Franz Mohr

Ausgewählte Themen der Ökonomischen Wachstumstheorie

PRO SCIENTIA
Linz, 2. November 2015

0 Zusammenfassung

Die ökonomische Wachstumstheorie beschäftigt sich mit der Frage, welche Faktoren dafür verantwortlich sind, dass manche Länder schneller wachsen als andere und warum manche Länder scheinbar überhaupt nicht mehr wachsen oder sich wirtschaftlich sogar zurückentwickeln. Um Antworten auf diese Fragen zu geben, haben ÖkonomInnen seit den 1930er Jahren Modelle entwickelt, die auf mathematische Weise dynamische Prozesse beschreiben, welche die langfristige Entwicklung des Wohlstands in einem Land bestimmen. Den historisch einflussreichsten Versuch einer solchen Beschreibung liefert das sogenannte Solow-Swan-Modell, welches Wachstum auf die drei Faktoren Arbeit, Kapital und Technologie zurückführt. In diesem Modell führt langfristig allein technologischer Fortschritt zu einer stetigen Wohlstandssteigerung. Das Modell bietet jedoch selbst keine Erklärung für eine solche Art von Fortschritt. Jener ist Gegenstand einer Vielzahl von nachfolgenden Ansätzen, wie etwa dem AK-Modell oder Modellen, welche mit horizontaler (Produktvielfalt) bzw. vertikaler (Qualitätssteigerung) Innovation arbeiten. Zu letzteren gehören Ansätze, die auf den Arbeiten von Joseph A. Schumpter aufbauen, gemäß dem technische Innovation zu einem Prozess der schöpferischen Zerstörung führt, bei dem alte Technologien von neuen abgelöst werden und in der Folge vollkommen verschwinden.

Parallel zum neoklassischen, angebotsseitigen Modell von Solow und Swan als dem Mainstream-Ansatz der Wachstumstheorie hat sich die heterodoxe Schule der post-Keynesianischen Wachstumstheorie entwickelt. Diese beruht auf anderen, nachfrageseitigen Annahmen über gesamtwirtschaftliche Zusammenhänge und führt folglich auch zu unterschiedlichen Resultaten, die auch häufig von politischen Akteuren rezipiert und für die Erreichung ihrer Ziele instrumentalisiert werden. Eine Auseinandersetzung mit beiden Ansätzen lohnt sich deshalb nicht nur aufgrund von bloßem Interesse am Thema, sondern auch aus demokratiepolitischen Gründen.

Neben der Entwicklung von theoretischen Modellen beschäftigt sich die Wachstumstheorie auch mit der empirischen Analyse sozialer (Ungleichheit, Bildung), wirtschaftlicher (Finanzsysteme, Wettbewerb) und institutioneller (Demokratie, Kolonialisierung) Faktoren und deren Einfluss auf das langfristige Wirtschaftswachstum. Um solche Analysen (auf Grundlage des Solow-Swan-Modells) vornehmen zu können, muss zunächst erhoben werden, wie stark die Faktoren Arbeit, Kapital und Technologie jeweils auf das Wirtschaftswachstum einwirken. Mit dieser Frage beschäftigt sich die Disziplin des Growth Accounting. Im Anschluss kann schließlich der Einfluss anderer Größen, wie etwa der Zustand des Finanzsystems oder die Einführung von Basistechnologien, auf das Produktivitätswachstum ermittelt werden.

Der folgende Text geht im ersten Teil kurz auf die Frage der Wohlstandsmessung ein. Im zweiten Teil werden exemplarisch drei Wachstumsmodelle – das Solow-Swan-Modell, das post-Keynesiansische Standardmodell sowie eine Erweiterung des Solow-Swan-Modells mit qualitativer Produktinnovation – vorgestellt. Der dritte Teil erklärt kurz die Methode des Growth Accounting und präsentiert die Ergebnisse von Studien zum Einfluss des Finanzwesens und von Basistechnologien auf das Produktivitätswachstum.

1 Wachstum: Was wächst eigentlich?

Neben der effizienten Verteilung von knappen Ressourcen besteht eine zentrale Frage der Volkswirtschaftslehre u.a. darin, welche Faktoren auf lange Sicht zu einer allgemeinen Wohlstandssteigerung in einem Land beitragen. Unter Wohlstand wird in diesem Zusammenhang beinahe ausnahmslos das Niveau des (realen) Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukts (Pro-Kopf-BIP) verstanden. Obwohl diese quantitative Maßzahl häufig wegen ihrer materialistischen Ausrichtung und ihrer unsicheren Messung kritisiert wird und es Bemühungen um alternative Messmethoden des Wohlstandsniveaus eines Landes gibt[1], sprechen zwei pragmatische Gründe für ihre Verwendung: Zunächst hängt Wohlstand stark von der Möglichkeit ab, materielle Güter zu konsumieren. Das zeigt sich besonders im Gesundheitssektor, dessen Wachstum während des vergangenen Jahrhunderts zu einer drastischen Verbesserung des allgemeinen Gesundheitszustands und durchschnittlichen Lebenserwartung der Bevölkerung geführt hat. Ein zweites Argument für die Verwendung des BIP als Wohlstandsmaß besagt, dass derzeit für alternative Größen noch kaum Datenmaterial existiert, das für eine aussagekräftige statistische Analyse langfristiger Wirtschaftsentwicklungen verwendet werden könnte.

