 5.5: Zusammenhang zwischen relativen Investitionsgüterpreisen und der Investitionsquote.....	29
Tabelle 5.6: Zusammenhang zwischen den Regulierungsindikatoren der OECD und der Investitionsquote.....	29
Tabelle 6.1: Elastizitäten von privaten FuE Ausgaben auf die Produktivität	34
Tabelle 6.2: Empirischer Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen und Arbeitsproduktivität	37
Tabelle 6.3: Empirischer Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen (Dimension: Forschungsart) und Innovationen	42
Tabelle 6.4: Empirischer Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen (Dimension: Finanzierungsquelle) und Innovationen nach Finanzierungsquelle	43
Tabelle 6.5: Wirkungen der Innovationen auf die Arbeitsproduktivität bzw. das Produktivitätswachstum.....	45
Tabelle 7.1: Anpassungskoeffizienten des Fehlerkorrekturmodells.....	49
Tabelle A1: Einfluss der Investitionen auf die Arbeitsproduktivität (berechnet mit den Arbeitsstunden nach Siegenthaler (2014)).....	57
Tabelle A2: Einfluss der Investitionen auf die TFP	57
Tabelle A3: Determinanten der Investitionstätigkeit – multivariater Zusammenhang	58

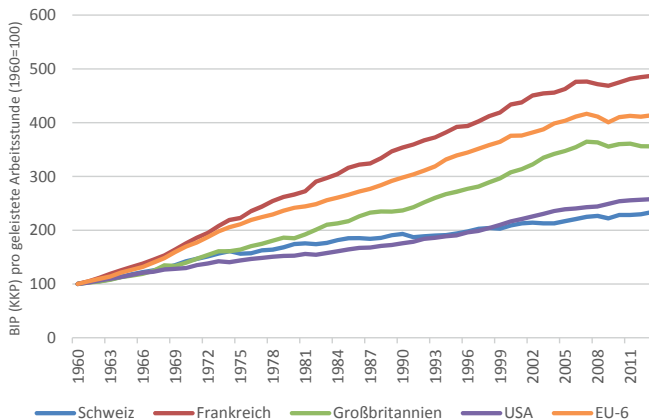
1 Einleitung

Die Schweizer Volkswirtschaft hat ihre Wachstumsschwäche der 1990er und frühen 2000er Jahre überwunden und ist in den vergangenen zehn Jahren überdurchschnittlich gewachsen. Diese stärkere Zunahme des Bruttoinlandsprodukts (BIP) basiert vor allem auf einem Anstieg des Arbeitsvolumens. Dagegen hat sich der Anstieg der Arbeitsproduktivität, gemessen als Output pro geleistete Arbeitsstunde, im selben Zeitraum weiter verlangsamt.

Der im internationalen Vergleich schwache Zuwachs der Arbeitsproduktivität ist kein neues Phänomen. Wie Abbildung 1.1 zeigt, wies die Schweiz bereits in den vergangenen fünf Jahrzehnten ein unterdurchschnittliches Wachstum der Arbeitsproduktivität auf. Diese Entwicklung hat sich inzwischen auf die Position im internationalen Vergleich ausgewirkt. Während die Schweiz Anfang der 60er Jahre zusammen mit den USA die höchste kaufkraftbereinigte Arbeitsproduktivität aufwies, wurde sie mittlerweile von anderen Staaten ein- oder sogar überholt (u.a. Deutschland, Frankreich und die Niederlande).

Wie in vielen entwickelten Volkswirtschaften hat sich zudem das bereits relative tiefe Wachstum der Arbeitsproduktivität in der Schweiz im Lauf der Zeit weiter abgeschwächt. Während der Output pro Arbeitsstunde zwischen 1960 und 1970 jährlich noch um durchschnittlich 3,7% gestiegen ist, legte die Arbeitsproduktivität zwischen 2001 und 2013 pro Jahr nur noch um 0,9% zu. Die Gründe dafür sind bislang noch unzureichend erforscht. Aufgrund der entscheidenden Bedeutung der Arbeitsproduktivität für die langfristige Entwicklung des Lebensstandards einer Volkswirtschaft werden die Ursachen der Verlangsamung im Folgenden deshalb näher untersucht.

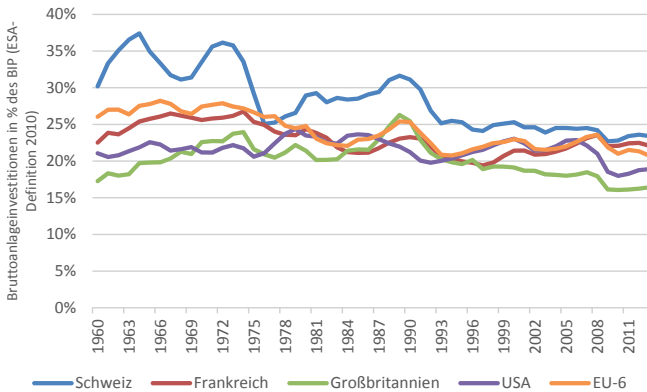
Abbildung 1.1: Produktivitätsentwicklung in ausgewählten Ländern



Datenquellen: Penn World Tables 8.1, Eigene Berechnungen. EU-6: Durchschnitt der Staaten Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande, Schweden, Österreich. Zeitraum: 1960 bis 2013.

In diesem Gutachten wird insbesondere die Bedeutung der Investitionen für die Produktivitätsentwicklung analysiert. Wie die Abbildung 1.2 zeigt, gehen die Investitionen im Verhältnis zum BIP (nominale Investitionsquote¹) seit den 70er Jahren in vielen entwickelten Volkswirtschaften im Trend zurück. Der Rückgang ist in der Schweiz besonders ausgeprägt und betrifft insbesondere die Ausrüstungsinvestitionen (Abbildung 1.3). Die Abgrenzung von Investitionen und Konsum erfolgt in dieser Studie in Übereinstimmung mit der Praxis der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR).² Diese Studie betrachtet damit nur einen Teil der Ausgaben, welche aus ökonomischer Sicht in die Kategorie Investitionen fallen würde. Ausgaben für Bildung, die laut VGR zum grossen Teil als Staatskonsum gewertet werden, sind daher nicht Gegenstand dieser Untersuchung, obwohl die ökonomische Theorie die Bedeutung von Investitionen in Bildung für das Wirtschaftswachstum hervorhebt. Soweit nicht anders vermerkt, beziehen sich die ausgewiesenen Zahlen auf die Summe aus öffentlichen und privaten Investitionen.³

Abbildung 1.2: Investitionsquoten ausgewählter Länder



Datenquelle: AMECO Database, eigene Berechnungen. EU-6: Durchschnitt der Staaten Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande, Schweden, Österreich. Zeitraum: 1960 bis 2013).

Zur Analyse des Zusammenhangs zwischen der Investitionstätigkeit und der Produktivitätsentwicklung sowie der Ursachen für die Abschwächung des Produktivitätsanstiegs wird in den folgenden Schritten vorgegangen.

In Kapitel 2 wird zunächst die Entwicklung der Investitionstätigkeit in der Schweiz dargestellt. Dabei wird gezeigt, dass die Schweiz im internationalen Vergleich zwar immer noch einen relativ großen Anteil ihrer Wirtschaftsleistung investiert, die Kapitalausstattung pro Einheit Arbeit allerdings trotzdem langsamer wächst als in vergleichbaren Volkswirtschaften. Neben dem überdurchschnittlichen Wachstum der geleisteten Arbeitsstunden sind dafür vor allem die hohen Abschreibungen auf den gesamtwirtschaftlichen Kapitalstock verantwortlich.

¹ Solange nicht anders beschrieben, sind die Investitionsquoten immer in jeweiligen Preisen, d.h. als nominale Quoten, definiert.

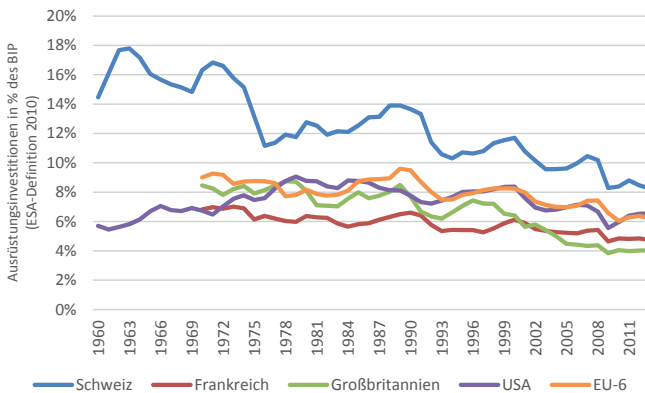
² Zur Definition des Investitionsbegriffes s. Anhang.

³ Die privaten Investitionen stellen einen Grossteil der gesamten Investitionen dar. Da die empirische Analyse der privaten Investitionen kaum Unterschiede zu den Ergebnissen für die gesamten Investitionen ergeben hat, wurde auf eine Darstellung der Ergebnisse für die privaten Investitionen in den folgenden Kapiteln verzichtet.

Im Kapitel 3 werden mögliche Ursachen der sinkenden Investitionsquote untersucht. Es zeigt sich, dass der Rückgang der Schweizer Investitionsquote durch drei Faktoren — demografischer Wandel, reale Aufwertung des Franken und Tertiärisierung der Schweizer Volkswirtschaft — erklärt werden kann. Da diese drei Faktoren auch untereinander in Verbindung stehen, lässt sich aus den Schätzungen allerdings keine eindeutige Gewichtung ihrer Bedeutung ableiten.

Im vierten Kapitel wird der Zusammenhang zwischen der Investitionstätigkeit und der Arbeitsproduktivität empirisch untersucht. Volkswirtschaftliche Wachstumsmodelle legen die Vermutung nahe, dass sich die Verlangsamung des Kapitalaufbaus, vor allem im Bereich der Ausrüstungen, negativ auf die Produktivitätsentwicklung ausgewirkt hat. Auf Grundlage eines dynamischen Zeitreihenmodells ergibt sich ein positiver und signifikanter Zusammenhang zwischen der Investitionsquote und dem Wachstum der Arbeitsproduktivität. Basierend auf den geschätzten Koeffizienten erklärt der Rückgang der Investitionsquote ungefähr die Hälfte des Rückgangs des Arbeitsproduktivitätswachstums seit den 60er Jahren. Im Unterschied zu diesem deutlichen Zusammenhang gibt es keine Evidenz für einen Zusammenhang zwischen der Investitionstätigkeit und dem Wachstum der Totalen Faktor Produktivität.

Abbildung 1.3: Investitionsquoten (Ausrüstungen) ausgewählter Länder



Quelle: AMECO Database, eigene Berechnungen. EU-6: Durchschnitt der Staaten Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande, Schweden, Österreich. Zeitraum: 1960 bis 2013.

In Kapitel 5 wird der Zusammenhang zwischen den relativen Investitionsgüterpreisen und der Investitionstätigkeit sowie der Produktivitätsentwicklung eingehend untersucht. Der zu beobachtende Rückgang der Investitionsgüterpreise im Vergleich zu den Konsumgüterpreisen lässt sich damit erklären, dass Qualitätsverbesserungen z.B. bei Computern nicht oder nur in geringem Masse zu Preissteigerungen führen. Dem entsprechend werden Produkte, wie z.B. Computer, mit gleicher Qualität im Laufe der Zeit billiger. Aus diesem Grund werden die relativen Investitionsgüterpreise als Mass für die Qualitätsverbesserungen und damit für den in Investitionsgütern berücksichtigten technischen Fortschritt gesehen. Die Entwicklung der relativen Investitionsgüterpreise weisen auf eine Verlangsamung des technischen Fortschritts in den vergangenen Jahren hin, der ein Teil der schwächeren Produktivitätsentwicklung erklären kann.

Das Tempo des technischen Fortschritts wird wesentlich von den Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten (FuE-Aktivitäten) bestimmt. Aus diesem Grund wird im Kapitel sechs der Zusammenhang

zwischen Indikatoren der FuE- sowie der Innovationstätigkeit mit der Produktivitätsentwicklung untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die FuE Ausgaben positiv mit der Innovationstätigkeit und der Arbeitsproduktivität verbunden sind. Dieser Zusammenhang gilt insbesondere für selbstfinanzierte, angewandte oder experimentelle Forschungsausgaben. Zusätzlich ist der Zusammenhang zwischen den Produktinnovationen und der Produktivitätsentwicklung besonders deutlich. Da Produktinnovationen besonders bei Investitionsgütern einen Effekt auf die Produktivität haben, liefert die schwache Entwicklung der Produktinnovationen einen wichtigen Erklärungsansatz für die geringen Zuwächse der Arbeitsproduktivität.

Abschliessend wird im Kapitel sieben der Frage nachgegangen, ob in der Schweiz bereits zu viel für Forschung und Entwicklung ausgegeben wird. Die empirische Analyse liefert allerdings keine Hinweise für diese These.

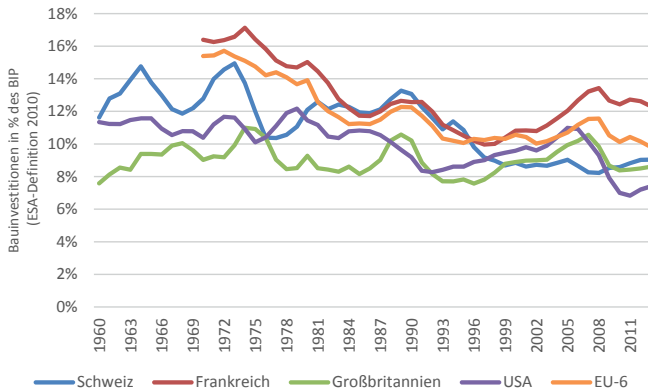
2 Bestandsaufnahme der Schweizer Investitionstätigkeit

Die Investitionsquote in der Schweiz ist zwar seit Jahrzehnten im Trend rückläufig, dennoch fliesst nach wie vor ein verhältnismässig grosser Teil der jährlichen Wirtschaftsleistung in investive Tätigkeiten. Mit einer Investitionsquote von 23,4% im Jahr 2013 liegt die Schweizer Volkswirtschaft weiter über dem Wert der EU-6 (20,7%) und vergleichbarer Industrieländer. Dies ist zum einem darauf zurückzuführen, dass die Investitionsquote auch in anderen Volkswirtschaften gesunken ist. Dazu kommt aber, dass die Schweizer Investitionsquote Anfang der 1970er Jahre mit über 36% im internationalen Vergleich extrem hoch war. Der stärkste Rückgang fand bereits Mitte der 1970er und Anfang der 1990er Jahre statt. Seitdem verharrt die Investitionsquote auf einem annähernd gleichen Niveau und sank auch im Zuge der Finanzkrise – im Gegensatz zu den Quoten anderer Industriestaaten – nur leicht.

Dabei sind die Investitionsquoten sowohl für Ausrüstungsgüter (bewegliche Investitionsgüter: Maschinen, Fahrzeuge etc.) als auch für Bauten seit 1970 rückläufig. Die Investitionsquote für Ausrüstungen hat sich seitdem von 16% auf gut 8% fast halbiert und ist damit etwas stärker zurückgegangen als die Quote für Bauinvestitionen (s. Abbildung 1.3 und 2.1). Die Investitionen in immaterielle Vermögensgegenstände (FuE, Software) sind dagegen in den letzten zwei Jahrzehnten leicht gestiegen. Grundsätzlich weist die Schweiz eine relativ hohe Quote an Ausrüstungs- und immateriellen Investitionen (2013: 8,2% bzw. 6,1%) auf. Diese Investitionsgütergruppen dürften einen besonders grossen positiven Effekt auf die Produktivitätsentwicklung haben. Bei den Bauinvestitionen liegt die Schweiz dagegen mit 9,0% eher im Durchschnitt. Die Investitionsaktivitäten werden überwiegend vom privaten Sektor erbracht. Die öffentliche Investitionsquote liegt mit knapp 3% leicht unterhalb des Durchschnitts vergleichbarer EU-Länder. Sie ist wie in vielen anderen entwickelten Volkswirtschaften seit den 1970er Jahren tendenziell rückläufig. Bezogen auf die Bruttoinvestitionen schneidet die Schweiz im internationalen Vergleich insgesamt weiterhin relativ gut ab.

Allerdings sind die Bruttoinvestitionen nur ein Indikator für die Messung der Investitionstätigkeit. Darüber hinaus gibt es weitere Indikatoren, die zusätzliche Einblicke in die Investitionstätigkeit erlauben.

Abbildung 2.1: Investitionsquoten (Bauten) ausgewählter Länder



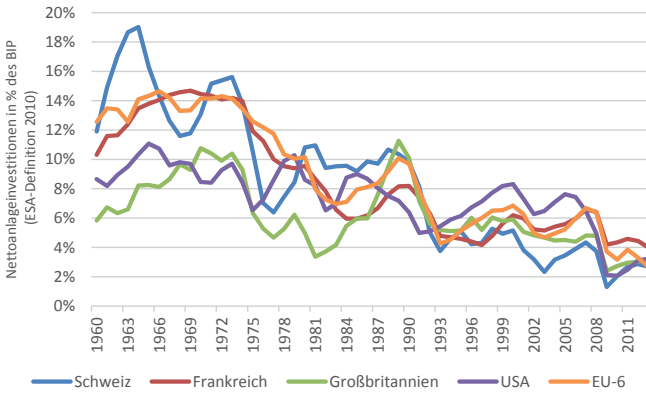
Quelle: AMECO Database, eigene Berechnungen. EU-6: Durchschnitt der Staaten Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande, Schweden, Österreich. 1960 bis 2013.

Die Nettoinvestitionen, die Differenz zwischen Bruttoinvestitionen und Abschreibungen, berücksichtigt, dass Investitionsgüter nach einer gewissen Dauer an Nutzwert verlieren und für die Produktion nicht mehr zur Verfügung stehen. Die Summe aller Nettoinvestitionen über die Zeit ergibt den gesamtwirtschaftlichen Kapitalstock, welcher häufig — als Operationalisierung des Inputfaktors Kapital — in die Produktionsfunktion eingeht. Für die Arbeitsproduktivität ist neben dem Zuwachs des Kapitalstocks vor allem die Entwicklung der Kapitalintensität, d.h. die Veränderung des Kapitalstocks relativ zur eingesetzten Menge an Arbeit, relevant. Ein Anstieg der Kapitalintensität, auch als Kapitalvertiefung bezeichnet, sollte positiv auf die Arbeitsproduktivität wirken, da dem einzelnen Beschäftigten/Selbstständigen nun z.B. mehr (bessere) Fertigungsmaschinen, Computer oder auch Software zur Verfügung stehen.

Ein weiterer Indikator ergibt sich in Anlehnung an die Messung der Arbeitsproduktivität, indem die Kapitalintensität durch den Kapitalstock pro geleisteter Arbeitsstunde approximiert wird. Der Kapitalstock ergibt sich dabei wie oben beschrieben aus der Summe der Nettoinvestitionen. Theoretisch noch sauberer wird die Kapitalintensität allerdings über das Konzept der Kapitalnutzung (capital services) pro Arbeitsstunde erfasst.⁴ Im Unterschied zum Kapitalstock, als Masszahl für die Menge an akkumulierten Investitionsgütern und damit als Bestandsgrösse, gibt die Kapitalnutzung die Flussgrösse an, welche aus dem Kapitalstock für die gesamtwirtschaftliche Produktion als Inputfaktor generiert werden. Entscheidend dabei ist, dass sich aus verschiedenen Investitionsarten unterschiedliche zeitliche Verwendungsprofile ergeben. So kann aus Bauten weniger Input pro Einheit Kapitalstock erzeugt werden als aus kurzlebigen Investitionsgütern wie Ausrüstungen und Software. Bauten können dafür allerdings länger im Produktionsprozess verwendet werden.

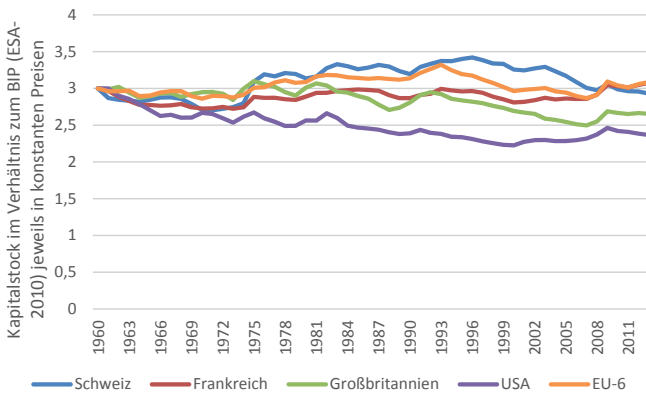
⁴ Im Kontext von Produktivitätsanalysen empfiehlt die OCED die Nutzung von „Kapitalnutzung“ anstelle von Kapitalstöcken (OECD 2009).

Abbildung 2.2: Netto-Investitionsquoten ausgewählter Länder



Quelle: Ameco Database, eigene Berechnungen. EU-6: Durchschnitt der Staaten Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande, Schweden, Österreich. Zeitraum: 1960 bis 2013.

Abbildung 2.3: Kapitalstöcke ausgewählter Länder



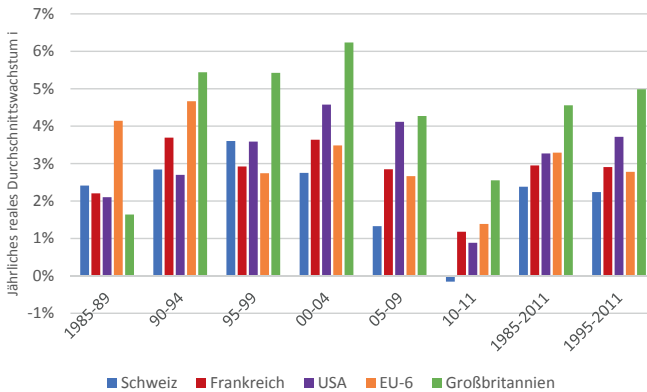
Quelle: Ameco Database, eigene Berechnungen. EU-6: Durchschnitt der Staaten Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande, Schweden, Österreich. Zeitraum: 1960 bis 2013. Da vor 1960 keine einheitlichen Investitionsdaten vorliegen, ist das Verhältnis von Kapitalstock zu BIP im Jahr 1960 per Annahme der Ameco Database auf 3 gesetzt.

Schaut man sich die Entwicklung dieser zusätzlichen Indikatoren in der Schweiz im Vergleich zu anderen Volkswirtschaften an, dann zeigt sich zunächst, dass die Nettoinvestitionsquote im Gegensatz zur Bruttoinvestitionsquote in der Schweiz im internationalen Vergleich seit Mitte der 90er Jahre unterdurchschnittlich ist und in der Tendenz weiter sinkt (Abbildung 2.2). Die Ursache dafür ist die hohe Abschreibungsquote, die zum einen auf den bislang relativ hohen Schweizer Kapital-

stock als auch auf den verhältnismässig grossen Anteil von Ausrüstungen und immateriellen Vermögensgütern, welche in der Regel schneller veralten und abgeschrieben werden müssen, zurückzuführen ist. Dementsprechend fällt der Aufbau des Schweizer Kapitalstocks bereits seit zwei Jahrzehnten relativ schwach aus (Abbildung 2.3).

Abbildung 2.4 gibt einen Überblick über das Wachstum der preisbereinigten Kapitalnutzung pro Arbeitsstunde seit 1985 und zeigt, dass sich die Kapitalintensität in der Schweiz auch nach dieser Messmethode unterdurchschnittlich entwickelt hat. Ein ähnliches Bild ergibt sich auch mit Blick auf den realen, d.h. um Preiseffekte bereinigten, Kapitalstock pro Arbeitsstunde. Zwischen 2002 und 2013 ist dieser so gut wie gar nicht mehr gestiegen.

Abbildung 2.4: Kapitalnutzung pro Arbeitsstunde ausgewählter Länder



Quelle: OECD, eigene Berechnungen. EU-6: Durchschnitt der Staaten Belgien, Dänemark, Finnland, Niederlande, Schweden, Österreich. 1985-1989 ohne Österreich. Zeitraum: 1985 bis 2011.

Erst mit Blick auf die Entwicklung der Nettoinvestitionen und des tatsächlichen Kapitaleinsatzes zeigt sich eine potenzielle Schweizer Investitionsschwäche. Insbesondere die Kapitalintensität ist seit der Jahrtausendwende deutlich langsamer gestiegen als in vergleichbaren Industriestaaten. Aufgrund ihrer Wirtschaftsstruktur mit einem überdurchschnittlichen Anteil an Ausrüstungs- und immateriellen Investitionen sowie einem noch relativ hohen Kapitalstock, benötigt die Schweiz im Vergleich zu anderen Volkswirtschaften eine höhere Bruttoinvestitionsquote, um eine weitere (Netto-)Kapitalvertiefung zu erreichen. 2013 betrug das Verhältnis von Abschreibungen zu BIP 20,7% (zum Vergleich Frankreich: 18,1%; UK: 13,2%; EU-6: 18,1%; USA: 15,7%). Die Schweiz wird voraussichtlich auch in Zukunft Investitionsquoten von über 20% benötigen, um den Kapitalstock lediglich konstant zu halten.

