

Makroökonomik

7. Auflage



Lutz Arnold

Eine Einführung in die Theorie der
Güter-, Arbeits- und Finanzmärkte
Mohr Siebeck[©]

Kapitel II: Wachstum

Lutz Arnold

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

Die wichtigste ökonomische Entwicklung der vergangenen 200 Jahre ist das seit Beginn der Industrialisierung anhaltende (geometrische) Wachstum der Arbeitsproduktivität: Es ist der Garant für die in den Industrienationen heute erreichten materiellen Lebensstandards.

Dieses Kapitel zeigt, dass anhaltendes Produktivitätswachstum auf einen einzigen Grund zurückzuführen ist: technischen Fortschritt.

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums

2. Produktivitätswachstum



Lutz Arnold

Die **Arbeitsproduktivität** ist das reale BIP pro geleistete Arbeitsstunde (oder pro Arbeitnehmer):

$$y \equiv \frac{Y}{L}.$$

(Geometrische) **Wachstumsrate** der Arbeitsproduktivität:

$$g_{y_t} \equiv \frac{y_t - y_{t-1}}{y_{t-1}}.$$

Bei einer jährlichen Wachstumsrate von $x\%$ dauert eine Verdoppelung $70/x$ Jahre.

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

Wachstumsraten 1870-1998^a

	Arbeitsproduktivität	BIP	Bevölkerung	Erwerbsquote	Stunden/Besch.
D	2,24%	2,39%	0,58%	0,05%	-0,49%
WE	2,27%	2,28%	0,54%	-0,02%	-0,51%
USA	2,16%	3,43%	1,50%	0,23%	-0,48%
J	3,09%	3,68%	1,05%	-0,04%	-0,40%

^aQuelle: [Maddison Historical Statistics](#).

Die Arbeitsproduktivität wuchs über Jahrzehnte mit durchschnittlich 2% pro Jahr. Das bedeutet eine Verdoppelung der Arbeitsproduktivität alle 35 Jahre.

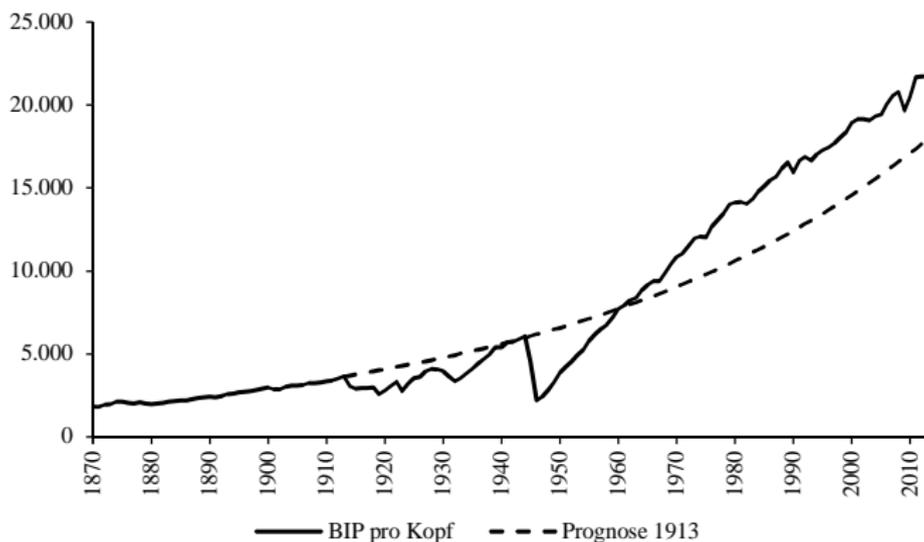
II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

Wachstum BIP pro Kopf (kaufkraftbereinigt, 1990er-US-Dollar) Deutschland 1870–2008:



II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums

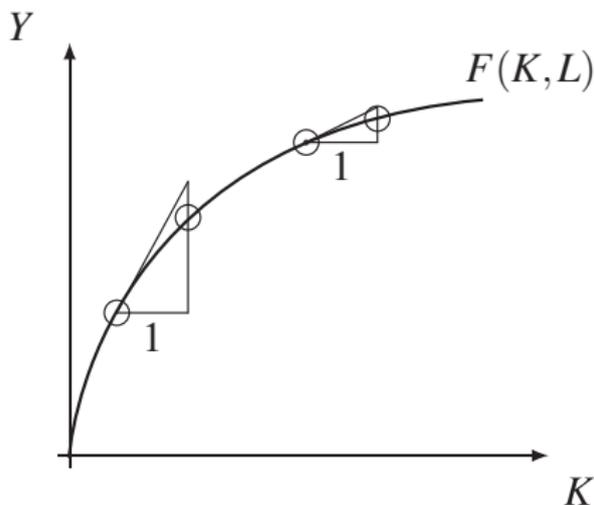
► Charles Jones: Time Series Tests of Endogenous Growth Models

3. Produktionsfunktion

Die Produktionsfunktion

$$Y = F(K, L)$$

ordnet Kapital- und Arbeitseinsatzmengen (K und L) BIPs (Y) zu.



II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums

- ▶ Positiver Einsatz jedes Faktors essenziell:

$$F(0, L) = 0, F(K, 0) = 0.$$

- ▶ Grenzproduktivitäten positiv:

$$\frac{\partial F(K, L)}{\partial K} > 0, \frac{\partial F(K, L)}{\partial L} > 0.$$

- ▶ Fallende Grenzproduktivitäten:

$$\frac{\partial^2 F(K, L)}{\partial K^2} < 0, \frac{\partial^2 F(K, L)}{\partial L^2} < 0.$$

- ▶ **Konstante Skalenerträge:**

$$F[(1 + x\%)K, (1 + x\%)L] = (1 + x\%)F(K, L).$$

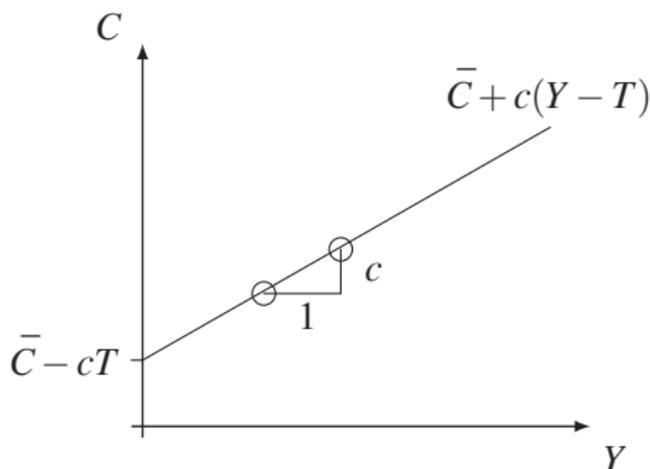
4. Konsumfunktion



Lutz Arnold

Die Konsumfunktion ordnet BIPs (Y) Konsumniveaus (C) zu:

$$C = \bar{C} + c(Y - T), \quad \bar{C} > 0, \quad 0 < c < 1.$$



II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
- 4. Konsumfunktion**
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

5. Solow-Modell

A1: *Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit konstanten Skalenerträgen:*

$$Y_t = K_t^\alpha (A_t L_t)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1.$$

A2: *Konsumfunktion:*

$$C_t = cY_t.$$

A3: *Volle Abschreibung des Kapitals nach jeder Periode:*

$$K_t = Y_{t-1} - C_{t-1}.$$

A4: *Exogenes Wachstum des Arbeitskräftepotenzials:*

$$\frac{L_t - L_{t-1}}{L_{t-1}} = g_L \text{ exogen und konstant.}$$

A5: *Exogener technischer Fortschritt:*

$$\frac{A_t - A_{t-1}}{A_{t-1}} = g_A \text{ exogen und konstant.}$$

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

Welche Faktoren sind für anhaltendes Produktivitätswachstum verantwortlich?