2 Wachstumsmodelle

2.1 Solow und Swan

Solow (1956) und Swan (1956) gelten als die Väter der neoklassischen Wachstumstheorie. Ihr Ansatz ist in jedem makroökonomischen Mainstream-Lehrbuch zu finden, das auf das Thema Wachstumstheorie eingeht. In der einfachsten Form ihres angebotsseitigen Modells drück sich Wohlstand dadurch aus, wie viele Güter (und Dienstleitungen) eine Volkswirtschaft innerhalb eines gewissen Zeitraums[2] produzieren kann. Das Ausmaß der Produktion hängt grundsätzlich von drei Faktoren ab: Arbeit, Kapital und Technologie. Wenn Wirtschaftswachstum als die Steigerung der Produktion(smöglichkeiten) verstanden wird, kann diese folglich nur erreicht werden, wenn mindestens eine dieser Variablen größer wird. Das Solow-Swan-Modell beschreibt diesen Zusammenhang mathematisch mit einer Produktionsfunktion

$$Y = F(A, K, L), \tag{1}$$

wobei Y die Produktion eines bestimmten Gutes bezeichnet, das sowohl konsumiert als auch gespart und als Kapital für die Produktion weiterer Güter verwendet werden kann. A bezeichnet den Stand des technologischen Fortschritts, K den Kapitalstock und L das Ausmaß der Beschäftigung bzw. den Bevölkerungsstand. Die Funktion wird durch die Eigenschaft sinkender Grenzprodukte charakterisiert. D.h. bei gegebenem Stand von A und L steigt die Produktion durch die Erhöhung von K um eine Einheit zwar an, das Ausmaß der Produktionssteigerung sinkt jedoch mit jeder zusätzlichen Einheit von K.[3]

[1] Die Regierung von Bhutan versucht mithilfe von Fragebögen das „Bruttonationalglück“ zu messen. Genauere Informationen dazu unter www.grossnationalhappiness.com. Kritik zur Messung ökonomischer Variablen und Alternativen finden sich in Stiglitz, Sen und Fitoussi (2010).

[2] Im Fall des BIP beträgt dieser Zeitraum ein Jahr.

[3] Mathematisch gilt in Bezug auf eine Änderung des Kapitalstocks die Bedingung des sinkenden Grenzprodukts

$$\frac{\partial}{\partial K}F(A, K, L) > 0 \text{ und } \frac{\partial^2}{\partial K^2}F(A, K, L) < 0$$

Grafisch lässt sich dieser Zusammenhang in Abbildung 1 erkennen. Werden Technologie und Beschäftigung konstant gehalten, führt eine Erhöhung des Kapitalstocks zu mehr Produktion. Das Ausmaß der Produktionssteigerung ist jedoch geringer als das Ausmaß der Erhöhung des Kapitalstocks. Somit hat die Kurve eine positive Steigung und wird mit steigendem Kapitalstock immer flacher.

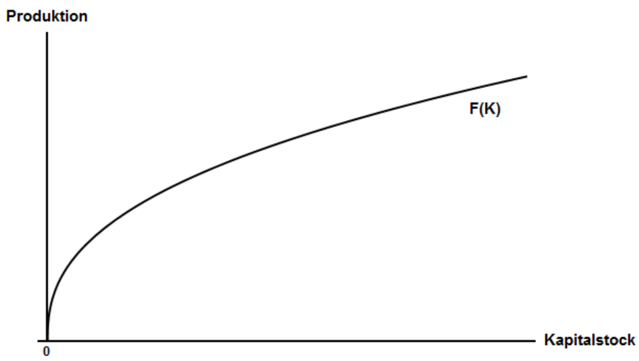


Abbildung 1: Produktionsfunktion mit sinkendem Grenzprodukt bei konstanter Technologie und Beschäftigung.

Das Solow-Swan-Modell nimmt an, dass das Produkt des Produktionsprozesses entweder konsumiert oder gespart werden kann. Wenn die fundamentale Gleichgewichtsbedingung auf dem Gütermarkt – Ersparnis = Investment – gilt und immer ein konstanter Anteil s von Y gespart wird, ergeben sich die Bruttoinvestitionen als sY. Weiters wird davon ausgegangen, dass sich der Kapitalstock jede Periode wegen der Abnutzung der Produktionsanlagen um einen konstanten Faktor δ verringert. Die Nettoinvestitionen I sind somit die Differenz der Bruttoinvestitionen und dem abzuschreibenden Kapitalstock

$$I = sY - \delta K. \tag{2}$$

Nachdem die Produktion Y vom Kapitalstock abhängt, kann die Produktionsfunktion (1) in diese Gleichung eingesetzt werden, um die Veränderung des Kapitalstocks über die Zeit $\dot{K}$ zu erhalten:

$$\dot{K} = sF(K) - \delta K. \tag{3}$$

Die Gleichung impliziert, dass sich der Kapitalstock einem Gleichgewichtswert K^* annähert, bei dem sich der Kapitalstock nicht mehr weiter ändert. In diesem Fall wäre $\dot{K} = 0$ und das BIP würde nicht weiter wachsen. Der Narrativ hinter diesem Ergebnis besagt, dass bei einem geringen Kapitalstock die Produktivität und damit das Einkommen relativ zum Kapitalstock hoch ist. Dadurch wird mehr gespart als abgeschrieben und der Kapitalstock steigt gemeinsam mit der Produktion. Aufgrund des sinkenden Grenzprodukts steigt die Produktion jedoch langsamer als das Kapital und folglich steigt die Ersparnis langsamer als die Abschreibungen. Ab einer bestimmten Größe des Kapitalstocks entspricht die Ersparnis den Abschreibungen und der Kapitalstock wächst nicht mehr weiter.

---

sowie die Inada-Bedingungen

$$\lim_{K\to\infty} \frac{\partial}{\partial K} F(A, K, L) = 0 \text{ und } \lim_{K\to 0} \frac{\partial}{\partial K} F(A, K, L) = \infty.$$

Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 2 dargestellt. Der Abstand zwischen den Kurven entspricht den Nettoinvestitionen in den Kapitalstock. Ist die Ersparnis größer als die Abschreibungen, wächst der Kapitalstock im Ausmaß ihrer Differenz. Wenn die Ersparnis beim neuen Produktionsniveau höher ist als die Abschreibung, wird wieder die nun kleinere Differenz in den Kapitalstock investiert. Dieser Prozess wiederholt sich bis die Ersparnis den Abschreibungen entspricht und der Kapitalstock seinen Gleichgewichtswert K^* erreicht hat.