Fazit

- In der Schweiz wird trotz eines deutlichen Rückgangs noch immer ein verhältnismässig hoher Anteil der Wirtschaftsleistung investiert. Ein relativ grosser Teil davon fliesst in Ausrüstungen und sonstige Investitionsgüter.
- Die Nettoinvestitionsquote ist aufgrund der relativen hohen Abschreibungen, ungeachtet der hohen Bruttoinvestitionsquote, seit Mitte der 90er Jahre unterdurchschnittlich.

- Die Schweiz benötigt in der Zukunft voraussichtlich eine Bruttoinvestitionsquote von über 20%, um den Kapitalstock lediglich konstant zu halten. Für eine weitere Kapitalvertiefung – bei andauerndem Wachstum des Arbeitseinsatzes – ist wahrscheinlich eine noch höhere Investitionsquote nötig.

3 Bestimmungsründe der gesamtwirtschaftlichen Investitionsnachfrage

Angesichts des starken Ruckgangs der Schweizer Investitionsquote stellt sich die Frage nach den Grnden dieser Entwicklung. In diesem Kapitel wird daher der empirische Erklrungsgehalt mglicher Determinanten der Investitionsquote untersucht.

3.1 Empirische Analyse der Determinanten der Schweizer Investitionsquote

Fur den langfristigen Ruckgang der Investitionsquote in der Schweiz bieten sich die folgenden Erklrungsansatze an:^s

1. Der demografische Wandel
2. Die okonomische Globalisierung
3. Die Tertiarisierung hin zur Dienstleistungsgesellschaft
4. Politische und okonomische Unsicherheit
5. Realzinsen
6. Offentlichen Investitionen

Die langfristigen Determinanten der Schweizer Investitionsquote werden mit Hilfe eines dynamischen Zeitreihenmodells in der Form eines „autoregressive distributed lag model“ (ADL Modell) analysiert. Grundlage dieses Modells ist die Annahme, dass die Investitionsquote nicht nur kontemporar, sondern auch verzogert auf eine Anderung der Determinanten reagieren kann. Konkret findet folgende Regressionsgleichung Anwendung:

$$I_t = c + \alpha_1 I_{t-1} + \alpha_2 I_{t-2} + \beta_1 X_t + \beta_2 X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Dabei bezeichnet I eine der vier hier untersuchten Investitionsquoten (Bruttoanlage-, Ausrustungs-, Bau- und Nettoinvestitionen). X bezeichnet jeweils einen der oben aufgefuhrtten Erklrungsansatze (1. – 6.). Der Zeitindex t weist darauf hin, dass I und X sowohl kontemporar als auch verzogert in die Regression eingehen. Das vorliegende Modell wird auch als ADL(2,1) bezeichnet, da die abhngigen Variablen um bis zu zwei Perioden und die erklrenden Variable um eine Periode verzogert aufgenommen werden.

In den folgenden Ergebnistabellen werden die langfristigen Effekt der Variable ausgewiesen ($(\beta_1 + \beta_2)/(1 - \alpha_1 - \alpha_2)$). Die geschatzten Koeffizienten bilden dabei Korrelationen ab und sind nicht kausal interpretierbar. Eine echte Kausalanalyse ist aufgrund der Interdependenzen innerhalb einer

^s Die empirische Evidenz zeigt, dass sich die Entwicklung der Investitionen kurzfristig am besten durch die Entwicklung von Outputvariablen (z.B. das BIP) vorhersagen lässt (Caballero 1999). Da in dieser Studie die langfristigen Entwicklungen im Vordergrund stehen, werden die Outputvariablen in der folgenden empirischen Analyse vernachlassigt. Das Hinzufügen von Outputvariablen induziert zudem mgliche Endogenitätsprobleme (z.B. durch umgekehrte Kausalitäten) die sich auch verzerrend auf die anderen geschatzten Koeffizienten auswirken könnte.

Volkswirtschaft nahezu unmöglich. Natürliche Experimente bilden theoretisch einen Ausweg, stehen aber für die konkrete Forschungsfrage praktisch nicht zur Verfügung. Die Ergebnisse der folgenden Kapitel sollten daher im Angesicht dieser Einschränkungen gelesen werden.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Demografischer Wandel

Wie in den meisten entwickelten Volkswirtschaften altert auch die Schweizer Gesellschaft. So stieg der Anteil der über 65-Jährigen an der Gesamtbevölkerung zwischen 1960 und 2013 von gut 10% auf fast 18%. Diese Entwicklung hat potenziell negative Auswirkung auf die Investitionstätigkeit in der Schweiz. Zum einen stehen weniger Personen im erwerbsfähigen Alter zur Verfügung, mit negativen Folgen für Potenzialwachstum und Investitionsrenditen. Zum anderen führt ein höherer Anteil von Personen im Pensionsalter zu einer geringeren gesamtwirtschaftlichen Ersparnis (Graham 1987; Leff 1969) und damit über den Kapitalmarkt unter Umständen auch zu einer niedrigeren Investitionstätigkeit. Andererseits sank im gleichen Zeitraum der Anteil der unter 15-Jährigen um gut 9%-Punkte, was positiv auf die Investitionstätigkeit gewirkt haben sollte.

Tabelle 3.1 zeigt, dass sowohl der Jugendanteil als auch der Seniorenanteil negativ mit den Investitionsquoten korreliert sind. Die Koeffizienten sind statistisch und auch ökonomisch signifikant. Ein Anstieg des Seniorenanteils an der Gesamtbevölkerung um einen Prozentpunkt ist mit einem Rückgang der Brutto-Investitionsquote um über 4%-Punkte verbunden. Der Koeffizient des Seniorenanteils ist dabei betragsmässig deutlich grösser als der des Jugendanteils. Die Ergebnisse deuten damit darauf hin, dass sich die Veränderung der Bevölkerungsstruktur insgesamt negativ auf die Investitionstätigkeit ausgewirkt hat. Das Bevölkerungswachstum hat keinen zusätzlichen statistisch signifikanten Effekt auf die Investitionstätigkeit.

Tabelle 3.1: Determinanten der Investitionstätigkeit: Demografie

Abhängige Variable: Anlageinvestitionen zum BIP	(1)	(2)	(3)	(4)
	Brutto	Ausrüstungen	Bauten	Netto
Jugendanteil (% der Bevölkerung)	-1.612 ** -2.1 (3.52)	-0.773 ** (2.02)	-1.163 * (1.87)	-1.456 ** (2.11)
Seniorenanteil (% der Bevölkerung)	-4.192 *** (3.52)	-2.394 *** (4.00)	-2.537 *** (2.63)	-4.260 *** (3.98)
Bevölkerungswachstum (%)	0.3537 (0.36)	-0.023 (0.05)	-0.093 (0.11)	0.803 (0.93)
N	52	52	52	52
adj. R ²	0.953	0.956	0.941	0.962

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 **** 0.01 *** 0.05 ** 0.1 * ' ' 1.

3.2.2 Globalisierung

Auch die zunehmende Konkurrenz durch Produktionsstätten in Niedriglohnländern steht im Verdacht, die Investitionstätigkeit in der Schweiz zu bremsen. So sind Investitionen im Zuge der Globalisierung möglicherweise vermehrt im Ausland und nicht mehr in der Schweiz getätigt worden. Allerdings entstehen in den Schwellenländern auch bedeutende Absatzmärkte, mit positiven Auswirkungen auf die Exporte und inländische Investitionen. Als Indikator für die Offenheit der Schweiz

findet die Unterkategorie „ökonomische Globalisierung“⁶ des Globalisierungsindex, der Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich (KOF) Anwendung. Darüber hinaus wird auch der Zusammenhang zwischen dem realen effektiven Wechselkurs (REWK) und der Investitionsquote geschätzt. Da der Schweizer Franken zwischen 1964 und 2013 real um fast 50% aufgewertet hat, dürfte dies zu dem Anstieg der Exportpreise erheblich beigetragen haben. Theoretisch könnte dies zu einer Verlagerung der Produktionskapazitäten ins Ausland und dadurch zu einer sinkenden inländischen Investitionsquote geführt haben.

Tabelle 3.2: Determinanten der Investitionstätigkeit: Globalisierung

Abhängige Variable: Anlageinvestitionen zum BIP	(1)	(2)	(3)	(4)
	Brutto	Ausrüstungen	Bauten	Netto
Globalisierung (Index: 0-1)	-0.24 (1.55)	-0.07 (0.48)	-0.14 (1.34)	-0.35 * (1.78)
N	42	42	42	42
adj. R ²	0.915	0.896	0.935	0.916
Wechselkurs (2010=1)	-0.30 *** (5.22)	-0.21 *** (4.81)	-0.11 ** (2.18)	-0.30 *** (3.50)
N	49	49	49	49
adj. R ²	0.933	0.927	0.935	0.935

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '****' 0.01 '***' 0.05 '**' 0.1 '*' 1.

Die Schätzungen in Tabelle 3.2 zeigen, dass es mit Ausnahme der Nettoinvestitionen keinen signifikanten Zusammenhang zwischen dem ökonomischen Globalisierungsindex und der Investitionsquote gibt. Der Koeffizient deutet allerdings in Übereinstimmung mit den theoretischen Überlegungen auf einen negativen Zusammenhang hin. Der Zusammenhang mit dem Wechselkurs (definiert in Mengennotierung) ist in allen Spezifikationen negativ, statistisch signifikant und darüber hinaus auch ökonomisch relevant. Er ist für die Ausrüstungsinvestitionen fast doppelt so gross wie für die Bauinvestitionen.

3.2.3 Tertiarisierung

Eine weitere Ursache für den Rückgang der Investitionsquote könnte der ökonomische Strukturwandel sein (Strobel 2015). So ist in der Schweiz der Anteil der Beschäftigten im Dienstleistungssektor von rund 45% Ende der 60er Jahre auf gegenwärtig gut 74% (2013) gestiegen. Aufgrund der geringeren Kapitalintensität der Dienstleistungssektoren (mit Ausnahme des Immobilienwesens), sollte ein steigender Dienstleistungsanteil mit einer sinkenden Investitionsquote einhergehen.

⁶ Der Globalisierungsindex der KOF, Unterkategorie „Ökonomische Globalisierung“, beinhaltet zur Hälfte tatsächliche Güter- und Kapitalströme und zu anderen Hälfte Handelsbarrieren. Er ist als relatives Mass konstruiert, d.h. er zeigt die Offenheit der Schweiz im Verhältnis zur Offenheit anderer Staaten an. Für mehr Information vgl. Dreher (2006).

Tabelle 3.3: Determinanten der Investitionstätigkeit: Tertiarisierung

Abhängige Variable: Anlageinvestitionen zum BIP	(1)	(2)	(3)	(4)
	Brutto	Ausrüstungen	Bauten	Netto
Beschäftigte im Dienstleistungssektor (% der Gesamtbeschäftigung)	-0.339 ***	-0.246 ***	-0.164 ***	-0.418 ***
	(5.64)	(4.28)	(4.71)	(8.50)
N	44	44	44	44
adj. R ²	0.934	0.923	0.946	0.951

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 '' 1.

Tabelle 3.3 zeigt, dass der Dienstleistungsanteil in Übereinstimmung mit den theoretischen Überlegungen negativ und signifikant mit der Investitionsquote korreliert ist. Der geschätzte Koeffizient deutet zudem auf einen ökonomisch signifikanten Effekt hin. Nach dieser Schätzung würde ein Anstieg der Dienstleistungsquote um einen Prozentpunkt mit einem Rückgang der Brutto-Investitionsquote um 0.34%-Punkte einhergehen. Demnach könnte der Anstieg des Dienstleistungsanteils nahezu den gesamten Rückgang der Brutto-Investitionsquote seit 1970 erklären. Ähnliche Ergebnisse ergeben sich auch für die anderen Investitionskategorien. Regressionen, die neben dem Dienstleistungsanteil gleichzeitig auch demographischen Faktoren und den realen Wechselkursen enthalten, deuten darauf hin, dass der Dienstleistungsanteil insgesamt den grössten Erklärungsgehalt aller untersuchten Investitionsdeterminanten aufweist.

3.2.4 Unsicherheit

Investitionen sind häufig firmenspezifisch und daher weitestgehend irreversibel, woraus sich eine besondere Rolle der Unsicherheit des gesamtwirtschaftlichen Umfeldes auf das Investitionsgeschehen ergibt (Pindyck 1991). Aus theoretischer Sicht bleibt allerdings unklar, inwieweit steigende Unsicherheit über zukünftige Gewinne tatsächlich negativ auf die langfristige Investitionstätigkeit wirkt (Abel und Eberly 1999). So sollte die Irreversibilität auch zu überhöhten Kapitalstöcken in Rezessionsphasen führen. Im Gegensatz zur theoretischen Literatur besteht empirisch allerdings weitestgehend Konsens, dass sich steigende gesamtwirtschaftliche Unsicherheit negativ auf die Investitionstätigkeit auswirkt (Carruth et al. 2000).

In Übereinstimmung mit wissenschaftlichen Studien werden die Unsicherheitsmasse in dieser Studie auf Grundlage eines GARCH(1,1)-Modells[§] von den Wechselkursen, den Kapitalkosten und dem BIP abgeleitet. Darüber hinaus findet ein Index der wirtschaftspolitischen Unsicherheit in Europa Anwendung, welcher auf der Auswertung grosser europäischer Zeitungen basiert.[§] Nur die wirtschaftspolitische Unsicherheit sowie, mit Abstrichen, die Volatilität des realen Wechselkurs weisen einen im Zeitverlauf ansteigenden Trend auf. Die Volatilität des BIPs und des Realzinses stagniert dagegen oder ist eher rückläufig. Im Gegensatz zu den vorherigen Schätzungen finden in Tabelle 3.4 dabei Quartalsdaten Anwendung. Es liegen zudem nur Bruttoanlageinvestitionen vor.

Die Schätzergebnisse weisen auf einen negativen Effekt der wirtschaftspolitischen Unsicherheit auf die Investitionstätigkeit hin. Die Volatilität der Strukturvariablen hat dagegen keinen signifikanten Einfluss auf die Investitionsquote. Wie Schätzung (5) zeigt, ist dieses Ergebnis nicht durch den kür-

[‡] Die Ergebnisse sind im Anhang in der Tabelle A3.

[§] GARCH(p,q) – Generalized autoregressive conditional heteroscedasticity model mit p autoregressiven Termen und q gleitenden Durchschnitten.

[§] Quelle: <http://www.policyuncertainty.com>, Europe Index.

zeren Stützzeitraum von Schätzung (1) gegenüber der anderen Schätzungen getrieben. Der ökonomische Effekt der wirtschaftspolitischen Unsicherheit ist dabei begrenzt. Ein Anstieg um eine Standardabweichung reduziert die Investitionsquote nur um 0.62-0.81%-Punkte. Aufgrund der starken Korrelation zwischen der wirtschaftspolitischen Unsicherheit und der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung ist der Koeffizient zudem betragsmäßig tendenziell eher überschätzt.

Tabelle 3.4: Determinanten der Investitionstätigkeit: Unsicherheit

Abhängige Variable: Bruttoanlageinvestitionen zum BIP	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Wirtschaftspolitische Unsicherheit	-0.617 *** (2.88)				-0.810 *** (2.91)
Volatilität Wechselkurs		0.423 (0.08)			0.380 (1.47)
Volatilität Realzins			0.437 (0.19)		-1.339 (0.61)
Volatilität BIP				-0.664 (0.18)	-0.227 (0.44)
<i>N</i>	72	140	135	138	72
adj. <i>R</i> ²	0.78	0.975	0.976	0.976	0.777

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 '' 1.

3.2.5 Realzins

Aus Sicht des neoklassischen Investitionsmodells bilden die Kapitalkosten eine entscheidende Determinante der Investitionen (Jorgenson 1963). Je höher die Kapitalkosten, desto geringer fallen Investitionsrenditen und -ausgaben aus. Allerdings ist der Zusammenhang empirisch schwierig nachzuweisen (Caballero 1999). Ein Grund dafür ist auch die Konjunkturabhängigkeit des Zinssatzes. So ist die Nachfrage nach Investitionen in Boomzeiten relativ stark, obwohl die Zinsen meist vergleichsweise hoch sind. Der umgekehrte Fall gilt für Rezessionsphasen.

In Anbetracht dieser Überlegungen ist es nicht verwunderlich, dass sich auf Grundlage eines ADL(2,1) für Jahresdaten zwischen 1961 und 2013 kein signifikanter Zusammenhang zwischen den langfristigen Realzinsen¹⁰ und den verschiedenen Investitionsquoten ergibt.

3.2.6 Öffentliche Investitionen

Die Mehrzahl der empirischen Studien beschäftigt sich mit den Determinanten der privaten Investitionen. Für die obigen Regressionsergebnisse macht es allerdings kaum einen Unterschied, ob die gesamten (Bruttoanlage-)Investitionen oder nur die privaten als abhängige Variable gewählt werden. Daher sind die Resultate für die privaten Investitionen nicht extra aufgeführt.

Die Hypothese, dass der Rückgang der öffentlichen Investitionsquote zum Rückgang der privaten Investitionsquote beigetragen hat, lässt sich dagegen nur mit Hilfe der privaten Investitionstätigkeit als abhängige Variable analysieren. Theoretisch können steigende öffentliche Investitionen sowohl negativ (crowding out), über einen Anstieg des Realzinses, als auch positiv (crowding in), durch eine

¹⁰ Gemessen als Differenz zwischen dem nominalen Zinssatz für langjährige Staatsanleihen und der Veränderung des BIP-Deflators.

Steigerung der privaten Investitionsrenditen auf die private Investitionstätigkeit wirken. Auf Grundlage eines ADL(2,1) für Jahresdaten zwischen 1960 und 2011 ergibt sich ein positiver, allerdings nicht signifikanter Einfluss der öffentlichen Investitionen auf die privaten Investitionen in der Schweiz.

Fazit

- Die empirische Analyse legt den Schluss nahe, dass der Rückgang der Schweizer Investitionsquote vor allem durch die Tertiarisierung der Schweizer Volkswirtschaft erklärt werden kann. Aber auch der demografischer Wandel, und die reale Frankenaufwertung sind wichtige Erklärungsfaktoren. Tertiarisierung und Demographie sind überdies Treiber, die mit Sicherheit auch in Zukunft anhalten werden.
- Der Anstieg der wirtschaftspolitischen Unsicherheit scheint ebenso negativ mit dem Investitionsgeschehen in Verbindung zu stehen. Der geschätzte Effekt ist allerdings kleiner und mutmasslich nach oben verzerrt.
- Es gibt keinen statistisch signifikanten Einfluss der ökonomischen Globalisierung, der Volatilität verschiedener ökonomischen Strukturgrössen, des Realzinses und der öffentlichen Investitionen auf die (private) Investitionsaktivität.

4 Der Zusammenhang zwischen der Investitionsquote und der Produktivität

Der demografische und der strukturelle Wandel sind langfristige Entwicklungen, die auch in Zukunft die Investitionsquote dämpfen dürften. Die Frage, ob sich eine sinkende Investitionsquote negativ auf das Wachstum der Arbeitsproduktivität auswirkt, steht daher im Mittelpunkt dieses Kapitels. Nach einer theoretischen Einführung wird der Zusammenhang mit Hilfe eines dynamischen Zeitreihenmodells für die Jahre zwischen 1960-2013 geschätzt.

4.1 Der theoretische Rahmen

Für den Zusammenhang zwischen der Investitionstätigkeit und der Produktivitätsentwicklung einer Volkswirtschaft sind vor allem zwei Wirkungskanäle von Bedeutung. Zunächst erhöhen die Investitionen den Kapitalstock pro Arbeitseinheit (Kapitalintensität) und ermöglichen damit einen stärkeren Einsatz von Maschinen und Automaten im Produktionsprozess. Dieser Mechanismus der Produktionserhöhung durch Kapitalvertiefung ist die Grundlage des neoklassischen Wachstumsmodells. Allerdings ist in diesem Modell ein dauerhaftes Produktivitätswachstum allein durch Kapitalakkumulation nicht möglich, da abnehmende Grenzerträge des Kapitals dazu führen, dass die Investitionen ab einem bestimmten Punkt keinen positiven Einfluss auf das Produktivitätswachstum haben. Dies passt zu der Beobachtung, dass das Verhältnis von Output zu Kapital z.B. in den USA relativ konstant ist (Jones 2015), so dass der Kanal nur noch geringe Bedeutung hat.

In entwickelten Volkswirtschaften dürfte der zweite Kanal von grösserer Bedeutung sein. Dieser besteht darin, dass von Investitionen positive Effekte auf die Verbreitung (Hulten 1992, Greenwood et al. 1997) und die Entstehung (Howitt und Aghion 1998) des technologischen Fortschritts zu erwarten sind. Diesem Kanal wird inzwischen auch in der VGR Rechnung getragen, indem Forschungs- und Entwicklungsausgaben (FuE) und andere Ausgaben für immaterielle Güter als Investitionen verbucht werden. Modelle der neueren (endogenen) Wachstumstheorie, die diesen Kanal berücksichtigen, weisen einen dauerhaft positiven Zusammenhang zwischen Investitionstätigkeit und Produktivitätswachstum auf. Aus diesem Grund werden neben der Investitionsquote, in späteren Kapiteln,

auch Indikatoren der Forschungs- und Entwicklungsaktivität in der Schweiz in die Analyse einbezogen. Dazu gehören Inputvariablen, wie die Ausgaben für Forschung und Entwicklung, sowie output-bezogene Indikatoren, wie die Zahl der Patente und die Umfrageindikatoren der KOF.¹²

Auf Grundlage der theoretischen Modelle ist in der Regel von einer positiven Wirkung der Investitionen auf das Wirtschafts- und der Arbeitsproduktivitätswachstum auszugehen. Dies gilt allerdings nur, solange die Grenzproduktivität des Kapitals die Kosten der Investitionen überschreiten. Werden Investitionen getätigt, obwohl die Grenzproduktivität geringer ist als die Kosten, z.B. aufgrund steuerlicher Fehlanreize oder spekulativer Investitionstätigkeiten, erhöhen sich zwar kurzfristig Kapitalstock und Wirtschaftswachstum, langfristig stehen der Wertminderung des eingesetzten Kapitals allerdings keine ausreichenden Erträge gegenüber. Dem entsprechend sinkt der gesamtwirtschaftliche Wohlstand.

Darüber hinaus haben unterschiedliche Investitionsgütergruppen möglicherweise unterschiedliche Effekte auf die Wirtschaftsentwicklung. Investitionen in Ausrüstungen scheinen einen stärkeren positiven Einfluss auf die Wirtschaftsentwicklung zu haben als Bauinvestitionen (De Long und Summers 1991). Ähnliches gilt vermutlich auch für immaterielle Investitionen (s. Kapitel 6).

4.2 Stand der empirischen Literatur

Zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Höhe der aggregierten Investitionen, dem Wirtschaftswachstum und der Arbeitsproduktivität wird häufig der Wachstumsbeitrag des Kapitals am Gesamtwachstum mit Hilfe einer Produktionsfunktion bestimmt (growth accounting). Bei dieser Methode wird allerdings vorausgesetzt, dass die Investitionen positiv auf die gesamtwirtschaftliche Produktion wirken. Das Verfahren ist damit für eine empirische Bestimmung des Zusammenhangs zwischen der Investitionsquote und der Produktivitätswachstum nur bedingt geeignet. Eine alternative Methode beruht darauf, den Zusammenhang über eine einfache Regressionsanalyse mit dem Produktivitätswachstum als abhängige und den Inputfaktoren als erklärende Variable zu schätzen. Allerdings leidet eine solche Analyse potenziell unter Endogenitätsproblemen. Beispielsweise könnte ein Nachfrageschock, der gleichzeitig die Produktivität und die Investitionsbereitschaft beeinflusst, dazu führen, dass den Investitionen in der Regressionsanalyse fälschlicherweise ein kausaler Effekt auf die Arbeitsproduktivität zugerechnet wird.

