



August 2004

Solow Residuen im Vergleich

WWZ-Forschungsbericht 06/04-a

Christoph Sax

Diese Arbeit ist zusammen mit weiteren Hintergrundberichten in Frank Bodmer und Silvio Borner (Hrsg.), «Wohlstand ohne Wachstum – Die Hintergrundberichte», WWZ-Forschungsbericht 04/06, WWZ-Forum, Basel 2004 erschienen.

WWZ Forum, Petersgraben 51, CH - 4003 Basel

Fax +41 61 267 33 33 | e-mail: forum-wwz@unibas.ch | www.wwz.unibas.ch/forum

Eine Veröffentlichung des
Wirtschaftswissenschaftlichen Zentrums (WWZ) der Universität Basel

Kontakt- und Bestelladresse:

WWZ Forum, Petersgraben 51, CH-4003 Basel Fax +41 61 267 33 33

In der Reihe „WWZ-Forschungsberichte“ werden die Ergebnisse aus WWZ-Forschungsprojekten publiziert

© WWZ 2003 und die Autoren

Jede Reproduktion, auch von Teilen und unabhängig vom Medium, ist nur mit Genehmigung des Autors und des WWZ gestattet. Bitte wenden Sie sich an das WWZ Forum

Die Publikation wird durch die freundliche Unterstützung des Vereins zur Förderung des WWZ ermöglicht.

Christoph Sax

Solow-Residuen im Vergleich

Abstract:

In dieser Arbeit werden Solow-Residuen für 17 OECD-Länder ab 1960 berechnet und verglichen. Einem zentralen Problem – der Schwierigkeit, eine geeignete Schätzung für den Kapitalstock zu finden – wird damit begegnet, dass unterschiedliche Schätzungen verwendet und deren Auswirkungen auf die Residuen geprüft werden. Die Ergebnisse sind quantitativ je nach Kapitalsstockschatzung zwar unterschiedlich; auf die Rangfolge hingegen hat die Wahl der Schätzung in der Regel einen geringen Einfluss. Im Falle der Schweiz lässt sich kein aussergewöhnliches Wachstumsverhalten feststellen: Das geringe Wirtschaftswachstum der letzten 30 Jahre ist zu gleichen Teilen auf eine geringe Zunahme der totalen Faktorproduktivität als auch der Inputfaktoren Kapital und Arbeit zurückzuführen.

Diese Arbeit ist in Frank Bodmer und Silvio Borner (Hrsg.), «Wohlstand ohne Wachstum – Die Hintergrundberichte», WWZ-Forschungsbericht 04/06, WWZ-Forum, Basel 2004 erschienen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Methoden	4
2.1	Solow-Residuen	4
2.2	Perpetual Inventory Method.....	5
3	Daten und Resultate	6
3.1	Datenvergleich	6
3.2	Resultate.....	9
4	Schlussfolgerungen.....	12
A	Datenbeschreibung.....	13
B	Diagramme.....	17
	Literaturverzeichnis	20

1 Einleitung

Woher stammt das Wachstum einer Volkswirtschaft? Sind es neue Arbeitskräfte, die die Produktion erhöhen, ohne die Produktivität zu verändern? Ist es Kapital, das akkumuliert wird und damit die Produktion erhöht, die Technologie aber unangetastet lässt? Oder ist das Wirtschaftswachstum Folge einer verbesserten Technologie, mit der sich mit gleichem Einsatz von Kapital und Arbeit mehr produzieren lässt?

1957 schlug Robert SOLOW einen einfachen Weg vor, um zu Antworten auf diese Fragen zu gelangen: Mittels des so genannten *Growth Accountings* lässt sich das Wirtschaftswachstum in die Beiträge von Arbeit, Kapital und Technologie aufteilen. Der technologische Fortschritt wird dabei als Differenz zwischen der Wachstumsrate des Bruttoinlandproduktes und einem mit den jeweiligen Kostenanteilen gewichteten Durchschnitt der Wachstumsraten von Kapital und Arbeit berechnet. Die so berechnete Differenz nennt sich Solow-Residuum oder Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität.

Eine Schätzung dieser Residuen zu internationalen Vergleichszwecken ist in der Theorie einfach, in der Praxis aber mit verschiedenen Datenproblemen behaftet. Als besonders schwierig erweist sich eine korrekte Schätzung des Kapitalstockes.¹ Schon kleine Variationen bei der Spezifikation einer Schätzung führen zu erheblichen Unterschieden zwischen den Resultaten. Es ist daher kaum verwunderlich, dass sich verschiedene Datensätze zum Kapitalstock zum Teil stark unterscheiden.

Wie aber wirken sich diese Unterschiede beim Kapitalstock auf die Schätzung der totalen Faktorproduktivität aus? Wird dadurch ein internationaler Vergleich verunmöglicht? Oder sind die Unterschiede in den Ergebnissen verkraftbar? In diesem Beitrag werden Schätzungen der Solow-Residuen für verschiedene Kapitalstock-Datenreihen durchgeführt. Dies führt – um ein zentrales Ergebnis vorwegzunehmen – zwar zu Unterschieden, ändert aber an der Rangfolge der Länder in der Regel wenig. Zumindest qualitative Aussagen über die Entwicklung der totalen Faktorproduktivität lassen sich daher trotz der Datenprobleme vornehmen.

In der Literatur existieren verschiedene Schweiz-spezifische Beiträge zur Berechnung von Solow-Residuen. Eine ähnliche Schätzung wie vorliegende – allerdings nur für den Zeitraum von 1981 bis 2001 – findet man etwa bei GAGALES (2002). Auch KEHOE UND RUHL (2003) führen eine Wachstumsdekomposition von 1973 bis 1996 und von 1996 bis 2000 durch.

Schätzungen des Kapitalstockes für die Schweiz existieren etwa von der OECD und der Weltbank. Eine weitere Schätzung findet man im Gegensatz zur aktuellen Version 6.1 in der alten Version der Penn World Tables (PWT 5.6). Schliesslich wurde auch von ABRAHAMSEN, AEPPLI, ATUKEREN, GRAFF, MÜLLER UND SCHIPS (2003) ein Kapitalstock für die Schweiz geschätzt; dieser wurde allerdings für Wachstumsregressionen und nicht für eine Solow-Wachstumsdekomposition verwendet. Alle vier Schätzungen basieren konzeptionell auf der *Perpetual Inventory Method*, einem erstmals von GOLDSMITH (1951) verwendeten Verfahren.

Dieser Beitrag ist in zwei Hauptteile gegliedert: Teil 2 stellt die Methoden vor, die für die Berechnung der Solow-Residuen und zur Schätzung des Kapitalstockes verwendet werden. Teil 3 bietet als erstes einen Vergleich der verschiedenen Datenquellen, anschliessend werden die Resultate des Growth Accounting

¹ Auch die Messung des Inputfaktors Arbeit ist nicht frei von Problemen. Mehr Bildung etwa erhöht die Qualität der Arbeit und führt zu mehr Produktion auch dann, wenn sich das Arbeitsvolumen nicht verändert. Der Bildungsbeitrag wird in der Folge der totalen Faktorproduktivität zugeschrieben. Theoretisch könnte eine Qualitätsverbesserung der Arbeit durch Investitionen ins Humankapital in einem erweiterten Modell separat berücksichtigt werden. Aufgrund der Schwierigkeiten, an vergleichbare Bildungsdaten zu gelangen, wird von diesem Vorhaben jedoch abgesehen.

vorgestellt. Eine Zusammenfassung der Erkenntnisse findet man im letzten Teil. Anhang A schliesslich beschreibt die Datenquellen und Transformationen, Anhang B enthält grafische Darstellungen der verschiedenen Datenreihen.

2 Methoden

Dieser Abschnitt liefert einen Überblick über die verwendeten Methoden. Im ersten Unterkapitel wird die klassische Methode² zur Berechnung von Solow-Residuen vorgestellt, die Darstellung folgt dabei in den wesentlichen Zügen einem Übersichtsartikel von BARRO (1998), konzeptionell basiert die vorgestellte Methode auf SOLOW (1957). Im zweiten Unterkapitel wird die Perpetual Inventory Method in einer vereinfachten Form dargestellt.

2.1 Solow-Residuen

Ausgangspunkt zur Berechnung der Solow-Residuen ist eine herkömmliche Produktionsfunktion:

$$Y = f(A, K, L) \quad (1)$$

Y bezeichnet das Produktionsniveau, A das Technologieniveau, K den Kapitalstock und L das Arbeitsvolumen. Die Ableitung dieser Funktion nach der Zeit t ergibt nach Anwendung der Kettenregel:

$$\dot{Y} = f_A \cdot \dot{A} + f_K \cdot \dot{K} + f_L \cdot \dot{L} \quad (2)$$

wobei f_A das Grenzprodukt der Technologie, f_K das Grenzprodukt des Kapitals und f_L dasjenige der Arbeit bezeichnen. Ein Punkt über dem Buchstaben markiert eine Ableitung nach t . Beidseitige Division von (2) durch Y und eine Erweiterung der Summanden auf der rechten Seite mit A/A , K/K und L/L ergibt:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = g + \frac{f_K K}{Y} \cdot \frac{\dot{K}}{K} + \frac{f_L L}{Y} \cdot \frac{\dot{L}}{L} \quad (3)$$

wobei $g \equiv \frac{f_A A}{Y} \cdot \frac{\dot{A}}{A}$ das Solow-Residuum bezeichnet. Ist die Technologie Hicks-Neutral, ist also $f(A, K, L) = A \cdot f(K, L)$, so ist $g = \dot{A}/A$, das Solow-Residuum entspricht dem Wachstum der Technologie. Dadurch lässt sich das Wachstum in drei Komponenten aufteilen: Technischer Fortschritt, Kapitalakkumulation und Beschäftigungszunahme.