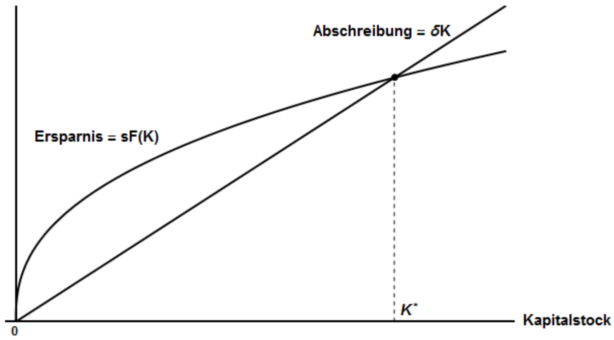


Abbildung 2: Langfristiges Investitionsgleichgewicht im Solow-Swan-Modell.

Abbildung 3 zeigt das Ergebnis einer Erhöhung der Sparquote (a) bzw. einer Senkung der Abschreibungsrate (b) auf das langfristige Niveau des Kapitalstocks. Nachdem im ersten Fall mehr gespart wird, wird ein höherer Anteil der Produktion investiert. Somit steigt der Kapitalstock und dadurch die gesamte Produktion. Eine Senkung der Abschreibungsrate führt zu einem geringeren Rückgang des Kapitalstocks, der durch die laufende Ersparnis kompensiert werden muss. Das führt zu einer Erhöhung des langfristigen Kapitalstockniveaus.

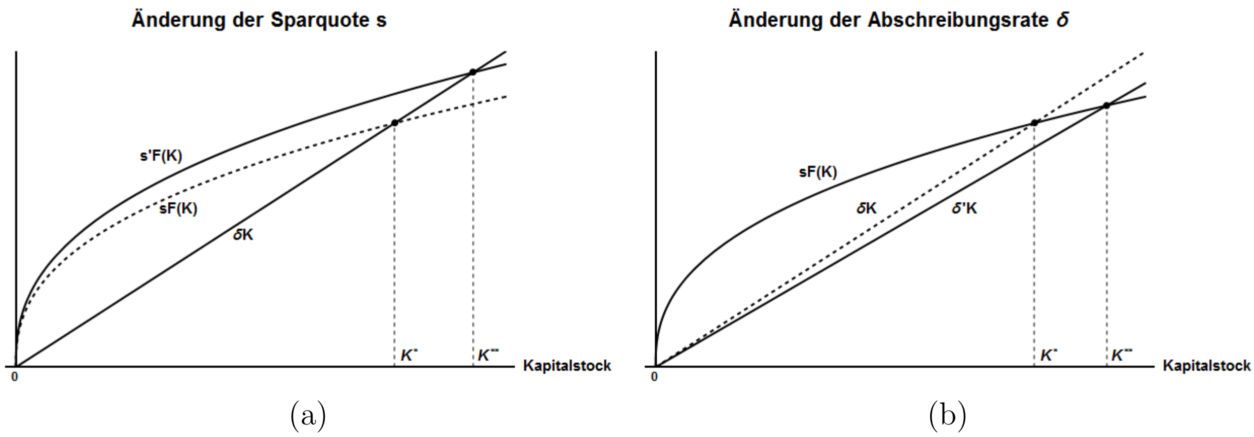


Abbildung 3: Änderung der Sparquote (a) bzw. der Abschreibungsrate (b) im Solow-Swan-Modell.

Nachdem die Höhe des BIP selbst noch nichts über den individuellen Wohlstand eines Landes aussagt, solange nicht sein Pro-Kopf-Wert berechnet wird, und das vorhandene Datenmaterial nicht darauf hindeutet, dass sich das BIP in der Realität einem bestimmten Wert annähert, muss das Modell erweitert werden. Eine naheliegende Erweiterung bestünde darin, anstelle der Veränderung des Kapitalstocks die Wachstumsrate des Pro-Kopf-Kapitalstocks zu betrachten. Ein solcher Ansatz führt zu dem Ergebnis, dass das BIP kontinuierlich wachsen kann, das Pro-Kopf-BIP-Wachstum aber gegen null konvergiert.[4] Dieses Ergebnis ist ebenfalls nicht zufriedenstellend. Die Erweiterung des Modells durch die Möglichkeit einer Steigerung der Produktivität A führt hingegen zu realistischeren Implikationen.

Wird eine bestimmte Produktionsfunktion[5] angenommen, bei der die Produktion pro effektiver Beschäftigungseinheit $\phi = \frac{Y}{AL}$ nur noch vom Kapitalstock pro effektiver Beschäftigungseinheit $\kappa = \frac{K}{AL}$ abhängt, kann die Wachstumsrate der Nettoinvestitionen mithilfe von

$$\dot{\kappa} = s\kappa^{\alpha} - (n + g + \delta)\kappa \tag{4}$$

bestimmt werden. Die Funktion ist Gleichung (2) sehr ähnlich. Sie enthält jedoch zusätzlich das Bevölkerungswachstum n und das Produktivitätswachstum g. Damit kann gezeigt werden, dass das Produktionswachstum pro effektiver Beschäftigungseinheit gegen 0 konvergiert und dass die Produktion pro Kopf mit dem Wachstum der Produktivitätsrate g – d.h. mit der Verbesserung von Produktionstechnologien – wächst.

Zusammengefasst ergibt das Solow-Swan-Modell, dass die langfristige *Höhe* des Wachstumspfades von der Sparquote, dem Bevölkerungswachstum und der Kapitalabnutzung abhängt und dass *langfristiges Pro-Kopf-Wachstum* nur durch technologischen Fortschritt erzielt werden kann. Dieser wird vom Modell allerdings nicht mehr weiter erklärt, sondern als rein exogene Größe angenommen.