Eine Reihe von Studien¹² haben daher verschiedene Methoden angewendet, um diese Endogenitätsprobleme abzufedern. Frühere Studien basieren meist auf Länderquerschnittsdaten¹³ und reduzieren so den Einfluss von Konjunkturzyklen und Nachfrageschocks. Neuere Studien basieren häufig auf dynamischen Zeitreihenmodellen. Zum Teil werden die Endogenitätsprobleme durch die Identifikation sogenannte „Granger Kausalitäten“¹⁴ umgangen. Bond et al. (2010) nutzen einen Instru-

¹² Ein dritter Kanal der auf die Produktivität wirkt und der für entwickelte Volkswirtschaften eine grosse Bedeutung hat ist die Bildung von Humankapital. Da dieses Humankapital derzeit in der amtlichen Statistik nur unzureichend erfasst wird, ist dieser Aspekt in diesem Gutachten nicht berücksichtigt.

¹³ Diese Studien beinhalten u.a.: Attanasio et al. (2000), Blomström et al. (1996), Bond et al. (2010), De Long und Summers (1991), Levine und Renelt (1992), Li (2002), Madsen (2002).

¹⁴ Ein Datenpunkt pro Land, basierend auf dem Durchschnitt über eine bestimmte Zeitperiode, in der Regel mindestens 20 Jahre. Z.B. De Long und Summers 1991, Levine und Renelt 1992.

¹⁴ Im Gegensatz zum herkömmlichen Ursache und Wirkung Prinzip von Kausalität, zielt die Granger Kausalität auf den zeitlichen Rahmen verschiedener Ereignisse ab. Im Sinne von Granger, verursacht A die Variable B, unter der Annahme, dass sich B besser durch vergangene Werte von A vorhersagen lässt als durch die Kenntnis von vergangen B Werten allein.

mentvariablenansatz, wobei unter anderem Offenheitsindikatoren als Instrumente Verwendung finden. Damit kann der Einfluss von verzerrenden Konjunkturschocks, die in einem Jahr gleichzeitig Arbeitsproduktivität und die Investitionsbereitschaft beeinflussen, reduziert werden.

Die vorhandenen empirischen Studien kommen in der Summe zu dem Ergebnis, dass die Investitionen einen positiven Effekt auf die Wirtschaftsleistung und die Produktivität haben. Dies gilt insbesondere für die Länderquerschnittstudien (z.B. De Long und Summers 1991, Levine und Renelt 1992). Im Gegensatz dazu sind die Ergebnisse der Zeitreihenstudien nicht so eindeutig. So finden Attanasio et al. (2000) und Blomström et al. (1996) negative oder keine signifikant positiven Effekte der Investitionsquote auf das Wirtschaftswachstum. Bond et al. (2010) und Li (2002) ermitteln dagegen signifikant positive Effekte. Eine Ursache für die unterschiedlicheren Ergebnisse ist nicht zuletzt die Tatsache, dass die dynamischen Beziehungen zwischen Investitionen und der Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Produktion noch nicht abschliessend erforscht sind. So ist insbesondere in der kurzen Frist davon auszugehen, dass die Kausalität auch von Wirtschafts- und Arbeitsproduktivitätswachstum zur Investitionstätigkeit läuft.

4.3 Empirische Analyse für die Schweiz

Im Folgenden wird der Zusammenhang zwischen der Investitionstätigkeit und dem Wachstum der Arbeitsproduktivität mit Hilfe von Schweizer Daten für den Zeitraum von 1960 bis 2013 untersucht. Die Investitionstätigkeit wird dabei zum einen mit Hilfe der Bruttoanlageinvestitionsquote aggregiert und disaggregiert und zum anderen mit den aggregierten Nettoinvestitionen operationalisiert. Beide Indikatoren sind stark korreliert, variieren allerdings in ihrem theoretischen Erklärungsgehalt. Aus Sicht des Solow-Modells erscheinen die Nettoinvestitionen als entscheidender Indikator. Basierend auf den Überlegungen der neuen Wachstumstheorie bieten auch Brutto-Investitionsquoten wichtigen Informationsgehalt, da sie explizit die Menge an neuem Kapital im Produktionsprozess ausweisen, welcher potenziell den grössten Produktivitätsschub auslöst.

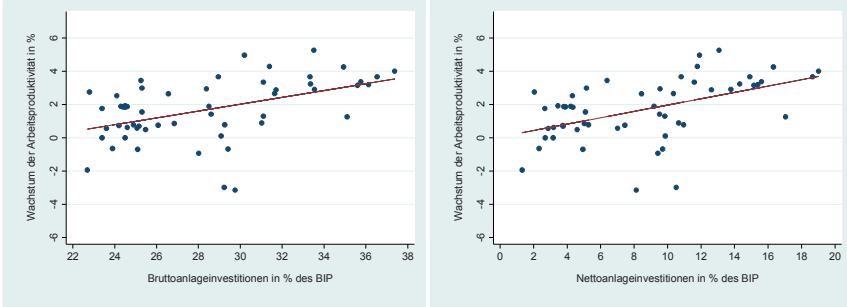
Um eine möglichst lange Zeitreihe für die Arbeitsproduktivität verwenden zu können, wird auf die Arbeitsstunden aus dem Datensatz der Penn World Tables in der Version 8.1. zurückgegriffen. Da die Höhe der geleisteten Arbeitsstunden in der Schweiz, insbesondere vor 1990, Gegenstand von Kontroversen ist (vgl. Siegenthaler 2014), werden als Robustheitscheck die Arbeitsstunden nach der Berechnung von Siegenthaler (2014) herangezogen.⁴⁵ Als abhängige Variable findet neben dem Wachstum der Arbeitsproduktivität auch das Wachstum der totalen Faktorproduktivität (TFP) Anwendung, um zu überprüfen, ob die Investitionsquote zusätzlich technologischen Fortschritt induziert.

Abbildung 4.1 zeigt, dass zwischen 1960 und 2013 eine positive Korrelation zwischen der Entwicklung der Arbeitsproduktivität und den Investitionsvariablen zu beobachten ist. Inwieweit dieser Zusammenhang auch einer tieferen empirischen Analyse standhält, wird im weiteren Verlauf mit Hilfe eines dynamischen Zeitreihenmodells in der Form eines „autoregressive distributed lag model“ (ADL-Modell) untersucht, wie es in ähnlicher Form in verschiedenen Studien zum Thema bereits Anwendung gefunden hat (z.B. Bond et al. 2010, Li 2002). Der Schätzung liegt dabei die von der endogenen Wachstumstheorie abgeleitete Annahme zugrunde, dass Investitionen ein dauerhaftes Arbeitsproduktivitäts- bzw. TFP-Wachstum induzieren können. Zur Analyse dieses langfristigen Zusammenhangs werden in vielen empirischen Studien Mehrjahresdurchschnitte (z.B. Fünfjahresdurchschnitte) gebildet, um konjunkturelle Zusammenhänge zu beseitigen. Da im Folgenden nur eine einzelne Volkswirtschaft betrachtet wird, muss auf die Bildung von Mehrjahresdurchschnitten verzichtet werden, um die Zahl der Beobachtungen nicht zu stark zu reduzieren. Wie Attanasio et

⁴⁵ Die Ergebnisse finden sich im Anhang in der Tabelle A1.

al. (2000) zudem betonen, hat die Nutzung von Durchschnitten eine Reihe von Nachteilen. So gehen zum einen Informationen verloren, zum anderen ist unklar wie viele Jahre in die Durchschnittsrechnung einbezogen werden müssen, um die meisten Konjunkturzyklen herauszufiltern.

Abbildung 4.1: Arbeitsproduktivität und Investitionsvariablen 1960-2013



Quelle: AMECO Datenbank, Penn World Tables 8.1.

Ein ADL-Modell mit einer Verzögerung von jeweils einer Periode (ADL(1,1)) kann in ein Fehlerkorrekturmodell folgender Form überführt werden¹⁶:

$$\Delta \text{Arbeitsprod}_t = c + \delta \Delta I_t + \alpha (\text{Arbeitsprod}_{t-1} - \beta I_{t-1}) + \varepsilon_t$$

wobei *Arbeitsprod* dem Wachstum des BIP pro Arbeitsstunde entspricht und *I* die Investitionsvariable (nomiale Investitionsquote) beschreibt. δ gibt dabei den kurzfristigen und β den langfristigen Zusammenhang zwischen den Investitionen und der Arbeitsproduktivität an. α bezeichnet den Anpassungsfaktor, d.h. die Geschwindigkeit, mit der die Arbeitsproduktivität auf eine Abweichung vom langfristigen Gleichgewicht reagiert. Aufgrund der starken Korrelationen zwischen den meisten makroökonomischen Strukturvariablen könnten zusätzliche Kontrollvariablen, welche in der Regel endogen sind, zu einer verzerrten Schätzung von β führen. Daher wird im Folgenden nur ein einfaches Modell ohne Kontrollvariablen geschätzt.

In Anlehnung an Bond et al. (2010) wird als Robustheitscheck ein Instrumentvariablenansatz verwendet, um den verzerrenden Einfluss von Schocks auf die Koeffizienten zu reduzieren. Als Instrumente dienen dabei die in Kapitel 3 identifizierten Determinanten, Demografie und Wechselkurs, da sie über den längsten Zeitraum zur Verfügung stehen. Die Resultate sind in Tabelle 4.1 dargestellt.

¹⁶ Für Details siehe De Boef und Keele (2008).

Tabelle 4.1: Einfluss der Investitionen auf die Arbeitsproduktivität (VECM 1960 - 2013)

Abhängige Variable: Arbeitsproduktivitäts-wachstum	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Brutto	0.172 *** (3.11)	0.147 ** (2.1)				
Ausrüstungen			0.380 ** (1.99)	0.304 (0.83)		
Bau			-0.142 (0.57)	-0.062 (0.12)		
Netto					0.162 *** (3.4)	0.131 ** (2.03)
Fehlerkorrekturterm	-0.941 *** (6.56)	-0.842 *** (4.33)	-0.972 *** (6.42)	-0.926 *** (4.01)	-0.951 *** (6.66)	-0.861 *** (4.28)
N	53	48	53	48	53	48
adj. R ²	0.445	0.127	0.432	0.192	0.453	0.155

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 ' ' 1.

Die Ergebnisse zeigen, dass die aggregierten Investitionsvariablen in allen Spezifikationen langfristig positiv und signifikant mit der Arbeitsproduktivität korreliert sind. Dieser Zusammenhang ist robust und bleibt auch im Instrumentenvariablenansatz bestehen. Im Durchschnitt ist eine um einen Prozentpunkt höhere Investitionsquote mit einem Anstieg des Arbeitsproduktivitätswachstums um 0.13-0.17%-Punkte verbunden. In der disaggregierten Darstellung zeigt sich, dass die Ausrüstungen zumindest in der OLS Schätzung einen positiven und signifikanten Koeffizient aufweisen, während der Zusammenhang zwischen Bauinvestitionen und Arbeitsproduktivitätswachstum insignifikant ist. Dieses Ergebnis ist allerdings nicht robust. Grundsätzlich hängen die Ergebnisse nicht von der Wahl der Arbeitsstundenquelle ab (PWT ggü. Siegenthaler). Gegeben des Rückgangs der Brutto- und die Nettoinvestitionsquote seit 1960 um ca. 7 bzw. 9%-Punkte, implizieren die geschätzten Koeffizienten einen Rückgang des Arbeitsproduktivitätswachstums um rund 1.1 bzw. 1.4%-Punkte. Dies entspricht knapp der Hälfte des Rückgangs des Arbeitsproduktivitätswachstums zwischen den 60er Jahren und den Jahren seit der Jahrtausendwende.

Auch durch die Nutzung des Instrumentvariablenansatzes lässt sich die Kausalitätsfrage allerdings nicht eindeutig beurteilen. So haben die Instrumente ihrerseits möglicherweise einen Effekt auf die Produktivität oder sind nicht exogen und verzerren somit den Koeffizienten. Darüber hinaus kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Kausalität auch langfristig eher von der Arbeitsproduktivität zu den Investitionen läuft. Grundsätzlich lassen die Schätzungen allerdings vermuten, dass höhere Investitionen positiv mit der Entwicklung der Schweizer Arbeitsproduktivität verbunden sind.

Die Investitionstätigkeit scheint sich allerdings nicht signifikant auf die Entwicklung des TFP Wachstum niederzuschlagen (vgl. im Anhang Tabelle A2). Höhere Investitionen scheinen daher die Arbeitsproduktivität eher über den Kanal der Kapitalvertiefung zu beeinflussen und weniger stark auf den technologischen Fortschritt zu wirken. Inwieweit diese Analyse durch Preiseffekte und die Bindung des technologischen Fortschritts an die Investitionsgüter verzerrt ist, wird im folgenden Kapitel genauer untersucht.

Fazit

- Theoretisch ist der Anstieg der Investitionstätigkeit mit einem langfristigen Anstieg der Produktivität verbunden. Empirisch ist dieser Zusammenhang allerdings schwierig nachzuweisen.
- Auf Grundlage eines dynamischen Zeitreihenmodells zeigt sich ein positiver und signifikanter Zusammenhang zwischen der Investitionsquote und dem Wachstum der Arbeitsproduktivität. Basierend auf den geschätzten Koeffizienten kann der Rückgang der Investitionsquote ungefähr die Hälfte des Rückgangs des Arbeitsproduktivitätswachstums seit den 60er Jahren erklären.
- Die empirische Analyse ergibt keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen der Investitionstätigkeit und dem Wachstum der Totalen Faktorproduktivität.

5 Investitionsgüterpreise und Produktivität

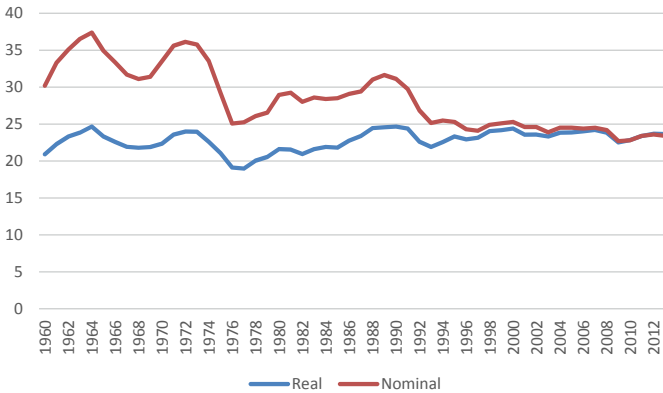
5.1 Ökonomischer Hintergrund

Bei der Berechnung der Investitionsquote werden üblicherweise nominale Grössen verwendet. Der zu beobachtende Rückgang der Quote lässt sich daher sowohl durch den Rückgang der realen Investitionen als auch durch einen Rückgang der Investitionsgüterpreise erklären. Da sich die bisherigen Kapitel mit den Bestimmungsgründen der realen Investitionen beschäftigt haben, wird im Folgenden die Entwicklung der Investitionsgüterpreise und deren Bedeutung für die Produktivitätsentwicklung betrachtet. Einen ersten Eindruck von der Bedeutung der relativen Investitionsgüterpreise für die Schweiz erhält man, wenn man die nominale Investitionsquote der realen gegenüberstellt (Abbildung 5.1). Im Gegensatz zur nominalen Quote, die seit den 60er Jahren einen negativen Trend aufweist, ist die reale Investitionsquote in diesem Zeitraum annähernd konstant geblieben. Allerdings ist der Aussagegehalt realer Quoten von VGR-Grössen seit der Einführung der Vorjahrespreisbasis geringer als der von nominalen Quoten.¹⁷ Aussagekräftiger ist die Betrachtung der relativen Preise aus der VGR.

Schaut man sich die Preisentwicklung bei verschiedenen Investitionsgüterarten im Verhältnis zu den Preisen von Konsumgütern für die Schweiz an, lässt sich zwischen 1990 und 2011 bei den meisten Investitionsgütern ein Rückgang beobachten (Abbildung 5.2). Am stärksten ausgeprägt ist er bei den Preisen für Maschinen und Ausrüstungen (ohne Fahrzeuge), die über den gesamten Zeitraum um 40 % zurückgegangen sind. Bei den Preisen für Fahrzeugausrüstungen war der Rückgang deutlich geringer und bei den Preisen für Bauinvestitionen steigen die Preise seit Mitte der 90er Jahre sogar wieder an. Der Deflator für die Bruttoanlageinvestitionen ist seit 1997 weniger als fünf Prozent gesunken. Wenn der Rückgang der nominalen Investitionsquote in der Schweiz nicht zuletzt ein preisliches Phänomen ist, stellt sich die Frage, welcher Zusammenhang zwischen den Investitionsgüterpreisen und der gesamtwirtschaftlichen Produktivität besteht.

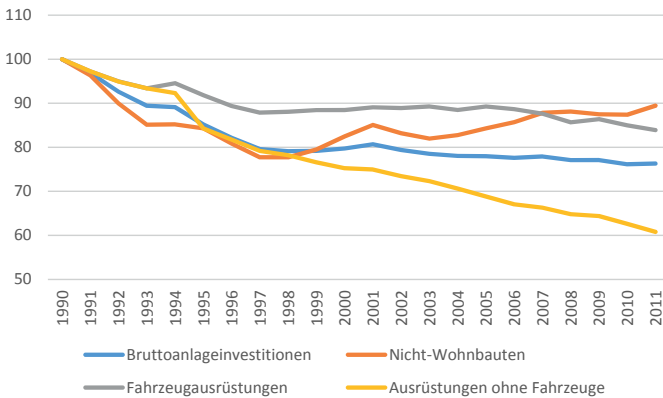
¹⁷ Die Summe der realen BIP-Aggregate, auf Grundlage des üblichen Vorjahrespreisbasisverfahrens, entspricht in der Regel nicht dem Wert des realen BIP. Daraus folgt, dass sich auch die realen Quoten nicht notwendigerweise zu 1 addieren. Aus diesem Grund sind die realen Quoten verzerrt.

Abbildung 5.1: Entwicklung der realen und nominalen Investitionsquote in der Schweiz



Quelle: AMECO Datenbank. Eigene Berechnungen.

Abbildung 5.2: Entwicklung der relativen Preise für ausgewählte Investitionsgüterarten in der Schweiz



Quelle: OECD. Eigene Berechnungen.

Um zu erklären, wie der Rückgang der relativen Investitionsgüterpreise die Produktivitätsentwicklung und das Wirtschaftswachstum beeinflusst, werden zwei Ansätze diskutiert. Der erste Ansatz geht davon aus, dass ein bedeutender Teil des technologischen Fortschritts in Investitionsgütern umgesetzt wird und sich insbesondere in Qualitätsverbesserungen niederschlägt. Wie sich gut bei der Preisentwicklung für Computer beobachten lässt, schlägt sich die höhere Leistungsfähigkeit nicht im gleichen Masse in höheren Preisen nieder. Werden diese Qualitätsänderungen in der amtlichen Preisstatistik nicht hinreichend erfasst, wird die Preisentwicklung für diese Güter zu hoch und demnach die reale Entwicklung zu niedrig ausgewiesen. In einer umfassenden Studie kommt Gordon

(1990) zu dem Ergebnis, dass die Preisentwicklung in den USA für langlebige Konsumgüter um 3% überschätzt wurde. Entsprechend wurde auch die reale Investitionstätigkeit zu niedrig ausgewiesen. Eine unzureichende Erfassung der Qualitätsänderungen könnte daher eine Erklärung für die niedrige Investitionsquote liefern.

Aber auch wenn die Veränderung der relativen Investitionsgüterpreise die Qualitätsverbesserung der Investitionsgüter weitgehend zutreffend widerspiegelt, besteht ein Zusammenhang zwischen mit der Produktivitätsentwicklung. In diesem Fall spiegelt der Preisrückgang den in den Investitionsgütern gebundenen technischen Fortschritt wider, wie mit dem Computer-Beispiel illustriert wurde (Greenwood et al. 1997). Die Stagnation der relativen Preise bedeutet daher, dass der in den Investitionsgütern berücksichtigte bzw. umgesetzte technische Fortschritt ebenfalls stagniert oder nicht ausreichend erfasst wird.⁴⁸ Daraus würde folgen, dass die schwache Investitionstätigkeit und die schwache Produktivitätsentwicklung auch darauf zurückzuführen ist, dass die Investitionen die gesamtwirtschaftliche Produktivität kaum noch erhöhen oder von den Daten nicht erfasst wird.

Der zweite Erklärungsansatz des Zusammenhangs der relativen Investitionsgüterpreise und der Produktivitätsentwicklung ist, dass die Preise von Investitionsgütern durch Steuern oder Marktregulierungen nach oben verzerrt sind (Jones 1994). Beispielsweise erhöht eine Steuer auf Kapitalgüter die Kosten einer Investition und vermindert damit deren Rendite, so dass die Investitionsquote in diesem Fall niedriger ist als in der Situation ohne Steuer. In gleicher Weise wirken Regulierungen auf den Investitionsgütermärkten, die entweder die Produktionskosten erhöhen oder zu Monopolrenten führen. Da es in den vergangenen Jahren in vielen Ländern zu einem Abbau von Gütermarktregulierungen gekommen ist, könnte dies zu dem Rückgang der relativen Investitionsgüterpreise beigetragen haben. Dafür sprechen die empirischen Ergebnisse von Jones (1994). Aus diesem Grund wird in diesem Gutachten der Zusammenhang zwischen Gütermarktregulierungen und den Investitionsgüterpreisen in der Schweiz überprüft.

5.2 Empirische Analyse für die Schweiz

In diesem Abschnitt wird der Zusammenhang zwischen den relativen Investitionsgüterpreisen und der Produktivitätsentwicklung, dem Wirtschaftswachstum und der Investitionsquote für die Schweiz empirisch untersucht. Diese Analyse gibt Aufschluss über die Frage, ob es einen Zusammenhang zwischen diesen Indikatoren und den relativen Preise gibt. Es kann aber nichts über die Ursachen der Veränderung der relativen Preise gesagt werden. Aus diesem Grund wird zusätzlich der Zusammenhang zwischen den relativen Preisen und Regulierungsindikatoren der OECD für ausgewählte Branchen in der Schweiz analysiert. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen den OECD-Indikatoren und der Produktivität würde dafür sprechen, dass der Rückgang der Investitionsgüterpreise auf eine Deregulierung in bestimmten Branchen zurückzuführen ist. Sollte sich kein signifikanter Zusammenhang ergeben, bliebe von den theoretischen Ansätzen nur eine Abschwächung des technischen Fortschritts übrig. Ein direkter Test dieser Hypothese ist im Rahmen dieser Studie nicht möglich.

Als Investitionsgüterpreise werden die Deflatoren für die Bruttoanlagen sowie für Fahrzeugausrüstungen, Ausrüstungen (ohne Fahrzeuge) und für die Nicht-Wohnbauten von der OECD verwendet. Die relativen Investitionsgüterpreise werden berechnet, indem der jeweilige Investitionsgüter-Deflator durch den Deflator des privaten Konsums, ebenfalls von der OECD, dividiert wird. Als abhängige Variablen wurden – wie in den vorhergehenden Kapiteln – die Arbeitsproduktivität (von der OECD und den Penn Worrdd Tables), das BIP-Wachstum (von der OECD und den Penn Worrdd Tables) und die Investitionsquote (von der AMECO Datenbank und den Penn Worrdd Tables) verwendet.

⁴⁸ Diese Überlegung geht auf die Theorie des investitionsspezifischen technischen Fortschritts zurück, die davon ausgeht, dass ein Grossteil des technischen Fortschritts mit den Investitionsgütern verbunden ist (Greenwood et al. 1997). Dieser technische Fortschritt, der insbesondere in den Ausrüstungsinvestitionsgütern zu beobachten ist, führt dazu, dass die Preise dieser Güter relativ zu den Konsumgütern sinken.

Um zu überprüfen, ob der negative Zusammenhang zwischen den relativen Investitionsgüterpreisen und der Investitionstätigkeit auf fiskalische oder regulatorische Massnahmen zurückzuführen ist, konstruiert Jones (1994) eine Reihe von Indikatoren, die als Zeitreihen für die Schweiz nicht vorliegen. Aus diesem Grund wird in dieser Studie auf die Regulierungsindikatoren der OECD (ETCR) zurückgegriffen. Dabei wird neben dem Gesamtindex für die Regulierung auch die Indikatoren für den Marktzugang, die Bedeutung von öffentlichen Unternehmen und der Marktstruktur sowie die Indikatoren für die Branchen für die Bereiche Elektrizität, Post, Telekommunikation und Eisenbahn herangezogen. Diese Indikatoren haben den Vorteil, dass sie ab 1975 vorliegen. Zudem decken die Indikatoren Wirtschaftsbereiche ab, die auch in hochentwickelten offenen Volkswirtschaften noch einen beachtlichen Regulierungsgrad aufweisen (Conway, Nicoletti 2006). Als abhängige Variablen werden die Bruttowertschöpfung und die Produktivität der Branchen Energie, Transport, Post und Telekommunikation verwendet.

