Grundlagen der Volkswirtschaftslehre 2

Kapitel 7 - Produktion, Sparen und Kapitalaufbau

Dr. Maximilian Gödl

Sommersemester 2023

Übersicht

Vorlesungsübersicht

1. Einführung
2. Wechselwirkung zwischen Produktion und Kapital
3. Sparquote und Kapitalakkumulation
4. Gefühl für Größenordnungen
5. Physisches Kapital versus Humankapital

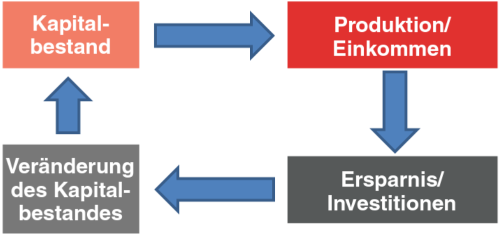
Überblick

- Voriges Kapitel zeigte Bedeutung der Kapitalintensität für BIP/Kopf
- Sparquote S/Y in USA seit 1970 bei nur 17% (22% in Deutschland, 30% in Japan)
- Kann dies erklären, warum US-Wachstumsrate seitdem unter der der meisten OECD-Staaten lag?
- Haben bereits gesehen, dass unterschiedliche Sparquote nicht dauerhafte Wachstumsunterschiede erklären kann
- Dennoch: Sparquote beeinflusst Produktionsniveau und Lebensstandard
- Anstieg Sparquote aus Situation der dynamischen Effizienz: vorübergehend höheres Wachstum und dauerhaft höheres BIP und Konsum
- Jedoch: muss mit temporärem Konsumverzicht erkauft werden
- Jetzt: Betrachtung dieser Dinge im Detail

Vorlesungsübersicht

1. Einführung
2. Wechselwirkung zwischen Produktion und Kapital
3. Sparquote und Kapitalakkumulation
4. Gefühl für Größenordnungen
5. Physisches Kapital versus Humankapital

Wechselwirkung zwischen Produktion und Kapital



- Kapitalbestand beeinflusst produzierte Gütermenge via Produktionsfunktion
- Produktion wiederum bestimmt, wie viel investiert werden kann, um Kapital zu akkumulieren

Wirkung von Kapital auf Produktion

- Unter Annahme konstanter Skalenerträge konnten wir aggregierte Produktionsfunktion als Beziehung zwischen Produktion je Beschäftigten und Kapitalintensität schreiben:

$$\frac{Y}{N} = F\left(\frac{K}{N}, 1\right) \tag{1}$$

- Zur Erinnerung: nehmen sinkenden Grenzertrag in Kapitalintensität an
- Zur Vereinfachung definieren wir:

$$f\left(\frac{K}{N}\right) \equiv F\left(\frac{K}{N}, 1\right) \ , \tag{2}$$

  so dass wir das zweite, konstante Argument unterdrücken können
- Beispiel: Für $Y = F(K, N) = \sqrt{K}\sqrt{N}$ gilt

$$\frac{Y}{N} = \sqrt{\frac{K}{N}}\sqrt{\frac{N}{N}} = \sqrt{\frac{K}{N}} \ , \tag{3}$$

  so dass $f(K/N) = \sqrt{K/N}$

Vereinfachende Annahmen

1. Nehmen an, dass Bevölkerungsgröße, Erwerbsquote und Erwerbslosenquote konstant sind
   $\rightarrow$ Beschäftigung N ist auch konstant, denn
   - Erwerbspersonen sind Produkt aus konstanter Bevölkerung und Erwerbsquote
   - Beschäftigung ist Produkt aus konstanten Erwerbspersonen und (1 minus Erwerbslosenquote)

- Aggregierte Variablen, Variablen je Beschäftigten und Variablen pro Kopf sind dann proportional
  $\rightarrow$ sprechen oft einfach von Produktion und Kapital statt Produktion und Kapital je Beschäftigten

2. Abstrahieren von technologischem Fortschritt

- Annahmen erlauben Konzentration auf Rolle der Kapitalakkumulation:

$$\frac{Y_t}{N} = f\left(\frac{K_t}{N}\right) \tag{4}$$

Vorgehen

- Vorgehen in zwei Schritten
  1. Zusammenhang zwischen Produktion und Investitionen
  2. Beziehung zwischen Investitionen (Stromgröße) und Kapitalstock (Bestandsgröße)

1. Produktion und Investitionen

- Drei Annahmen:
  1. Geschlossene Volkswirtschaft, so dass Investitionen der Summe privater und öffentlicher Ersparnis entsprechen müssen:
  $$I = S + (T - G) \tag{5}$$
  2. Gehen von ausgeglichenem Staatshaushalt aus, so dass $G = T$ und damit Investitionen gleich privater Ersparnis:
  $$I = S \tag{6}$$
  3. **Konstante Sparquote** $0 \leq s \leq 1$ aus Einkommen Y:
  $$S = sY \tag{7}$$
  $\rightarrow$ konsistent mit empirischen Sparquoten, die nicht systematisch mit Entwicklungsstand und über unterschiedlich reiche Ländern variieren
- Beachte: Sparkonzept hier aus Brutto-Nationaleinkommen, nicht aus Netto-Nationaleinkommen wie in Kapitel 2
- Investitionen sind damit proportional zur Produktion:

$$I_t = sY_t \tag{8}$$

2. Investitionen und Kapitalakkumulation

- Messen Zeit in Jahren und Kapitalbestand am Anfang jedes Jahres
  $\rightarrow K_t$ ist Kapitalbestand am Anfang des Jahres t
- Zwei Annahmen
  1. fixe Abschreibungsrate $0 \leq \delta \leq 1$
     $\rightarrow$ nur Kapitalbestand $(1-\delta)K$ nächstes Jahr noch intakt
  2. Preis neuer Kapitalgüter ist 1
     $\rightarrow$ Investitionen können 1 zu 1 in Kapital umgewandelt werden
- Bewegungsgleichung für Kapitalbestand damit:

$$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + I_t \tag{9}$$

- Kapitalbestand zu Beginn des Jahres $t+1$ setzt sich zusammen aus:
  1. nicht abgeschriebenem Alt-Kapital $(1-\delta)K_t$
  2. neu durch Investitionen I_t aufgebautem Kapital