In der Folge von Solow (1956) und Swan (1956) werden bis heute neoklassische Wachstumsmodelle entwickelt, welche Produktivitätswachstum zu erklären versuchen. Der historisch früheste Versuch ist das AK-Modell, welches technologischen Fortschritt mithilfe von externen Effekten zwischen mehreren Firmen erklärt, die bei der Neuanschaffung von Kapital auftreten.[6] Jüngere endogene[7] Wachstumsmodelle führen technologischen Fortschritt dagegen auf eine Ausweitung von Produktpaletten (horizontale Innovation) bzw. auf eine Verbesserungen der Produktqualität (vertikale Innovation) zurück.

2.2 Der post-Keynesianische Ansatz

In etwa zeitgleich mit Solow und Swan entwickelten Kaldor (1957), Robinson (1966) und Kalecki (1971) ein alternatives Wachstumsmodell, das in aktuellen Mainstream-Makro-Lehrbüchern meist nicht erwähnt wird. Dieser nachfrageseitige Ansatz wurde in den folgenden Jahren weiterentwickelt und bildet ein Kernelement post-Keynesianischer Ökonomie.[8] Diese Schule vertritt die Idee, dass die aggregierte Nachfrage – und nicht nur das Angebot – die langfristige Entwicklung des Kapitalstocks bestimmt und dass die Verteilung von

[4]Ist der Pro-Kopf-Kapitalstock $k = \frac{K}{L}$, beträgt die erste Ableitung nach der Zeit $\dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} + \dot{L}K * (-1) * L^{-2} = \frac{\dot{K}}{L} - \frac{\dot{L}}{L}\frac{K}{L}$. Ist die Bevölkerungswachstumsrate über die Zeit $n = \frac{\dot{L}}{L}$, vereinfacht sich die Gleichung zu $\dot{k} = \frac{\dot{K}}{L} - nk$. Dividiert man $\dot{K} = sF(K) - \delta K$ durch L und ist $F(K, L)$ homogen in K und L, dann gilt $\frac{\dot{K}}{L} = sf(k) - \delta k$, wobei $f(k)$ die intensive Form von $F(K, L)$ darstellt. Durch Einsetzen erhält man die neue Pro-Kopf-Investitionsfunktion $\dot{k} = sf(k) - (n + \delta)k$, wobei $\dot{k}$ sich null annähert.

[5]Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit Harrod-neutraler Technologie: $Y = (AL)^{1-\alpha}K^{\alpha}$.

[6]Siehe dazu die Arbeiten von Arrow (1962), Frankel (1962) und Romer (1986).

[7]Das Wort „endogen“ drückt in diesem Zusammenhang aus, dass technologischer Fortschritt das Resultat eines Prozesses ist, den man zu erklären versucht.

[8]Für eine Einführung in post-Keynesianische Ökonomie siehe Stockhammer (2011) bzw. den darin enthaltenen Beitrag zu Wachstum von Amitava K. Dutt (Kapitel 3).

Einkommen zwischen sozialen Gruppen in diesem Zusammenhang eine besondere Rolle spielt.

Das hier vorgestellte Modell nimmt an, dass es in der betrachteten Wirtschaft zwei Klassen gibt: Beschäftigte und KapitalistInnen. Das nominelle BIP PY entspricht dem Einkommen aus Arbeit WL und den Profiten aus der Verwendung von Kapital rPK, wobei P das Preisniveau, Y die Produktion, W den Lohnsatz, L die Beschäftigung, r die Kapitalrendite und K den Kapitalstock bezeichnen. Mathematisch drückt sich dieser Zusammenhang folgendermaßen aus:

$$PY = WL + rPK. \tag{5}$$

Ebenso wie im Solow-Swan-Modell müssen im langfristigen Gleichgewicht die Kapitalinvestitionen der gesamten Ersparnis entsprechen, wobei im Modell ausschließlich die KapitalistInnen sparen und die Beschäftigten ihr gesamtes Einkommen konsumieren.[9] Der gesamtwirtschaftliche reale Konsum C ergibt sich somit als Summe des Konsums aller Beschäftigten und dem Konsum von KapitalistInnen als Anteil von deren Kapitaleinkommen:

$$C = \frac{W}{P}L + (1-s)rK, \tag{6}$$

wobei s die Sparquote der KapitalistInnen bezeichnet. Gegeben, dass die gesamte Produktion entweder gespart oder konsumiert werden kann, d.h. $Y = C + S$ bzw. $S = Y - C$, erhält man durch Einsetzen von Gleichung (5) und (6) und Division durch K die Ersparnis als Anteil am Kapitalstock

$$\frac{S}{K} = rs. \tag{7}$$

Die Nachfrage nach Investitionen durch Unternehmen wird mithilfe einer angenommenen Investitionsfunktion beschrieben, die vom autonomen Investment γ_0 (Herdentrieb, allgemeine Erwartungen zur Wirtschaftsentwicklung), der Kapitalnutzungsintensität u und der Profitquote π[10] abhängt.

$$\frac{I}{K} = \gamma_0 + \gamma_1 u + \gamma_2 \pi, \tag{8}$$

wobei γ_1 und γ_2 die Sensitivität einer Änderung von u bzw. π auf die Investitionen beschreiben.

Das Preisniveau ergibt sich aus einem Preisaufschlag z der Kapitalisten auf die Lohnkosten der Produktion, sodass $P = (1+z)a_0 W$, wobei a_0 den Anteil der Beschäftigung an der Gesamtproduktion beschreibt. Durch Einsetzen in Gleichung (5) und bei $L = a_0 Y$ ergibt sich die Kapitalnutzungsintensität mit $u = \frac{1+z}{z}r$. Da im Gütergleichgewicht $S = I$ und somit auch $\frac{S}{K} = \frac{I}{K}$ gelten muss, ergibt sich durch Lösen von $\gamma_0 + \gamma_1 \frac{1+z}{z} r + \gamma_2 \pi = rs$ die langfristige Kapitalrendite

$$r = \frac{\gamma_0 + \gamma_2 \pi}{s - \gamma_1 \frac{1+z}{z}}. \tag{9}$$

Die langfristige Wachstumsrate des Kapitalstocks erhält man durch Einsetzen von Gleichung (9) in $u = \frac{1+z}{z}r$ und in die Investitionsfunktion:

$$g = \gamma_0 + \gamma_1 \frac{\gamma_0 + \gamma_2 \pi}{s\pi - \gamma_1} + \gamma_2 \pi. \tag{10}$$

[9]Die Sparquote der Beschäftigen beträgt somit null. Pasinetti (1962) zeigt, dass die Annahme einer positiven Beschäftigten-Sparquote aus *Kapitaleinkommen* in diesem Modell keinen Einfluss auf das Wirtschaftswachstum hat.