Nimmt man an, dass die Vergütung der Produktionsfaktoren dem Grenzprodukt entspricht, so kann man f_K durch den Kapitalkostensatz r und f_L durch den Lohnsatz w ersetzen. Aus (3) wird daher, nach der Auflösung nach g :

² In neuerer Zeit liefert HSIEH (2002) eine alternative Form des Growth Accounting, bei der Faktorpreise anstelle von Kostenanteilen verwendet werden. Aufgrund von Datenproblemen wird Hsiehs Methode hier nicht angewendet.

$$g = \frac{\dot{Y}}{Y} - s_K \cdot \frac{\dot{K}}{K} - s_L \cdot \frac{\dot{L}}{L} \quad (4)$$

wobei $s_K \equiv rK/Y$ den Kostenanteil des Kapitals und $s_L \equiv wL/Y$ denjenigen der Arbeit bezeichnet. Geht man zusätzlich von konstanten Skalenerträgen in Bezug auf Kapital und Arbeit aus, so gilt $s_K + s_L = 1$. Gleichung (4) lässt sich daher schreiben als:

$$g = \frac{\dot{Y}}{Y} - s_K \cdot \frac{\dot{K}}{K} - (1 - s_K) \cdot \frac{\dot{L}}{L} \quad (5)$$

Das klassische Solow-Residuum entspricht also der Differenz zwischen dem Produktionswachstum und einem mit den jeweiligen Kostenanteilen gewichteten Mittel des Kapital- und des Arbeitswachstums.

2.2 Perpetual Inventory Method

Ein Hauptproblem bei der Schätzung der Solow-Residuen ist die geeignete Wahl des Kapitalstocks. Theoretisch stehen zwei Methoden zur Verfügung, mit der die Höhe des Kapitalstocks bestimmt werden kann.

Die eine basiert auf einer direkten Erfassung aller Kapitalgüter mittels Umfragen, Unternehmensbilanzen etc. Diese Methode ist aufwändig und für einen internationalen Vergleich schlecht geeignet, da sich die Erhebungsmethoden zwischen verschiedenen Ländern erheblich unterscheiden können (ALBALA-BERTRAND 2001).

Die zweite und verbreitetere Methode ist die so genannte Perpetual Inventory Method (PIM). Sie liegt allen in diesem Beitrag verwendeten Schätzungen zu Grunde. Die erstmals von GOLDSMITH (1951) verwendete Methode berechnet den Kapitalstock als Summe der vergangenen Investitionsströme abzüglich der Abschreibungen. Formal lässt sich die Entwicklung des Kapitalstocks mit folgender Differenzgleichung darstellen:

$$K_t = K_{t-1}(1 - \delta) + I_t \quad (6)$$

Zum Kapitalstock der Vorperiode K_{t-1} werden die Investitionen der aktuellen Periode I_t hinzugezählt. Gleichzeitig werden die Abschreibungen $\delta \cdot K_{t-1}$ davon abgezogen.

Um damit eine Zeitreihe des Kapitalstockes zu schätzen, ist eine Annahme an den Anfangskapitalstock K_0 nötig.³ Daraus und aus Gleichung (6) lässt sich der Kapitalstock zu jedem Zeitpunkt t bestimmen:

$$K_t = K_0 \cdot (1 - \delta)^t + \sum_{i=1}^t I_i \cdot (1 - \delta)^{t-i} \quad (7)$$

Aus Gleichung (7) wird ersichtlich, dass die Bedeutung einer korrekten Bestimmung des Anfangskapitalstocks K_0 abnimmt, je weiter man sich vom Anfangszeitpunkt t_0 entfernt. Bei einem δ von 0.1 fällt der An-

³ Für die eigenen Kapitalstockschätzungen wird angenommen, dass sich der Anfangskapitalstock im Steady State befindet und sich Abschreibungen und Investitionen zu Beginn genau die Waage halten (Siehe Anhang A).

fangskapitalstock bereits nach 10 Perioden nur noch mit rund einem Drittel ins Gewicht. Da verschiedene Kapitalgüter über eine unterschiedliche Lebensdauer und daher über unterschiedliche Abschreibungsraten verfügen, lässt sich die Kapitalakkumulation für verschiedene Güterkategorien getrennt beschreiben. Aus Gleichung (6) wird daher:

$$K_{it} = K_{it-1}(1 - \delta_i) + I_{it} \quad \forall i \quad (8)$$

Eine Schätzung von Gleichung (8) ist an das Vorhandensein von disaggregierten Daten geknüpft. Der gesamte Kapitalstock K_t bildet sich anschliessend aus der Summe der disaggregierten Kapitalstöcke $K_{it} = \sum K_{it}$.⁴

3 Daten und Resultate

Zur Berechnung der Solow-Residuen benötigt man Daten über die Höhe des *Kapitalstocks*, das *Arbeitsvolumen* und den *Kostenanteil* des Kapitals bzw. der Arbeit. Eine Beschreibung der verwendeten Datenquellen und den darin enthaltenen Variablen findet man in Anhang A. Vor allem die Kapitalstockdaten sind zum Teil mit erheblichen Schätz- und Messproblemen behaftet. Es ist daher nicht verwunderlich, dass sie sich je nach Quelle stark unterscheiden. In diesem Kapitel sollen als erstes die numerischen und konzeptionellen Unterschiede einzelner bereits vorhandener oder eigens erstellter Datenreihen betrachtet werden. Um besser abschätzen zu können, wie sich die Wahl einer bestimmten Reihe auf die daraus resultierenden Solow-Residuen auswirkt, werden Berechnungen mit verschiedenen Datenreihen durchgeführt. Es soll dadurch möglich werden, einen ungefähren Bereich abzuschätzen, in dem das Solow-Residuum unabhängig von der Wahl der Kapitalstockdaten liegen sollte. Eine Übersicht und ein Vergleich dieser Resultate findet man im zweiten Unterkapitel.

3.1 Datenvergleich

Kapitalstock

Aufgrund der Schwierigkeiten, die mit einer Kapitalstockschtzung verbunden sind, ist es nicht verwunderlich, dass diese Datenreihen grosse Unterschiede aufweisen. In Anhang B sind die Datenreihen in vergleichbarer Form in den jeweiligen Landeswährungen von 1995 grafisch dargestellt.

Der Vergleich umfasst die Länder USA, Frankreich, Grossbritannien, die Niederlande, Japan und die Schweiz. Der Grund für die Wahl der ersten fünf Länder liegt darin, dass eine gut dokumentierte Kapitalstockschtzung, diejenige von MADDISON (1994), nur sechs Länder umfasst, von denen fünf für den Vergleich verwendet werden.

Die Kapitalstockschtzungen der Penn World Tables 5.6 (Bezeichnung in Anhang B: K_PWT) weisen im Allgemeinen die tiefsten Werte auf. Ähnlich niedrige Ergebnisse erhält man auch für eine eigene Kapitalstockschtzung (K_EIG015) mit einer hohen Abschreibungsrate von $\delta = 0.15$. Die Schätzungen von Maddi-

⁴ Die in der Einleitung erwähnte Schätzung von Gagales (2002) verwendet etwa diese Methode. Für die Schätzung des Kapitalstocks trennt er diesen in zwei Bestandteile (nonresidential structures und machinery and equipment) und verwendet dafür zwei unterschiedliche Abschreibungsraten (4% und 20%). Eine ähnliche Methode verwenden auch Maddison (1994) und die Weltbank (Nehru and Dhareshwar 1993).

son, die auf den offiziellen Lebensdauerwerten der USA beruhen, liegen einiges höher (K_MAD). In einem ähnlichen Bereich befindet sich eine eigene Schätzung mit einer tieferen Abschreibungsrate von $\delta = 0.08$ (K_EIG008). Uneinheitlich sind hingegen die Werte des OECD Economic Outlook (K_EO), die auf nationalen Schätzungen mit zum Teil stark unterschiedlichen Abschreibungskonzepten beruhen.⁵ Die Zahlen der Weltbank schliesslich markieren den oberen Rand des Spektrums (K_WB).