Investitionen und Kapitalakkumulation

- Aus Bewegungsgleichung (9) und Sparannahme (8) folgt dann **fundamentale Bewegungsgleichung für Kapital**:

$$K_{t+1} = (1-\delta)K_t + sY_t \tag{10}$$

oder je Beschäftigten/ausgedrückt in **Kapitalintensität**:

$$\frac{K_{t+1}}{N} = (1-\delta)\frac{K_t}{N} + s\frac{Y_t}{N} \tag{11}$$

- Subtraktion von K_t/N ergibt schließlich Veränderung der Kapitalintensität:

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = s\frac{Y_t}{N} - \delta\frac{K_t}{N} \tag{12}$$

- Veränderung der Kapitalintensität ist gleich Differenz aus Ersparnis je Beschäftigten und Abschreibung je Beschäftigten

Vorlesungsübersicht

1. Einführung
2. Wechselwirkung zwischen Produktion und Kapital
3. Sparquote und Kapitalakkumulation
4. Gefühl für Größenordnungen
5. Physisches Kapital versus Humankapital

Dynamik von Kapitalbildung und Produktion

- Führen nun Produktionsfunktion und Kapitalakkumulationsgleichung zusammen
- Einsetzen von Y_t/N aus

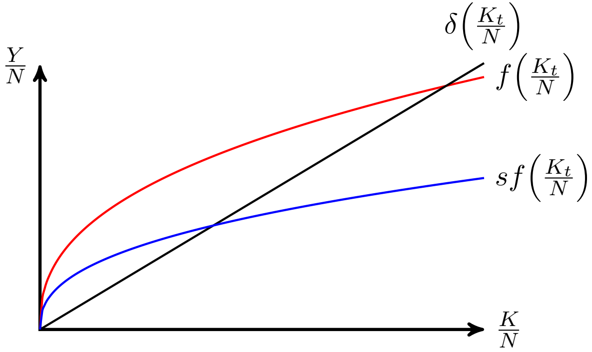
$$\frac{Y_t}{N} = f\left(\frac{K_t}{N}\right) \tag{4}$$

  in (12) ergibt:

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = sf\left(\frac{K_t}{N}\right) - \delta\frac{K_t}{N} \tag{13}$$

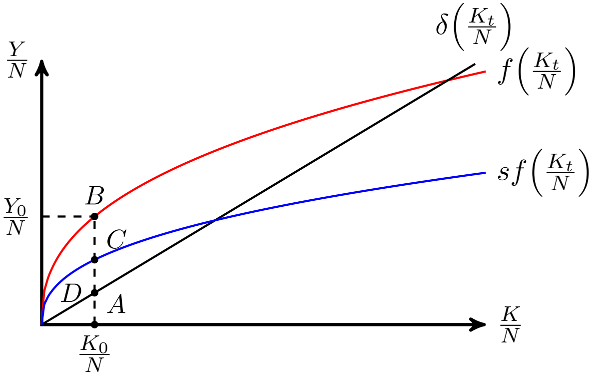
- Veränderung der Kapitalintensität ist Differenz aus:
  1. Investitionen je Erwerbstätigen: Kapitalintensität bestimmt Produktion und bei gegebener Sparquote Ersparnis/Investitionen im Gleichgewicht
  2. Abschreibungen je Erwerbstätigen: proportional zur Kapitalintensität
- Investitionen > Abschreibung $\rightarrow$ Kapitalintensität steigt
- Gleichungen (4) und (13) beschreiben gemeinsame Dynamik von Kapitalbildung und Produktion als Funktion der Kapitalintensität K_t/N

Dynamische Entwicklung von Kapital und Produktion I



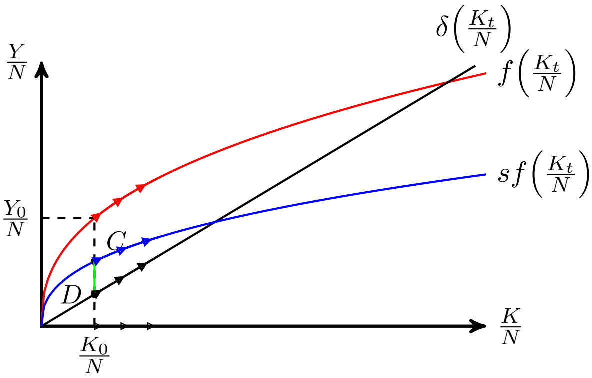
- $f(K_t/N)$-Kurve ist Produktionsfunktion mit sinkendem Grenzertrag
- $\delta K_t/N$ ist lineare Abschreibungskurve mit Steigung δ
- $sf(K_t/N)$ ist Investitionskurve und um Faktor s geringer als Produktion