[10]Die Profitquote $\pi = \frac{z}{1+z}$ ist der Anteil der Profite am Gesamteinkommen.

Der Zusammenhang zwischen der Investitions- und Sparfunktion ist in Abbildung 4 dargestellt. Mit steigender Kapitalrendite wird sowohl mehr gespart als auch investiert. Da die Sparquote höher ist als der Einfluss der Kapitalnutzung auf die Investitionen (bei konstanter Profitquote), ergibt sich ein Gleichgewichtswert für die Kapitalrendite r^* und somit auch für das Kapitalstockwachstum g^*. Aus Gleichung (10) ist eindeutig erkennbar,

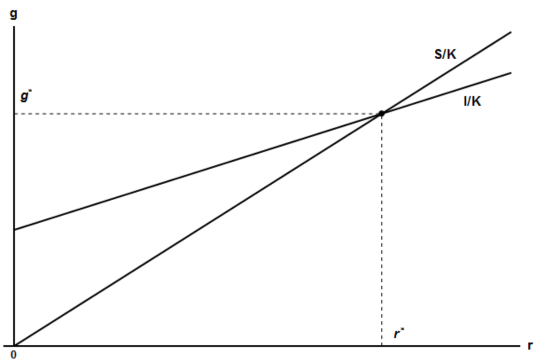


Abbildung 4: Wachstumsrate des Kapitalstocks im post-Keynesianischen Modell.

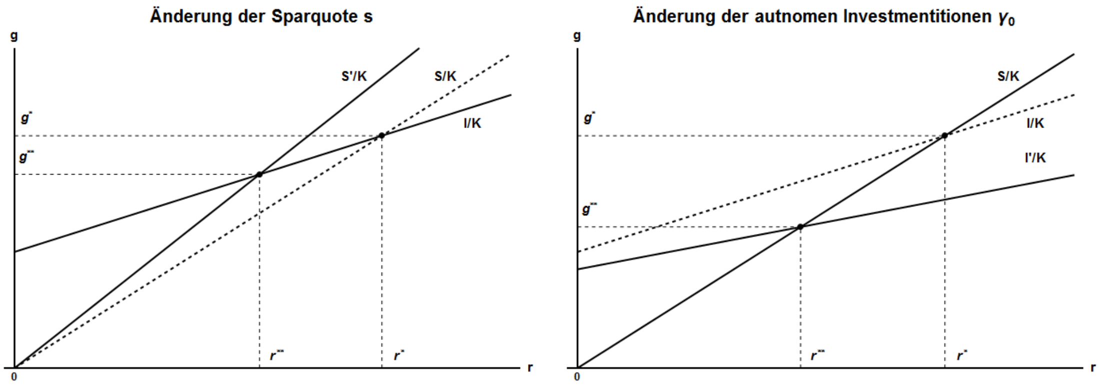
dass eine Erhöhung der Sparquote der KapitalistInnen zu einer niedrigeren Wachstumsrate führt. Dieses Ergebnis widerspricht dem Solow-Swan-Modell, bei dem eine höhere Sparquote zu einem höheren Wachstumsniveau führt. Der Unterschied erklärt sich dadurch, dass das Solow-Swan-Modell davon ausgeht, dass durch eine entsprechende Anpassung der Marktpreise die gesamte produzierte Menge an Gütern auch abgenommen wird. Der post-Keynesianische Ansatz geht jedoch davon aus, dass die Nachfrage das Angebot bestimmt und eine höhere Sparquote auf Kosten der Konsumnachfrage geht und sich damit negativ auf die Kapitalnutzungsintensität und damit auf das Kapitalstockwachstum auswirkt. Dieses Ergebnis wird als *Sparparadoxon* bezeichnet, das in Abbildung 5 (a) dargestellt ist. Abbildung 5 (b) gibt dagegen die Auswirkung einer negativen Veränderung der autonomen Investitionen $gamma_0$ wieder. Gemäß Gleichung (10) wirkt sich diese sowohl direkt (Verschiebung der Geraden) als auch indirekt (Änderung der Steigung der Geraden) über die Kapitalrendite und die Kapitalnutzungsintensität negativ auf das langfristige Kapitalstockwachstum aus.

Die erste Ableitung von g nach der Profitquote

$$\frac{\partial g}{\partial \pi} = \underbrace{-\gamma_1 \frac{\gamma_1 \gamma_2 + s\gamma_0}{(s\pi - \gamma_1)^2}}_{<0} + \underbrace{\gamma_2}_{>0} \tag{11}$$

zeigt, dass eine Erhöhung der Profitquote – d.h. eine Veränderung des Anteils von Profiten am Gesamteinkommen und somit in der gesamtwirtschaftlichen Einkommensverteilung – keinen eindeutigen Effekt auf das langfristige Wachstum hat. Der erste Term ist negativ wohingegen der zweite positiv ist. Der Nettoeffekt hängt somit davon ab, ob der indirekte Effekt der Profitquote auf die Kapitalnutzungsintensität größer ist als der direkte Effekt γ_2. Sollte der direkte Effekt größer sein, sind die Investitionen und das Wachstum *profitgetrieben*, wohingegen der umgekehrte Fall eine *lohngetriebene* Wirtschaft beschreibt.[11]

[11] Siehe Stockhammer und Onaran (2013) für eine Zusammenschau von empirischen Studien zur lohn- bzw. profitgetriebenen Wirtschaftsstruktur verschiedener Länder.



(a) (b)

Abbildung 5: Änderung der Sparquote (a) bzw. der autonomen Investitionen (b) im post-Keynesianischen Modell.