Tabelle 1: Das Kapitalwachstum in verschiedenen Datensätzen

	AUS	AUT	BEL	CAN	CHE	DNK	ESP	FIN	FRA	GBR	GER	IRL	ISL	ITA	JPN	NLD	NOR	SWE	USA
OECD, Economic Outlook																			
70-80	3.9	6.6	3.3	4.3	3.8	3.9	6.3		4.9	1.7	4.7	2.8	5.9	4.3	8.6	2.9	3.3	3.4	3.8
80-90	4.8	4.0	3.0	3.2	2.7	3.0	3.5	3.1	3.4	1.9	3.0	2.8	3.2	3.0	6.2	1.9	2.0	2.7	2.9
90-00	4.0	4.2	2.9	2.2	2.4	2.8	4.1	0.6	3.0	2.8	3.4	3.6	2.3	2.9	4.5	2.7	1.2	2.3	2.9
Weltbank																			
70-80	4.5	5.9	4.1	4.9	3.9	4.5	6.4	4.4	5.5	3.6	3.9	6.2	5.8	4.4	9.4	4.1	4.9	3.5	3.1
80-90	3.5	3.1	2.1	4.7	3.4	2.0	3.4	3.3	3.0	2.7	2.4	3.4	3.5	2.8	5.5	2.2	3.0	2.5	2.8
90-00																			
PWT 5.6																			
70-80	4.4	7.5	4.9	5.5	4.1	5.2	7.7	5.1	6.0	4.0	7.4	6.8	6.2	4.9	9.8	5.2	2.7	4.3	4.1
80-90	3.9	3.9	2.1	5.2	3.6	2.2	4.4	3.9	3.0	3.0	2.7	2.8	6.8	3.0	6.0	2.5	2.5	3.9	3.5
90-00																			
Maddison																			
70-80									6.0	3.8	4.5			9.4	3.7				3.8
80-90									3.6	3.2	3.0			5.9	2.7				3.0
90-00																			
Eigene Schätzung mit 0.08 Abschreibungsrate																			
70-80	3.2	4.2	3.1	4.6	2.0	2.5	5.0	2.8	4.0	2.1	1.9	5.9	4.3	2.5	7.4	2.4	4.4	1.9	2.9
80-90	3.6	2.1	1.6	4.4	2.3	0.8	2.8	2.6	2.3	2.2	1.2	2.7	2.4	1.8	4.5	1.4	2.1	2.0	3.3
90-00	3.3	2.8	2.6	2.9	1.9	1.7	3.5	-0.1	1.9	2.6	3.2	4.7	2.1	1.6	3.2	2.4	1.7	1.1	4.0
Eigene Schätzung mit 0.15 Abschreibungsrate																			
70-80	3.5	4.7	3.3	5.2	1.8	2.2	4.6	3.2	4.1	2.0	2.0	6.3	5.1	2.7	7.1	2.2	5.2	1.8	3.3
80-90	3.8	1.7	1.4	4.4	2.6	0.5	2.7	2.8	2.0	2.6	1.1	1.8	2.0	1.7	4.1	1.2	1.4	2.3	3.5
90-00	3.4	2.9	2.8	2.6	1.7	2.1	3.5	-1.0	1.7	2.6	3.7	5.6	2.2	1.5	2.5	2.7	1.8	0.7	4.3

Aufgrund einer blossen optischen Inspektion der Datenreihen in Anhang B scheint eine einfache Schätzung mit einer Abschreibungsrate von $\delta = 0.08$ nicht schlechter zu sein als elaboriertere Methoden. Sie weist

⁵ Im Falle der USA bewegen sich die OECD Zahlen in ähnlicher Höhe wie diejenigen von Maddison, was den Umstand widerspiegelt, dass dieser die offiziellen Lebensdauerannahmen der USA verwendet. Im Falle von Grossbritannien liegen die OECD Zahlen bedeutend höher. Laut MADDISON (1994) haben „Non-residential structures“ in den USA (und in seiner Schätzung) eine durchschnittliche Lebensdauer von 39 Jahren, während es in Grossbritannien 66 Jahre sind. Im Falle von „machinery and equipment“ sind es in den USA 14 Jahre, in Grossbritannien 25.

zudem zwei klare Vorteile auf: Erstens ist die Schätzung transparent, da sie sich durch eine einzige Gleichung mit einem einzigen Parameter beschreiben lässt. Zweitens deckt sie mit der Periode von 1960 bis 2000 einen weiteren Zeithorizont ab als die anderen Schätzungen.

Für die Berechnung der Solow-Residuen sind nicht die Niveaus, sondern die Veränderungen des Kapitalstocks massgebend. In Tabelle 1 sind die durchschnittlichen Wachstumsraten des Kapitalstocks für die verschiedenen Schätzungen aufgeführt. Es zeigt sich, dass die einfachen Schätzungen mit einer einheitlichen Abschreibungsrate in der Regel zu tieferen Wachstumsraten führen, als dies etwa bei den OECD- oder den Weltbank-Daten der Fall ist. Die konkrete Entscheidung für eine bestimmte Abschreibungsrate hat hingegen nur eine untergeordnete Bedeutung, da bei der verwendeten Schätzmethode ein höheres δ zu zwei entgegengesetzten Effekten führt. Einerseits senkt sich durch eine höhere Abschreibungsrate der absolute Zuwachs des Kapitalstockes, andererseits senkt sich auch der geschätzte Anfangskapitalstock, wodurch der relative Zuwachs wieder grösser wird. Die Zuwachsraten bewegen sich daher für beide Abschreibungsraten in einer ähnlichen Grössenordnung.

Bei den Economic Outlook Daten zeigt sich das erwähnte Problem unterschiedlicher Datenkonstruktion. Der extrem tiefe Zuwachswert des Kapitalstockes in Grossbritannien ist wohl eher auf die Besonderheiten der britischen Schätzmethode als auf ökonomische Ursachen zurückzuführen. Nichtsdestotrotz gleichen die Economic Outlook Wachstumswerte den Schätzungen der Weltbank, Maddison und der PWT 5.6. Im Falle der Schweiz führen Schätzungen des Economic Outlook, der Weltbank und der PWT 5.6 vor allem in den siebziger Jahren zu einem deutlich stärkeren Wachstum als eigene Schätzungen.

Arbeitsvolumen

Weniger kontrovers fällt ein Vergleich der Arbeitsvolumen aus. Wie Anhang B zu entnehmen ist, sind die Daten des Groningen Growth and Development Centers (GGDC) und diejenigen der OECD während der Zeit, die sie gemeinsam abdecken, ziemlich ähnlich. Die GGDC-Daten reichen allerdings weiter zurück als die OECD-Daten und werden im Folgenden vorgezogen. Die Beschäftigungsdaten aus den PWT 5.6 sind in der Grafik ebenfalls aufgeführt. Ihre Verwendung allerdings ist wenig sinnvoll, da diese erst mit Arbeitsstundendaten aus einer anderen Quelle multipliziert werden müssen.

Kostenanteile

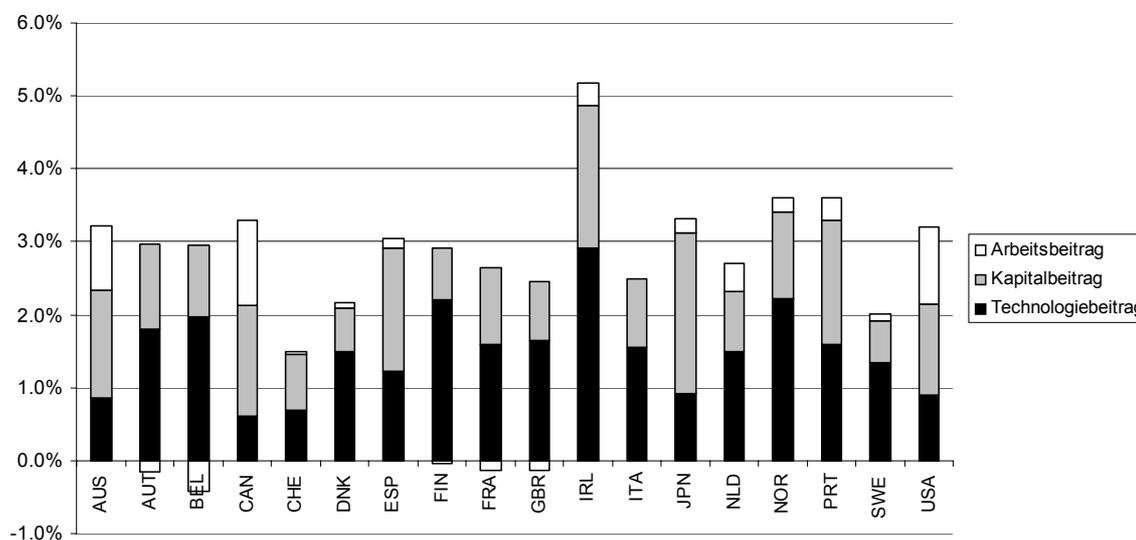
Ein Vergleich der verschiedenen Kostenanteile findet man in Anhang B. Die Daten aus beiden verwendeten OECD Datenbanken gleichen sich deutlich (S_NA1 und S_EO). Der Abdeckungsgrad der Reihen ist allerdings unterschiedlich, so dass im Folgenden die Daten aus den National Accounts verwendet werden. Zur Berechnung der Kostenanteile bieten sich verschiedene Berechnungsmöglichkeiten an, die im Datenanhang beschrieben sind. Im Folgenden wird diejenige Variante verwendet, bei der die Arbeitsentschädigung als Anteil der Summe von Kapital- und Arbeitsentschädigung aufgefasst wird (S_NA2). Die nicht-zuteilbaren Einkommenskomponenten des BIPs werden ausser Acht gelassen. Man erhält dadurch eine Datenreihe ab 1970.