Um die Veränderungen der relativen Investitionsgüterpreise in der Schweiz zu analysieren, werden empirische Modelle der folgenden Art verwendet:¹⁹

$$\Delta y_t = \alpha_1 [y_{t-1} + \beta x_{t-1} + c] + \delta_{11} \Delta y_{t-1} + \dots + \delta_{1k} \Delta y_{t-k} + \gamma_{11} \Delta x_{t-1} + \dots + \gamma_{1p} \Delta x_{t-p} + c_1 + \varepsilon_{1t}$$

$$\Delta x_t = \alpha_2 [y_{t-1} + \beta x_{t-1} + c] + \delta_{21} \Delta y_{t-1} + \dots + \delta_{2k} \Delta y_{t-k} + \gamma_{21} \Delta x_{t-1} + \dots + \gamma_{2p} \Delta x_{t-p} + c_2 + \varepsilon_{2t}$$

Dabei stellt y die zu erklärenden Variablen, also die Arbeitsproduktivität, das Bruttoinlandprodukt, die Investitionsquote oder die Bruttowertschöpfung dar. Wobei y immer das Niveau und Δy die Jahresveränderung der Variablen angibt. Die erklärenden Variablen sind die relativen Investitionsdeflatoren oder die Regulierungsindikatoren (ETCR) der OECD. Bei dieser Vorgehensweise ist vor allem der langfristige Zusammenhang zwischen den jeweiligen Variablen, gemessen durch den Koeffizienten (β) von Interesse. Um diesen Koeffizienten ökonomisch interpretieren zu können, muss er allerdings mit -1 multipliziert werden. Um die Interpretation der Ergebnistabellen zu vereinfachen, wird daher $(-\beta)$ ausgewiesen.

Anhaltspunkte über die Wirkungsrichtungen über die beiden Variablen (x und y) des Modells lassen sich mit Hilfe der beiden Koeffizienten (α_1 und α_2) gewinnen. Wenn α_1 Werte zwischen -1 und 0 aufweist und statistisch signifikant ist und gleichzeitig α_2 statistisch nicht signifikant von null verschieden ist, spricht dies dafür, dass die Variable y , also z.B. die Arbeitsproduktivität, auf Abweichungen von dem langfristigen Zusammenhang zwischen Arbeitsproduktivität und relative Investitionsgüterpreise reagiert.

Die Ergebnisse zeigen zunächst, dass auch in der Schweiz ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen den relativen Investitionsgüterpreisen und Arbeitsproduktivität besteht (Tabelle 5.1). Dies zeigt sich für den Deflator der Anlageinvestitionen aber auch für die Deflatoren der Ausrüstungen in Fahrzeuge und den sonstigen Ausrüstungsinvestitionen. Lediglich der Deflator für Nicht-Wohnbauten weist einen positiven Zusammenhang mit der Arbeitsproduktivität auf. Dies sagt allerdings zunächst nichts über die Ursachen aus.

Einer der oben genannten Erklärungsansätze besagt, dass die relativen Investitionsgüterpreise deswegen zurückgegangen sein könnten, weil einzelne Märkte in der Schweiz dereguliert wurden und der stärkere Wettbewerb zu einem weniger starken Anstieg der Investitionsgüterpreise im Verhältnis zu den Konsumgüterpreisen geführt hat. Die Ergebnisse für den Zusammenhang zwischen den Regulierungsindikatoren der OECD und der Produktivitätsentwicklung auf Branchenebene zeigen

¹⁹ Zur Vorbereitung der empirischen Analyse wurden die Zeitreiheneigenschaften der verwendeten Variablen genauer analysiert. Zunächst lässt sich die Hypothese eines stochastischen Trends bei den meisten Variablen nicht ablehnen, so dass der Zusammenhang im Rahmen einer Kointegrationsanalyse untersucht wird. Dafür wird getestet, ob zwischen zwei Variablen ein langfristiger linearer Zusammenhang besteht. Zeigen die entsprechenden Tests eine Kointegrationsbeziehung an, wird der Zusammenhang im Rahmen eines Vektorautoregressiven Modells geschätzt. Da hier der Zusammenhang zwischen jeweils zwei Variablen geschätzt wird, kann es höchstens eine Kointegrationsbeziehung geben. Diese wird dann in beiden Gleichungen des Systems berücksichtigt.

allerdings kein klares Bild (Tabelle 5.2). Zwar weisen auch hier die meisten Langfristkoeffizienten das zu erwartende negative Vorzeichen auf. Ausnahmen sind hier die Branchen Energie und Post. Allerdings sind die Anpassungskoeffizienten hier in der Regel nicht signifikant, so dass die Wirkungsrichtung hier nicht den Erwartungen entspricht. Einzige Ausnahme ist der Bereich Telekommunikation. Hier ist das Vorzeichen ökonomisch plausibel und die statistischen Tests werden erfüllt.

Bei der Analyse des Zusammenhangs zwischen den relativen Preisen und dem BIP (Tabelle 5.3) sowie den Regulierungsindikatoren und der Bruttowertschöpfung (Tabelle 5.4) zeigen sich viele Gemeinsamkeiten mit der vorhergehenden Analyse aber auch einige interessante Unterschiede. Bei den relativen Preisen ergibt sich wiederum bei den meisten Deflatoren ein negativer Zusammenhang mit dem BIP, Ausnahme sind erneut die Nicht-Wohnbauten. Unterschiede zur Produktivitätsentwicklung zeigen sich vor allem bei der Bruttowertschöpfung. Wiederum sind die Langfristkoeffizienten negativ (Ausnahme Energie und Post). Nun sind aber die Anpassungskoeffizienten für den Gesamtindex und den Index für die Zutrittsbeschränkungen signifikant negativ. Dies bedeutet, dass tatsächlich die Regulierung geändert wird, wenn es zu einer Abweichung von dem langfristigen Zusammenhang zwischen Regulierungsintensität und Wirtschaftsaktivität kommt. Dieser Zusammenhang gilt wiederum auch im Bereich Telekommunikation.

Während der generelle Zusammenhang zwischen den relativen Investitionsgüterpreisen und der Produktivitätsentwicklung und der Wirtschaftsaktivität auch für die Schweizer Volkswirtschaft nachgewiesen wurde, sind die Ergebnisse zum Transmissionskanal weniger eindeutig. Da in der Literatur den Investitionen die zentrale Rolle zugeschrieben wird, wurde der Zusammenhang zwischen relativen Preisen und der Investitionsquote (Tabelle 5.5) sowie den Regulierungsindikatoren analysiert (Tabelle 5.6). Der zu erwartende negative Zusammenhang zeigt sich nur beim Deflator der Ausrüstungen ausser Fahrzeuge. In diesem wichtigen Bereich deutet der starke Rückgang der relativen Preise auf eine Abschwächung des Tempos des technischen Fortschritts hin. Dieser Zusammenhang wird im nächsten Abschnitt eingehender untersucht. Für alle anderen Indikatoren findet sich zwar ein statistisch signifikanter aber positiver Zusammenhang. Der Rückgang der relativen Investitionsgüterpreise geht also tendenziell mit einem Rückgang der Investitionsquote einher. Der gleiche Zusammenhang findet sich auch zwischen den meisten Indikatoren der Regulierungsintensität und der Investitionsquote. In diesen Bereichen scheinen andere als die in diesem Abschnitt im Zentrum stehenden Faktoren von Bedeutung zu sein.

Fazit

- Die empirischen Belege sprechen dafür, dass die relativen Preise zu der Abschwächung der Produktivitätsentwicklung beigetragen haben.
- Vor allem im Bereich Telekommunikation scheinen die Deregulierungsschritte der vergangenen Jahre zu einer Erhöhung der Produktivität beigetragen zu haben.
- Der Rückgang der relativen Preise steht in einem Zusammenhang mit tieferen Investitionen für Maschinen und Ausrüstungen (ohne Fahrzeuge). Diese deuten auf ein geringeres Tempo des technischen Fortschritts in diesem Bereich hin.

Tabelle 5.1: Zusammenhang zwischen relativen Investitionsgüterpreisen und der Produktivitätsentwicklung in der Schweiz

	PWT	OECD	PWT	OECD	PWT	OECD	PWT	OECD
Deflator der Bruttoanlageinvestitionen (t-1)	-0.734 *** (9.58)	-0.964 *** (10.68)						
Deflator der Fahrzeugausrüstung (t-1)			-2.115 *** (4.22)	-3.002 *** (3.45)				
Deflator der Ausrüstungen (ausser Fahrzeuge) (t-1)					-0.452 *** (21.54)	-0.548 *** (14.73)		
Deflator der Nicht-Wohnbauten (t-1)							1.407 *** (3.02)	1.673 *** (2.92)
Anpassungskoeffizient	-0.222 *** (3.43)	-0.184 *** (3.14)	-0.049 (0.55)	0.007 (0.12)	-0.846 *** (3.66)	-0.552 *** (2.74)	-0.020 (0.51)	-0.022 (0.62)
Adj. R ²	0.295749	0.313	-0.12	-0.14	0.379	0.2399	-0.118	-0.131
Beobachtungen	34	36	20	20	20	20	20	20

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '****' 0.01 '***' 0.05 '**' 0.1 '*' 1 '' 1

Tabelle 5.2: Zusammenhang zwischen den Regulierungsindikatoren der OECD und der Produktivitätsentwicklung in ausgewählten Branchen

	Privater Unternehmenssektor insgesamt		Energie	Post	Telekom	Transport		
Gesamtindex (ETCR)	-10.501*** (18.06)							
Zugang		-8.086*** (6.838)						
Öffentliche Unt		-	17.625*** (50.21)					
Marktstruktur			-9.738 *** (9.22)					
Elektrizität				5.032 (0.90)				
Post					47.836 *** (4.03)			
Telekom						-88.211 *** (9.55)		
Eisenbahn						-4.851 *** (10.04)		
Anpassungskoeffizient	-0.973 * (1.81)	-0.238 (1.02)	0.782 (0.31)	-0.465 (1.48)	-0.321 * (1.76)	0.053 ** (2.17)	-0.453 * (1.90)	-0.776 (0.74)
Adj. R ²	0.28	0.1299	-0.3307	0.14976	0.021	0.4767	0.2247	0.3597
Beobachtungen	13	13	12	13	13	12	13	13

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '****' 0.01 '***' 0.05 '**' 0.1 '*' 1 '' 1

Tabelle 5.3: Zusammenhang zwischen relativen Investitionsgüterpreisen und dem Bruttoinlandprodukt

	PWT	OECD	PWT	OECD	PWT	OECD	PWT	OECD
Deflator der Bruttoanlageinvestitionen (t-1)	-1.518 *** (5.25)	-1.823 *** (4.78)						
Deflator der Fahrzeug-ausrüstung (t-1)			-4.219 *** (3.62)	-4.427 *** (3.55)				
Deflator der Ausrüstungen (ausser Fahrzeuge) (t-1)					-0.900 *** (7.61)	-0.951 *** (7.84)		
Deflator der Nicht-Wohnbauten (t-1)							2.602 *** (3.74)	2.847 *** (3.73)
Anpassungskoeffizient	-0.031 (0.78)	-0.034 (1.07)	-0.033 (0.86)	-0.335 (0.85)	-0.198 ** (2.48)	-0.209 ** (2.52)	0.050 * (1.88)	0.050 * (1.89)
Adj. R ²	0.048	0.0645	0.0729	0.0829	0.198	0.21765	0.1062	0.115757
Beobachtungen	34	36	20	20	20	20	20	20

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '****' 0.01 '***' 0.05 '**' 0.1 '*' 1 '' 1

Tabelle 5.4: Zusammenhang zwischen den Regulierungsindikatoren der OECD und der Bruttowertschöpfung in ausgewählten Branchen

	Privater Unternehmenssektor insgesamt			Energie	Post	Telekom	Transport	
Gesamtindex (ETCR)	-20.277 *** (14.28)							
Zugang	-15.098 *** (11.10)							
Öffentliche Unt.	-39.289 *** (8.92)							
Marktstruktur				-9.663 *** (3.26)				
Elektrizität				0.654 (0.12)				
Post					2.007 *** (4.72)			
Telekom						-89.748 *** (15.41)		
Eisenbahn							-25.681 *** (3.53)	
Anpassungskoeffizient	-0.829 *** (2.72)	-0.467 ** (2.52)	-0.356 (1.46)	-0.137 (0.69)	-0.322 * (1.91)	-1.171 *** (2.74)	-0.371 *** (5.24)	-0.082 (0.38)
Adj. R ²	0.42126	0.34	0.13	-0.14555	0.1222	0.414	0.843	0.316
Beobachtungen	13	13	13	13	13	12	12	

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '****' 0.01 '***' 0.05 '**' 0.1 '*' 1 '' 1

Tabelle 5.5: Zusammenhang zwischen relativen Investitionsgüterpreisen und der Investitionsquote

	PWT	AMECO	PWT	AMECO	PWT	AMECO	PWT	AMECO
Deflator der Bruttoanlageinvestitionen (t-1)	1.451 *** (11.72)	0.764 *** (7.51)						
Deflator der Fahrzeug-ausrüstung (t-1)			1.931 *** (2.65)	0.975 *** (4.99)				
Deflator der Ausrüstungen (ausser Fahrzeuge) (t-1)					0.617 *** (4.59)	0.283 *** (6.37)		
Deflator der Nicht-Wohnbauten (t-1)							-0.565 (0.83)	-1.076 (3.62)
Anpassungskoeffizient	-0.480 *** (3.79)	-0.356 *** (2.94)	-0.424 *** (2.58)	-0.731 *** (4.62)	-0.578 *** (3.50)	-0.722 *** (5.99)	-0.328 ** (2.32)	-0.420 *** (6.16)
Adj. R ²	0.408	0.2469	0.2787	0.625	0.38157	0.696	0.23785	0.73464
Beobachtungen	34	36	20	20	20	20	19	20

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '****' 0.01 '***' 0.05 '**' 0.1 '*' 1

Tabelle 5.6: Zusammenhang zwischen den Regulierungsindikatoren der OECD und der Investitionsquote

	PWT	AMECO	PWT	AMECO	PWT	AMECO	PWT	AMECO
Gesamtindex (ETCR)	0.133 *** (4.81)	0.068 *** (3.26)						
Zugang			0.068 *** (2.77)	0.035 *** (2.74)				
Öffentliche Unt.					0.327 *** (2.95)	0.207 ** (2.34)		
Marktstruktur							0.100 *** (6.37)	0.049 *** (3.75)
Anpassungskoeffizient	-0.118 (0.86)	-0.236 ** (2.21)	-0.070 (0.59)	-0.210 ** (1.98)	-0.029 (0.28)	-0.164 * (1.85)	-0.192 (1.26)	-0.264 ** (2.38)
Adj. R ²	0.12896	0.168	0.2117	0.135976	0.1176	0.123799	0.1455	0.1898
Beobachtungen	34	36	34	36	34	36	34	36

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '****' 0.01 '***' 0.05 '**' 0.1 '*' 1

6 Zusammenhang zwischen der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit, den Innovationen sowie der Produktivitätsentwicklung

Eine zentrale Bestimmungsgrösse der Produktivitätsentwicklung ist der technische Fortschritt. Dementsprechend wird den FuE-Aktivitäten einer Volkswirtschaft auch eine Schlüsselrolle für das Wirtschaftswachstum zugeschrieben (z.B. Mc Morrow und Röger 2009). Da sich ein bedeutender Teil des technischen Fortschritts in Qualitätsverbesserungen von Investitionsgütern manifestiert, sind Investitionen auch ein wichtiger Kanal für die Verbreitung des technischen Fortschritts. Die rückläufige Investitionsquote könnte also auch deshalb die Produktivitätsentwicklung dämpfen, weil der technische Fortschritt nicht umfassend genutzt wird. Darüber hinaus gibt es Anzeichen, dass sich der technische Fortschritt verlangsamt hat, so dass die Produktivitätsfortschritte durch neue Investitionsgüter geringer geworden sind. Eine Ursache dafür könnte sein, dass weniger in FuE-Aktivitäten investiert wird. Es könnte aber auch sein, dass es durch den hohen Wissensstand immer aufwendiger wird, Innovationen zu generieren. Allerdings belegt die Schweiz im „Global Innovation Index 2015“ seit 2011 den ersten Platz und gehört damit zusammen mit Grossbritannien, Schweden, den Niederlanden und den USA zu den innovativsten Volkswirtschaften weltweit. Zudem tragen die hohen FuE-Ausgaben massgeblich dazu bei, dass die Schweiz weltweit die höchste Anzahl an Patentanmeldungen pro Kopf aufweist (Schwab 2014 und Guellec 2006).

Eine der zentralen Fragen im Rahmen dieses Projektes ist daher, warum in der Schweiz aus der starken Position bei der Innovationsleistung kein stärkeres Produktivitätswachstum erzeugt wird. Um eine empirische Erklärung zur Verlangsamung des Produktivitätswachstums abzuleiten, werden dazu im Folgenden verschiedene Aspekte des Innovationsprozesses genauer betrachtet. Da die FuE-Aktivitäten recht komplexe Prozesse darstellen, die sich nicht vollständig durch einzelne Indikatoren abbilden lassen, werden in der Regel Input- und Outputindikatoren betrachtet. In empirischen Studien, die den Zusammenhang zwischen der Innovationstätigkeit und der Produktivitätsentwicklung untersuchen, werden oft die FuE-Ausgaben als Inputvariable herangezogen. Die Verwendung der FuE-Ausgaben hat den Vorteil, dass diese in vergleichbaren Einheiten gemessen werden. Zudem stellen die FuE-Aufwendungen eine Entscheidungsvariable der Firmen bzw. Branchen über die jeweiligen angemessenen Niveaus der Innovationstätigkeit dar. Ein Nachteil der FuE-Ausgaben ist, dass sie nur ein Input zum Innovationsprozess darstellt und deswegen mit dem daraus resultierenden Innovationsoutput nicht deckungsgleich ist.

Übliche Outputvariablen sind die Produkt- und Prozessinnovationen sowie die Patente. Der Nachteil dieser Innovationsoutput-Grössen liegt aber darin, dass z.B. nicht alle Patente den identischen Wert und die wirtschaftliche Bedeutung der Innovation widerspiegeln und somit schwer miteinander zu vergleichen sind. Darüber hinaus dürfte der empirische Zusammenhang zwischen dem Innovationsinput (gemessen an FuE-Aufwendungen) bzw. Innovationsoutput (i.e. Produkt- und Prozessinnovationen sowie Patente) und der Arbeitsproduktivität dadurch beeinflusst werden, dass die FuE-Aufwendungen während der Input-Phase des Innovationsprozesses unter der Kontrolle des Unternehmens stehen, während der Innovationsoutput nicht nur von den Inputfaktoren abhängt, sondern auch zum grossen Teil zufallsgetrieben wird.²⁰

Um einen ersten Eindruck von den Zusammenhängen in der Schweiz zu bekommen, sind in der Abbildung 6.1 die FuE-Aufwendungen und die Innovationen von 1999 bis 2012 dargestellt. Es zeigt sich ein positiver Zusammenhang zwischen beiden Grössen, wobei der Rückgang zunächst bei den FuE-Aufwendungen und dann bei den Innovationen einsetzt. Da es sich jeweils um vier Datenpunkte handelt, kann man kaum auf einen generellen Zusammenhang schliessen. Betrachtet man die Innovationen zusammen mit dem Wirtschaftswachstum (Abbildung 6.2), dann zeigt sich auch hier ein

²⁰ Eine umfangreiche Literaturübersicht zu diesem Thema ist in Hall et al. (2010) und Hall (2011) zu finden.

positiver Zusammenhang, wobei keine der Reihen einen deutlichen Vorlauf aufweist. Da viele empirische Studien darauf hindeuten, dass Innovationen viele Jahre brauchen bis sie ihre Effekte auf die Produktivität und damit das Wirtschaftswachstum voll entfalten, müssen hier auch andere Kräfte am Werk sein. Dennoch kann eine vertiefte deskriptive Analyse weitere Einblicke über die Zusammenhänge zwischen diesen Grössen liefern.

In den folgenden Abschnitten werden zunächst die Zusammenhänge zwischen dem Innovationsinput – gemessen an FuE-Aufwendungen – und der Produktivitätsentwicklung für die Schweiz empirisch untersucht. Anschliessend erfolgt die empirische Analyse des Zusammenhangs zwischen der zweiten Stufe des Innovationsprozesses – dem Innovationsoutput – und dem Produktivitätswachstum.

6.1 Datengrundlagen und empirischer Ansatz

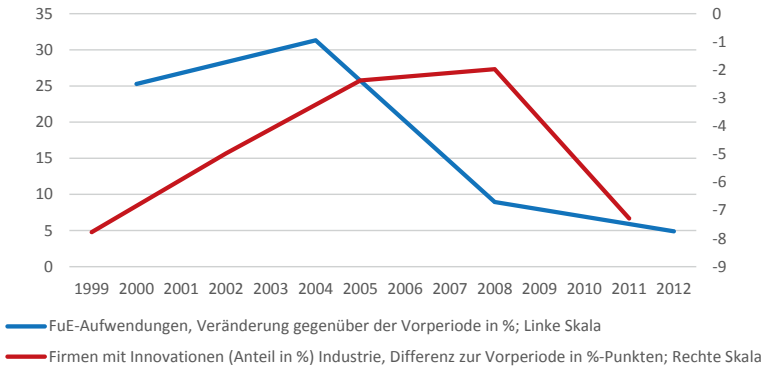
Für die Operationalisierung der FuE-Tätigkeit stehen verschiedene Masse zur Verfügung. Das Schweizer Bundesamt für Statistik (BFS) stellt die Angaben für die FuE-Aufwendungen der Privatwirtschaft und Arbeitsproduktivität²¹ nach Wirtschaftszweig zur Verfügung. Die Daten zu den FuE-Aufwendungen in der Privatwirtschaft stammen aus einer durch das BFS fragebogengestützten Erhebung bei den Privatunternehmen, die in der Schweiz aktiv Forschung und Entwicklung betreiben. Die Fragen betreffen die finanziellen und personellen Mittel, welche die Unternehmen für FuE einsetzen. Diese Erhebung wird alle vier Jahre durchgeführt. Für die Untersuchung des Transmissionsprozesses von der FuE-Tätigkeit zum Produktivitätswachstum werden zusätzlich Daten zum Innovationsoutput und Patenten, die ebenfalls nach Sektoren und Innovationstypen (Prozess- und Produktinnovationen) gegliedert sind, aus den Erhebungen der Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich (KOF) im Auftrag des SECO verwendet. Da jedoch die sektorale Gliederung der beiden Datensätze nicht deckungsgleich ist, wurden Anpassungen vorgenommen, um sektorale Kompatibilität zu erreichen. So wird die feinere sektorale Gliederung der Arbeitsproduktivität der Struktur der FuE-Aufwendungen der Privatwirtschaft (BFS 2014, S. 13), und den Innovationsstatistiken (Arvanitis et al. 2014, S. 19-20) angepasst.²²

Zudem soll in dieser Analyse zwischen zwei verschiedenen Dimensionen der FuE-Aufwendungen – Forschungsart und Finanzierungsquelle – unterschieden werden. Dabei lassen sich die FuE-Tätigkeiten in drei Forschungsarten gliedern: Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung. Das BFS definiert (Volkswirtschaft 2014) die Grundlagenforschung als experimentelle und theoretische Arbeit, die in erster Linie auf die Gewinnung neuer Erkenntnisse gerichtet ist, ohne auf eine besondere Anwendung oder Verwendung abzielen. Die angewandte Forschung baut dagegen auf bestehendem Wissen auf und verfolgt im Voraus festgelegte Ziele oder ist auf die Lösung bestimmter Probleme gerichtet. Die experimentelle Entwicklung basiert ebenfalls auf bestehendem Wissen mit dem Unterschied, dass sie als Ziel die Gewinnung von neuen Erkenntnissen in dem jeweiligen Forschungsfeld gerichtet ist.

²¹ Das BFS berechnet die Arbeitsproduktivität auf Branchenebene als Verhältnis von Bruttowertschöpfung zu eingesetzten Vollzeitäquivalenten.