Dynamische Entwicklung von Kapital und Produktion: Punkt K_0/N



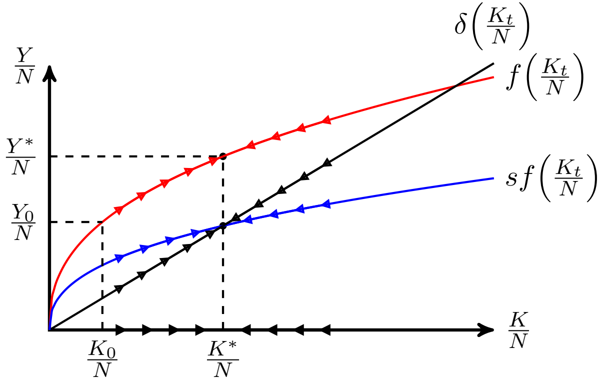
- Im Punkt K_0/N:
  - Produktion ist gegeben durch Distanz AB
  - Investitionen gegeben durch Distanz AC $\rightarrow$ Konsum ist BC
  - Abschreibung entspricht AD

Dynamische Entwicklung von Kapital und Produktion II



- Differenz zwischen Investitionen und Abschreibung gibt an, ob Kapitalintensität wächst oder fällt
- K_0/N: Investitionen übersteigen Abschreibung um CD
  $\rightarrow$ Kapitalintensität steigt, d.h. Bewegung entlang der x-Achse

Dynamische Entwicklung von Kapital und Produktion III



- Bei steigender Kapitalintensität: Anstieg der Abschreibung konstant, Anstieg Investitionen aufgrund sinkenden Grenzertrags abnehmend
  $\rightarrow$ es existiert Punkt K^*/N, in dem Abschreibung gleich Investitionen
  $\rightarrow$ Kapitalintensität konstant

Bewegung zum Steady State

- Können daher dynamische Entwicklung von Kapital und Produktion im Zeitverlauf charakterisieren
- Ausgehend von Punkt K_0/N sind Investitionen größer als Abschreibung $\rightarrow$ Kapitalintensität nimmt zu
- Steigendes K_t/N impliziert höhere Produktion und damit höhere Ersparnis und Investitionen
- Prozess endet in K^*/N mit Produktion $Y^*/N = f(K^*/N)$, in dem alle Variablen konstant
- Diesen Ruhepunkt, der das langfristige Gleichgewichtsniveau bestimmt, bezeichnen wir als **Steady State**
- Bewegung hin zu Steady State von niedriger Kapitalintensität K_0/N aus mit Wachstum verbunden
- Beschreibt Situation vieler Länder nach 2. Weltkrieg, in dem Kapitalbestand stärker als Beschäftigung fiel

Kapitalakkumulation und Wachstum nach dem Zweiten Weltkrieg: Frankreich

Eisenbahnnetz (%)	Schienen	6	**Flüsse (%)**	Wasserwege	86
	Bahnhöfe	38		Kanalschleusen	11
	Lokomotiven	21		Schiffe	80
	Geräte	60	**Gebäude (Anzahl)**	Wohnungen	1.229.000
Straßen (%)	Autos	31		Industriegebäude	246.000
	Lastwagen	40			

Tabelle 1: Anteil des zerstörten Kapitalbestands in Frankreich am Ende des Zweiten Weltkriegs

- rund 1,3% der Bevölkerung starben, 30% des Kapitalstocks wurden vernichtet
- Modell impliziert starkes anfängliches Wachstum mit Konvergenz zu Steady State
- 1946-1950: durchschnittliches Wachstum von 9,6%
  $\rightarrow$ Anstieg BIP/Kopf um fast 60% in 5 Jahren
- Zusätzlich: verbliebener alter Kapitalstock aus Zeit vor Weltkrieg wurde nun durch modernen Kapitalstock ergänzt

Der Steady State

- Steady State K^*/N ist Ruhepunkt, zu dem Wirtschaft langfristig konvergiert
  $\rightarrow$ Produktion je Beschäftigten und Kapitalintensität konstant
- Können diese Einsicht nutzen, um Steady State zu berechnen
- Mit $\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = 0$ erhalten wir aus (13)

$$0 = sf\left(\frac{K^*}{N}\right) - \delta\frac{K^*}{N} \tag{14}$$

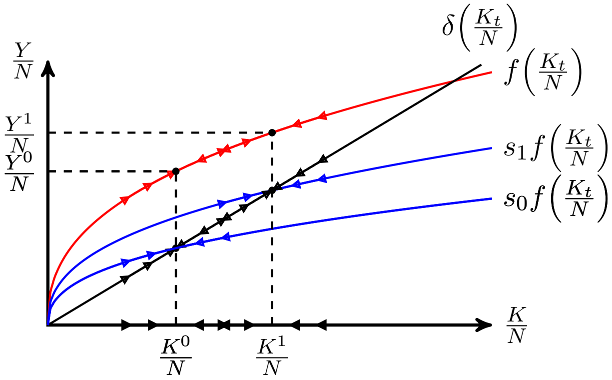
und damit

$$sf\left(\frac{K^*}{N}\right) = \delta\frac{K^*}{N} \tag{15}$$

- Investitionen decken hier genau Abschreibungen, so dass Netto-Investitionen Null sind
- Steady State Produktion ist dann:

$$\frac{Y^*}{N} = f\left(\frac{K^*}{N}\right) \tag{16}$$

Sparquote und Steady State

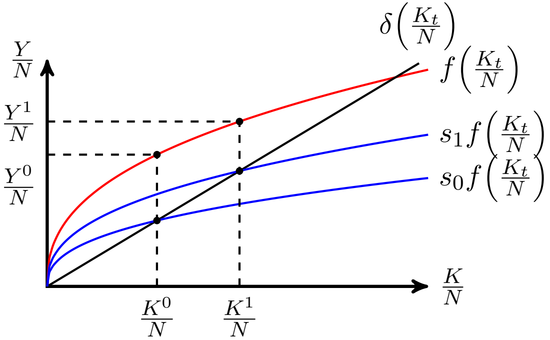


- Sparquote beeinflusst langfristige Wachstumsrate der Produktion je Beschäftigten nicht, da Ökonomie immer zu Steady State konvergiert, wo Wachstum Null ist (gegeben Technologie)