Da Daten sowohl zum Kapitalstock als auch zum Arbeitsvolumen für längere Zeit vorhanden sind als Daten zu den Kostenanteilen, begrenzen diese den Zeitraum, für den sich Solow-Residuen berechnen lassen. Akzeptiert man dagegen die Annahme, dass alle Länder über dieselbe Cobb-Douglas Produktionsfunktion $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$ verfügen, so lassen sich die Kostenanteile s_K durch α und s_L durch $1 - \alpha$ ersetzen. Eine gebräuchliche Schätzung für diese Produktionselastizitäten ist $\alpha = 1/3$. Im Folgenden soll als Variante auch eine Version des Solow-Residuums berechnet werden, das auf diesen konstanten Gewichtungswerten basiert. Damit lassen sich vollständige Berechnungen ab 1960 durchführen.

3.2 Resultate

Verfügt man über Daten zum Kapitalstock, zum Arbeitsvolumen und zu den Kostenanteilen, so lassen sich daraus mit Gleichung (5) die Solow-Residuen bestimmen. Da sich die Daten für den Kapitalstock zum Teil erheblich unterscheiden, werden zwei verschiedene Berechnungen durchgeführt. Die erste basiert auf einer Schätzung, der eine einheitliche Abschreibungsrate von 8% zugrunde liegt. Die zweite verwendet die Daten des Economic Outlook. Mit der Wahl eines leicht und eines stark anwachsenden Kapitalstockes sollte es möglich sein, einen Bereich abzuschätzen, in dem der wahre Wert des Solow-Residuums liegt. In Tabelle 2 sind die durchschnittlichen Wachstumsbeiträge des Kapitals, der Arbeit und – als Residuum – der Technologie für alle OECD-Länder mit ausreichender Datenverfügbarkeit angegeben.

Diagramm 1: Die Beiträge von Arbeit, Kapital und Technologie zum Wirtschaftswachstum, 1970 - 2000



Die Darstellung basiert auf denselben Berechnungen wie Tabelle 2, dem Kapitalbeitrag liegt eine Schätzung mit einer einheitlichen Abschreibungsrate von 0.8% zugrunde. Anders als in der Tabelle sind in dieser Grafik die Veränderungen von 1970 bis 2000 zusammengefasst. Die Summe aller Beiträge stellt das durchschnittliche Wirtschaftswachstum von 1970 bis 2000 dar.

Auf die Rangfolge der Solow-Residuen scheint die Wahl des Kapitalstocks keinen allzu grossen Einfluss auszuüben. Die Schweiz teilt sich mit unterschiedlichen, von der Wahl der Kapitalstockschätzung aber unabhängigen Ländern die Schlusspositionen. Sie liegt in den siebziger Jahren in beiden Schätzungen auf dem vorletzten Platz vor Japan, dessen starkes Wachstum in dieser Zeit hauptsächlich durch einen stark expandierenden Kapitalstock verursacht wurde. In den achtziger Jahren liegt die Schweiz in beiden Schätzungen auf dem drittletzten Platz, diesmal vor Kanada und Australien. In den neunziger Jahren übertrifft sie schliesslich lediglich Japan und Spanien, im Falle der Economic Outlook Schätzung zusätzlich auch Italien. Am anderen Ende der Rangliste liegt Irland, das diese seit den achtziger, im Falle der OECD Kapitalstockschätzung schon seit den siebziger Jahren anführt.

Tabelle 2: Die Beiträge zum Wirtschaftswachstum – Wachstumsdekomposition auf Basis zweier unterschiedlicher Datensätze

	AUS	AUT	BEL	CAN	CHE	DNK	ESP	FIN	FRA	GBR	IRL	ITA	JPN	NLD	NOR	SWE	USA
Kapitalbeitrag, Schätzung mit einheitlicher Abschreibungsrate von 8%																	
70-80	1.3	1.6	1.2	1.7	0.8	0.9	2.2	1.2	1.6	0.7	2.5	1.1	3.5	0.9	1.8	0.6	1.0
80-90	1.6	0.8	0.7	1.7	0.8	0.3	1.3	1.0	0.8	0.8	1.1	0.9	1.9	0.6	0.9	0.7	1.2
90-00	1.5	1.1	1.1	1.1	0.6	0.6	1.5	-0.1	0.8	0.9	2.3	0.8	1.3	1.0	0.8	0.4	1.5
Kapitalbeitrag, OECD Economic Outlook																	
70-80	1.6	2.5	1.3	1.6	1.6	1.4	2.8		1.9	0.5	1.2	2.0	4.1	1.1	1.4	1.1	1.3
80-90	2.1	1.5	1.2	1.3	1.0	1.1	1.6	1.2	1.3	0.7	1.1	1.5	2.7	0.8	0.9	0.9	1.1
90-00	1.9	1.6	1.2	0.8	0.8	1.0	1.8	0.3	1.2	1.0	1.8	1.5	1.9	1.1	0.5	0.8	1.1
Arbeitsbeitrag																	
70-80	0.6	-0.8	-0.8	1.6	-0.3	0.0	-0.5	0.3	-0.4	-0.7	-0.2	-0.1	0.4	-0.1	0.1	-0.2	1.0
80-90	1.3	0.4	-0.2	1.1	0.5	0.0	0.0	0.1	-0.4	0.3	-0.3	0.1	0.6	0.1	0.0	0.6	1.1
90-00	0.7	-0.1	-0.2	0.8	-0.1	0.2	0.9	-0.5	0.3	-0.1	1.2	0.0	-0.4	1.1	0.4	-0.1	1.0
Technologiebeitrag (Solow-Residuum), Schätzung mit einheitlicher Abschreibungsrate von 8%																	
70-80	1.0	2.8	3.0	1.0	0.8	1.4	1.8	2.0	2.1	1.9	2.5	2.6	0.6	2.2	2.8	1.5	1.1
80-90	0.4	1.2	1.6	-0.1	0.7	1.6	1.7	2.0	1.9	1.6	2.8	1.3	1.6	1.6	1.4	0.9	0.9
90-00	1.2	1.4	1.3	0.9	0.6	1.5	0.2	2.6	0.8	1.4	3.6	0.8	0.5	0.8	2.5	1.7	0.7
Technologiebeitrag (Solow-Residuum), OECD Economic Outlook																	
70-80	0.7	1.9	2.9	1.1	0.1	0.8	1.2		1.7	2.1	3.8	1.7	0.0	2.0	3.3	1.1	0.8
80-90	-0.1	0.5	1.1	0.4	0.5	0.8	1.4	1.8	1.5	1.7	2.7	0.6	0.9	1.3	1.5	0.6	1.0
90-00	0.9	0.8	1.2	1.2	0.4	1.1	-0.1	2.2	0.4	1.4	4.2	0.1	-0.1	0.7	2.7	1.2	1.1
Gesamtes Wirtschaftswachstum (BIP)																	
70-80	3.0	3.6	3.4	4.3	1.4	2.2	3.5	3.5	3.3	1.9	4.7	3.6	4.5	2.9	4.7	1.9	3.2
80-90	3.2	2.4	2.0	2.8	2.1	1.9	2.9	3.1	2.4	2.7	3.6	2.3	4.1	2.2	2.4	2.2	3.2
90-00	3.4	2.4	2.2	2.8	1.1	2.3	2.7	2.0	1.9	2.3	7.2	1.6	1.4	2.9	3.7	2.0	3.2
Der Kapitalbeitrag ist das Produkt aus Kapitalwachstum und Kapitalkostenanteil, der Arbeitsanteil dasjenige aus Arbeitswachstum und Arbeitskostenanteil. Das Solow-Residuum ist die Differenz zwischen gesamtem Wirtschaftswachstum und der Summe von Kapital- und Arbeitsbeitrag.																	

Im letzten Abschnitt ist auf die Möglichkeit der Annahme einer konstanten Produktionselastizität des Kapitals von $\alpha = 1/3$ hingewiesen worden, um auch Schätzungen für die sechziger Jahre zu erhalten. Diese Vereinfachung scheint keine allzu grossen Veränderungen der Resultate zur Folge zu haben. Die Resultate dieser Schätzung und eine Aufteilung des Wachstums in die Beiträge von Technologie, Kapital und Arbeit sind in Tabelle 3 dargestellt.

Im Wachstumsverhalten der Industrieländer scheint es keine grossen Unterschiede zwischen Wirtschaftswachstum und technologischem Fortschritt zu geben. Ein auffälliges Wachstumsverhalten, wie etwa dasjenige von Singapur, das gemäss YOUNG (1992) hauptsächlich auf Kapitalakkumulation statt auf technischem Fortschritt beruhen soll, scheint bei Japan vorzuliegen. Das Land konnte in den siebziger und achtzi-

ger Jahren nur ein bescheidenes Technologiewachstum verbuchen und erreichte sein beeindruckendes Wirtschaftswachstum in erster Linie durch Kapitalakkumulation. In allen anderen Ländern verlaufen Kapitalakkumulation und Technologiewachstum hingegen im Gleichschritt. Dies ist an sich wenig verwunderlich, da sich die Investitionsquoten in den untersuchten Länder während der letzten vierzig Jahre nur bescheiden verändert haben.