2.3 Ein endogenes Wachstumsmodell: Schöpferische Zerstörung

Eine Weiterentwicklung des Solow-Swan-Modells, die versucht, technologischen Fortschritt zu modellieren und seinen Einfluss auf das Wirtschaftswachstum zu beschreiben, baut auf der Idee der *schöpferischen Zerstörung* von Joseph A. Schumpeter (1942,1983) auf. In diesem Ansatz zeichnet sich technologischer Fortschritt dadurch aus, dass neue und bessere Technologien vorangegangene Technologien ersetzen. Die Generierung von Innovation durch Unternehmen ist jedoch mit Unsicherheit verbunden und verursacht Kosten, die durch den Verkauf der neuen Produkte gedeckt werden sollen, solange sie noch nicht von einem innovativerem Produkt verdrängt worden sind.

Als angebotsseitiger Ansatz geht das neoklassische Modell von einer Produktionsfunktion der Form $Y_t = (A_t L)^{1-\alpha} x_t^{\alpha}$ aus, wobei Y_t für die Produktion eines finalen Gutes in Periode t steht. Die Beschäftigung ist konstant mit L in jeder Periode gegeben. A_t bezeichnet den Stand der technologischen Entwicklung in t und x_t ist die Menge eines Halbfabrikats, das für die Produktion des finalen Gutes eingesetzt wird.[12] Das finale Gut wird zugleich für die Herstellung des Halbfabrikats verwendet, wobei auf dem Markt für finale Güter perfekter Wettbewerb herrscht und auf dem Markt für Halbfabrikate das Unternehmen mit der besten Technologie A_t ein Monopol besitzt.

Ein Unternehmen, das Halbfabrikate herstellt, hat in jeder Periode die Chance, ein erfolgreiches neues Produkt zu erfinden, das die Produktivität in Periode t von A_{t-1} auf γA_{t-1} erhöht, wobei $\gamma > 1$. Wenn die Innovation nicht erfolgreich ist, verbleibt die Produktivität in Periode t bei A_{t-1}. Innovationen erfolgen mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit μ, die positiv von den Forschungsausgaben R_t und negativ vom angestrebten Produktivitätsniveau A_t^* abhängt. Der negative Effekt ergibt sich daraus, dass es mit steigendem Technologiestand immer schwieriger wird, neue Technologien zu erfinden.

Die HerstellerInnen von Halbfabrikaten kennen die Wahrscheinlichkeit $\phi(R_t/A_t^*)$, mit der sie ein innovatives Produkt erfinden und die Profite, die wegen dieser Innovation erwartet werden können.[13] Unter der Annahme einer bestimmten Funktion für die Erfolgswahrscheinlichkeit[14] ergibt die Maximierung des erwarteten Gewinns eine konstante Inves-

[12] Im Solow-Swan-Modell war dieser Faktor mit dem Kapitalstock K gegeben.

[13] Die Funktion des erwarteten Gewinns lautet $\phi(R_t/A_t^*)\Pi^* - R_t$,wobei Π^* den Monopolprofit einer erfolgreichen Innovation beschreibt.

[14] Cobb-Douglas-Form : $\phi(n) = \lambda n^{\sigma}$, wobei $n = R_t/A_t^*$.

titionsrate in Forschung und Entwicklung n und damit eine konstante Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Innovation in der Form

$$\mu = \lambda^{\frac{1}{1-\sigma}} (\sigma \pi L)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}}. \tag{12}$$

Unabhängig davon, welches Unternehmen die Halbfabrikate herstellt, ergibt sich dadurch die Wachstumsrate des Pro-Kopf-BIP g als die Wachstumsrate der Produktivität A. Bei einer erfolgreichen Innovation ist $g_t = \frac{\gamma A_{t-1} - A_{t-1}}{A_{t-1}}$ und tritt mit einer Wahrscheinlichkeit von μ ein bzw. gilt $g_t = \frac{A_{t-1} - A_{t-1}}{A_{t-1}} = 0$ im Fall einer nicht erfolgreichen Innovation, deren Wahrscheinlichkeit $(1 - \mu)$ beträgt. Der erwartete Wert des Pro-Kopf-BIP ist damit $g = E(g) = \mu(\gamma - 1)$. Für die angenommene Funktion der Erfolgswahrscheinlichkeit von Innovationsversuchen und unter der Annahme, dass selbst die MonopolherstellerInnen von Halbfabrikaten einem gewissen preislichen Wettbewerb ausgesetzt sind ergibt sich folgende Wachstumsrate

$$g = \lambda^{\frac{1}{1-\sigma}} (\sigma(\chi - 1)(\alpha/\chi)^{\frac{1}{1-\alpha}} L)^{\frac{\sigma}{1-\sigma}} (\gamma - 1). \tag{13}$$

In Gleichung (13) beschreibt λ die Produktivität des Forschungssektors, der einen positiven Einfluss auf das Wachstum hat. σ bezeichnet den positiven Einfluss einer Änderung der Forschungsausgaben auf die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Innovation. Diese wirkt sich ebenfalls wie das Ausmaß der Produktivitätssteigerung γ als direkter Effekt und die Anzahl der Beschäftigten L als Skaleneffekt positiv auf die Wachstumsrate aus. Die Wettbewerbsvariable χ repräsentiert beispielsweise den Grad des Schutzes von Eigentumsrechten (Patente) oder die Fähigkeit eines Monopolunternehmens, seine Führungsrolle am Markt zu behaupten. Im letzteren Fall impliziert ein fallender Wert mehr Wettbewerb auf dem Markt für Halbfabrikate, der zu weniger Innovation führt. Dieses Ergebnis widerspricht jedoch empirischen Studien.[15] Die schwerwiegendste Kritik am vorgestellten Modell bezieht sich auf die fehlende Berücksichtigung des Kapitalstocks, der im Standardmodell eine zu große Rolle spielt, um sie einfach zu vernachlässigen.