Sparquote und langfristiges Wachstum

- Warum kann Sparquote kein dauerhaftes Wachstum erzeugen?
- Dauerhaftes Wachstum würde stetigen Anstieg der Kapitalintensität erfordern
- Problem: **sinkender Grenzertrag im einzig akkumulierbaren Faktor: Kapital**
  $\rightarrow$ wegen konstanter Abschreibung müsste immer mehr der Produktion investiert werden, um Kapitalintensität weiter zu steigern
- Anteil der Investitionen relativ zu BIP und damit Sparquote müsste kontinuierlich steigen
  $\rightarrow$ Sparquote müsste irgendwann größer 1 sein (unmöglich)
- Während Draus folgt: Sparquote beeinflusst Wachstumsrate nicht dauerhaft, bestimmt aber Produktionsniveau

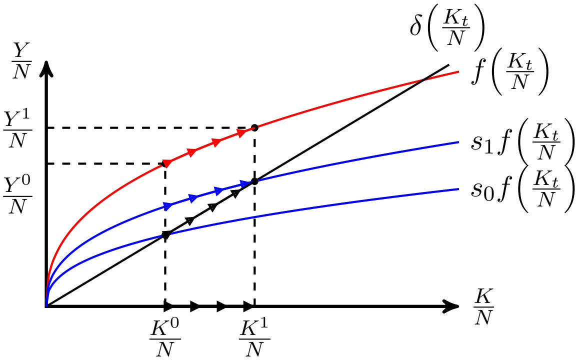
Sparquote und langfristiges Produktionsniveau



- Betrachte 2 sonst gleiche Ökonomien mit unterschiedlichen Sparquoten s_0 und $s_1 > s_0$
- Land mit höherer Sparquote erreicht höhere Kapitalintensität und damit Produktion/Kopf:

$$Y^1/N > Y^0/N \tag{17}$$

Anstieg Sparquote

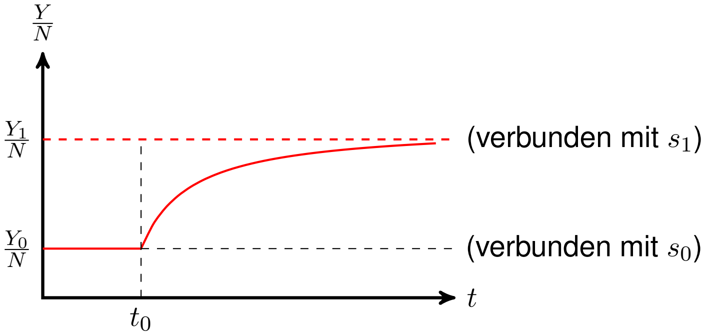


- Impliziert, dass Anstieg der Sparquote von s_0 auf $s_1$innerhalb eines Landes temporär mit Wachstum einhergehen muss, um höheres Produktionsniveau zu erreichen
- Daher: Wachstum während Transition von altem Steady State K^0/N zu neuem K^1/N

Transitionsdynamik

- Annahme: sind zum Zeitpunkt $t = t_0$ in Steady State K^0/N bei Sparquote s_0
- Sparquote steigt auf s_1, z.B. weil Steuersenkung Sparen attraktiver macht oder Staat das Budgetdefizit reduziert
- Neue Ersparnis $s_1 f(K_0/N)$ nach Anstieg Sparquote ist größer als Abschreibungen $\delta K_0/N = s_0 f(K_0/N)$
  $\rightarrow$ Kapitalintensität und damit Produktion je Beschäftigten steigen

Auswirkung Anstieg Sparquote ohne technischen Fortschritt



- Effekt auf Produktion je Beschäftigten anfänglich am größten, wenn Differenz zwischen Grenzprodukt des Kapitals und Abschreibung am größten
- Prozess endet asymptotisch bei $s_1 f(K^1/N) = \delta K^1/N$

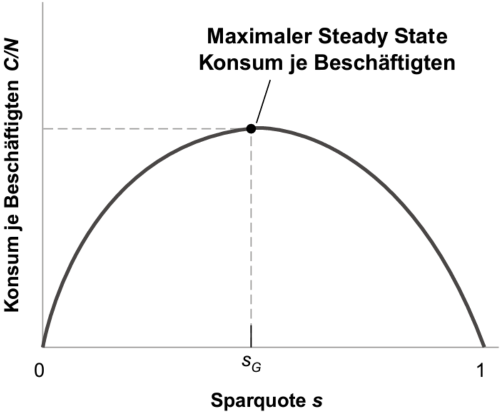
Sparquote und Konsum

- Staat hat verschiedene Instrumente, um Sparquote zu beeinflussen (Riester-/Rürup-Rente, Abgeltungssteuer, Budgetüberschüsse, etc.)
- Welche Sparquote sollte angestrebt werden?
- Mantra dieser Vorlesung: Leute interessieren sich nicht für Produktion, sondern Konsum!
- Vernachlässigen nun Dynamik und betrachten nur Steady State
- Annahme: **beide Produktionsfaktoren sind essentiell**
- Erhöhung Sparquote hat 2 Effekte:
  - Kurzfristig: Einkommen bleibt unverändert und Konsum sinkt, da mehr aus Einkommen investiert wird
    $\rightarrow$ Investitionen senken Konsum 1:1
  - Langfristig: Einkommen steigt aufgrund höherer Kapitalintensität
- Was passiert mit Konsum in der langen Frist/im Steady State?