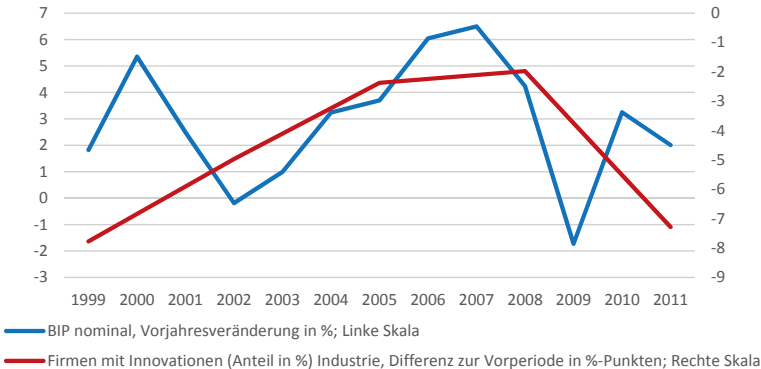
²² Danach ergeben sich für die empirische Analyse des Zusammenhangs zwischen FuE-Tätigkeit und Produktivität die nach acht Branchen differenzierten Statistiken: Nahrungsmittel, Chemie, Pharma, Metall, Maschinen, Hochtechnologieinstrumente und IKT – Herstellung, IKT – Dienstleistungen, Forschung und Entwicklung. Für die im Kapitel 6.3 durchgeführte empirische Untersuchung wurden die Datensätze in fünf Wirtschaftszweige gegliedert: Nahrungsmittel, Chemie, Metall, Maschinen, Informatikdienste und Forschung und Entwicklung.

Abbildung 6.1: Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen und Innovationen



Datenquelle: Bundesamt für Statistik (BFS), Schweiz und KOF Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich.

Abbildung 6.2: Entwicklung des BIP und des Innovationsoutputs in der Schweiz



Datenquelle: Bundesamt für Statistik (BFS), Schweiz und KOF Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich.

Einen genaueren Blick auf die Finanzierung der FuE-Tätigkeit liefert die Untergliederung der Ausgaben für FuE nach deren Quellen. So wird zwischen der durch die Unternehmen selbst, die anderen Privatunternehmen in der Schweiz, den öffentlichen Sektor, die anderen Organisationen in der Schweiz und durch das Ausland finanzierten FuE-Tätigkeit unterschieden.

Die Daten zu den Innovationsaktivitäten der Schweizer Wirtschaft werden von der KOF auf Basis einer schriftlichen Umfrage des KOF-Unternehmenspanels zur Verfügung gestellt. Die hier verwen-

deten Innovationsindikatoren spiegeln den Output des Innovationsprozesses wider, nämlich: Produkt- und Prozessinnovationen sowie Patentanmeldungen. Die so gewonnenen Daten messen den Anteil der Firmen mit solchen Aktivitäten (in Prozent) eines bestimmten Aggregats (hier Industrie).²³ Angesichts der Komplexität der Innovationsprozesse wurden von OECD in Kooperation mit Eurostat (2005) im sogenannten Oslo Manual für die Innovationstypen – Prozess-, Produkt-, Organisations- und Marketinginnovationen²⁴ – operative Definitionen als Grundlage für solche Umfragen entwickelt. Laut einer weit gefassten Definition stellt die Innovation eine praktische Umsetzung des neuen oder signifikant verbesserten Produktes (Gutes oder Dienstleistung), Prozesses, einer neuen Organisations- oder Marketing-Methode dar. Nach der Mindestanforderung an die Innovation umfasst diese die Produkte, Prozesse sowie die Organisations- oder Marketing-Methoden, die das jeweilige Unternehmen als erstes entwickelt bzw. implementiert hat. Des Weiteren stellt die Produktinnovation die Einführung eines neuen oder signifikant verbesserten Gutes oder Dienstleistung dar. Dabei beziehen sich diese Verbesserungen oder Neuheiten auf die Eigenschaften dieser Produkte oder deren Neuheit im Hinblick auf die Nutzungsart. Eine Prozessinnovation ist die Umsetzung einer neuen oder signifikant verbesserten Produktions- oder Auslieferungsmethode. Dies setzt voraus, dass dabei neue oder signifikant verbesserte Verfahren, Ausrüstungen und/oder Software eingesetzt werden. Ein Patent ist ein gewerblicher Rechtstitel, der dem Patentinhaber das ausschliessliche Recht auf die gewerbliche Nutzung seiner Erfindung für ein begrenztes Gebiet und eine Laufzeit von höchstens 20 Jahren gewährt. Damit soll die Nachmachung, Doppelerfindung und die nicht genehmigte Nutzung der Erfindung durch andere Personen verhindert werden. Die Patentierbarkeit setzt Neuheit, Erfindungsgehalt und gewerbliche Anwendbarkeit der zu schützenden Erfindung voraus (Die Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2009 und OECD 2009).

Allerdings wird in der Studie von Hall (2011) betont, dass die von der OECD im Oslo Manual (2005) eingeführte Definition des Innovationsoutputs den Aspekt der „Neuheit“ nicht eindeutig genug definiert. So können die neuen Produkte eine Neuheit für die jeweilige Firma, aber nicht jedoch für das jeweilige Marktsegment darstellen und damit eher dem Konzept einer Nachbildung entsprechen. Es zeigt sich, dass analog zum Problem bei den Angaben zu den Patenten, auch bei der Messung der Produkt- und Prozessinnovationen zwischen einer bahnbrechenden Innovation und einem „Imitat“ nicht trennscharf unterschieden werden kann. Diese Aspekte sind für die statistische Auswertung und der daraus resultierenden Inferenz von grosser Relevanz, da verschiedene Innovationsarten auch über unterschiedliche Zeiträume ihre Wirkung entfalten. Für die Schweiz lässt sich allerdings anhand der Umfrageergebnisse zum Umsatzanteil von für die jeweilige Unternehmung bzw. für den Hauptabsatzmarkt neuen Produkten die Bedeutung und damit die Wirkungsintensität der Innovation ableiten. Da aber lediglich jeweils nur drei Beobachtungen vorliegen, können diese für eine aussagekräftige ökonomische Auswertung nicht verwendet werden.

Darüber hinaus wurde in der empirischen Analyse auch der Tatsache Rechnung getragen, dass die hier verwendeten FuE-Aufwendungen in der Schweizer Privatwirtschaft mit einer vierjährigen und Innovationsoutput mit einer dreijährigen Periodizität vorliegen. Demzufolge wurden die entsprechenden Paneldatensätze um die log-linear interpolierten Daten ergänzt. Um eine höhere Belastbarkeit der auf Grundlage dieser Datensätze gewonnenen empirischen Erkenntnisse zu erreichen, wurden zwei sich ergänzende Modelle geschätzt. Zum einen ermöglicht das Fixed-Effects (FE) Modell eine konsistente Schätzung der hier zu untersuchenden Zusammenhänge unter Berücksichtigung der unbeobachteten Heterogenität zwischen den Branchen. Dabei wird sowohl die Variation über die Branchen als auch über die Zeit genutzt, um die Wirkung der Schwankungen der erklärenden Variablen auf die zu erklärende zu bestimmen (Cameron und Trivedi 2005, Croissant und Millo

²³ Die ausführliche Darstellung der Gewichtung der Antworten ist in Arvanitis et al. 2014, Seite 27 zu finden.

²⁴ In dieser Studie werden nur die Indikatoren zu den Produkt- und Prozessinnovationen verwendet, da die Erhebung der Daten zu den Organisations- und Marketinginnovationen erstmals in der Untersuchungsperiode 2010-2012 erfolgte (Arvanitis et al. 2014).

2008). Zum anderen werden mit Hilfe eines Fixed-Effects Hidden Markov Modells (FE-HMM) die grösseren Schwankungen in den Daten während der Phase einer instabilen konjunkturellen Entwicklung, die die Schweiz zwischen 2008 und 2012 erlebte (BFS 2014), berücksichtigt. Die möglichen Verzerrungen der Ergebnisse, die diese grossen Schwankungen, insbesondere bei den FuE-Aufwendungen der Privatwirtschaft, induzieren könnten, werden unter Anwendung eines Bayesianischen Ansatzes beachtet (Park 2012). Dieses Verfahren ist auch bei einer geringen Zahl von Beobachtungen anwendbar. Das FE-HMM Schätzverfahren liefert anstatt eines Punktschätzers (d.h. eines konkreten und sich aus der vorliegenden Stichprobe ergebenden Parameters) eine Wahrscheinlichkeitsverteilung über die möglichen Werte des zu schätzenden Koeffizienten (Zucchini und MacDonald 2009). In den folgenden Tabellen werden die Werte ausgewiesen, die in der Mitte der Wahrscheinlichkeitsverteilung liegen.

6.2 Empirische Untersuchung des Zusammenhangs zwischen FuE-Tätigkeit und Produktivität

Für die Schweiz ergibt sich für die FuE-Aufwendungen und die Produktivitätsentwicklung ein positiver Zusammenhang, wenn man die Abbildungen 6.1 und 6.2 zusammen betrachtet. Dies steht im Einklang mit einer Vielzahl empirischer Studien, die für unterschiedliche Länder auf der Branchen- und der Firmenebene durchgeführt wurden (Tabelle 6.1). Die Verlangsamung des Wachstums der FuE-Aufwendungen könnte also in den vergangenen Jahren über den Innovationskanal auf die Entwicklung der Arbeitsproduktivität dämpfend gewirkt haben. Dieser Zusammenhang wird in diesem Abschnitt eingehender untersucht. Dabei werden die FuE-Aufwendungen nach Forschungsart und Finanzierungsquelle differenziert betrachtet.

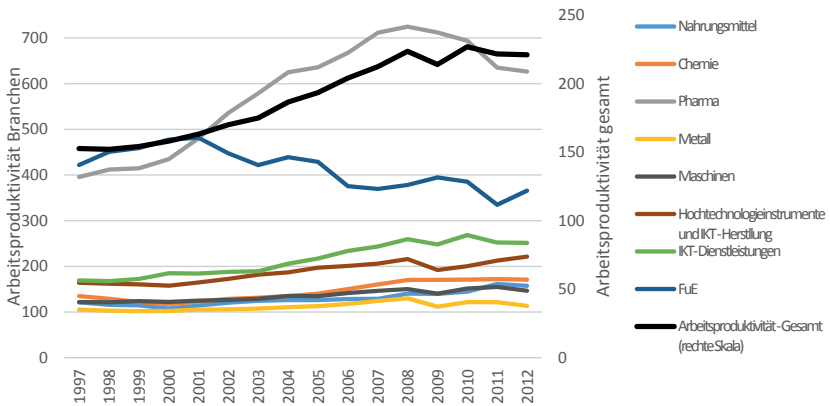
Tabelle 6.1: Elastizitäten von privaten FuE Ausgaben auf die Produktivität

Studie	FuE Elastizität	Stichprobe	
Minasian (1969)	0.08	17 US Unternehmen	1948 bis 1957
Griliches (1980)	0.08	883 US Unternehmen	1957 bis 1965
Cuneo und Mairesse (1984)	0.05	182 französische Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes	1972 bis 1977
Subsample 1	0.14	98 Unternehmen im Forschungssektor	
Subsample 2	0.03	84 Unternehmen im Nicht-Forschungssektor	
Griliches und Lichtenberg (1984)	-0.04	27 US Branchen des Verarbeitenden Gewerbes	1959 bis 1976
Griliches und Mairesse (1984)	0.09	133 US Unternehmen	1966 bis 1977
Griliches (1986)	0.12	652 US Unternehmen	1966 bis 1977
Jaffe (1986)	0.1	432 US Unternehmen	1973 bis 1979
Bernstein (1988)	0.12	7 kanadische Branchen des Verarbeitenden Gewerbes	1980 bis 1987
Hall und Mairesse (1995)	0 bis 0.07	197 französische Unternehmen	1980 bis 1987
Verspagen (1995)	-0.02 bis 0.17	14 Branchen in 11 OECD Ländern	1973 bis 1988

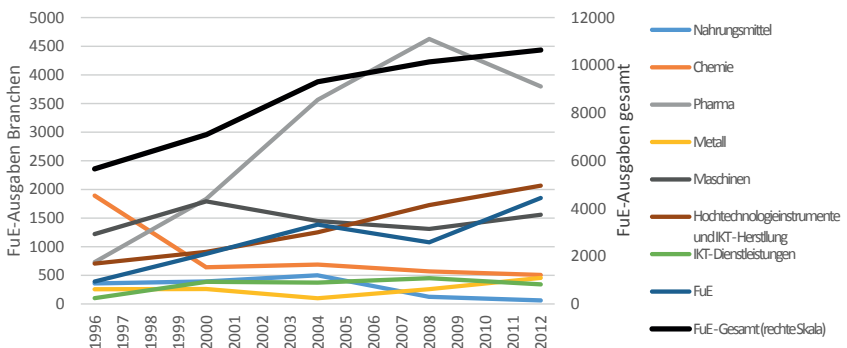
Quelle: CBO (2005).

Abbildung 6.3: Entwicklung der Arbeitsproduktivität und der FuE-Aufwendungen in der Schweiz nach ausgewählten Branchen

a)



b)



Datenquelle: Bundesamt für Statistik (BFS), Schweiz.

Die empirische Analyse wird auf der Branchenebene durchgeführt. Dabei wird berücksichtigt, dass die Entwicklung in den Branchen recht unterschiedlich ist (Abbildung 6.3). Diese Heterogenität ist insbesondere zwischen 2008 und 2012 deutlich ausgeprägt. So haben die Branchen Chemie und vor allem Pharma ihre FuE-Aufwendungen sehr stark reduziert, während andere Branchen wie etwa Hochtechnologieinstrumente oder Metall ihre FuE-Ausgaben erhöhten. Diese Trends in den jeweiligen FuE-Tätigkeiten spiegeln sich in der Arbeitsproduktivität dieser Branchen wider. So ist die Arbeitsproduktivität in der Pharma-Branche, die mit einem Anteil an den gesamten FuE-Ausgaben 2012 von über 35% nach wie vor dominant blieb, in den letzten Jahren sehr kräftig zurückgegangen.

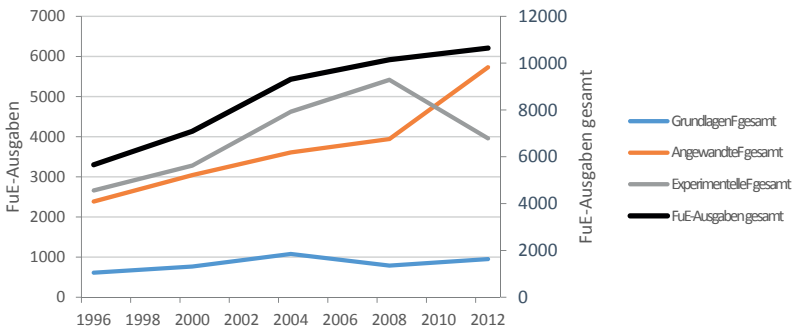
Dagegen hat der Wirtschaftszweig Forschung und Entwicklung²⁵, der in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen hat, durch eine merkliche Intensivierung der FuE-Ausgaben seine Arbeitsproduktivität kräftig gesteigert.

Forschungsart als Dimension der empirischen Analyse

FuE-Aktivitäten weisen einen sehr unterschiedlichen Anwendungsbezug auf. Während die angewandte Forschung oft mit dem Ziel der Produktinnovationen einhergeht, ist die Grundlagenforschung nicht mit dem direkten Ziel verbunden, Innovationen zu generieren, die vermarktet werden können. Dem entsprechend ist zu erwarten, dass der Zusammenhang der Forschungsarten mit der Produktivitätsentwicklung unterschiedlich ist. Da ein stärkerer Zusammenhang für die angewandte und die experimentelle Forschung und der Produktivitätsentwicklung vermutet werden kann, ist es von Bedeutung, dass die Aufwendungen der Privatwirtschaft für diese Arten deutlich höher sind als für die Grundlagenforschung (Abbildung 6.4). Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich die Grundlagenforschung nicht auf die Entwicklung neuer oder signifikant verbesserter Produkte orientiert. Damit spielt sie für die Privatwirtschaft, die als Hauptmotivation für ihre FuE-Investitionen die Erschliessung neuer Markt- oder Kundensegmente hat, eine untergeordnete Rolle. Diese Überlegung wird auch dadurch untermauert, dass die daraus resultierenden kommerziellen Erträge aus der Grundlagenforschung wesentlich niedriger sind als die aus den beiden anderen Kategorien (Hall et al. 2010).

Abbildung 6.4 zeigt ebenfalls, dass sich die FuE-Ausgaben der Privatwirtschaft, gegliedert nach Forschungsart, in den letzten sechs Jahren nach der Finanzkrise sehr heterogen entwickelt haben. Dabei sind insbesondere die gegenläufigen Trends bei den Aufwendungen für die angewandte und experimentelle Forschung auffällig. Dagegen bewegen sich die Ausgaben für die Grundlagenforschung im gesamten Zeitraum relativ unverändert auf dem niedrigen Niveau.

Abbildung 6.4: Entwicklung der FuE-Aufwendungen nach Forschungsart



Datenquelle: Bundesamt für Statistik (BFS), Schweiz. Zeitraum: 1996 bis 2012; In Millionen Franken zu laufenden Preisen.

²⁵ BFS definiert diesen als Forschungszentren gewisser Unternehmensgruppen, in denen die sämtlichen Forschungstätigkeiten ihrer gesamten Konzerneinheit zentralisiert werden, i.e. Corporate R&D Units. Diese gehören jedoch oft nicht dem gleichen Wirtschaftszweig an wie die Unternehmen, für die sie FuE durchführen und werden in der Regel der Branche Forschung und Entwicklung zugewiesen, was den raschen Anstieg der FuE-Aufwendungen in diesem Zweig erklärt (BFS 2014, S. 5).

Tabelle 6.2: Empirischer Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen und Arbeitsproduktivität

Abhängige Variable: Arbeitsproduktivität				
Spezifikation der erklärenden Variablen	(1)	(2)	(3)	(4)
	Kontemporär	Kontemporär	Um eine Periode verzögert	Um eine Periode verzögert
Ergebnisse des Modells	FE-OLS	HMM (50%-Quantil)	FE-OLS	HMM (50%-Quantil)
FuE-Aufwendungen (Insgesamt, Privatwirtschaft)	0.064 *** (2.83)	0.058	0.042 (1.60)	0.007
Dimension der FuE-Aufwendungen: Forschungsart				
Grundlagenforschung	0.003 (0.19)	-0.015	-0.010 (0.71)	-0.021
Angewandte Forschung	0.062 *** (3.32)	0.023	0.041 ** (1.98)	0.014
Experimentelle Entwicklung	0.070 *** (3.02)	0.059	0.059 ** (2.13)	0.036
Dimension der FuE-Aufwendungen: Finanzierungsquelle				
Unternehmen selbst	0.065 *** (2.64)	0.059	0.050 ** (2.04)	0.030
Andere Privatunternehmen in der Schweiz	-0.001 (0.12)	-0.002	0.000 (0.00)	-0.001
Öffentlicher Sektor	0.013 *** (3.03)	0.006	0.012 *** (2.91)	0.012
Andere Organisationen in der Schweiz	0.008 *** (2.70)	0.009	0.011 *** (3.82)	0.009
Ausland	0.020 *** (3.76)	0.015	0.021 *** (4.01)	0.017
N	136	136	128	128

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 **** 0.01 *** 0.05 ** 0.1 * 1. Acht Branchen: Nahrungsmittel, Chemie, Pharma, Metall, Maschinen, Hochtechnologieinstrumente und IKT – Herstellung, IKT – Dienstleistungen, Forschung und Entwicklung.

Der Zusammenhang zwischen den Ausgaben für die drei Forschungsarten und der Produktivitätsentwicklung wurde für die Jahre 1996 bis 2012 empirisch überprüft. Im Einklang mit anderen Studien wurde aufgrund der Kürze der verfügbaren Zeitreihen nur der kontemporäre und der um eine Periode verzögerte Zusammenhang geschätzt (Hall et al. 2010). Die Ergebnisse in der Tabelle 6.2 zeigen zunächst einen positiven Zusammenhang zwischen den FuE-Aufwendungen und der Produktivität. Ein Anstieg der FuE-Aufwendungen um zehn Prozentpunkte geht mit einem Anstieg der Arbeitsproduktivität um 0,6 Prozentpunkte einher. Die Grössenordnung des Koeffizienten ist mit der aus anderen Studien vergleichbar (Tabelle 6.1). Darüber hinaus zeigt sich, dass die Mehrausgaben für die angewandte Forschung und insbesondere für die experimentelle Entwicklung einen signifikant positiven Zusammenhang mit der Arbeitsproduktivität aufweisen. Dagegen sind die kontemporären und die um eine Periode verzögerten Koeffizienten der Mehrausgaben für die Grundlagenforschung statistisch nicht signifikant.

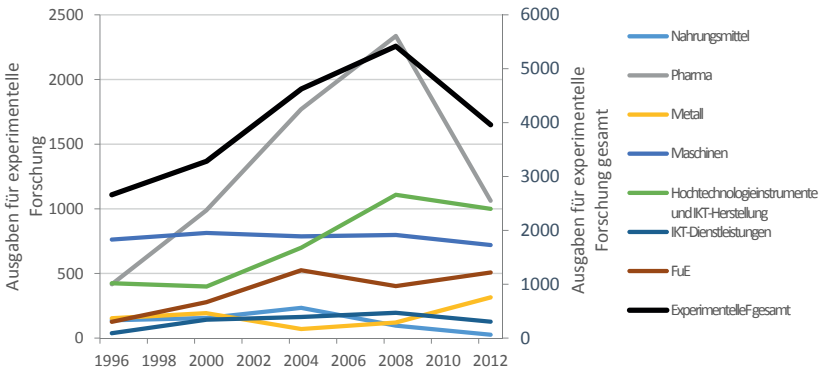
Dass die angewandten und experimentellen Forschungsarten für die Produktivitätsentwicklung in der Schweiz eine überaus wichtige Rolle spielen, mag daran liegen, dass in einer wissens- und innovationsbasierten Volkswirtschaft ein höheres Produktivitätswachstum nur dann erreicht werden kann, wenn die Branchen, die weltweit eine Vorreiterposition einnehmen, ihre Führungsposition

kontinuierlich unter Beweis stellen. Es lässt sich somit vermuten, dass diese Forschungsarten relativ kurzfristig Innovationsoutput generieren, da sie als Ziel die praktische Anwendung der neu gewonnenen wissenschaftlichen Erkenntnisse haben. Demgegenüber erscheint die Grundlagenforschung, die keine anwendungsspezifischen Ziele verfolgt und dadurch direkt weniger rentabel ist, für die FuE-Investitionen der Privatwirtschaft weniger attraktiv. Darüber hinaus ist die Unsicherheit in Bezug auf den Innovationserfolg, der aus einer eher theoretischen Ausrichtung der Grundlagenforschung resultiert, relativ hoch. In der Studie von Leonard (1971) wurde dokumentiert, dass sich die ersten signifikanten Effekte der Investitionen in die Grundlagenforschung erst nach fünf Jahren zeigen, während diese für die angewandte und experimentelle Forschung bereits ab dem zweiten Jahr zu erwarten sind. Dementsprechend reicht die hier verwendete Lag-Struktur für diese Forschungsarten nicht aus, um die dynamischen Zusammenhänge vollständig zu erfassen.

Insgesamt legt die Analyse aber den Schluss nahe, dass der merkliche Rückgang der FuE-Aufwendungen für die experimentelle Forschung mit beobachteter Abschwächung in der Entwicklung der Arbeitsproduktivität in Zusammenhang steht. Der gleichzeitig zu beobachtende Anstieg der Ausgaben für die angewandte Forschung war anscheinend nicht kräftig genug, um den Rückgang bei der experimentellen Forschung auszugleichen, der in den Jahren nach der Grossen Rezession zu beobachten war. Dies legt die Vermutung nahe, dass diese Investitionszurückhaltung im Wesentlichen auf die gestiegene Unsicherheit bezüglich der langfristigen Geschäftsentwicklung zurückzuführen ist. So ist die experimentelle Forschungsaktivität mit hohen Kosten verbunden, wie etwa die Anschaffung teurer Ausrüstungen und spezieller Testgeräte sowie Sonderwerkstoffe, die üblicherweise mit hohen Abschreibungsraten verbunden sind (Leonard 1971). Dies dürfte zu eher kurzfristig orientierten Ausgaben für die angewandte Forschung angeregt haben.

Betrachtet man die Entwicklung der Ausgaben für die experimentelle Forschung nach Branchen differenziert (Abbildung 6.5), so zeigt sich, dass vor allem die Pharmabranche, aber auch die Hochtechnologieinstrumente und die IKT-Herstellung²⁶ für diesen Rückgang eine bedeutende Rolle gespielt haben.

Abbildung 6.5: Entwicklung der Ausgaben für experimentelle Forschung nach Branchen



Datenquelle: Bundesamt für Statistik (BFS), Schweiz. **Zeitraum:** 1996 bis 2012; In Millionen Franken zu laufenden Preisen.