Tabelle 3: Wachstumsdekomposition mit einheitlicher Produktionselastizität $\alpha = 1/3$ und einheitlicher Abschreibungsrate $\delta = 0,08$

	AUS	AUT	BEL	CAN	CHE	DNK	ESP	FIN	FRA	GBR	IRL	ITA	JPN	NLD	NOR	SWE	USA
Kapitalbeitrag																	
60-70	0.7	0.8	0.8	1.0	0.8	0.9	1.8	0.5	1.1	0.7	1.5	0.6	2.2	0.9	0.7	0.7	0.7
70-80	1.1	1.4	1.0	1.5	0.7	0.8	1.7	0.9	1.3	0.7	2.0	0.8	2.5	0.8	1.5	0.6	1.0
80-90	1.2	0.7	0.5	1.5	0.8	0.3	0.9	0.9	0.8	0.7	0.9	0.6	1.5	0.5	0.7	0.7	1.1
90-00	1.1	0.9	0.9	1.0	0.6	0.6	1.2	0.0	0.6	0.9	1.6	0.5	1.1	0.8	0.6	0.4	1.3
Arbeitsbeitrag																	
60-70	1.8	-0.7	-0.3	1.6	0.7	-0.4	0.3	-0.7	0.3	-0.3	-0.7	-0.7	0.9	0.5	0.1	-0.3	1.1
70-80	0.7	-0.9	-0.9	1.7	-0.3	0.0	-0.6	0.3	-0.4	-0.7	-0.3	-0.2	0.5	-0.2	0.1	-0.2	1.1
80-90	1.5	0.4	-0.3	1.2	0.6	0.0	0.0	0.1	-0.4	0.3	-0.3	0.2	0.7	0.2	0.0	0.6	1.2
90-00	0.9	-0.1	-0.3	0.9	-0.1	0.2	1.1	-0.5	0.3	-0.1	1.6	0.0	-0.4	1.3	0.5	-0.1	1.1
Technologiebeitrag (Solow-Residuum)																	
60-70	2.6	4.5	4.4		3.3	3.8	5.4	5.1		2.5	3.4	5.8	7.1	3.7	3.4	4.2	2.4
70-80	1.2	3.1	3.2	1.1	1.0	1.4	2.5	2.2	2.3	1.9	3.0	2.9	1.5	2.3	3.2	1.5	1.2
80-90	0.5	1.3	1.8	0.1	0.7	1.6	2.0	2.2	2.0	1.6	3.0	1.5	1.9	1.6	1.7	0.9	0.9
90-00	1.4	1.5	1.5	1.0	0.6	1.5	0.4	2.6	0.9	1.5	4.0	1.1	0.8	0.9	2.6	1.7	0.8
Gesamtes Wirtschaftswachstum																	
60-70	5.1	4.7	4.9		4.7	4.3	7.5	4.8		2.9	4.2	5.7	10.1	5.1	4.2	4.7	4.2
70-80	3.0	3.6	3.4	4.3	1.4	2.2	3.5	3.5	3.3	1.9	4.7	3.6	4.5	2.9	4.7	1.9	3.2
80-90	3.2	2.4	2.0	2.8	2.1	1.9	2.9	3.1	2.4	2.7	3.6	2.3	4.1	2.2	2.4	2.2	3.2
90-00	3.4	2.4	2.2	2.8	1.1	2.3	2.7	2.0	1.9	2.3	7.2	1.6	1.4	2.9	3.7	2.0	3.2

Der Kapitalbeitrag ist das Produkt aus Kapitalwachstum und der konstanten Produktionselastizität $\alpha = 1/3$, der Arbeitsanteil dasjenige aus Arbeitswachstum und $(1 - \alpha) = 2/3$. Das Solow-Residuum ist die Differenz zwischen gesamtem Wirtschaftswachstum und der Summe von Kapital- und Arbeitsbeitrag.

Einige Punkte verdienen besondere Aufmerksamkeit:

- Das eindruckliche Wirtschaftswachstum der Vereinigten Staaten kann schlecht auf eine Zunahme der totalen Faktorproduktivität zurückgeführt werden (Tabelle 2, Spalte USA). Ein Teil des Wachstums ist durch die Bevölkerungs- und Arbeitsvolumenzunahme verursacht worden, ein anderer Teil durch ein im internationalen Vergleich schnelles Anwachsen des Kapitalstocks. Die USA leiden seit den siebziger Jahren unter einer geringen Zunahme der totalen Faktorproduktivität, über das gesamte Jahrzehnt betrachtet ist diese auch in den neunziger Jahren gering. Dies liegt in erster Linie daran, dass zu Beginn der

neunziger Jahre nur geringe Zuwächse erzielt wurden. In der zweiten Hälfte ist tatsächlich eine Beschleunigung der totalen Faktorproduktivitätsentwicklung festzustellen.

- Im Falle von Irland spiegelt sich die erfolgreiche Wirtschaftsentwicklung erst in den neunziger Jahren in allen drei Bereichen (Tabelle 2, Spalte IRL): Das technologische Wachstum, aber auch Kapital- und Arbeitszunahme liegen unangefochten an der Spitze der OECD. Schon in den siebziger und achtziger Jahren hat die totale Faktorproduktivität stark zugenommen, das Wirtschaftswachstum aber ist durch den Rückgang der Beschäftigung etwas gebremst worden.
- Die Struktur der Wachstumsbeiträge der Schweiz ist weniger auffällig (Tabelle 2, Spalte CHE). Zwar liegen die Solow-Residuen der Schweiz im internationalen Vergleich seit drei Jahrzehnten am Schluss. Über die gesamte Zeit seit 1970 betrachtet nimmt die totale Faktorproduktivität in der Schweiz mit deutlich weniger als 1 Prozent pro Jahr zu. Weder Kapital- noch Arbeitsbeitrag scheinen zu einer auffälligen Verzerrung des Wachstums beigetragen zu haben. Die Schlussposition ist man sich aber aus BIP-Wachstums-Vergleichen gewohnt, sie widerspiegelt sich auch in der geringen Zunahme der Beschäftigung und des Kapitals.
- Tabelle 3 verdeutlicht den so genannten Productivity-Slowdown, den praktisch alle Länder erfahren haben. Während in den Sechzigern, teilweise auch in den Siebzigern in den meisten Ländern Solow-Residuen von deutlich über 2% gemessen werden können, liegen sie in den letzten zwei Jahrzehnten in fast allen Fällen unter dieser Schwelle. Die Schweiz macht da keine Ausnahme. Das Residual ist in den sechziger Jahren grösser als 2 %, wächst in den siebziger Jahren nur noch geringfügig, erholt sich in den achtziger Jahren etwas und stagniert seither fast vollständig.

4 Schlussfolgerungen

Die Wachstumsbuchhaltung ist eine Methode zur Berechnung des technischen Fortschritts. Dieser berechnet sich nach Solow (1957) als Differenz zwischen dem Wirtschaftswachstum und einem mit den jeweiligen Kostenanteilen gewichteten Mittel von Kapital- und Arbeitswachstum. Obwohl einfach in der Theorie, ergeben sich in der Praxis verschiedene Probleme bei der Datenauswahl: Vor allem Kapitalstocksätzungen unterliegen beträchtlichen Mess- und Schätzschwierigkeiten.

Um dennoch zu brauchbaren Schätzungen des Solow-Residuums zu gelangen, sind in diesem Beitrag Berechnungen mit verschiedenen Kapitalstocksätzungen durchgeführt worden. Die Schätzungen, deren Niveaus und Veränderungen sich zum Teil erheblich unterscheiden, führen zwar zu unterschiedlichen Solow-Residuums-Werten; solange man aber an bloss qualitativen Aussagen interessiert ist, scheint man mit den verschiedenen Schätzungen zu ähnlichen Ergebnissen zu gelangen. Auch eine Berechnung mit einer eigenen Kapitalstocksätzung und einer einheitlichen Abschreibungsrate führt zu einem ähnlichen und daher brauchbaren Ergebnis.

Mit einer derartigen Schätzung und einer fixen Produktionselastizität des Kapitals von $1/3$ ist eine Berechnung der Solow-Residuen und eine Aufteilung in die Beiträge von Kapital und Arbeit zum Wirtschaftswachstum für die vergangenen vierzig Jahre möglich. Eine solche Zusammenstellung führt zu zwei wesentlichen Erkenntnissen: Zum einen leiden fast alle Industrieländer seit den siebziger Jahren unter dem so genannten Productivity Slowdown, der sich in deutlich niedrigeren Zunahmen der totalen Faktorproduktivität ausdrückt. Zum anderen führt das Growth Accounting im Falle der Schweiz zu keinen aussergewöhnlichen Ergebnissen. Die Beiträge von Arbeit, Kapital und Technologie zum Wachstum waren in den letzten 30 Jahren allesamt bescheiden. Keiner der Faktoren lässt sich auf besondere Weise für das geringe Gesamtwachstum verantwortlich machen.

A Datenbeschreibung

In diesem Kapitel werden die Datenquellen und nötigen Transformationen der Variablen beschrieben, die für den Vergleich der Datenreihen und die Schätzung der Solow-Residuen benötigt werden.