Sparquote und Konsum im Steady State

- Konsum kann sinken oder steigen
- 2 Extremfälle:
  1. Sparquote von $s = 0$: falls Kapital essentieller Faktor ist, ist keine Produktion möglich
     $\rightarrow$ Konsum ist 0
  2. Sparquote von $s = 1$: gesamtes Einkommen wird investiert, so dass Kapitalstock und Produktion groß
     $\rightarrow$ Konsum dennoch 0, da gesamtes Einkommen gespart
- Irgendwo zwischen beiden Extremen gibt es Sparquote s_G, die Steady State Konsum maximiert:
  - $s < s_G$: Anstieg Sparquote senkt Konsum temporär und erhöht ihn in langer Frist
  - $s > s_G$: Anstieg Sparquote senkt Konsum temporär und in langer Frist
- Zweiter Fall der **dynamischen Ineffizienz** ist von Überinvestitionen gekennzeichnet: Grenzprodukt des Kapitals deckt Abschreibungen nicht
  $\rightarrow$ Senkung der Sparquote erlaubt Konsumerhöhung von heute bis in alle Ewigkeit

Goldene Regel/Golden Rule



- Goldene Regel/Golden Rule gibt Sparquote s_G an, die Steady State Konsum je Beschäftigten maximiert
- Erhöhung der Sparquote über diesen Wert hinaus erhöht Einkommen, aber senkt Konsum

Goldene Regel und Wirtschaftspolitik

- In der Praxis weisen OECD-Länder (welche am ehesten bereits im Steady State sind) Kapitalbestand weit unter Goldener Regel auf
  $\rightarrow$ Erhöhung der Sparquote würde Konsum langfristig erhöhen, aber kurzfristig senken
- Wirtschaftspolitik sieht sich damit trade-off gegenüber: Erhöhung der Sparquote erhöht Konsum künftiger Generationen auf Kosten der heutigen
  $\rightarrow$ Antwort hängt von relativer Gewichtung der Zukunft ab
- Politökonomisches Problem: nur heutige Generationen können am politischen Entscheidungsprozess teilnehmen
  $\rightarrow$ Vorteil der heutigen Wähler im Generationenkonflikt

Rente: Umlageverfahren vs. Kapitaldeckung

- 1889: Rentenversicherung von Bismarck eingeführt
- Leistungen an Rentner und Pensionäre machen rund 11% des BIP aus, 63% der Einkommen der über 65jährigen aus gesetzlicher Rentenversicherung
- Grundsätzlich gibt es 2 polare Typen:
  1. Umlageverfahren: Beschäftigte zahlen Beiträge, aus denen Rente der jeweiligen Rentner gezahlt wird
     $\rightarrow$ Rentenhöhe hängt von Demographie, Produktivitätswachstum sowie Gesetzeslage ab
  2. Kapitaldeckungsverfahren: Beschäftigte legen Beiträge in Finanzanlagen an und erhalten im Rentenalter diese Investitionen inklusive der Erträge
     $\rightarrow$ Rentenhöhe hängt von Rendite des Rentenfonds ab
- Gesamtwirtschaftlicher Unterschied: im Umlageverfahren werden Beiträge umverteilt, im Kapitaldeckungsverfahren dagegen investiert
  $\rightarrow$ Letzteres führt tendenziell zu höherem Kapitalbestand
- Rentenversicherung in meisten Ländern eine Mischung

Rentensystem in Deutschland

- Bis 1956: jeder Versicherungspflichtige zahlte Beiträge auf persönliches Rentenkonto und sparte somit sein Alterskapital an
- Problem: Reserven durch 2. Weltkrieg reduziert
- 1957: schrittweise Einführung einer umlagefinanzierten dynamischen Rente
  $\rightarrow$ Anstieg der durchschnittlichen Rente um über 60% im Einführungsjahr, danach Kopplung an Bruttolohnentwicklung
- 1992: Rentenreform mit Erhöhung Rentenalter auf 65 and Kopplung an Nettolohnentwicklung
- Löste zentrales Problem aber nicht: demografischer Wandel (Bevölkerungspyramide)
- Steigende Lebenserwartung erhöht Rentenbezugsdauer, während geringe Geburtenraten den **Altenquotienten** erhöhen, d.h. Verhältnis von alten zu erwerbsfähigen Mitgliedern der Bevölkerung

Altenquotientenprognose in Deutschland

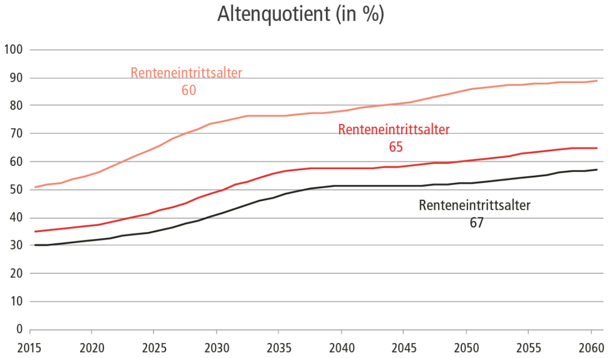


Abbildung 1: Prognostizierter Altenquotient für verschiedene Renteneintrittsalter (60, 65 und 67), 2015–2060 (Variante 1 mit Kontinuität bei schwächerer Zuwanderung)