- ▶ Kapitalakkumulation (K_t wächst)?
- ▶ Technischer Fortschritt (A_t wächst)?
- ▶ Wachstum des Arbeitskräftepotenzials (L_t wächst)?

Antwort: Nur technischer Fortschritt.

- ▶ Nobel Prize 1987

II. Wachstum

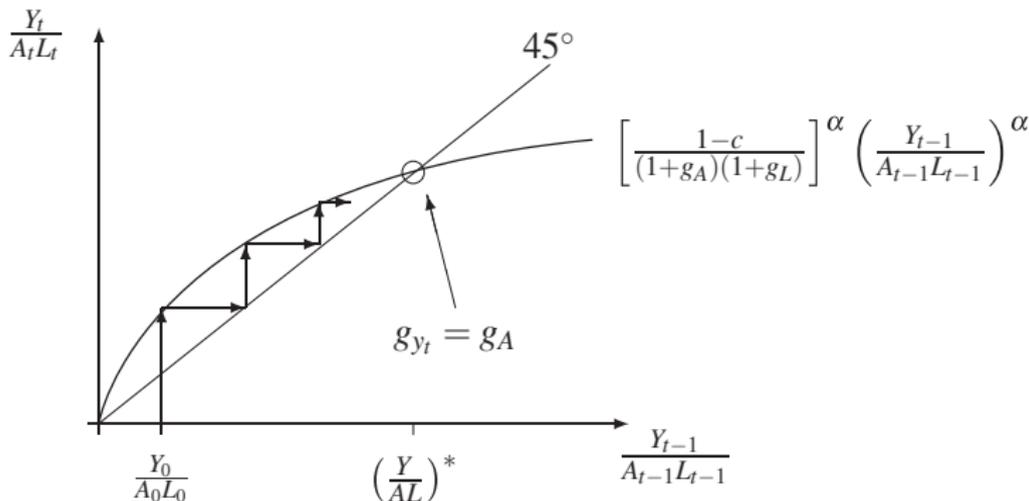
1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

Satz: Langfristig wächst die Arbeitsproduktivität mit der Rate technischen Fortschritts:

$$g_{y_t} \rightarrow g_A \text{ für } t \rightarrow \infty.$$



II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums

6. Endogener technischer Fortschritt



Lutz Arnold

Das Solow-Modell erklärt die *Konsequenzen* technischen Fortschritts (Produktivitätswachstum), aber nicht die *Ursachen*. Der technische Fortschritt ist **exogen**.

Schumpeter: Technischer Fortschritt ist das Produkt von Forschung und Entwicklung (F&E) mit dem Ziel, durch Innovationen Marktmacht zu erlangen. Tatsächlich ist technischer Fortschritt also **endogen**.

- ▶ R&D Expenditure (Weltbank)
- ▶ F&E (Stifterverband)

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums

7. Growth accounting



Lutz Arnold

Die Näherung

$$g_{y_t} \approx \alpha g_{K_t/L_t} + (1 - \alpha)g_{A_t}$$

erlaubt es, die buchhalterischen Beiträge einer wachsenden Kapitalausstattung pro geleistete Arbeit einerseits und technischen Fortschritts andererseits zum Wachstum der Arbeitsproduktivität zu berechnen. Technischer Fortschritt erhält dabei einen Anteil von

$$(1 - \alpha) \frac{g_{A_t}}{g_{y_t}} \approx \frac{7}{8}.$$

- ▶ Robert Solow: Technical Change and the Aggregate Production Function

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

Wachstumspolitik im Sinne einer Erhöhung des langfristigen Produktivitätswachstums ist wenig erfolgversprechend:

- ▶ Von den wenigsten wirtschaftspolitischen Maßnahmen lässt sich erwarten, dass sie zusätzlichen technischen Fortschritt herbeiführen, was sie nach dem Solow-Modell müssten.
- ▶ Selbst wenn die F&E-Ausgaben steigen, kann das die Gehälter der aktuell Beschäftigten (und nicht die Anzahl von in F&E Beschäftigten) erhöhen.