OECD Economic Outlook

Die Economic Outlook Database ist die Hauptdatenquelle der in diesem Beitrag durchgeführten Berechnungen. GDP („Gross Domestic Product (Market prices), Volume“, OECD-Bezeichnung) und INV („Total Fixed Investment (Excl. Stockbuilding), Volume“) sind beides reale Variablen und sind in den jeweiligen nationalen Währungen eines bestimmten Basisjahres (meist 1995) angegeben. Für die Berechnung von Veränderungsraten ist es unerheblich, in welcher Währung die Werte angegeben sind und über welches Basisjahr sie verfügen. Für einen direkten Vergleich der Daten hingegen müssen Währungen und Basisjahre identisch sein. Um einer Diskussion, ob Kaufkraftparitäten oder Wechselkurse nun die angemessene Vergleichsbasis darstellen, zu entgehen, werden die Niveau-Vergleiche für alle sechs Länder in den jeweiligen nationalen Währungen durchgeführt. Um die Daten aus anderen Quellen mit demselben Basisjahr zu versehen, benötigt man die Variable DEF („Deflator for GDP at Market Prices“). Für den Vergleich mit den Daten aus den Penn World Tables benötigt man zusätzlich die Variable PPP („Purchasing Power Parities“), um die kaufkraftbereinigten Werte der PWT in die nationalen Werte zurückzuführen. Schliesslich benötigt man für die meisten alten Datenreihen die Variable EURXR, die für Euro-Länder den jeweiligen unwiderruflichen Wechselkurs zur alten Währung, für nicht Euro-Länder eine 1 enthält, um die alten Währungen in Euro umzurechnen.⁶

Die Economic Outlook Database enthält auch Daten über den Kostenanteil der Arbeit, die Anzahl Arbeitnehmer, die durchschnittliche Arbeitszeit pro Jahr und den Kapitalstock: CE_EO („Compensation of Employees“) ist eine nominale Variable und muss ins Verhältnis gesetzt werden zum nominalen BIP NGDP („Gross Domestic Product (Market prices), Value“). Der Kostenanteil S_EO berechnet sich daher folgendermassen: $S_EO = CE_EO / NGDP$. EMP_EO („Total Employment“) und HOUR_EO („Average Hours Per Employee“) heissen die Datenreihen zur Beschäftigung. Durch eine Multiplikation dieser beiden Variablen erhält man L_EO, das als Mass für den Arbeitseinsatz verwendet werden kann. KAP_EO („Capital Stock, Business“) fasst die Schätzungen des Kapitalstockes in OECD Ländern zusammen. Diese basieren auf unterschiedlichen Quellen. Für gewisse Länder werden OECD-Schätzungen verwendet, für andere werden nationale Quellen hinzugezogen. Detaillierte Herkunftsangaben der Daten findet man im unten angegebenen EO Database Inventory. Auch diese Variable ist zu konstanten Preisen in den jeweiligen Landeswährungen angegeben und muss für den Datenvergleich nicht angepasst werden, es sei denn, das Basisjahr unterscheidet sich von 1995.⁷

⁶ Da das Bundesamt für Statistik das System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung Ende 2003 dem europäischen Standard (SNA 93 bzw. ESA 95 anstelle von SNA 68) angepasst hat und Neuberechnungen der gesamtwirtschaftlichen Daten ab 1990 veröffentlicht hat, wurden die realen Schweizer Datenreihen für GDP und INV damit ergänzt. Von den neuen, nominalen Werten des BIPs von 1995 wurden die neuen realen Veränderungsdaten abgezogen, vor 1990 wurden die alten realen Veränderungsdaten aus dem Economic Outlook verwendet, die mit den alten realen Werten des BfS identisch sind. Das Basisjahr dieser neuen Datenreihe ist demzufolge 1995, während der alten Datenreihe das Basisjahr 1990 zu Grunde lag. Der Deflator DEF (mit Basisjahr 1990) aus dem Economic Outlook muss daher für die Schweiz angepasst werden. Der neue Deflator (mit Basisjahr 1995) berechnet sich folgendermassen: $DEF_CHE(95) = DEF_CHE(90) / DEF_CHE(90)_{1995}$.

⁷ Dies ist von den sechs Ländern des Vergleichs bei der Schweiz (1990) und bei den USA (1996) der Fall. Im Falle der USA müssen die Transformationen für alle Variablen durchgeführt werden. Dies geschieht dadurch, dass alle Variablen mit Basisjahr 1996 mit DEF_USA_{1995} multipliziert werden müssen, also mit dem Wert, den die Datenreihe DEF für die USA im Jahre 1995 aufweist. Im Falle der Schweiz ist GDP, INV und DEF wegen der Ergänzung mit den neuen BfS Daten (Siehe Fussnote 6) bereits dem neuen Basisjahr angepasst. Alle Umrechnungen aus anderen

Mit der in Abschnitt 2.2 dargestellten Methode lassen sich auf einfache Art eigene Schätzungen für den Kapitalstock erstellen. Der Anfangswert für den Kapitalstock wird mit $K_{1960} = I_{1960} / \delta$ geschätzt, was dem Steady-State-Wert ohne Bevölkerungs- und Technologiewachstum entspricht. Die Werte für die folgenden Perioden werden gemäss Gleichung (6) berechnet. Die Frage nach der richtigen Abschreibungsrate δ ist schwierig zu beantworten. ABRAHAMSEN ET AL. (2003) etwa nehmen einen Wert von 10%. Um den Effekt unterschiedlicher δ zu testen, werden verschiedene Kapitalstöcke berechnet: Einer für 8% und einer für 15%. Um überschaubare Zahlen zu erhalten, werden alle Werte mit 10^{-3} multipliziert. Alle Kapitalstockdaten werden daher in Milliarden nationaler Währungseinheiten von 1995 dargestellt.

Die Daten sind unter „Economic Outlook“ zu finden auf:

<http://www.sourceoecd.org>

Das EO Database Inventory, ein detaillierter Beschrieb dieser Daten, findet man unter:

<http://www.oecd.org/dataoecd/47/9/2742733.pdf>

Penn World Tables 5.6

Die ältere Version der PWT enthält im Gegensatz zur aktuellen und in diesem Beitrag nicht verwendeten Version 6.1 Schätzungen für den Kapitalstock: KAPW_PWT („Non-residential Capital Stock per Worker“, PWT Bezeichnung). Die Variable ist zu internationalen Preisen von 1985 in Dollar angegeben. Zur Konstruktion des gesamten Kapitalstocks werden darüber hinaus folgende Variablen benötigt: POP_PWT („Population in 000's“), RGDP_PWT („Real GDP per capita, Laspeyres index“) und RGDPWOK_PWT („Real GDP per Worker“). Der Kapitalstock in einer mit den anderen Datenreihen vergleichbarer Form berechnet sich daraus folgendermassen:

$$K_PWT = \frac{RGDPL_PWT \cdot POP_PWT}{RGDPWOK_PWT} \cdot KAPW_PWT \cdot PPP_{1985} \cdot \frac{1}{DEF_{1985}} \cdot \frac{1}{10^9}$$

Der obere Teil des Bruches bezeichnet das BIP, wie es in den PWT enthalten ist. Division durch RGDPWOK_PWT ergibt die Anzahl Arbeitnehmer. Multiplikation mit KAPW_PWT führt zum gesamten Kapitalstock in internationalen Dollars von 1995. Durch Multiplikation mit PPP_{1985} werden diese in nationale Währungen zurückgeführt. Eine Multiplikation mit EURXR ist nicht notwendig, da die PPP-Daten des Economic Outlooks die Daten bereits in Euro angeben. Division durch DEF_{1985} setzt das Basisjahr auf 1995. Der letzte Term dient der Skalierung.

Die Daten findet man auf:

<http://datacentre2.chass.utoronto.ca/pwt56/>

Eine Beschreibung der Daten findet man in Heston and Summers (1991).

Weltbank

Ein Datensatz der Weltbank enthält Schätzungen des Kapitalstockes in 88 Ländern und deckt den Zeitraum von 1950 bis 1990 ab. Alle Einträge sind in der jeweiligen Landeswährung zu konstanten Preisen von 1987 angegeben. Die verwendete Variable heisst: KAP_WB („Total physical cap. Stock“, Weltbank Bezeichnung). Die Variable muss sowohl durch DEF_{1987} als auch durch EURXR dividiert werden, damit das Basisjahr angepasst und die alten Euro-Währungen in Euro konvertiert werden. Die Skalierung erfolgt durch Multiplikation mit 10^{-9} .

Die Daten findet man auf:

<http://www.worldbank.org/research/growth/rae93nd.htm>

Eine Beschreibung der Daten findet man in Nehru and Dhareshwar (1993).

Maddison

Maddison (1994) vergleicht die Kapitalstöcke der Länder Frankreich, Deutschland, Japan, Niederlande, Grossbritannien und USA. Dafür teilt er den Kapitalstock in die beiden Bereiche „Gross Stock of Non-Residential Structures“ und „Gross Stock of Machinery and Equipment“ und nimmt eine durchschnittliche Lebensdauer an, wie sie für die offiziellen Schätzungen der USA verwendet werden (39 und 14 Jahre).

Die verwendete Variable heisst KAP_MAD („Total Gross Non-Residential Capital Stock“, Maddison Bezeichnung) und ist in den jeweiligen Landeswährungen von 1990 angegeben. Um sie mit den anderen Daten vergleichen zu können, muss sie durch DEF_{1990} und EURXR dividiert und mit 10^{-3} skaliert werden.