- Altenquotient von 0,51 für Renteneintrittsalter von 60 in 2015 impliziert, dass 2 Junge einen Rentner finanzieren
- Ein Szenario für 2060: nur noch 1,11 Junge pro Rentner
- Schwierigkeit: Demografie und Zuwanderung vorhersagen

Politikanworten: Rentenreformen

- 2004: Einführung Nachhaltigkeitsfaktor, der Rentenhöhe an Altersquotienten koppelt
- 2012: schrittweise Erhöhung des Renteneinstiegsalters auf 67
- Ziel: Begrenzung des Beitragssatzes auf 22% in 2030 sowie Versorgungsniveau netto vor Steuern von mindestens 43%
- 2001: Einführung einer staatlich geförderten kapitalgedeckten Alterssicherung, der Riester-Rente

Einführung einer kapitalgedeckten Rente

- Sollte man ganz auf Kapitaldeckung umsteigen?
- Problem: existierendes System hat Versprechungen gemacht, die eingehalten werden müssen/sollen
- Gegenwärtig Beschäftigte hätten doppelte Belastung: müssten Umlage finanzieren sowie Aufbau der eigenen Kapitaldeckung
- Illustriert Problem aus dem Solow-Modell: Aufbau des Kapitalstocks erfordert anfängliche Opfer für langfristige Vorteile
  $\rightarrow$ langsame Einführung, um Doppelbelastungen zu minimieren
- Vorschlag des ifo-Instituts: kapitalgedeckter Bürgerfonds der 16.000 € pro Person Rente bringt
  $\rightarrow$ Berechnung basiert auf Solow-Modell Fuest u. a. (2019)

Vorlesungsübersicht

1. Einführung
2. Wechselwirkung zwischen Produktion und Kapital
3. Sparquote und Kapitalakkumulation
4. Gefühl für Größenordnungen
5. Physisches Kapital versus Humankapital

Cobb-Douglas Produktionsfunktion

- Wie groß ist Effekt einer Erhöhung der Sparquote auf langfristige Produktion? Was ist Effekt auf Wachstum und wie lange dauert Übergang zum neuen Steady State?
- Wie weit sind wir von der Goldenen Regel entfernt?
- Erfordert Modell mit konkreten Parameterwerten und konkreter Produktionsfunktion
- Nehmen Cobb und Douglas (1928) Produktionsfunktion an:

$$Y = F(K, N) = K^{\alpha} N^{1-\alpha} , \tag{18}$$

  wobei $0 < \alpha < 1$ den Anteil der Kapitaleinkommen am BIP misst (typischerweise ca. 1/3)
- Cobb-Douglas Produktionsfunktion erfüllt alle unsere bisherigen Annahmen (konstante Skalenerträge, sinkende Grenzerträge, Kapital als essentieller Faktor)

Solow mit Cobb-Douglas: Steady State

- In intensiver Form erhalten wir damit die Produktionsfunktion

$$\frac{Y_t}{N} = f\left(\frac{K_t}{N}\right) = \frac{K_t^{\alpha} N^{1-\alpha}}{N} = \left(\frac{K_t}{N}\right)^{\alpha} \tag{19}$$

- Die fundamentale Bewegungsgleichung für Kapital (12) wird damit:

$$\frac{K_{t+1}}{N} - \frac{K_t}{N} = s\left(\frac{K_t}{N}\right)^{\alpha} - \delta\frac{K_t}{N} \tag{20}$$

und im Steady State, wo $K_{t+1} = K_t = K^*$:

$$0 = s\left(\frac{K^*}{N}\right)^{\alpha} - \delta\frac{K^*}{N} \tag{21}$$

- Kapitalintensität und Produktion im Steady State folgen dann als:

$$\frac{K^*}{N} = \left(\frac{s}{\delta}\right)^{\frac{1}{1-\alpha}} \tag{22}$$

$$\frac{Y^*}{N} = \left(\frac{s}{\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{23}$$

Auswirkungen einer Änderung der Sparquote

- Um wie viel Prozent verändert sich Steady State Produktion je Beschäftigten, wenn sich Sparquote um 1 Prozent ändert?
  $\rightarrow$ brauchen Elastizität

$$\frac{d\left(\frac{Y^*}{N}\right)/\frac{Y^*}{N}}{ds/s} \approx \frac{\partial \log\left(\frac{Y^*}{N}\right)}{\partial \log s} \tag{24}$$

- Betrachte Logarithmus von (23)

$$\log\left(\frac{Y^*}{N}\right) = \log\left[\left(\frac{s}{\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}\right] = \frac{\alpha}{1-\alpha}(\log s - \log \delta) \tag{25}$$

- Die Elastizität ist damit

$$\frac{\partial \log\left(\frac{Y^*}{N}\right)}{\partial \log s} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \tag{26}$$

Solow mit Cobb-Douglas: Beispiel I

- Mit $\alpha = 1/3$, $\delta = 0{,}1$ und $s = 0{,}2$ erhalten wir

$$\frac{\partial \log\left(\frac{Y^*}{N}\right)}{\partial \log s} = \frac{1/3}{1-1/3} = 0{,}5 \tag{27}$$

- Erhöhung der Sparquote um 100% von 0,2 auf 0,4 erhöht Produktion je Beschäftigten um rund 50%:

$$\left.\frac{Y^*}{N}\right|_{s=0{,}2} = \left(\frac{0{,}2}{0{,}1}\right)^{\frac{1/3}{1-1/3}} \approx 1{,}4142 \tag{28}$$

$$\left.\frac{Y^*}{N}\right|_{s=0{,}4} = \left(\frac{0{,}4}{0{,}1}\right)^{\frac{1/3}{1-1/3}} = 2 \tag{29}$$