3 Spezialthemen

Wachstumsökonomie beschäftigt sich nicht nur mit theoretischen Modellen, sondern versucht mithilfe von ökonometrischen Verfahren auch zu statistisch fundierten Kenntnissen über den Zusammenhang einzelner sozialen, wirtschaftlicher bzw. institutioneller Faktoren und dem Wirtschaftswachstum zu gelangen. Im Folgenden werden kurz drei Forschungsbereiche vorgestellt. Für einen einführenden und spannend zu lesenden Überblick über weitere Forschungsfelder der Wachstumsökonomie sei auf Helpman (2004) verwiesen.

3.1 Growth Accounting

Nach dem Solow-Swan-Modell wird wirtschaftliches Wachstum von den drei Faktoren Arbeit, Kapital und Technologie bestimmt. Dabei bleibt jedoch offen, wie stark der jeweilige Einfluss dieser Faktoren auf das Wachstum ist. Die Disziplin des Growth Accounting verwendet statistische Methoden, um diesen Einfluss zu schätzen. Im einfachsten Modell wird eine gesamtwirtschaftliche Pro-Kopf-Produktionsfunktion $y = Ak^{\alpha}$ angenommen, wobei y und k das Pro-Kopf-Produkt bzw. den Pro-Kopf-Kapitalstock bezeichnen. A ist die

[15] Siehe dazu Nickell (1996) sowie Blundell, Griffith und Van Reenen (1999).

sogenannte totale Faktorproduktivität (TFP), welche den Stand des technologischen Fortschritts beschreibt, und α die Sensitivität der Produktion auf eine Änderung des Kapitalstocks. Die Wachstumsrate des Pro-Kopf-BIP ergibt sich aus der TFP-Änderung und dem Kapitalstockwachstum über die Zeit, sodass $g = \dot{A}/A + \alpha\dot{k}/k$. Nachdem es in den meisten Ländern Daten zu Produktion, Beschäftigung und Kapital gibt, können g und $\dot{k}/k$ grundsätzlich berechnet werden. α muss hingegen geschätzt werden. Nach dieser Schätzung kann die TFP-Wachstumsrate durch $\dot{A}/A = g - \alpha\dot{k}/k$ ermittelt werden. Da die TFP-Wachstumsrate als jener Rest des Wirtschaftswachstums zu verstehen ist, der nach Abzug des Anteils der Kapitalakkumulation übrig bleibt, und die Methode auf Solow (1957) zurückgeht, wird diese Größe auch als *Solow-Residuum* bezeichnet.

Wie sehr die Wahl des Schätzverfahrens und der Datengrundlage die Schätzung des Produktivitätswachstums beeinflusst zeigt sich am Beispiel der Untersuchung von Hsieh (2002). Dieser vergleicht die Ergebnisse einer Schätzung des TFP-Wachstums in Young (1995) für Südkorea, Singapur, Hong Kong und Taiwan mithilfe der Solow-Methode mit einem *dualen* Schätzverfahren nach Jorgenson und Griliches (1967) bzw. Jorgenson, Gollop und Fraumeni (1987), das anstelle des – möglicherweise falsch erhobenen – Kapitalstocks mit Faktorpreisen (Zinssätzen und Lohnraten) arbeitet. Die Schätzergebnisse für Singapur werden in Tabelle 1 wiedergegeben.

	Jährliche TFP-Wachstumsrate	
Zeitraum	Solow-Methode	Duale Methode
1971-1990	-0,69	1,78
1968-1990	-0,22	1,65
1972-1990	-0,66	1,89

Tabelle 1: TFP-Wachstumsraten für Singapur nach Hsieh (2002).

Der größte Nachteil von Growth Accounting besteht in der Annahme, dass Faktormärkte – der Arbeitsmarkt und der Markt für Kapitalgüter – sich ständig im Gleichgewicht befinden und dass die Löhne bzw. Profite auch der tatsächlichen (Grenz-)Produktivität von Arbeit bzw. Kapital entsprechen. Es wird dabei vernachlässigt, dass die Verteilung des Volkseinkommens besonders von der Verhandlungsmacht der Sozialpartner abhängen kann. Bei der Berechnung des TFP-Wachstums mithilfe von Faktorpreisen kann es daher zu einer Verzerrung der Ergebnisse kommen, welche möglicherweise zu falschen wirtschaftspolitischen Entscheidungen führen.[16]

3.2 Wachstum und das Bankwesen

Vereinfacht ausgedrückt besteht die Grundfunktion von Banken in der Vermittlung von WirtschaftsteilnehmerInnen, die vorübergehend entweder zu viel (Sparer) oder zu wenig (KreditnehmerInnen) liquide Mittel (Geld) zur Verfügung haben. Banken bündeln Spareinlagen und beschäftigen sich laufend mit der Frage, welche Firmen und Forschungsprojekte dieses Geld benötigen und mit welcher Sicherheit es wieder zurückbezahlt wird.[17] Bis zu

[16] Siehe dazu Lavoie (2014).

[17] Die endogene Geldtheorie erlaubt allerdings auch die Möglichkeit, dass Banken für attraktive Projekte Kredite vergeben und die zusätzlich benötigten Reserven von der Zentralbank beziehen, welche diese für gewöhnlich zur Verfügung stellt. Somit ist es nicht zwingend nötig, dass in einer Bank bereits Spareinlagen existieren, damit Kredit vergeben werden können.

einem gewissen Grad können Banken auch eine Kontrollfunktion gegenüber kreditnehmenden Unternehmen einnehmen. Auf diese Weise helfen sie im Optimalfall den Sparern dabei, ihr Geld möglichst gut anzulegen.

Da sich Finanzsystem zwischen einzelnen Ländern unterscheiden können, kann untersucht werden, ob diese Unterschiede in der Ausgestaltung und Funktionalität einen Einfluss auf das Wirtschaftswachstum haben. Der überwiegende Teil von empirischen Studien zu diesem Gegenstand legt nahe, dass Länder mit einem besser funktionierenden Bankenwesen schneller wachsen. Die Ergebnisse einer solchen Studie finden sich beispielsweise in Rajan und Zingales (1998).