Die Daten und ihre Beschreibung findet man in MADDISON (1994)

Groningen Growth and Development Center

Die Total Economy Database des GGDC enthält Daten sowohl zur Anzahl Arbeitnehmer als auch zu den durchschnittlichen Arbeitsstunden pro Jahr: EMP_GGDC („Employment“, GGDC Bezeichnung) und HOUR_GGDC („Annual Working Hours“). Die gesamte Arbeitsmenge erhält man durch das Produkt von HOUR, EMP und dem Faktor 1000, da EMP in Tausenden angegeben ist.

Von 1950 bis 1970 sind teilweise Datenlücken vorhanden. Erst nach 1970 sind Werte für sämtliche Jahre vorhanden. Die Datenlücken wurden mittels linearer Interpolation geschlossen, ein Vorgang, der angesichts der geringen Variabilität dieser Variablen unproblematisch erscheint. Nach Interpolation sind Daten für die meisten OECD Länder für den gesamten Zeitraum von 1950 bis 2000 vorhanden.

Die Daten findet man auf:

<http://www.eco.rug.nl/GGDC/dseries/growth-accounting.html>

Oecd National Accounts

Aus einer anderen Datensammlung der OECD, den National Accounts, stammen die Variablen CE_NA („Compensation of employees“, OECD Bezeichnung), CP_NA („Gross operating surplus and gross mixed income“), TAX_NA („Taxes less subsidies on production and imports“) und STAT_NA („Statistical Disc.“)

Die Summe dieser Variablen entspricht dem BIP. Die Daten aus den National Accounts reichen für alle Länder von 1970 bis 2000 und sind vollständiger als diejenigen aus dem Economic Outlook. Der einfachste Weg zur Berechnung des Arbeitsanteils ist folgender: $S_NA1 = CEMP_NA / GDP$ wobei das $GDP = CEMP_NA + CPROF_NA + TAX_NA + STAT_NA$ aus den National Accounts und nicht aus dem Economic Outlook entnommen ist, um keine Probleme mit unterschiedlichen Basisjahren zu erhalten. Die Berechnung des Kapitalanteiles geschieht folgendermassen: $Kapitalanteil = 1 - S_NA1$. In dieser Berechnungsweise wird unterstellt, dass der ganze Rest des BIP dem Kapital zufällt. Es lässt sich leicht argumentieren, dass ein auf diese Weise berechneter Arbeitsanteil zu niedrig ist. So werden alle nicht zuteilbaren Zahlungen wie Steuern einseitig dem Kapital zugeschlagen. Auch stellen ein Teil aller Zahlungen Profite dar, die weder Entschädigungen für Kapital noch für Arbeit darstellen. Die (für die Schätzungen verwendete) Alternative sieht folgendermassen aus: $S_NA2 = CEMP_NA / (CEMP_NA + CPROF_NA)$. Hierbei wird der nicht zuteilbare Bereich des BIPs einfach ausser Acht gelassen, wodurch man einen höheren Kostenanteil der Arbeit erhält. Dieser bewegt sich etwa um jene rund 2/3 herum, die oft als Produktionselastizität der Arbeit für eine Cobb-Douglas Produktionsfunktion angenommen werden.

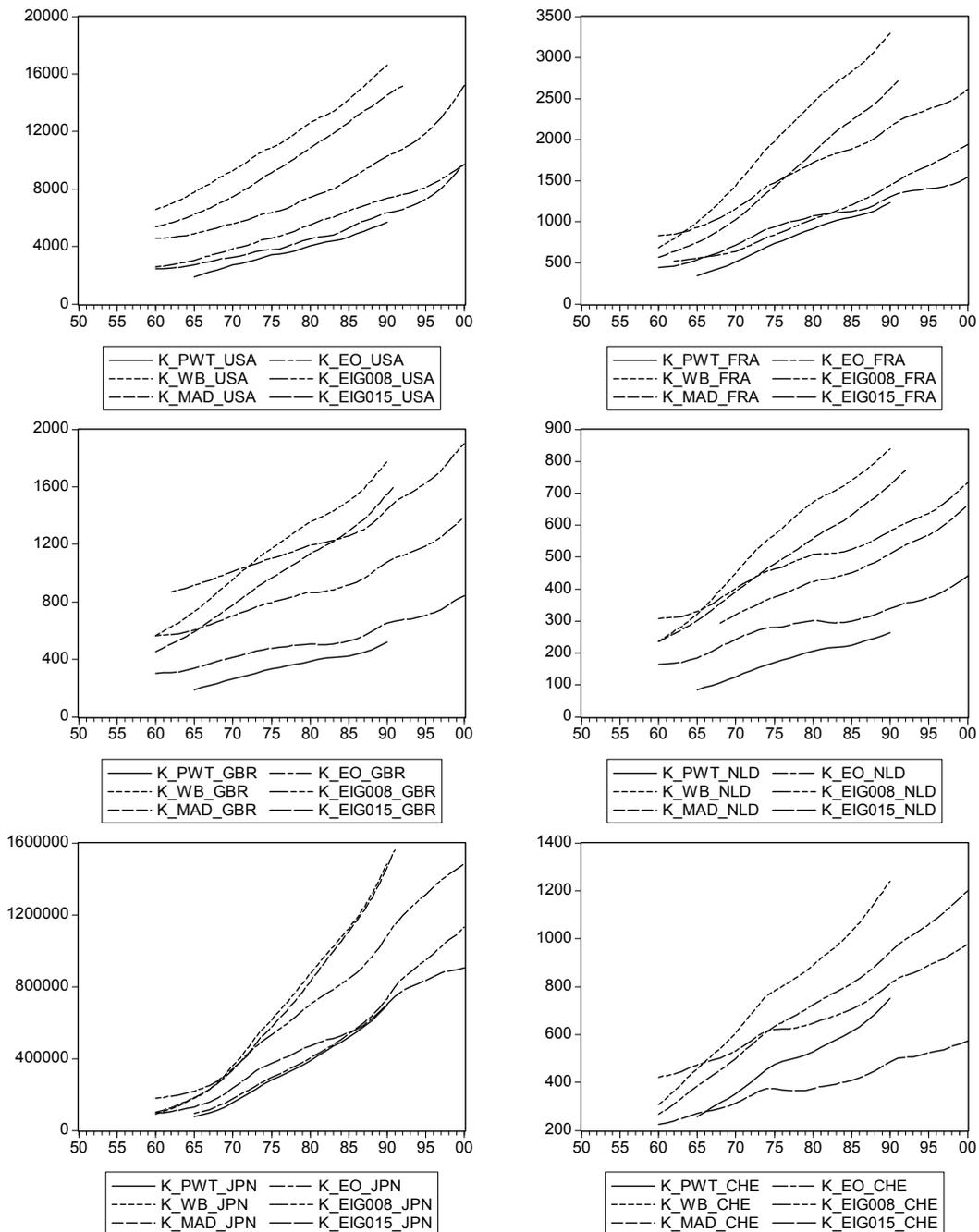
Die Daten sind unter „National Accounts“ zu finden auf:

<http://www.sourceoecd.org>

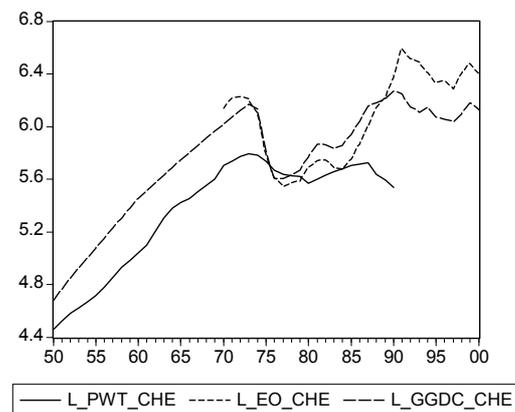
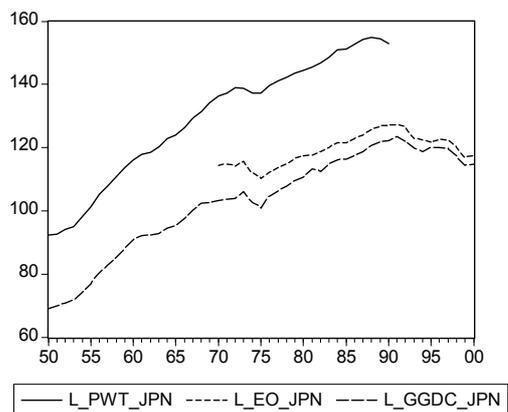
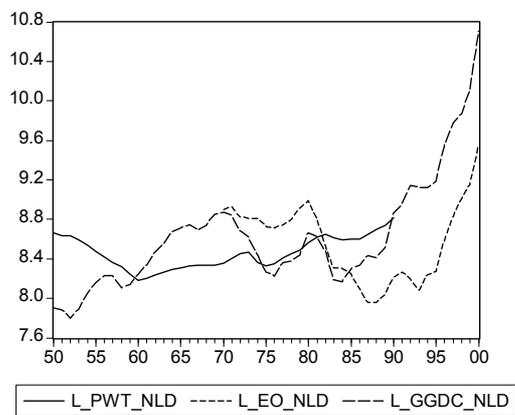
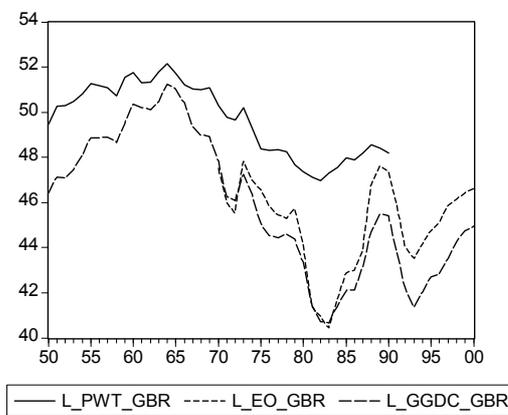
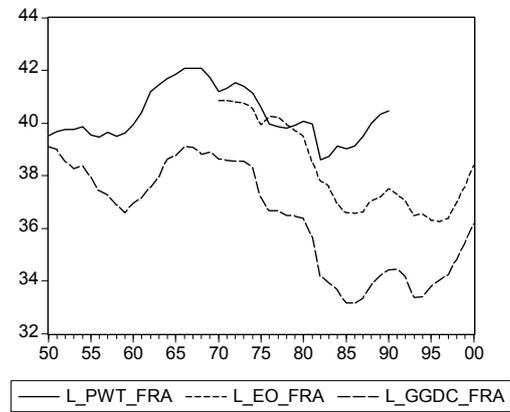
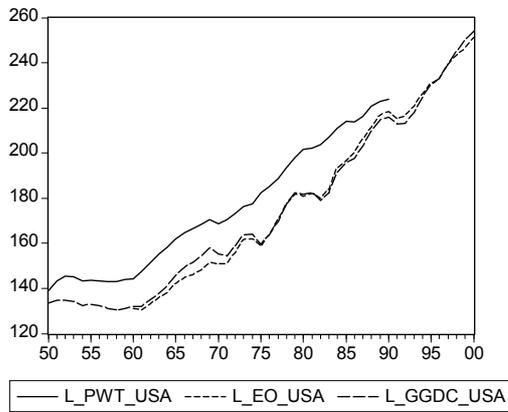
B Diagramme