$\rightarrow$ signifikanter Anstieg des Lebensstandards

- Effekt ist umso kleiner, je geringer der Kapitalanteil in der Produktionsfunktion

Solow mit Cobb-Douglas: Beispiel II

- Sparquote steigt zum Zeitpunkt $t = 0$ von $s = 0{,}2$ auf $0{,}4$. Wie lange dauert Übergang von altem Steady State $Y^*/N = 1,4142$ zu neuem Steady State $Y^*/N = 2$?
- Betrachte Gleichung (20) nach Anstieg:

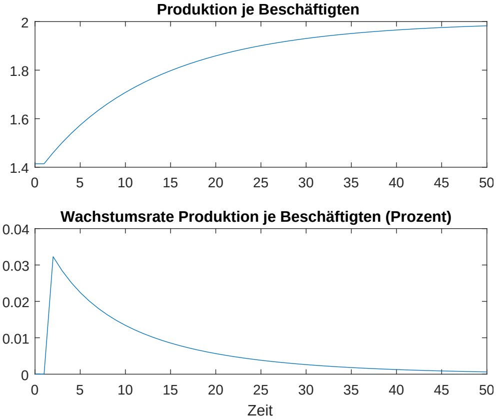
$$\frac{K_{t+1}}{N} = \frac{K_t}{N} + 0{,}4\left(\frac{K_t}{N}\right)^{1/3} - 0{,}1\,\frac{K_t}{N} \tag{30}$$

- Zeitpunkt $t = 1$:

$$\frac{K_{t+1}}{N} = 2{,}8284 + 0.4\,(2{,}8284)^{1/3} - 0{,}1 \times 2{,}8284 \approx 3{,}1112 \tag{31}$$

- Rekursive Formel erlaubt Berechnung aller zukünftigen Kapitalintensitäten und damit Produktionsniveaus je Beschäftigten

Anpassungsprozess



- nach 10 Jahren sind nur 50% der Anpassung abgeschlossen, nach 20 Jahren 78%
- Durchschnittliche Wachstumsrate in Jahren 1 bis 10 bei 1,9%, in Jahren 11 bis 20 bei 0,9%

Goldene Regel mit Cobb-Douglas

- In unserem Modell ist Konsum je Beschäftigten im Steady State gegeben durch

$$\frac{C^*}{N} = (1-s)\frac{Y^*}{N} \overset{(23)}{=} (1-s)\left(\frac{s}{\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} \tag{32}$$

- Bedingung erster Ordnung für Sparquote ist dann:

$$(-1)\left(\frac{s_G}{\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} + (1-s_G)\frac{\alpha}{1-\alpha}\left(\frac{s_G}{\delta}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}-1}\frac{1}{\delta} = 0 \tag{33}$$

so dass

$$s_G = \alpha = 1/3 \tag{34}$$

- Deutsche Sparquote über die letzten 50 Jahre bei 22% und damit unter Niveau der Goldenen Regel
- Berechnungen zeigen, dass in meisten Ökonomien Anstieg der Sparquote Produktion und Konsum langfristig erhöhen würde

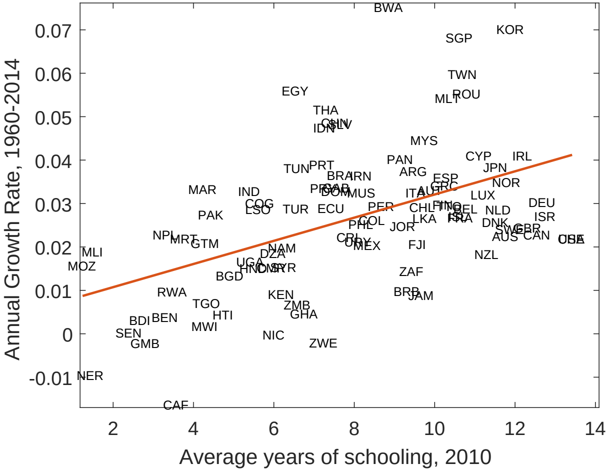
Vorlesungsübersicht

1. Einführung
2. Wechselwirkung zwischen Produktion und Kapital
3. Sparquote und Kapitalakkumulation
4. Gefühl für Größenordnungen
5. Physisches Kapital versus Humankapital

Humankapital

- Bisher Konzentration auf Akkumulation physischen Kapitals, während Beschäftigte gegeben
- Aber: moderne Volkswirtschaften akkumulieren auch Humankapital
- Beginn der industriellen Revolution: nur 30% der Bevölkerung konnte lesen, heute sind es 95% in OECD

Humankapital und BIP-Wachstum



- Volkswirtschaften mit hohem Wachstum in Vergangenheit haben heute hohes Humankapital