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

- ▶ Selbst im Zuge des dramatischen Anstiegs der Beschäftigung in F&E in der Nachkriegszeit sind die Wachstumsraten nicht gestiegen, sondern – im Zuge des *Productivity slowdown* Mitte der 1970er-Jahre – eher gefallen.
- ▶ In Wachstumsregressionen (die auch Konvergenz- und nicht nur Wachstumsrateneffekte messen) sind die Variablen, die robust mit dem Wachstum des BIPs pro Kopf korreliert sind, zum überwiegenden Teil nicht politisch beeinflussbar.
- ▶ Xavier Sala-i-Martin: I Just Ran Two Million Regressions

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums

10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?



Lutz Arnold

Ist grundsätzlich mehr Wachstum besser als weniger?

- ▶ Das BIP und das Wachstum davon erfassen nur Marktproduktion.
- ▶ Im Wachstumsprozess können Umweltprobleme entstehen und sich verschärfen. Der Klimawandel ist Folge des rasant gestiegenen Energieverbrauchs durch komfortables Wohnen, Mobilität und industrielle Massenproduktion.
- ▶ BIP-Anstiege können sehr ungleich über die Individuen verteilt sein.

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

- ▶ Das Wohlbefinden von Individuen hängt nicht so sehr von ihrem absoluten Konsumniveau ab, sondern vom *relativen Konsum*. Im Extremfall bedeutet das, dass es keinem besser geht, wenn der Konsum aller Individuen proportional wächst.

Wohlfahrtsindizes wie der im Rahmen des UN Development Programme berechnete Human Development Index (HDI) beziehen neben dem BNE pro Kopf Maße für Lebenserwartung und Bildung ein. Die Korrelation zwischen den Rängen bei HDI und BNE pro Kopf betrug 2022 über 96%.

- ▶ HDI (UN Development Programme)

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums

11. Entwicklungsländer



Lutz Arnold

In **Entwicklungsländern** leben immer noch über 700 Millionen Menschen und damit 9% der Weltbevölkerung in extremer Armut nach der Definition der Weltbank, d.h. von weniger als 2,15 2017er-US-Dollar.

Hier ist mehr Wachstum besser als weniger. Dazu werden Institutionen benötigt, die die Adaption bekannter Technologien aus der Weltwirtschaft ermöglichen.

- ▶ [Poverty \(World Bank\)](#)
- ▶ [Daron Acemoglu et al.: The Origins of Comparative Development](#)

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

12. Grenzen des Wachstums

Gibt es **Grenzen des Wachstums**? Oder geht das Wachstum immer weiter? Bisher haben sich alle pessimistischen Prognosen als falsch erwiesen:

- ▶ Malthus (Ende des 18. Jahrhunderts): Wachstum bedingt Bevölkerungswachstum, das zu Hungersnöten führt, die das Wachstum wieder stoppen.
- ▶ Marx, Mill (Mitte des 19. Jahrhunderts): Die Profitrate neuer Investitionen fällt, so dass sich Investitionen nicht mehr lohnen.
- ▶ Jevons: Ende der Industrialisierung wegen Kohleknappheit.

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums



Lutz Arnold

- ▶ Schumpeter (erste Hälfte des 20. Jahrhunderts): Der Kapitalismus bricht zusammen, weil er sein eigenes soziales Fundament untergräbt.
- ▶ Club of Rome: Erschöpfung natürlicher Ressourcen, zuerst des Öls.
- ▶ Es gelingt kein technischer Fortschritt mehr.

Aktuell stellt sich die Frage: Brauchen wir „Degrowth“?
Bzw. brauchen wir Degrowth nur in energieintensiven Bereichen?

- ▶ Robert Gordon: [The End of Growth](#)

II. Wachstum

1. Einleitung
2. Produktivitätswachstum
3. Produktionsfunktion
4. Konsumfunktion
5. Solow-Modell
6. Endogener technischer Fortschritt
7. Growth accounting
8. Wachstumsregressionen
9. Wachstumspolitik
10. Ist mehr Wachstum besser als weniger?
11. Entwicklungsländer
12. Grenzen des Wachstums