3.3 Wachstum und Basistechnologien

Basistechnologien sind technologische Innovationen, welche die Produktion und Innovation in vielen Sektoren gleichzeitig prägen. Sie zeichnen sich durch eine weite Verbreitung aus, die sich allerdings erst nach einer gewissen Einführungsphase einstellt. Diese Phase kann Jahre oder Jahrzehnte dauern, weil solche Technologien in ihrer frühen Entwicklung in der Regel noch teuer und unausgereift sind und sich somit noch nicht für die Massennutzung eignen. Beispiele für solche Innovationen sind elektrische Anlagen, Laser und Computer. Zu letzterer Kategorie veröffentlichte Jorgenson (2005) eine empirische Studie, die den Beitrag der steigenden Nutzung von Computern bzw. von Informationstechnologie zum TFP-Wachstum analysiert. Ein Teil der Ergebnisse ist in Tabelle 2 wiedergegeben, wobei besonders die Koeffizienten für Computer hervorzuheben sind. Diese zeigen über den Zeitraum von 1948 bis 2002 eine deutliche Steigerung des Beitrags zum TFP-Wachstum.

	1948-73	1973-89	1989-95	1995-02
IT	0,05	0,20	0,23	0,47
Computer	0,02	0,13	0,13	0,33
Software	0,00	0,03	0,06	0,06
Kommunikation	0,03	0,05	0,04	0,08

Tabelle 2: Der Beitrag von Informationstechnlogie zum TFP-Wachstum nach Jorgenson (2005).

Literatur

Aghion, P. & Durlauf, S. N. (Hrsg.). (2005). *Handbook of economic growth* (1. Aufl., Bd. 22). Amsterdam: Elsevier.

Aghion, P. & Howitt, P. (2009). *The Economics of Growth.* The MIT Press.

Arrow, K. J. (1962). The Economic Implications of Learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, *29* (3), 155–173. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/2295952`

Blundell, R., Griffith, R. & Van Reenen, J. (1999). Market Share, Market Value and Innovation in a Panel of British Manufacturing Firms. *The Review of Economic Studies*, *66* (3), 529–554. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/2567013`

Dutt, A. K. (2011). Growth and income distribution: A post-Keynesian perspective. In E. Hein (Hrsg.), *A modern guide to Keynesian macroeconomics and economic policies* (S. 61–87). Cheltenham: Edward Elgar.

Frankel, M. (1962). The Production Function in Allocation and Growth: A Synthesis. *The American Economic Review*, *52* (5), 996–1022. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/1812179`

Helpman, E. (2004). *The Mystery of Economic Growth*. Harvard University Press.

Hsieh, C.-T. (2002). What Explains the Industrial Revolution in East Asia? Evidence from the Factor Markets. *The American Economic Review*, *92* (3), 502–526. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/3083352`

Jorgenson, D. W. (2005). Chapter 10 Accounting for Growth in the Information Age. In P. Aghion & S. N. Durlauf (Hrsg.), *Handbook of economic growth* (Bd. 1A, S. 743–815). Amsterdam: Elsevier. Zugriff auf `http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1574068405010105` doi: 10.1016/S1574-0684(05)01010-5

Jorgenson, D. W., Gollop, F. M. & Fraumeni, B. M. (1987). *Productivity and U.S. economic growth* (Bd. 159). Cambridge Mass.: Harvard University Press.

Jorgenson, D. W. & Griliches, Z. (1967). The Explanation of Productivity Change. *The Review of Economic Studies*, *34* (3), 249–283. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/2296675`

Kaldor, N. (1957). A Model of Economic Growth. *The Economic Journal*, *67* (268), 591–624. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/2227704`

Kalecki, M. (1971). *Selected Essays on the Dynamics of the Capitalist Economy: 1933-1970*. Cambridge University Press.

Lavoie, M. (2014). *Post-Keynesian economics: New foundations*. Cheltenham: Edward Elgar.

Nickell, S. J. (1996). Competition and Corporate Performance. *Journal of Political Economy*, *104* (4), 724–746. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/2138883`

Pasinetti, L. L. (1962). Rate of Profit and Income Distribution in Relation to the Rate of Economic Growth. *The Review of Economic Studies*, *29* (4), 267–279. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/2296303`

Rajan, R. G. & Zingales, L. (1998). Financial Dependence and Growth. *The American Economic Review*, *88* (3), 559–586. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/116849`

Robinson, J. (1966). *The Accumulation of Capital* (2nd Aufl.). Macmillan.

Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Journal of Political Economy*, *94* (5), 1002–1037. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/1833190`

Schumpeter, J. A. (1983). *The theory of economic development: An inquiry into profits, capital, credit, interest, and the business cycle*. New Brunswick N.J.: Transaction Books.

Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, *70* (1), 65–94. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/1884513`

Solow, R. M. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, *39* (3), 312–320. Zugriff auf `http://www.jstor.org/stable/1926047`

Stiglitz, J. E., Sen, A. & Fitoussi, J.-P. (2010). *Mismeasuring our lives: Why GDP doesn't add up*. New York, N.Y.: New Press.

Stockhammer, E. (2011). *A modern guide to Keynesian macroeconomics and economic policies*. Cheltenham: Edward Elgar.

Stockhammer, E. & Onaran, O. (2013). Wage-Led Growth: Theory, Evidence, Policy. *Review of Keynesian Economics*, *1* (61 - 78). Zugriff auf `http://www.elgaronline.com/journals/roke/1-1/roke.2013.01.04.xml`

Swan, T. W. (1956). Economic Growth and Capital Accumulation. *Economic Record*, *32* (2), 334–361. doi: 10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x

Young, A. (1995). The Tyranny of Numbers: Confronting the Statistical Realities of the East Asian Growth Experience. *The Quarterly Journal of Economics*, *110* (3), 641–680. Zugriff auf http://www.jstor.org/stable/2946695