Produktionsfunktion mit Humankapital

- Legt modifizierte Produktionsfunktion nahe, bei der Produktion je Beschäftigten auch vom Humankapital H je Beschäftigten abhängt:

$$\frac{Y}{N} = F\left(\frac{K}{N}, \frac{H}{N}\right) \tag{35}$$

- Haben bereits konstante Skalenerträge vorausgesetzt und nehmen nun sinkende Grenzerträge in beiden Faktoren an (Evidenz diesbezüglich nicht eindeutig)
- Maß für Humankapital: Lohngewichtete Summe über Beschäftigte
  $\rightarrow$ relativer Lohn als Maß für relative Grenzprodukte
- Beispiel: 50 ungelernte Arbeitskräfte und 50 gelernte Arbeitskräfte mit doppelt so hohem Lohn:

$$\frac{H}{N} = \frac{50 \times 1 + 50 \times 2}{100} = 1{,}5 \tag{36}$$

Relative Bedeutung von Humankapital I

- Akkumulation von Humankapital wirkt ähnlich zum physischen Kapital
- Anstieg der gesamtwirtschaftlichen Investitionen in Humankapital (Ausbildung, training on the job) erhöht Humankapitalintensität und damit Produktion je Beschäftigten
- Langfristig hängt Produktion von Investitionen in Kapitalstöcke ab:
  - private und öffentliche Bildungsausgaben betrugen 2015 5,8% des BIP
  - Bruttoinvestitionsquote in physisches Kapital ca. 19%

Relative Bedeutung von Humankapital II

- Problem dieser Annäherung:
  - (Hochschul-)Bildung zum Teil Konsum, der eigentlich rausgerechnet werden muss
  - Opportunitätskosten in Form des Lohnverzichts bei über Sekundärausbildung hinausgehende Investitionen nicht berücksichtigt
  - (Opportunitäts)kosten für on the job training nicht berücksichtigt
  - Abschreibungsraten relevant und für Humankapital vermutlich niedriger (und nicht abhängig von intensiver Nutzung)
- Erste Approximation: beide Kapitalstöcke gleich wichtig

Endogenes Wachstum

- **Theorie des endogenen Wachstums**, die auf Lucas (1988) und Romer (1986, 1990) zurückgeht, beschäftigt sich mit zentraler Frage: wie kann man dauerhaftes Wachstum ohne exogenen technischen Fortschritt generieren?
- Eine Antwort ist Präsenz von Humankapital!
- Für gegebenes physisches Kapital erhöht höhere Investition in Humankapital die Steady State Produktion, aber nicht das Wachstum
  $\rightarrow$ Grund: sinkender Grenzertrag
- Aber: beide Faktoren können nun akkumuliert werden!
- Wenn physisches und Humankapital gleich stark wachsen, wächst Produktion aufgrund konstanter Skalenerträge
  $\rightarrow$ dauerhaftes Wachstum durch Faktorakkumulation möglich
  $\rightarrow$ Sparquote und Bildungsausgabenquote für langfristiges Wachstum relevant

Endogenes Wachstum

- Urteil über Theorie endogenen Wachstums steht noch aus
- Derzeitiger “Konsens” erfordert Qualifizierung unserer bisherigen Aussagen
- Wie bisher
  - Produktion je Beschäftigten hängt von physischer und Humankapitalintensität ab, d.h 2 akkumulierbaren Faktoren
  - Höhere Sparquoten in jeweiligen Kapitalstock ermöglichen höheres Produktionsniveau
  - Für gegebene Rate des Technologiewachstums führt höhere Investition in Kapitalstöcke nicht zu höherer Wachstumsrate
- Aber: Rate des Technologiewachstums nicht notwendigerweise gegeben
- Investitionen in Humankapital können Rate des technischen Fortschritts erhöhen

Zusammenfassung I

- Solow-Modell erklärt Entwicklung der Produktion über die Zeit durch Zusammenspiel von i) Produktion mit neoklassischer Produktionsfunktion mit konstanten Skalenerträgen und sinkenden Grenzerträgen und ii) Kapitalakkumulation
    1. Produktion hängt von Kapitalintensität ab
       $\rightarrow$ Höhere Kapitalintensität sorgt für höhere Produktion je Beschäftigten
    2. Kapitalakkumulation hängt von Produktion ab aufgrund angenommener fixer Sparquote
- Sinkende Grenzerträge im einzig akkumulierbaren Faktor sorgen für Konvergenz zu Steady State, in dem Bruttoinvestitionen gerade gleich Abschreibung und Wachstum (ohne Technologiewachstum) aufhört
- Während Transition zu Steady State: höheres/niedrigeres Wachstum, je nachdem ob unter oder über Steady State

Zusammenfassung II

- Höhere Sparquote erhöht dauerhaft Produktionsniveau, aber nicht das Wachstum
- Höhere Sparquote erfordert kurzfristigen Konsumverzicht, langfristig sinkt Konsum ebenfalls, wenn Sparquote über Goldener Regel (Grenzprodukt deckt Abschreibung nicht)
- Falls unter Goldener Regel: Konsum steigt langfristig
- Sparquote in meisten Ländern unter Goldener Regel, so dass Erhöhung der Sparquote Abwägung des tradeoffs zwischen heutigen und zukünftigen Generationen erfordert
- Einführung von Humankapital erlaubt dauerhaftes Wachstum ohne exogenes Technologiewachstum durch Aushebelung der sinkenden Grenzerträge

Referenzen I

- Cobb, Charles W. und Paul H. Douglas (1928). „A theory of production“. *American Economic Review 18* (1), 13p–165 (siehe S. 38).
- Fuest, Clemens u. a. (2019). „Das Konzept eines deutschen Bürgerfonds“. Techn. Ber. ifo Institut (siehe S. 36).
- Lucas, Robert E. (1988). „On the mechanics of economic development“. *Journal of Monetary Economics 22* (1), 3–42 (siehe S. 51).
- Romer, Paul M. (1986). „Increasing returns and long-run growth“. *Journal of Political Economy 94* (5), 1002–1037 (siehe S. 51).
- ——— (1990). „Endogenous technological change“. *Journal of Political Economy 98* (5), 71–102 (siehe S. 51).