Anhang B1: Kapitalstockschätzungen im Vergleich (PWT: Penn World Tables 5.6; WB: Weltbank; MAD: Maddison; EO: OECD, Economic Outlook; EIG008: Eigene Schätzung mit 8% Abschreibungsrate; EIG015: Eigene Schätzung mit 15% Abschreibungsrate)

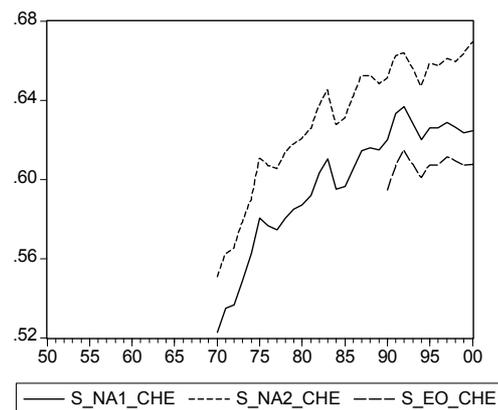
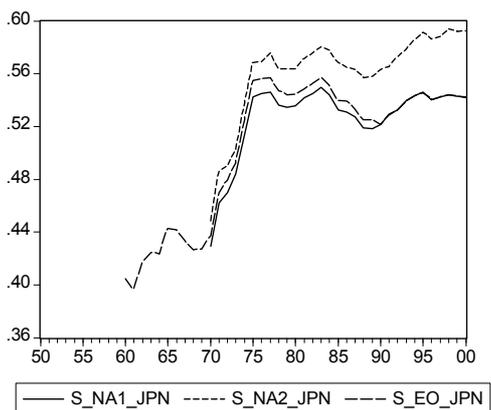
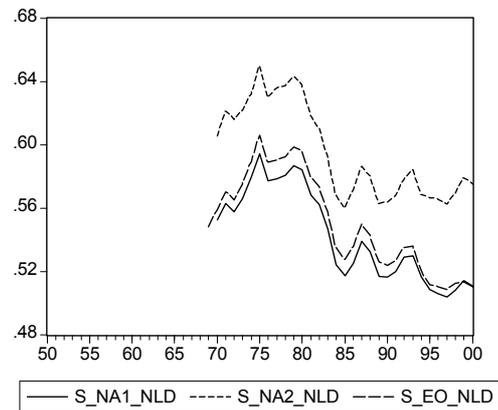
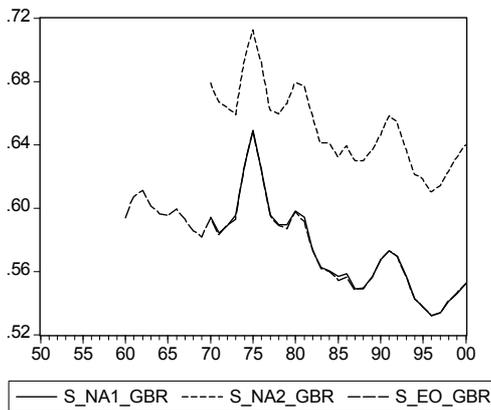
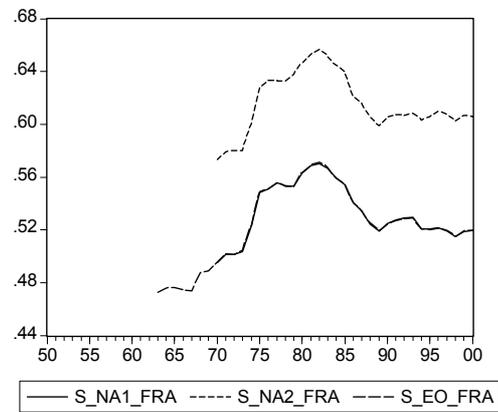
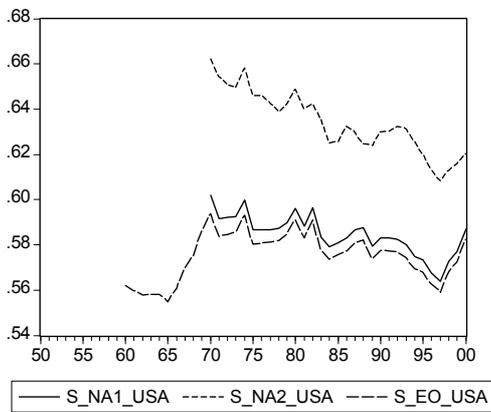
Real in Mrd. Einheiten der jeweiligen Landeswährung von 1995: USD (USA), EUR (FRA, NLD), GBP (GBR), JPY (JPN) und CHF (CHE).



Anhang B2: Arbeitsvolumen in Mrd. Stunden im Vergleich (PWT: Penn World Tables; EO: OECD Economic Outlook; GGDC: Groningen Growth and Development Center)



Anhang B3: Arbeitsanteile im Vergleich (NA1: OECD, National Accounts, „Compensation of employees“ dividiert durch GDP; NA2: OECD, National Accounts, „Compensation of employees“ dividiert durch die Summe von „Compensation of employees“ und „Gross operating surplus and gross mixed income“; EO: OECD, Economic Outlook, „Compensation of employees“ dividiert durch GDP)



Literaturverzeichnis

- ABRAHAMSEN, Y., R. AEPPLI, E. ATUKEREN, M. GRAFF, C. MÜLLER, UND B. SCHIPS (2003): „The Swiss Disease: Facts and Artefacts,“ KOF Arbeitspapiere, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich, CH.
- ALBALA-BERTRAND, J. M. (2001): „A Benchmark Estimate for the Capital Stock. An Optimal Consistency Method,“ Working Paper 434, Queen Mary University of London, <http://www.econ.qmw.ac.uk/papers/docs/wp434.pdf>.
- BARRO, R. J. (1998): „Notes on Growth Accounting,“ NBER working paper series 6654, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, USA.
- GAGALES, A. (2002): „Growth in Switzerland: Can Better Performance Be Sustained?,“ IMF Working Paper WP/02/153, International Monetary Fund.
- GOLDSMITH, R. (1951): „A Perpetual Inventory of National Wealth,“ in *Studies in Income and Wealth*, ed. by M.R.Gainsburgh, vol. 14. Princeton.
- HESTON, A., AND R. SUMMERS (1991): „The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988,“ *Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 327–368.
- HSIEH, C.-T. (2002): „What Explains the Industrial Revolution in East Asia? Evidence From the Factor Markets,“ *American Economic Review*, 92(3), 502–526.
- KEHOE, T. J., AND K. J. RUHL (2003): „Recent Great Depressions: Aggregate Growth in New Zealand and Switzerland,“ mimeo, University of Minnesota
- MADDISON, A. (1994): „Standardised Estimates of Fixed Capital Stock: A Six Country Comparison,“ Research Memorandum 570 (GD-9), University of Groningen, Groningen Growth and Development Centre.
- NEHRU, V., AND A. DHARESHWAR (1993): „A New Database on Physical Capital Stock: Sources, Methodology and Results,“ *Revista de Analisis Economico*, 8(3), 37–59.
- SOLOW, R. M. (1957): „Technical Change and the Aggregate Production Function,“ *Review of Economics and Statistics*, 39(3), 312–320.
- YOUNG, A. (1992): „A Tale of Two Cities: Factor Accumulation and Technical Change in Hong Kong and Singapore,“ in *NBER Macroeconomics Annual*, pp. 13–54. MIT Press.