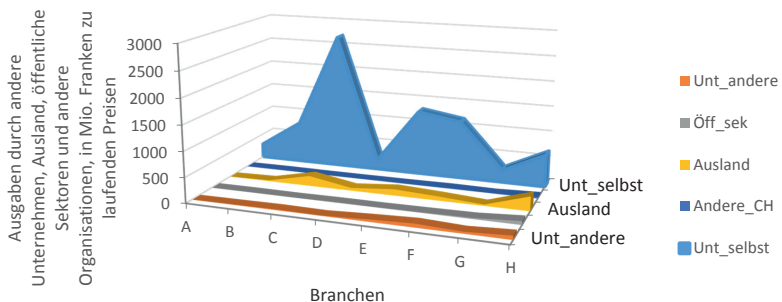
²⁶ IKT: Informations- und Kommunikationstechnologien.

Finanzierungsquelle als Dimension der empirischen Analyse

Schliesslich dürfte es für den Zusammenhang der FuE-Aktivitäten und der Produktivitätsentwicklung nicht unerheblich sein, aus welchen Quellen die Finanzierung erfolgt. Da Unternehmen vor allem ein Interesse daran haben, aus ihren FuE-Aktivitäten marktfähige Produkte zu erzielen, sind bei unternehmensfinanzierten Aktivitäten auch hohe Produktivitätseffekte zu erwarten. Dagegen werden Projekte der Grundlagenforschung eher durchgeführt, wenn sie zumindest teilweise aus öffentlichen Mitteln finanziert werden. Darüber hinaus fliessen die öffentlichen Mittel überwiegend in die FuE-Tätigkeit des Dienstleistungssektors, in dem der Innovationsoutput schwerer als im Produzierenden Gewerbe gemessen werden kann. Allgemein zeigen empirische Studien, dass die FuE-Aufwendungen der Privatwirtschaft eine höhere Rentabilität sichern als die aus den öffentlichen Mitteln finanzierten FuE-Aktivitäten (Hall et al. 2010). Diese Überlegungen lassen erwarten, dass Eigenfinanzierung mit höheren Produktivitätszuwächsen einhergeht als Fremdfinanzierung, insbesondere öffentliche Finanzierung.

Was das Volumen der verschiedenen Finanzierungsquellen angeht, zeigt Abbildung 6.6, dass die interne Finanzierung die Hauptfinanzierungsquelle der FuE-Tätigkeit in der Privatwirtschaft während des gesamten Beobachtungszeitraumes darstellte. So wurde insbesondere in der Pharmabranche die FuE-Tätigkeit durch Eigenmittel gedeckt. Allerdings hat im Lauf der Zeit auch die Auslandsfinanzierung der FuE-Aktivitäten deutlich an Bedeutung gewonnen.²⁷ Auch hier machte sich die herausragende Position der Pharmabranche, gefolgt von den Sektoren FuE und Maschinenbau, bemerkbar. Die anderen externen Finanzierungsquellen, wie die anderen Privatunternehmen oder der öffentliche Sektor, spielten im Durchschnitt des Beobachtungszeitraumes eine untergeordnete Rolle. Darüber hinaus ist die öffentliche Finanzierung der FuE in der Privatwirtschaft zuletzt sogar merklich zurückgegangen.

Abbildung 6.6: Heterogenität der Finanzierung der FuE-Tätigkeit über Branchen (Durchschnitt 1996-2012)



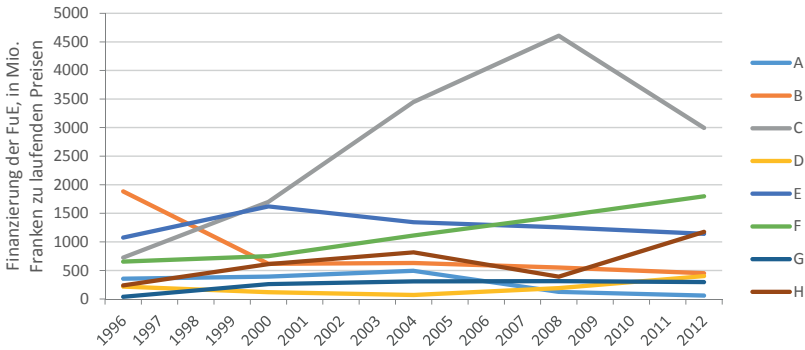
²⁷ Die ausländischen Finanzierungsquellen beziehen sich auf die Mittel aus dem Verkauf von FuE-Leistungen durch Unternehmen mit Sitz in der Schweiz an solche, die im Ausland sind. So wird hier die FuE-Tätigkeit berücksichtigt, die auf der Grundlage eines Mandats eines ausländischen Auftraggebers durchgeführt wird. Der merkbare Anstieg des durch das Ausland finanzierten Anteils der FuE wird als Phänomen der Internationalisierung der FuE bezeichnet (BFS 2014, S. 25-27).

Datenquelle: Bundesamt für Statistik (BFS), Schweiz. Legende (Branchen): A: Nahrungsmittel, B: Chemie, C: Pharma, D: Metall, E: Maschinen, F: Hochtechnologieinstrumente & IKT – Herstellung, G: IKT – Dienstleistungen, H: Forschung und Entwicklung.

Diese Zusammenhänge werden durch die Ergebnisse in Tabelle 6.2 bestätigt. Es zeigt sich, dass die durch Unternehmen selbst finanzierten FuE-Aktivitäten den stärksten Zusammenhang mit der Produktivitätsentwicklung aufweisen. Dabei ist der kontemporäre Koeffizient sogar grösser als der um ein Jahr verzögerte. Die Auslandsfinanzierung der FuE-Tätigkeit wirkt dagegen auch verzögert gleich stark auf den Anstieg der Arbeitsproduktivität. Darüber hinaus weisen auch die öffentlich finanzierten FuE-Aktivitäten einen signifikant positiven Zusammenhang mit der Produktivitätsentwicklung auf. Der Koeffizient ist aber deutlich geringer.

Schaut man sich die von Unternehmen selbst finanzierten FuE-Aktivitäten nach Branchen differenziert an, so zeigt sich, dass insbesondere die forschungsintensive Pharmabranche ihre Ausgaben seit 2008 deutlich reduziert hat (Abbildung 6.7). Auch in anderen Bereichen, wie dem Maschinenbau, wurden die Mittel merklich reduziert. Dagegen wurde in den Bereichen Hochtechnologieinstrumente und IKT die selbstfinanzierte FuE-Tätigkeit ständig erhöht. Allerdings ist das Volumen der entsprechenden FuE-Aufwendungen nicht so hoch, dass hierdurch der Rückgang in den anderen Branchen kompensiert werden könnte.

Abbildung 6.7: Entwicklung der durch das Unternehmen selbst finanzierten FuE-Tätigkeit über Branchen



Datenquelle: Bundesamt für Statistik (BFS), Schweiz. Legende: A: Nahrungsmittel, B: Chemie, C: Pharma, D: Metall, E: Maschinen, F: Hochtechnologieinstrumente & IKT – Herstellung, G: IKT – Dienstleistungen, H: Forschung und Entwicklung.

6.3 Analyse des Transmissionsprozesses von der FuE-Tätigkeit zum Produktivitätswachstum

FuE-Aktivitäten werden in vielen Studien als ein wichtiger Treiber der Produktivität und des gesamtwirtschaftlichen Wachstums angesehen (z.B. OECD 2013). Um zu erklären, wie der Prozess der Umsetzung von FuE-Aktivitäten in eine höhere Produktivität aussieht, wird in vielen Arbeiten – dem Modell von Romer (1990) folgend – von mehreren Stufen ausgegangen. Im Forschungsprozess werden dabei zunächst Vorlagen für Produkt- oder Prozessinnovationen entwickelt (Föllmi et al. 2014). Diese werden anschliessend in marktfähige Produkte umgewandelt. Aufbauend auf diesem Modell wird in Kapitel 6.3 der Transmissionsprozess von der FuE-Tätigkeit – über den Innovationskanal – zum Produktivitätswachstum empirisch analysiert. Dazu wird der Arbeit von Bilbao-Osorio und Rodriguez-Pose (2004) folgend die Analyse in zwei Schritten vorgenommen. Zunächst werden Regres-

sionen – der Innovationen auf die FuE-Investitionen sowie der Arbeitsproduktivität auf den Innovationsoutput durchgeführt. Der Innovationsoutput spielt dabei der ökonomischen Theorie entsprechend die zentrale Rolle.

Während im vorherigen Abschnitt der direkte Effekt der FuE-Aufwendungen, die den Input des Innovationsprozesses darstellen, auf die Arbeitsproduktivität empirisch untersucht wurde, steht im Folgenden der Innovationsoutput im Vordergrund. Darüber hinaus dürfte der empirische Zusammenhang zwischen dem Innovationsinput (gemessen an FuE-Aufwendungen) bzw. Innovationsoutput (i.e. Produkt- und Prozessinnovationen sowie Patente) und der Arbeitsproduktivität dadurch beeinflusst werden, dass die FuE-Aufwendungen als Input des Innovationsprozesses unter der Kontrolle des Unternehmens stehen, während der Innovationsoutput nicht nur von den Inputfaktoren abhängt, sondern auch zum grossen Teil zufallsgetrieben wird.

6.3.1 Empirischer Zusammenhang zwischen FuE-Tätigkeit und den Innovationen

Um den Zusammenhang diverser FuE-Ausgabenkategorien mit dem Innovationsniveau genauer zu quantifizieren, werden diese wie oben nach zwei Dimensionen unterschieden. Diese Differenzierung ist auch dadurch begründet, dass sich die Einsatzbereiche und damit auch die Ergebnisse sowie die entsprechende zeitliche Reichweite des Nutzens der daraus resultierenden Innovationen in Abhängigkeit der Investitionsart bzw. -quelle unterscheiden (BIS 2014).

Da die FuE-Ausgaben den Input und die Produkt- und Prozessinnovationen zusammen mit den Patenten den Output eines Innovationsprozesses darstellen, dürften die folgenden empirischen Analysen dazu beitragen, die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Dimensionen der FuE-Aktivitäten und den daraus resultierenden Innovationstypen zu ermitteln. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass nicht alle mit dem Innovationsprozess verbundenen Ausgaben durch die FuE-Aufwendungen umfasst werden. So sind beispielsweise der mit der Endphase des Innovationsprozesses verbundene Investitionsaufwand für die Implementierung neuer Produktionsprozesse, die Marketingausgaben für die Einführung neuer Produkte, Mitarbeiterschulung, sowie die Aufwendungen für Design und technische Spezifikation in der FuE-Statistik nicht erfasst (Hall 2011).

Forschungsart als Dimension der empirischen Analyse

Die Ergebnisse in der Tabelle 6.3 zeigen, dass es einen signifikanten und positiven Zusammenhang zwischen den FuE-Ausgaben und Innovationen gibt, der stärker wird, wenn man zeitliche Verzögerungen berücksichtigt. Den Erwartungen entsprechend besteht der stärkste Zusammenhang zwischen der experimentellen Entwicklung und dem Innovationsoutput, gefolgt mit grossem Abstand von der angewandten Forschung. Dabei sind diese Forschungsarten anscheinend insbesondere für die Produktinnovationen wichtig, da sie darauf abzielen, etwas Neues zu produzieren oder bestimmte festgelegte Ziele zu erreichen. Dagegen ist ausschliesslich die Grundlagenforschung für die Generierung der Prozessinnovationen relevant.

Die vorliegende empirische Analyse zeigt zudem, dass die Mehrausgaben für FuE einen signifikant negativen Zusammenhang mit dem Anteil der Firmen mit Patenten aufweisen, während er mit den Innovationen insgesamt sowie differenziert nach Produkt- und Prozessinnovationen signifikant positiv ist. Eine mögliche Erklärung des negativen Zusammenhangs bei den Patenten ist, dass nur ein geringer Teil der Innovationen patentiert wird, während die meisten anderen Erfindungen durch alternative Methoden geschützt werden. So zeigen zahlreiche Umfragen in den USA, Japan und Europa, dass die meisten Unternehmen vor allem die Schweigepflicht sowie die rasche Markteinführung der Erfindungen als wirksamste Mechanismen für den Innovationsschutz betrachten, aber auch die Reduzierung der Produktentwicklungszyklen und diverse Marketing-Strategien als effizientere

Alternativen zur Patentierung ansehen (OECD 2009). Somit dürften die Angaben zu diesen alternativen Innovationschutzmethoden die Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen den FuE-Aufwendungen und Innovationen transparenter machen. Darüber hinaus kann der negative Effekt durch den mit der Entscheidung über die Patentierung verbundenen Trade-off erklärt werden, da die Patente ex-ante die Innovationstätigkeit fördern, sind aber ex-post mit Kosten verbunden. In der zweiten Stufe der Analyse des Transmissionsprozesses von Innovationen zum Produktivitätswachstum wird jedoch gezeigt, dass die Patentierung einen signifikant positiven Effekt auf die Arbeitsproduktivität hat.

Der zentrale Befund der empirischen Analyse des Zusammenhangs zwischen FuE-Tätigkeit – gliedert nach der Art der Forschung – und Innovationen ist, dass in erster Linie die Ausgaben für die experimentelle Entwicklung, die in den letzten Jahren stark zurückgegangen sind, einen engen Zusammenhang mit den Produktinnovationen aufweisen.

Tabelle 6.3: Empirischer Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen (Dimension: Forschungsart) und Innovationen

Abhängige Variable: Innovationsoutput

Spezifikation der erklärenden Variablen	Firmen mit Innovationen		Firmen mit Produktinnovationen		Firmen mit Prozessinnovationen		Firmen mit Patenten	
	(1) Kontemporär	(2) Um eine Periode verzögert	(3) Kontemporär	(4) Um eine Periode verzögert	(5) Kontemporär	(6) Um eine Periode verzögert	(7) Kontemporär	(8) Um eine Periode verzögert
FuE-Aufwendungen Insgesamt (FE-OLS)	0.085 *** (2.83)	0.089 *** (2.87)	0.128 *** (4.40)	0.133 *** (4.44)	0.088 (1.62)	0.081 (1.44)	-0.202 * (1.87)	-0.231 ** (2.07)
FuE-Aufwendungen Insgesamt (HMM, 50%-Quantil)	0.065	0.071	0.120	0.128	0.032	0.105	-0.035	-0.021
Grundlagenforschung (FE-OLS)	0.038 ** (2.49)	0.050 *** (3.40)	0.042 *** (2.72)	0.052 *** (3.47)	0.054 ** (2.02)	0.058 ** (2.21)	-0.013 (0.24)	-0.012 (0.21)
Grundlagenforschung (HMM, 50%-Quantil)	0.022	0.060	0.028	0.041	0.056	0.069	-0.051	-0.046
Angewandte Forschung (FE-OLS)	0.046 * (1.75)	0.051 ** (2.03)	0.085 *** (3.32)	0.092 *** (3.77)	0.055 (1.20)	0.060 (1.35)	-0.172 * (1.89)	-0.175 * (1.99)
Angewandte Forschung (HMM, 50%-Quantil)	0.015	0.023	0.053	0.066	0.040	0.044	-0.10363	-0.081
Experimentelle Entwicklung (FE-OLS)	0.089 *** (2.66)	0.086 ** (2.34)	0.139 *** (4.32)	0.143 *** (4.01)	0.076 (1.26)	0.045 (0.68)	-0.278 ** (2.36)	-0.380 *** (3.01)

Experimentelle Entwicklung (HMM, 50%-Quantil)	0.106	0.086	0.134	0.095	0.057	0.080	-0.081	-0.045
N	85	80	85	80	85	80	85	80

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 '.' 1. Fünf Branchen: Nahrungsmittel, Chemie, Metall, Maschinen, Informatikdienste und Forschung und Entwicklung.

Tabelle 6.4: Empirischer Zusammenhang zwischen FuE-Aufwendungen (Dimension: Finanzierungsquelle) und Innovationen nach Finanzierungsquelle

	Firmen mit Innovationen		Firmen mit Produktinnovationen		Firmen mit Prozessinnovationen		Firmen mit Patenten	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Spezifikation der erklärenden Variablen	Kontemporär	Um eine Periode verzögert	Kontemporär	Um eine Periode verzögert	Kontemporär	Um eine Periode verzögert	Kontemporär	Um eine Periode verzögert
FuE-Aufwendungen Insgesamt (FE-OLS)	0.085 *** (2.83)	0.089 *** (2.87)	0.128 *** (4.40)	0.133 *** (4.44)	0.088 (1.62)	0.081 (1.44)	-0.202 . (1.87)	-0.231 ** (2.07)
FuE-Aufwendungen Insgesamt (HMM, 50%-Quantil)	0.065	0.071	0.120	0.128	0.032	0.105	-0.035	-0.021
Unternehmen selbst (FE-OLS)	0.068 ** (2.38)	0.070 ** (2.32)	0.105 *** (3.72)	0.111 *** (3.78)	0.096 . (1.89)	0.083 (1.56)	-0.126 (1.23)	-0.153 (1.42)
Unternehmen selbst (HMM, 50%-Quantil)	0.034	0.033	0.122	0.129	0.095	0.087	-0.060	-0.102
Andere Privatunternehmen in der Schweiz (FE-OLS)	-0.015 *** (3.04)	-0.014 *** (3.46)	-0.015 *** (2.84)	-0.013 *** (3.20)	-0.039 *** (4.86)	-0.036 *** (5.66)	-0.070 *** (4.18)	-0.067 *** (5.23)
Andere Privatunternehmen in der Schweiz (HMM, 50%-Quantil)	-0.014	-0.013	-0.014	-0.013	-0.028	-0.026	-0.063	-0.063
Öffentlicher Sektor (FE-OLS)	-0.005 (0.71)	0.002 (0.29)	-0.007 (1.10)	0.000 (0.02)	0.008 (0.69)	0.021 . (1.97)	0.011 (0.50)	0.010 (0.47)
Öffentlicher Sektor (HMM, 50%-Quantil)	-0.007	-0.001	-0.012	-0.005	-0.002	0.019	0.004	0.011
Andere Organisationen in der Schweiz (FE-OLS)	-0.014 *** (4.02)	-0.014 *** (4.42)	-0.014 *** (3.98)	-0.013 *** (4.15)	-0.027 *** (4.44)	-0.025 *** (4.72)	-0.035 *** (2.71)	-0.032 *** (2.75)
Andere Organisationen in der Schweiz (HMM, 50%-Quantil)	-0.011	-0.011	-0.012	-0.011	-0.021	-0.019	-0.033	-0.027
Ausland (FE-OLS)	-0.013 ** (2.49)	-0.010 ** (2.13)	-0.009 * (1.71)	-0.007 (1.42)	-0.035 *** (3.97)	-0.026 *** (3.31)	-0.047 ** (2.53)	-0.038 ** (2.40)
Ausland (HMM, 50%-Quantil)	-0.017	-0.011	-0.010	-0.007	-0.033	-0.025	-0.037	-0.027
N	85	80	85	80	85	80	85	80

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 '.' 1. Fünf Branchen: Nahrungsmittel, Chemie, Metall, Maschinen, Informatikdienste und Forschung und Entwicklung.

Finanzierungsquelle als Dimension der empirischen Analyse

Wird zwischen den Finanzierungsquellen unterschieden, zeigt sich ein signifikant positiver Zusammenhang der internen Finanzierung der FuE-Tätigkeit mit den Innovationen (Tabelle 6.4). Darüber hinaus dürften insbesondere die FuE-Aktivitäten produktivitätssteigernd wirken, die auf Produktinnovationen zielen. Dagegen ist der empirische Zusammenhang zwischen den anderen Finanzierungsquellen und den Produkt- und Prozessinnovationen sehr schwach. Auch bei den Finanzierungsquellen ergeben sich negative Zusammenhänge mit den Innovationen. In diesem Fall immer dann, wenn die Finanzierung durch andere Unternehmen oder Organisationen erfolgt.

Insgesamt deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die Arbeitsproduktivität insbesondere dann steigt, wenn durch die interne Finanzierung der FuE-Tätigkeit mehr Produktinnovationen resultieren. Angesichts der guten Finanzierungsbedingungen dürfte die günstige Beschaffung der dafür erforderlichen Finanzierungsmittel einen Anreiz geben, vermehrt in FuE zu investieren. Allerdings konnten die Finanzierungsprobleme der kleineren Unternehmen, deren Eigenmittel für die Finanzierung der FuE-Tätigkeit unzureichend ist, weiterhin ein Hemmnis sein (Arvanitis et al. 2013).

6.3.2 Wirkungen der Innovationen auf das Produktivitätswachstum

Aufgrund der starken Position der Schweizer Wirtschaft bei der Innovationstätigkeit ist der Zusammenhang zwischen den Innovationen und der Produktivitätsentwicklung von besonderem Interesse. Aus theoretischer Sicht dürften vor allem zwei Kanäle bewirken, dass aus der erfolgreichen Implementierung des Innovationsoutputs mehr Produktivitätswachstum generiert wird (Hall 2011). Der erste Kanal besteht darin, dass die erfolgreiche FuE-Tätigkeit und die Kommerzialisierung der daraus resultierenden Innovationen sowohl die Effizienz der jeweiligen Firma oder Sektors steigern als auch zu Qualitätsverbesserungen bei den angebotenen Gütern und Dienstleistungen führen. Dies dürfte sich in der steigenden Nachfrage bei gleichzeitig sinkenden Produktionskosten widerspiegeln. Allgemein gilt, dass die Prozessinnovationen zur Effizienzverbesserungen führen, während die Produktinnovationen die Nachfrage erhöhen. Der zweite Kanal bewirkt, dass die weniger effizienten Firmen durch innovativere Unternehmen aus dem Markt verdrängt werden, wodurch das aggregierte Niveau der Arbeitsproduktivität erhöht wird.

Vor diesen Hintergrund wird in diesem Abschnitt der Zusammenhang zwischen den Innovationen, dem Innovationswachstum sowie der Produktivität bzw. der Veränderung der Produktivität quantifiziert. Damit folgen wir dem Ansatz von Bilbao-Osorio und Rodriguez-Pose (2004). Die Ergebnisse sind in Tabelle 6.5 zusammengefasst und werden im Folgenden ausführlich mit Blick auf die Innovationen insgesamt sowie die Produkt- und die Prozessinnovationen dargestellt. Allerdings wird dabei auf eine kausale Interpretation der Ergebnisse verzichtet, da der Zusammenhang zwischen dem Innovationsoutput und der Arbeitsproduktivität sowohl von den institutionellen Rahmenbedingungen als auch von dem makroökonomischen Umfeld beeinflusst wird. Damit ist bei den veränderten allgemeinen Rahmenbedingungen mit der daraus resultierenden Veränderung des Zusammenhangs zwischen diesen Variablen zu rechnen.

Tabelle 6.5: Wirkungen der Innovationen auf die Arbeitsproduktivität bzw. das Produktivitätswachstum

Abhängige Variable: Arbeitsproduktivität	Niveau			$\Delta y = \ln(y_t/y_{t-1})$	
Spezifikation der Gleichung	(1)	(2)	(3)	(4)	
Spezifikation der erklärenden Variablen	Kontemporär	Um eine Periode verzögert	Wachstum	Kontemporär	Wachstum
Firmen mit Innovationen (FE-OLS)	-0.450 *** (4.81)	-0.526 *** (5.22)	0.130 (1.30)	-0.201 *** (3.74)	0.283 *** (2.83)
Firmen mit Innovationen (HMM, 50%-Quantil)	-0.324	-0.563	0.224	-0.134	0.463
Adj. R ²	1.00	1.00	0.111	0.261	
Firmen mit Produktinnovationen (FE-OLS)	-0.236 ** (2.35)	-0.311 *** (2.92)	0.128 (1.65)	-0.195 *** (3.93)	0.250 *** (3.261)
Firmen mit Produktinnovationen (HMM, 50%-Quantil)	-0.088	-0.287	0.150	-0.251	0.145
Adj. R ²	1.00	1.00	0.125	0.286	
Firmen mit Prozessinnovationen (FE-OLS)	-0.261 *** (4.87)	-0.272 *** (4.71)	0.111 ** (2.11)	-0.086 ** (2.30)	0.142 *** (2.69)
Firmen mit Prozessinnovationen (HMM, 50%-Quantil)	-0.216	-0.230	0.088	-0.155	0.086
Firmen mit Patenten (FE-OLS)	-0.147 *** (5.73)	-0.147 *** (5.52)	0.083 ** (2.22)	0.000 (0.01)	0.083 ** (2.20)
Firmen mit Patenten (HMM, 50%-Quantil)	-0.128	-0.153	0.073	-0.050	0.032
Adj. R ²	1.00	1.00	0.153	0.139	
n	5	5	5	5	
T	17	16	14	14	
N	85	80	70	70	

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 **** 0.01 *** 0.05 ** 0.1 * 1. Fünf Branchen: Nahrungsmittel, Chemie, Metall, Maschinen, Informatikdienste und Forschung und Entwicklung.

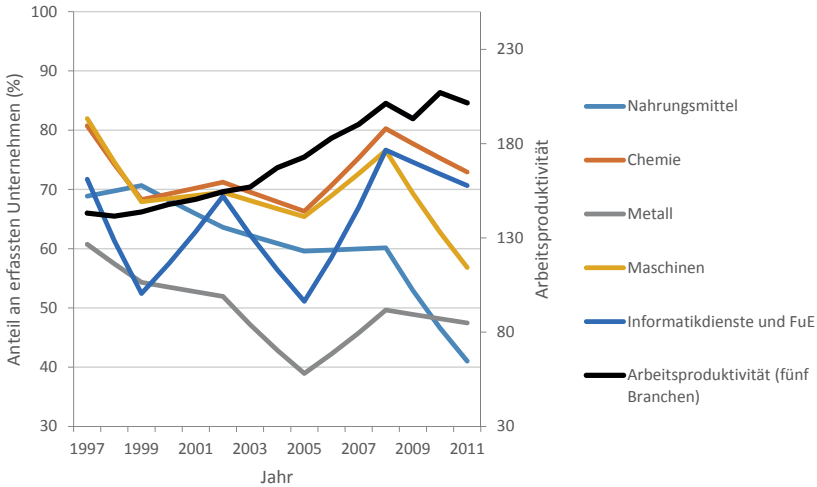
Zunächst werden die Ergebnisse für den Zusammenhang zwischen der Arbeitsproduktivität und den Innovationen insgesamt betrachtet (Tabelle 6.5). Zuerst zeigt sich ein negativer Zusammenhang zwischen dem Niveau der Innovationsvariablen und der Arbeitsproduktivität, dies kontemporär als auch um eine Periode verzögert. Darüber hinaus weist die Veränderung des Anteils der Firmen mit Innovationen keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Niveau der Arbeitsproduktivität auf. Allerdings wird dieser Zusammenhang positiv, wenn man die Veränderungsrate der Arbeitsproduktivität betrachtet und zusätzlich das Niveau der Innovationen berücksichtigt (Gleichung (4)). Danach geht der Anstieg des Anteils der Firmen um einen Prozentpunkt mit einem zunehmenden Wachstum der Arbeitsproduktivität um 0,25 Prozentpunkte einher. Dabei sind sowohl die Vorzeichen als auch die Größenordnung der geschätzten Koeffizienten im Einklang mit den Ergebnissen von Bilbao-Osorio und Rodriguez-Pose (2004).

Damit steht dieser Befund im Einklang mit der ökonomischen Literatur, die Innovationen als bedeutenden Transmissionsmechanismus für das Produktivitätswachstum ansehen. Danach könnte

der merkliche Rückgang der Innovationen über alle Branchen hinweg in den Jahren nach der Finanzkrise dazu beigetragen haben, dass die Arbeitsproduktivität zurückgegangen ist (Abbildung 6.8). Bei den üblichen Wirkungsverzögerungen von mehreren Jahren, die in der empirischen Literatur gefunden werden, dürfte der dämpfende Effekt auf die Arbeitsproduktivität noch einige Zeit anhalten.

Produktinnovationen sind nach Hall (2011) die wichtigste Säule des Innovationsprozesses. Da sie in den vergangenen sechs Jahren deutlich zurückgegangen sind (Abbildung 6.8) stellt sich die Frage, wie stark der Zusammenhang dieser Kategorie mit der Entwicklung der Arbeitsproduktivität ist. Aufschluss geben wieder die Ergebnisse in Tabelle 6.5. Qualitativ zeigen sich keine Unterschiede zu den Ergebnissen der Innovationen insgesamt, allerdings sind die Koeffizienten etwas kleiner. Dies steht im Einklang mit der empirischen Literatur zum Zusammenhang zwischen Innovationen und Produktivität, die zu dem Ergebnis kommt, dass die Produktinnovationen eine eindeutig signifikante positive Wirkung auf die Produktivität haben, während die Effekte der Prozessinnovationen weniger eindeutig sind. Zusammengenommen könnte die Abschwächung der Arbeitsproduktivität, die seit 2007/08 zu beobachten ist, auf die schrumpfenden Produktinnovationen zurückgeführt werden.

Abbildung 6.8: Entwicklung der Firmen mit Produktinnovationen über Branchen



Datenquelle: KOF Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich.

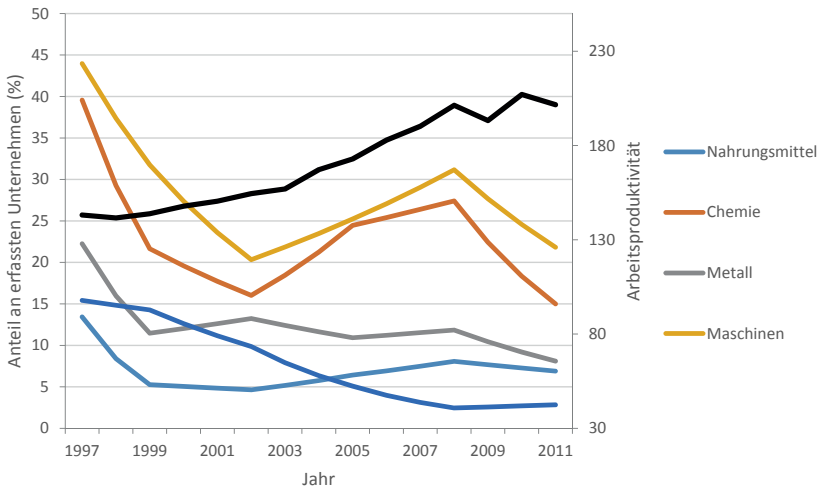
Ähnlich wie die Produktinnovationen gehen auch die Prozessinnovationen seit der Finanzkrise in 2008 zurück und dürften sich daher in der sinkenden Arbeitsproduktivität widerspiegeln. Die Ergebnisse der empirischen Analyse in Tabelle 6.5 zeigen, dass das Wachstum der Prozessinnovationen ebenfalls einen positiven, aber verglichen mit Produktinnovationen geringeren Zusammenhang mit der Arbeitsproduktivität aufweist.

Abschliessend wird der Zusammenhang zwischen der Patententwicklung und der Arbeitsproduktivität genauer betrachtet. Wie die Ergebnisse in der Tabelle 6.5 zeigen, ist auch der Zusammenhang der Patententwicklung mit der Arbeitsproduktivität geringer als der der Produktinnovationen. Die Grösse der Koeffizienten entspricht aber wiederum den Ergebnissen der Studie von Bilbao-Osorio

und Rodriguez-Pose (2004). Dabei weisen sowohl das Niveau als auch der Zuwachs der Patente – bei einer isolierten Betrachtung – signifikante Koeffizienten auf.

Um einen Eindruck zu bekommen, welche Rolle die Patente für die schwache Produktivitätsentwicklung spielen, ist zudem die Entwicklung der Patente in den vergangenen Jahren von Bedeutung. Abbildung 6.9 zeigt, dass der Anteil der Firmen mit Patenten in vielen Branchen seit einigen Jahren stagniert. Allerdings hat sich der Anteil in den für die Schweiz wichtigen Branchen Chemie und Maschinen vorübergehend erhöht. Wenn die Patente ein wichtiger Indikator für die Innovationstätigkeit und damit für die Produktivitätsentwicklung sind, dann sind von der schwachen Patententwicklung der vergangenen Jahre ebenfalls eher dämpfende Effekte auf die Produktivitätsentwicklung zu erwarten.

Abbildung 6.9: Entwicklung der Firmen mit Patenten über Branchen



Datenquelle: KOF Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich.

Fazit

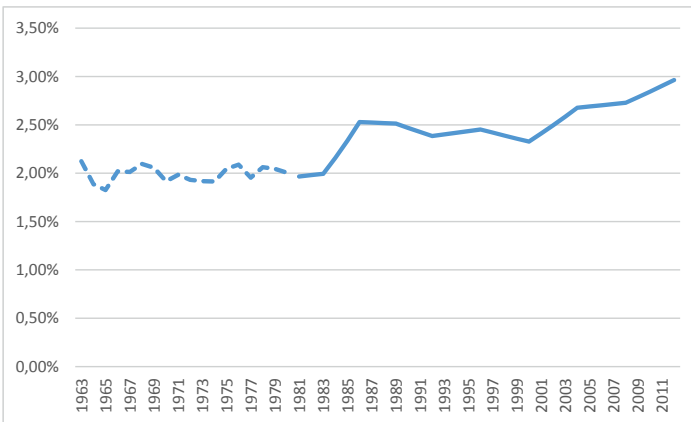
- Die empirische Evidenz deutet auf einen positiven Zusammenhang zwischen den FuE-Ausgaben und der Arbeitsproduktivität hin. Ein Anstieg der FuE-Aufwendungen um zehn Prozentpunkte geht mit einem Anstieg der Arbeitsproduktivität um 0,6 Prozentpunkte einher.
- Besonders positiv wirken Ausgaben für die selbstfinanzierte, experimentelle oder angewandte Forschung. Diese Ausgaben scheinen insbesondere die Einführung von Produktinnovationen zu begünstigen.
- Der Anteil der Firmen, die Produktinnovationen generieren, weist wiederum einen deutlichen Zusammenhang mit der Entwicklung der Arbeitsproduktivität auf. Die schwache Entwicklung des Anteils der Firmen mit Produktinnovationen könnte daher einen Erklärungsbeitrag für die Stagnation der Produktivität liefern.
- Der Anteil der Firmen mit Patenten weist in der Schweiz dagegen einen schwächeren Zusammenhang mit der Produktivitätsentwicklung auf. Da dieser Anteil seit Mitte der 90er

Jahre aber deutlich zurückgegangen ist, könnte auch dies einen Erklärungsbeitrag für das schwache Produktivitätswachstum liefern.

7 Untersuchung der Optimalität von FuE-Aufwendungen

Die Ergebnisse aus Kapitel sechs liefern Hinweise darauf, dass sich zusätzliche FuE-Ausgaben positiv auf die Arbeitsproduktivität auswirken. Da Investitionsbudgets begrenzt sind, verdrängen FuE-Ausgaben unter Umständen physische Investitionen. Die gesamten (privaten plus öffentlichen) FuE-Ausgaben sind im Verhältnis zum BIP in den letzten Jahren deutlich gestiegen (Abbildung 7.1). Inwieweit ein weiterer Anstieg der FuE-Aufwendungen dennoch gesamtwirtschaftlich wünschenswert ist, wird im Folgenden mit Hilfe eines Kointegrationsansatzes auf der Grundlage von Canning und Pedroni (2008) untersucht.

Abbildung 7.1: Nominale FuE Ausgaben (privat plus öffentlich) im Verhältnis zum BIP



Quelle: OECD, Eurostat, Ameco, eigene Berechnungen. Fehlende Werte log-linear interpoliert.
Gestrichelte Linie: Historische FuE Ausgaben.

Die Optimalitätsanalyse kann nur mit Hilfe eines aus der ökonomischen Theorie abgeleiteten Referenzmodells erfolgen. So fusst die empirische Untersuchung von Canning und Pedroni auf einem theoretischen Wachstumsmodell, welches sich an eine Arbeit von Barro (2000) anlehnt. Das Modell basiert auf einer aggregierten Produktionsfunktion, wobei der Faktor Kapital in zwei verschiedene Kapitalarten aufgespalten wird. Canning und Pedroni (2008) untersuchen mit diesem Modell den Einfluss von Infrastrukturinvestitionen auf die Wirtschaftsleistung. Das Modell lässt sich allerdings auch auf andere Investitionstypen wie z.B. FuE-Ausgaben übertragen.

Eine wichtige Modellannahme ist, dass die gesamtwirtschaftliche Sparquote und damit auch die Investitionsquote konstant bleiben. FuE-Ausgaben gehen damit unter Umständen zu Lasten der physischen Investitionen. Im Kontext des Modells ist das FuE-Niveau dann zu niedrig, wenn zusätzliche FuE-Ausgaben einen positiven Effekt auf die Arbeitsproduktivität haben. Eine genaue Quantifizierung des optimalen FuE-Kapitalstocks ermöglicht das Verfahren allerdings nicht.

Grundlage der Schätzung ist eine Kointegrationsbeziehung zwischen den FuE-Aufwendungen und der Arbeitsproduktivität. Darauf aufbauend wird im Weiteren ein Fehlerkorrekturmodell, ähnlich

dem empirischen Modell in Kapitel 5.2., geschätzt. Das Verhältnis der beiden Anpassungskoeffizienten, multipliziert mit minus 1, besitzt dabei das gleiche Vorzeichen wie der langfristige Netto-Effekt der FuE-Ausgaben auf die Arbeitsproduktivität.

Da FuE-Ausgaben auf Branchenebene nur zwischen 1996 und 2012 vorliegen, Kointegrationsbeziehungen aber auf Grundlage von längeren Zeiträumen analysiert werden sollten, finden bei der Schätzung die FuE-Ausgaben für die Gesamtschweiz seit 1981 Anwendung.²⁸ Die ökonometrischen Tests weisen auf eine Kointegrationsbeziehung zwischen beiden Variablen hin. Ähnlich wie bei den Panel-Schätzungen auf Branchenebene, ergibt sich eine positive und signifikante Korrelation zwischen den FuE-Ausgaben und der Arbeitsproduktivität (Koeffizient: 0.43). Der Anpassungskoeffizient im Zähler ist jedoch statistisch nicht signifikant.

Um die Stabilität der Ergebnisse zu testen, wurde die empirische Analyse auch für einen längeren Zeitraum (1963-2012) durchgeführt. Dazu fanden historische FuE-Ausgaben der OECD Anwendung, die mit den aktuellen OECD-Zahlen verkettet wurden. Auch für diesen Zeitraum ergibt sich eine positive und signifikante Korrelation zwischen den FuE-Ausgaben und der Arbeitsproduktivität (Koeffizient: 0.52). Basierend auf diesem längeren Stützzeitraum ergibt sich allerdings ein negatives Vorzeichen für das Verhältnis der Anpassungskoeffizienten. Auf Grundlage des Modells wäre damit eine weitere Erhöhung der FuE-Ausgaben gesamtwirtschaftlich wünschenswert. Insgesamt liefern die Ergebnisse damit keine Belege für die These, dass die FuE-Ausgaben bereits zu hoch sind.

Tabelle 7.1: Anpassungskoeffizienten des Fehlerkorrekturmodells

	Abhängige Variable: $\Delta(\text{Arbeitsproduktivität})$	Abhängige Variable: $\Delta(\text{FuE})$
<i>1981-2012</i>		
Residuum der Regression:		
Arbeitsproduktivität auf FuE	0.02 (0.22)	0.36** (2.10)
<i>1963-2012</i>		
Residuum der Regression:		
Arbeitsproduktivität auf FuE	-0.13** (-2.05)	0.11 (0.87)

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '****' 0.01 '***' 0.05 '**' 0.1 '*' 1.

²⁸ Ähnlich wie in Kapitel 1-5 wird die Arbeitsproduktivität wieder als Stundenproduktivität gemessen. Arbeitsproduktivität und FuE-Ausgaben wie in Kapitel 6 logarithmiert. Die FuE-Ausgaben und Stundenproduktivität sind preisbereinigt und in Kaufkraftparitäten. In Anlehnung an Canning und Pedroni (2008) werden die FuE-Ausgaben zudem durch die eingesetzte Menge Arbeit (Arbeitsstunden) geteilt. Vergleichbare Resultate ergeben sich, wenn anstelle der jährlichen FuE-Ausgaben, der FuE-Kapitalstock, berechnet nach der Methode aus Coe et al. (2009), verwendet wird. Die FuE-Ausgaben der Schweiz sind nicht für jedes Jahr erfasst. Fehlende Daten wurden log-linear interpoliert.

8 Schlussfolgerungen

Der Anteil der Investitionen am BIP ist in der Schweiz seit über vier Dekaden tendenziell rückläufig. Der Aufbau des Schweizer Kapitalstocks, insbesondere im Verhältnis zum Arbeitseinsatz, verlief dadurch in den letzten Jahrzehnten langsamer als in vergleichbaren entwickelten Volkswirtschaften. In diesem Gutachten wurde gezeigt, dass die drei Faktoren – Bevölkerungsalterung, steigender Dienstleistungsanteil sowie die reale Frankenaufwertung – diese Entwicklung erklären können. Darüber hinaus hat auch der Rückgang der Investitionsgüterpreise im Verhältnis zu den Konsumgüterpreisen zur fallenden nominalen Investitionsquote beigetragen.

Da die Faktoren Demografie und Strukturwandel langfristig eher bremsend auf die Investitionstätigkeit wirken werden, wäre eine Stärkung der Investitionsanreize nötig, um die Investitionstätigkeit zu erhöhen oder zumindest zu stabilisieren. Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund, dass in der Schweiz das Verhältnis von Abschreibungen zum BIP (2013: 20,7%) im Vergleich zu anderen Volkswirtschaften hoch ist. Daher ist voraussichtlich auch in Zukunft eine Bruttoinvestitionsquote von über 20% nötig, um den Kapitalstock konstant zu halten. Die empirische Analyse hat zudem ergeben, dass eine fallende Investitionsquote in der Vergangenheit mit einem Rückgang des Wachstums der Arbeitsproduktivität verbunden war. Eine Trendumkehr bei den Investitionen sollte sich also potenziell auch positiv auf die Entwicklung der Arbeitsproduktivität auswirken.

Einen wichtigen Hebel für die Steigerung der Arbeitsproduktivität bilden dabei insbesondere die Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE). Eine Untersuchung auf Branchenebene hat ergeben, dass die FuE-Ausgaben positiv und signifikant mit der Arbeitsproduktivität korreliert sind. Zudem gibt es keine empirischen Belege für die These, dass eine weitere Steigerung der gesamtwirtschaftlichen FuE-Ausgaben problematisch ist, selbst unter der Annahme, dass dadurch unter Umständen physische Investitionen verdrängt werden.

Da die Schweiz eine im internationalen Vergleich unterdurchschnittliche öffentliche Investitionsquote aufweist, könnte dies ein Hebel sein, um auch private Investitionen anzuregen. Allerdings zeigt die empirische Schätzung keinen signifikanten Zusammenhang zwischen öffentlichen und privaten Investitionen, so dass Zweifel an der Wirksamkeit dieses Instruments angebracht sind.

Literatur

- Abel, A. B. und J. C. Eberly (1999), The Effects of Irreversibility and Uncertainty on Capital Accumulation, *Journal of Monetary Economics* 44 (3): 339-377.
- Attanasio, O. P., L. Picci, und A. E. Scorcù (2000), Saving, Growth, and Investment: A Macroeconomic Analysis Using a Panel of Countries, *The Review of Economics and Statistics* 82 (2): 182-211.
- Arvanitis, S., F. Seliger, A. Spescha, T. Stucki, K. Veseli und M. Wörter (2014), Die Entwicklung der Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft 1997-2012, KOF Studien, 56, Zürich, November 2014.
- Barro, R. J. (1990), Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth, *Journal of Political Economy* 98 (5): 103-125.
- Bilbao-Osorio, B. und A. Rodriguez-Pose (2004), From R&D to Innovation and Economic Growth in the EU, *Growth and Change*, 35 (4): 434-455.
- BIS (2014), Rates of Return to Investment in Science and Innovation, A Report Prepared for the Department for Business, Innovation and Skills (BIS), Frontier Economics Ltd, London.
- Blomström, M., R. E. Lipsey und M. Zejan (1996), Is Fixed Investment the Key to Economic Growth?, *The Quarterly Journal of Economics* 111 (1): 269-276.
doi:10.2307/2946665.
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2014), Forschung und Entwicklung in der Schweizerischen Privatwirtschaft 2012, August 2014.
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2014), F+E der Schweiz 2012: Finanzen und Personal, Statistik der Schweiz, Neuchâtel 2014.
- Bundesamt für Statistik (BFS) (2014), Forschung und Entwicklung in der Schweizerischen Privatwirtschaft 2012, 2014.
- Bond, S., A. Leblebicioğlu und F. Schiantarelli (2010), Capital Accumulation and Growth: A New Look at the Empirical Evidence, *Journal of Applied Econometrics* 25 (7): 1073-1099.
- Caballero, R. J. (1999), Aggregate Investment, In *Handbook of Macroeconomics*, edited by John B. Taylor and Michael Woodford, 1, Part B Chapter 12: 813-862.
- Cameron, A.C. und P.K. Trivedi (2005), *Microeconometrics: Methods and Applications*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Canning, D. und P. Pedroni (2008), Infrastructure, Long-Run Economic Growth And Causality Tests For Cointegrated Panels, *Manchester School* 76 (5): 504-527.
- Carruth, A., A. Dickerson und A. Henley (2000), What Do We Know About Investment Under Uncertainty?, *Journal of Economic Surveys* 14 (2): 119-154.
- Coe, D. T., E. Helpman und A. W. Hoffmaister (2009), International R&D Spillovers and Institutions, *European Economic Review* 53 (7): 723-741.
- Cohen, W.M., R.R. Nelson und J.P. Walsh (2000), Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (Or Not), NBER Working Paper 7552, February 2000.
- Conway, P. und G. Nicoletti (2006), Product Market Regulation in the Non-manufacturing Sectors of OECD Countries: Measurement and Highlights, OECD Economics Department Working Papers No. 530.

- Cornell University, INSEAD, und WIPO (2015), *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*, Fontainebleau, Ithaca, and Geneva.
- Croissant, Y. und G. Millo (2008), Panel Data Econometrics in R: The plm Package, *Journal of Statistical Software*, 27(2), July 2008.
- De Boef, S. und L. Keele (2008), Taking Time Seriously, *American Journal of Political Science* 52 (1): 184-200.
- De Long, J. B. und L. H. Summers (1991), Equipment Investment and Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics* 106 (2): 445-502.
- Dreher, A. (2006), Does Globalization Affect Growth? Evidence from a New Index of Globalization. *Applied Economics* 38 (10): 1091-1110.
- Feenstra, R. C., R. Inklaar and M. P. Timmer (2015), *The Next Generation of the Penn World Table*, American Economic Review. Im Erscheinen.
- Föllmi, R, T. Würgler und J. Zweimüller (2014), The Macroeconomics of Model T, *Journal of Economic Theory* 153: 617-647.
- Gordon, R. J. (1990), *The Measurement of Durable Goods Prices*, University of Chicago Press.
- Graham, J. W. (1987), International Differences in Saving Rates and the Life Cycle Hypothesis. *European Economic Review* 31 (8): 1509-1529.
- Greenwood, J., Z. Hercowitz und P. Krusell (1997), Long-Run Implications of Investment-Specific Technological Change, *American Economic Review* 87(3): 342-362.
- Guellec, D. (2006), *Productivity Growth and Innovation in Switzerland – An International Perspective*, Paper prepared for OECD Workshop on Productivity, Bern, 16-18 October 2006.
- Hall, B.H. (2011), Innovation and Productivity, *Nordic Economic Policy Review*, 2, 168-195.
- Hall, B.H., J. Mairesse, P. Mohnen (2010), *Measuring the Returns to R&D*, CIRANO Scientific Series, Montréal, January 2010.
- Howitt, P. und P. Aghion (1998), Capital Accumulation and Innovation as Complementary Factors in Long-Run Growth, *Journal of Economic Growth* 3 (2): 111-130.
- Hulten, C. R. (1992), Growth Accounting When Technical Change Is Embodied in Capital, *The American Economic Review* 82 (4): 964-980.
- Jones, C. I. (1994), Economic Growth and the Relative Price of Capital, *Journal of Monetary Economics* 34: 359-382.
- Jones, C. I. (2015), *The Facts of Economic Growth*, mimeo.
- Jorgenson, D. W. (1963), Capital Theory and Investment Behavior, *The American Economic Review* 53 (2): 247-259.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2009), Verordnung (EG) Nr. 1606/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates und Verordnung (EG) Nr. 1725/2003 der Kommission, Amtsblatt der Europäischen Union, L 86/37, Brüssel, den 11. März 2009.
- Krusell, P. (1998), Investment-Specific R&D and the Decline in the relative Price of Capital, *Journal of Economic Growth* 3: 131-141.
- Leff, N. H. (1969), Dependency Rates and Savings Rates. *The American Economic Review* 59 (5): 886-896.
- Leonard, W.N. (1971), Research and Development in Industrial Growth, *Journal of Political Economy*, 79(2), 232-256.

- Levine, R. und D. Renelt (1992), A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions. *The American Economic Review* 82 (4): 942-963.
- Li, D. (2002), Is the AK Model Still Alive? The Long-Run Relation between Growth and Investment Re-Examined, *The Canadian Journal of Economics / Revue Canadienne d'Economie* 35 (1): 92-114.
- Madsen, J. (2002), The Causality between Investment and Economic Growth, *Economics Letters* 74 (2): 157-163.
- Mohnen, P. und B. H. Hall (2013), Innovation and Productivity: An Update, *Eurasian Business Review*, 3 (1): 47-65.
- OECD (2009), *Measuring Capital - OECD Manual 2009: Second edition*, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2009), *Patent Statistics Manual*, OECD 2009.
- OECD (2013), *OECD Economic Surveys: Switzerland 2013*, OECD Publishing.
- OECD and Eurostat (2005), *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition, November 2005.
- Pakko, M. R. (2002), Investment-Specific Technology Growth: Concepts and Recent Estimates, *Federal Reserve Bank of St. Louis Review* November/December: 37-48.
- Park, J.H. (2012), A Unified Method for Dynamic and Cross-Sectional Heterogeneity: Introducing Hidden Markov Panel Models, *American Journal of Political Science*, 56(4): 1040-1054.
- Pindyck, R. S. (1991), Irreversibility, Uncertainty, and Investment, *Journal of Economic Literature* 29 (3): 1110-1148.
- Romer, P. M. (1990), Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, 98 (5): 71-102.
- Schwab, K. (2014), *The Global Competitiveness Report 2014-2015*, World Economic Forum, Geneva 2014.
- Siegenthaler, M. (2014) Has Switzerland Really Been Marked by Low Productivity Growth? Hours Worked and Labor Productivity in Switzerland in a Long-Run Perspective, *Review of Income and Wealth*. Im Erscheinen.
- Stiroh, K. J. (2001), What Drives Productivity Growth?, *Federal Reserve Bank of New York Policy Review* March.
- Strobel, T. (2015). Schwache Investitionen und Tertiärisierung der Wirtschaftsstruktur in Deutschland. *Ifo Schnelldienst* 68 (01): 43-49.
- Zucchini, W. und I.L. MacDonald (2009), *Hidden Markov Models for Time Series: An Introduction Using R*, Chapman & Hall/CRC, U.S.

Anhang

A1 Definition und Berechnung der Investitionsquote

Investitionen beschreiben den Erwerb abzüglich der Veräusserungen von Gütern die länger als ein Jahr im Produktionsprozess eingesetzt werden. Sie werden in Ausrüstungs- (bewegliche Investitionsgüter z.B. Maschinen, Fahrzeuge), Bau- (nicht bewegliche Investitionsgüter z.B. Wohnbauten, Nichtwohnbauten) und sonstige Investitionen (insbesondere geistiges Eigentum) unterteilt. Darüber hinaus unterscheidet man zwischen öffentlichen und privaten Investitionen. Bei der Abgrenzung steht dabei allerdings nicht die Eigentümerschaft im Mittelpunkt. Investitionen werden vielmehr immer dann als privat gezählt, wenn sie von Unternehmen erbracht werden, welche marktorientiert produzieren, unabhängig davon, ob der Staat Mehrheitseigentümer ist oder nicht. Marktorientierung wird in der Regel dann unterstellt, wenn der Verkaufspreis mehr als 50% der Kosten deckt.

Um die Investitionstätigkeit verschiedener Länder direkt miteinander vergleichen zu können, wird häufig auf das Verhältnis von Investitionen zum BIP zurückgegriffen:

$$\text{Investitionsquote} = \text{Investitionen} / \text{BIP}$$

In der Praxis werden verschiedene Investitionsquoten verwendet. In diesen Gutachten finden vor allem nominale Bruttoanlageinvestitionsquoten Anwendung. Im Folgenden werden die wichtigsten Wahlmöglichkeiten bei der Berechnung von Investitionsquoten kurz dargestellt.

Real vs. Nominal

Investitionsquoten können auf preisbereinigten oder nominalen Ursprungswerten beruhen. Die sich daraus ergebenden Quoten und deren zeitlicher Verlauf sind meist nicht identisch. Grund hierfür ist, dass sich die Investitionsgüterpreise und das gesamtwirtschaftliche Preisniveau unterschiedlich entwickeln. Bei der Berechnung realer Quoten ist allerdings Vorsicht angebracht. Die Summe der realen BIP-Aggregate, auf Grundlage des üblichen Vorjahrespreisbasisverfahrens, entspricht in der Regel nicht dem realen BIP. Daraus folgt, dass sich auch die realen Quoten nicht notwendigerweise zu 1 addieren. Der Aussagewert realer Quoten ist damit begrenzt. In Kapitel 5 wird näher auf die Entwicklung der Investitionsgüterpreise eingegangen.

Bruttoinvestitionen vs. Bruttoanlageinvestitionen

Bruttoanlageinvestitionen sind ein Bestandteil der Bruttoinvestitionen. In den Bruttoinvestitionen sind darüber hinaus noch Vorratsveränderung und der Nettozugang an Wertsachen enthalten. Da weder Vorratsveränderungen noch der Zugang an Wertsachen einen dauerhaften Einfluss auf die Produktivitätsentwicklung haben sollten und zudem relativ volatil sind, werden in diesem Gutachten Bruttoanlageinvestitionen verwendet.

SNA 93 (ESA 95) vs. SNA 2008 (ESA 2010)

Im vergangenen Jahr wurde die Berechnung des Bruttoinlandsprodukts leicht modifiziert. Sie folgt nun dem vom System of National Accounts von 2008 (SNA 08) abgeleiteten European System of National and Regional Accounts (ESA 10). Die Änderungen betreffen insbesondere die Berechnungsmethodik der Bruttoanlageinvestitionen. Die wichtigste Umstellung stellt die Verbuchung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben (F&E) dar. Während die F&E-Ausgaben früher als Vorleistungen gezählt wurden, werden sie nun als Investitionen gewertet und erhöhen damit die Bruttoanlageinvestitionen und das BIP. In Folge der Umstellung fallen die Investitionsquoten in der Regel nun höher aus als zuvor. In dieser Studie werden die Investitionen nach neuer Definition verwendet. Um längere Zeitreihen zu erhalten, wurden die Investitionsquoten vor 1995 mit den Veränderungsdaten der Investitionen nach SNA 93 (bzw. ESA 95) verkettet. Nach der neuen Definition liegt die Schweizer Investitionsquote noch deutlicher über dem Niveau in den meisten Industriestaaten. Dies spiegelt nicht zuletzt die hohen Forschungs- und Entwicklungsausgaben in der Schweiz wider.

Abbildung A.1: Investitionsquoten ausgewählter Länder nach SNA 93

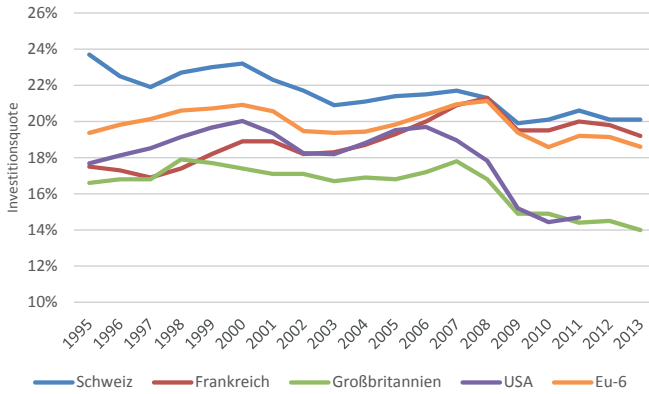
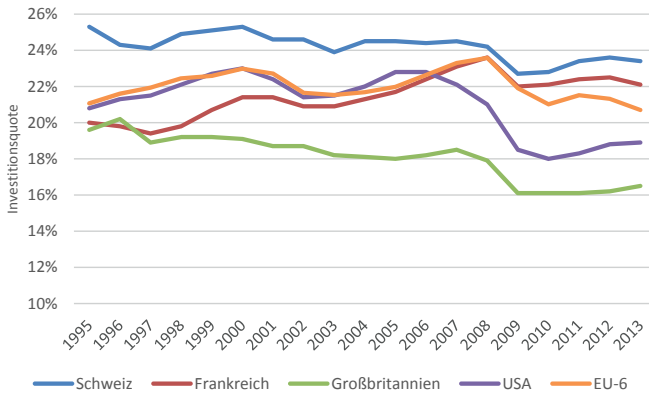


Abbildung A.2: Investitionsquoten ausgewählter Länder nach SNA 08



A2 Daten

Quelle	Daten
Ameco Database	Investitionen (Brutto, Netto, Kapitalstock)
OECD	„Kapitalnutzung“ pro Arbeitsstunde Realzins (Quartale) FuE-Ausgaben (Kapitel 6.4)
Weltbank	Bevölkerungsdaten
KOF (Konjunkturforschungsstelle der ETH Zürich)	„Ökonomische Globalisierung“ des Globalisierungsindex Innovationsoutput (Kapitel 6)
BIS	Realer effektiver Wechselkurs (Basierend auf den Verbraucherpreise)
ILO	Anteil der Beschäftigten im Dienstleistungssektor
Economic Policy Uncertainty Index Europe	Daten zur politischen Unsicherheit
Eurostat	Investitionsdaten (Quartale) BIP (Quartale)
Penn World Tables 8.1	Arbeitsproduktivität TFP
BFS (Bundesamt für Statistik Schweiz)	Arbeitsproduktivität (Kapitel 6) FuE-Aufwendungen der Privatwirtschaft (Kapitel 6)

A3 Zusätzliche Regressionstabellen

Tabelle A1: Einfluss der Investitionen auf die Arbeitsproduktivität (berechnet mit den Arbeitsstunden nach Siegenthaler (2014))

Abhängige Variable: Arbeitsproduktivitätswachstum						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Brutto	Brutto	Disaggregiert	Disaggregiert	Netto	Netto
	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV
Brutto	0.210 *** (3.57)	0.152 * (1.71)				
Ausrüstungen			0.458 ** (2.51)	-0.018 (0.03)		
Bau			-0.137 (0.58)	0.442 (0.51)		
Netto					0.197 *** (3.99)	0.111 (1.18)
Fehlerkorrekturterm	-0.835 *** (5.71)	-0.704 *** (3.22)	-0.961 *** (5.77)	-0.751 ** (2.26)	-0.863 *** (5.93)	-0.710 *** (3.04)
N	53	48	53	48	53	48
adj. R ²	0.374	0.374	0.386	0.386	0.393	0.393

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 **** 0.01 *** 0.05 ** 0.1 * ' ' 1.

Tabelle A2: Einfluss der Investitionen auf die TFP

Abhängige Variable: Arbeitsproduktivitätswachstum						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Brutto	Brutto	Disaggregiert	Disaggregiert	Netto	Netto
	OLS	IV	OLS	IV	OLS	IV
Brutto	0.013 (0.27)	-0.018 (0.24)				
Ausrüstungen			0.118 (0.73)	-0.398 (0.66)		
Bau			-0.147 (0.71)	0.580 (0.75)		
Netto					0.010 (0.23)	-0.025 (0.33)
Fehlerkorrekturterm	-1.037 *** (7.34)	-0.719 *** (4.04)	-1.067 *** (7.18)	-0.678 *** (2.58)	-0.979 *** (7.01)	-0.723 *** (4.22)
N	51	46	51	46	51	46
adj. R ²	0.516	0.257	0.502	0.058	0.489	0.263

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 **** 0.01 *** 0.05 ** 0.1 * ' ' 1.

Tabelle A3: Determinanten der Investitionstätigkeit – multivariater Zusammenhang

Abhängige Variable: Anlageinvestitionen zum BIP	Brutto	Ausrüstungen	Bauten	Netto
Beschäftigte im Dienstleistungssektor (% der Gesamtbeschäftigung)	-0.3486*** (-3.66)	-0.1085* (-1.93)	-0.2626*** (-4.97)	-0.3880*** (-4.34)
Wechselkurs (2010=1)	-0.16*** (-2.96)	-0.07** (-2.27)	-0.02 (-0.62)	-0.09* (-1.76)
Jugendanteil (% der Bevölkerung)	-1.3199*** (-2.87)	-0.8035*** (-2.74)	-0.8084*** (-3.38)	-1.3090*** (-3.04)
Seniorenanteil (% der Bevölkerung)	-1.6743* (-1.66)	-1.7736*** (-2.83)	-0.8242 (-1.54)	-1.9669** (-2.05)
<i>N</i>	44	44	44	44
adj. <i>R</i> ²	0.96	0.95	0.96	0.96

t-Statistiken in Klammern. Signifikanz-Codes: 0 '***' 0.01 '**' 0.05 '*' 0.1 '' 1.

In der Reihe „Strukturberichterstattung“ des Staatssekretariats für Wirtschaft sind seit 2000 erschienen:

1	Arvanitis, S. u.a. (2000) Die preisliche Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Wirtschaftszweige	22.
2	Arvanitis, S. u.a. (2001) Untersuchung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Wirtschaftszweige anhand einer „Constant Market Shares“-Analyse der Exportanteile	18.
3	Raffelhüschen, B. u.a. (2001) Zur Nachhaltigkeit der schweizerischen Fiskal- und Sozialpolitik: Eine Generationenbilanz (ohne Software GAP)	21.
4	Arvanitis, S. u.a. (2001) Unternehmensgründungen in der schweizerischen Wirtschaft	26.
5	Arvanitis, S. u.a. (2001) Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft. Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung 1999	34.
6	Crivelli, L. u.a. (2001) Efficienza nel settore delle case per anziani svizzere	26.
7	Hollenstein, H. (2001) Die Wirtschaftsbeziehungen zwischen der Schweiz und Osteuropa	23.
8	Henneberger, F. u.a. (2001) Internationalisierung der Produktion und sektoraler Strukturwandel: Folgen für den Arbeitsmarkt	21.
9	Arvanitis, S. u.a. (2002) Finanzierung von Innovationsaktivitäten. Eine empirische Analyse anhand von Unternehmensdaten	22.
10	Arvanitis, S. u.a. (2002) Qualitätsbezogene und technologische Wettbewerbsfähigkeit der schweizerischen Industriezweige. Beurteilung auf Grund der Export- bzw. Importmittelwerte und der Hochtechnologieexporte	18.
11	Ott, W. u.a. (2002) Globalisierung und Arbeitsmarkt: Chancen und Risiken für die Schweiz	28.
12	Müller, A. u.a. (2002) Globalisierung und die Ursachen der Umverteilung in der Schweiz. Analyse der strukturellen und sozialen Umverteilungen in den 90-er Jahren mit einem Mehrländer-Gewichtsmodell	24.
13	Kellermann, K. (2002) Eine Analyse des Zusammenhangs zwischen fortschreitender Globalisierung und der Besteuerung mobiler Faktoren nach dem Äquivalenzprinzip	18.
14	Infras (2002) Globalisierung, neue Technologien und struktureller Wandel in der Schweiz	28.
15	Fluckiger, Y. u.a. (2002) Inégalité des revenus et ouverture au commerce extérieur	20.
16	Bodmer, F. (2002) Globalisierung und Steuersystem in der Schweiz	22.
17	Arvanitis, S. u.a. (2003) Die Schweiz auf dem Weg zu einer wissensbasierten Ökonomie: eine Bestandesaufnahme	28.
18	Koch, Ph. (2003) Regulierungsdichte: Entwicklung und Messung	23.
19	Iten, R. u.a. (2003) Hohe Preise in der Schweiz: Ursachen und Wirkungen	36.
20	Kuster, J. u.a. (2003) Tourismusdestination Schweiz: Preis- und Kostenunterschiede zwischen der Schweiz und EU	23.
21	Eichler, M. u.a. (2003) Preisunterschiede zwischen der Schweiz und der EU. Eine empirische Untersuchung zum Ausmass, zu Erklärungsansätzen und zu volkswirtschaftlichen Konsequenzen	34.
22	Vaterlaus, St. u.a. (2003) Liberalisierung und Performance in Netzsektoren. Vergleich der Liberalisierungsart von einzelnen Netzsektoren und deren Preis-Leistungs-Entwicklung in ausgewählten Ländern	37.
23	Arvanitis, S. u.a. (2003) Einfluss von Marktmobilität und Marktstruktur auf die Gewinnmargen von Unternehmen – Eine Analyse auf Branchenebene	23.
24	Arvanitis, S. u.a. (2004) Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft – Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung 2002	28.
25	Borgmann, Ch. u.a. (2004) Zur Entwicklung der Nachhaltigkeit der schweizerischen Fiskal- und Sozialpolitik: Generationenbilanzen 1995-2001	20.
26D	de Chambrier, A. (2004) Die Verwirklichung des Binnenmarktes bei reglementierten Berufen: Grundlagenbericht zur Revision des Bundesgesetzes über den Binnenmarkt	19.
26F	de Chambrier, A. (2004) Les professions réglementées et la construction du marché intérieur: rapport préparatoire à la révision de la loi sur le marché intérieur	19.
27	Eichler, M. u.a. (2005) Strukturbrüche in der Schweiz: Erkennen und Vorhersehen	23.
28	Vaterlaus, St. u.a. (2005) Staatliche sowie private Regeln und Strukturwandel	32.
29	Müller, A. u.a. (2005) Strukturwandel – Ursachen, Wirkungen und Entwicklungen	24.
30	von Stokar Th. u.a. (2005) Strukturwandel in den Regionen erfolgreich bewältigen	22.
31	Kellermann, K. (2005) Wirksamkeit und Effizienz von steuer- und industriepolitischen Instrumenten zur regionalen Struktur Anpassung	22.

32	Arvanitis, S. u.a. (2005) Forschungs- und Technologiestandort Schweiz: Stärken-/Schwächenprofil im internationalen Vergleich	25.
33E	Copenhagen Economics, Ecoplan, CPB (2005) Services liberalization in Switzerland	31.
34	Arvanitis, S. u.a. (2007) Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft - Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationsserhebung 2005	34.
35/1	Brunetti, A., und S. Michal (eds.) - 2007 - Services Liberalization in Europe: Case Studies (vol. 1)	37.
35/2	Brunetti, A., und S. Michal (eds.) - 2007 - Services Liberalization in Europe: Case Studies (vol. 2)	26.
36/1	Balastèr, P., et C. Moser (éd.) - 2008 - Sur la voie du bilatéralisme: enjeux et conséquences (vol.1)	38.
36/2	Balastèr, P., et C. Moser (éd.) - 2008 - Sur la voie du bilatéralisme: enjeux et conséquences (vol. 2)	41.
37	Kellermann, K. (2007) Die öffentlichen Ausgaben der Kantone und ihrer Gemeinden im Quervergleich	25.
38	Ecoplan (2008) Benchmarking: Beispiel öffentlicher Regionalverkehr	15.
39	Filippini, M. & M. Farsi (2008) Cost efficiency and scope economies in multi-output utilities in Switzerland	18.
40	Kuster, J., und H.R. Meier (2008) Sammlung von Altpapier durch die Gemeinden - statistische Benchmarking-Methoden im Test	12.
41	Frick, A. (2008) Benchmarking öffentlicher Leistungen anhand des Fallbeispiels "Berufsbildung": Vergleich der kantonalen Ausgaben für die Berufsbildung	14.
42	Schoenenberger, A. e.a. (2009) Efficacité technique des exploitations forestières publiques en Suisse	25.
43	Arvanitis, S. u.a. (2008) Innovation und Marktdynamik als Determinanten des Strukturwandels	14.
44/1	Worm, H. u.a. (2009) Evaluation Kartellgesetz: Volkswirtschaftliche Outcome-Analyse	28.
44/2	Hüschelrath, K. u.a. (2009) Evaluation Kartellgesetz: Fallstudien zu den Wirkungen des Kartellgesetzes	36.
44/3	Baudenbacher, C. (2009) Evaluation Kartellgesetz: Institutionelles Setting Vertikale Abreden Sanktionierung von Einzelpersonen Zivilrechtliche Verfahren – with an English summary	36.
44/4	Heinemann, A. (2009) Evaluation Kartellgesetz: Die privatrechtliche Durchsetzung des Kartellrechts	22.
45	Hulliger, B. u.a. (2009) Erste Auswirkungen der Abschaffung der Buchpreisbindung - Technischer Bericht und Vertiefung	22.
46	Arvanitis, S. u.a. (2010) Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft - Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationsserhebung 2008	33.
47/1	Arvanitis, S. u.a. (2011) Exportpotenziale im Dienstleistungssektor (Band 1)	31.
47/2	Moser, P. u.a. (2011) Exportpotenziale im Dienstleistungssektor (Band 2)	16.
47/3	Delimatis, P. (2011) Exportpotenziale im Dienstleistungssektor (Band 3)	25.
47/4	Egger, P., und G. Wamser (2011) Exportpotenziale im Dienstleistungssektor (Band 4)	14.
48/1	Vaterlaus, St. u.a. (2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 1)	20.
48/2	Peter, M. u.a.(2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 2)	28.
48/3	Suter, St. u.a. (2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 3)	19.
48/4	Bruns, F. u.a. (2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 4)	20.
48/5	Müller, U. u.a. (2011) Produktivität und Finanzierung von Verkehrsinfrastrukturen (Band 5)	26.
49	Arvanitis, S. u.a. (2013) Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft - Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung 2011	35.
50/1	Eichler, M. u.a. (2013) The Financial Sector and the Economy: A Pillar or a Burden? (Band 1)	34.
50/2	Kellermann, K. und Schlag, C.-H. (2013) Wird die Wertschöpfung der Kreditinstitute zu hoch ausgewiesen? (Band 2)	14.
50/3	Abrahamsen, Y. u.a. (2013) Die Rolle der Banken bei der Transformation von Finanz- in Sachkapital (Band 3)	17.
50/4	Kellermann, K. und Schlag, C.-H. (2013) Wofür und für wen spart die Schweiz? - Der Einfluss der finanziellen Globalisierung auf die Vermögensbildung und -struktur der Schweiz (Band 4)	15.
50/5	Dembinski, P. e.a. (2013) Productivité et rentabilité du capital physique et financier - Analyse statistique exploratoire des données micro-économiques suisses (Band 5)	14.
51	Arvanitis, S. u.a. (2014) Die Entwicklung der Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft 1997-2012	15.
52	Arvanitis, S. u.a. (2014) Auswirkungen der Finanz- und Wirtschaftskrise von 2008 auf die Schweizer Wirtschaft - Eine Analyse auf der Basis von Unternehmensdaten - <i>nur elektronische Fassung</i>	

53/1	Nathani, C. u.a. (2014) Die Volkswirtschaftliche Bedeutung der globalen Wertschöpfungsketten für die Schweiz – Analysen auf Basis einer neuen Datengrundlage – Schwerpunktthema: Die Schweiz in den globalen Wertschöpfungsketten	20.-
53/2	Fauceglia, D. u.a. (2014) Backward Participation in Global Value Chains and Exchange Rate Driven Adjustments of Swiss Exports – Schwerpunktthema: Die Schweiz in den globalen Wertschöpfungsketten	11.-
53/3	Arvanitis, S. u.a. (2014) Die Determinanten und Auswirkungen von intra-betrieblichen Leistungsverflechtungen - Schwerpunktthema: Die Schweiz in den globalen Wertschöpfungsketten	13.-
53/4	Morlok, M. u.a. (2014) Der Einfluss internationaler Wertschöpfungsketten auf berufliche Tätigkeiten und Qualifikationen in der Schweiz - Schwerpunktthema: Die Schweiz in den globalen Wertschöpfungsketten	20.-
53/5	Böhmer, M. und Weiss, J. (2014) Forschungs- und Technologieintensität in der Schweizer Industrie - Schwerpunktthema: Die Schweiz in den globalen Wertschöpfungsketten	14.-
54/1	Eberli, A. u.a. (2015) Beitrag branchenspezifischer Effekte zum Wachstum der Schweizer Arbeitsproduktivität - Schwerpunktthema: Wachstum der Schweizer Volkswirtschaft	23.-
54/2	Ehrentraut, O. u.a. (2015) Die Bedeutung des Humankapitals für die Entwicklung der Arbeitsproduktivität und das Wirtschaftswachstum – Schwerpunktthema: Wachstum der Schweizer Volkswirtschaft	20.-
54/3	Kaiser, B. und Siegenthaler, M. (2015) The Productivity Deficit of the Knowledge-Intensive Business Service Industries in Switzerland – Schwerpunktthema: Wachstum der Schweizer Volkswirtschaft	20.-
54/4	Jäger, Ph. u.a. (2015) Der Zusammenhang zwischen dem technischen Fortschritt, der Investitionstätigkeit und der Produktivitätsentwicklung – Schwerpunktthema: Wachstum der Schweizer Volkswirtschaft	12.-

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
Direktion für Wirtschaftspolitik

Holzikofenweg 36, 3003 Bern

Vertrieb: Tel. +41 (0)58 464 08 60, Fax +41 (0)58 463 50 01, 12.2015 100
www.seco.admin.ch, wp-sekretariat@seco.admin.ch

ISBN 978-3-905967-30-2