Kapitel 3:

Wachstumstheoretische Grundlagen

Gliederung:

3.0 Einführung

3.1 Der Neoklassische Ansatz I: Konstante Sparquote (Solow-Modell)

3.2 Der Neoklassische Ansatz II: Intertemporale Nutzenmaximierung (Ramsey-Modell)

3.3 Neoklassische vs endogene Wachstumsmodelle

Basisliteratur:

- Bretschger, L. (1999), Growth Theory and Sustainable Development, Cheltenham: Edward Elgar.

Ergänzende Literatur:

- Barro, J.B. / Sala-i-Martin, X. (1998), Wirtschaftswachstum, München, Wien: Oldenbourg.
- Frenkel, M. / Hemmer, H.-R. (1999), Grundlagen der Wachstumstheorie, München: Vahlen.
- Maußner, A. / Klump, R. (1996): Wachstumstheorie, Berlin, Heidelberg: Springer.

3.0 Einführung

- Langfristiger Anstieg des Wertes der in einer Volkswirtschaft produzierten Güter und Dienstleistungen

- Messung:

  – i.d.R. als relative Aenderung des Bruttoinlandsprodukts (BIP):

    - Allgemein: $$g_x = \frac{x_{t_2} - x_{t_1}}{x_{t_1}} = \frac{\Delta x}{x}$$ mit g_X = Wachstumsrate von x

    - BIP pro Jahr: $$\frac{\text{BIP (2005)} - \text{BIP (2004)}}{\text{BIP (2004)}}$$

- Entwicklung des pro-Kopf-Einkommens:

  häufig als Mass für Entwicklung des Lebensstandards verwendet

Zusammenhang zwischen Wachstumsrate und Zeitpfad des pro-Kopf Einkommens:

Entwicklung von y im Zeitverlauf:

$$g_y = \frac{y_1 - y_0}{y_0}$$

$$\Leftrightarrow \quad y_1 = (1 + g_y)y_0$$

Periodenlänge =1 →

$$y_2 = (1 + g_y)y_1 = (1 + g_y)^2 y_0$$

$$y_3 = (1 + g_y)^3 y_0 \; \ldots \quad \text{usw.}$$

Periodenlänge → 0:

$$y_t = y_0 e^{g_y t}$$

→ exponentieller Anstieg von y

Theoretische Analyse des Wirtschaftswachstums

Wachstumsmodelle

Wie wirken sich folgende Faktoren auf den Output an Gütern und Dienstleistungen einer Volkswirtschaft aus:

- Wachstum des Kapitalstocks
- Technischer Fortschritt

Neoklassischer Ansatz

- Grundmodell: Wachstum während Anpassung an langfristig gleichgewichtigen Zustand
- langfristiges Gleichgewicht:
  - Grundmodell (kein technischer Fortschritt) → konstantes pro-Kopf-Einkommen
  - erweitertes Modell: Einbeziehung von (exogenem) technischen Fortschritt

    Konsequenz: langfristiges Wirtschaftswachstum möglich

- Annahmen bzgl. Verhalten der Haushalte:
    - Haushalte sparen/investieren konstanten Teil ihres Einkommens

    (exogene Sparquote: Solow-Modell) → Abschnitt 3.1
    - Haushalte maximieren ihren intertemporalen Nutzen

    (endogene Sparquote: Ramsey-Modell) → Abschnitt 3.2

<u>Neuere Wachstumstheorie</u>

- Alternative Modellierung der Produktionsseite der Volkswirtschaft
- Langfristiges Gleichgewicht:

positives Wirtschaftswachstum möglich

(**modellendogen** erklärt: Anreize zu Investitionen in F&E, Spillover,...)

3.1 Das Neoklassische Wachstumsmodell (Solow-Modell)

3.1.1 Das Modell

3.1.2 Langfristiges Gleichgewicht

3.1.3 Technischer Fortschritt

3.1.4 Optimaler Konsum

3.1.1 Das Modell

Allgemeine Charakteristika des Grundmodells:

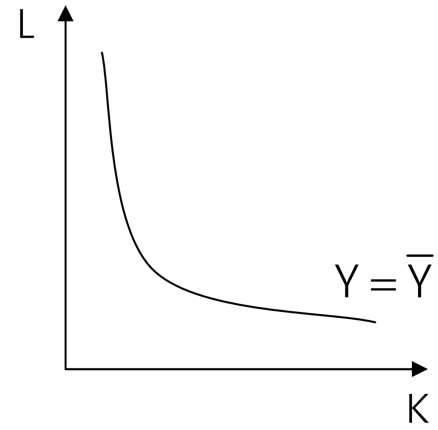
- Sparquote exogen und konstant
- Geschlossene Volkswirtschaft ohne Staat
- Bevölkerung = Arbeitskräftepotential (keine Arbeitslosigkeit)

Unternehmensseite:

- Produktion von Gütern aus Kapital und Arbeit
- vollständige Konkurrenz (atomistische Konkurrenz, homogene Güter, Markttransparenz)

  → Konsequenz: ein einheitlicher Marktpreis, den einzelnes Unternehmen als gegeben ansieht

Neoklassische Produktionsfunktion:



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

mit Y = Output
K = Kapital
L = Anzahl Arbeitende (konstant)

Substitution zwischen Arbeit und Kapital möglich:

Beispiel: $Y = K^{\alpha} L^{1-\alpha}$

Eigenschaften

1. **konstante Skalenerträge**: $aY = F(aK, aL)$ für jedes $a > 0$

   Pro-Kopf-Betrachtung: $y = Y/L$ = Output pro Arbeitskraft
   $k = K/L$ = Kapital pro Arbeitskraft

   → wird vereinfacht durch Annahme konstanter Skalenerträge:

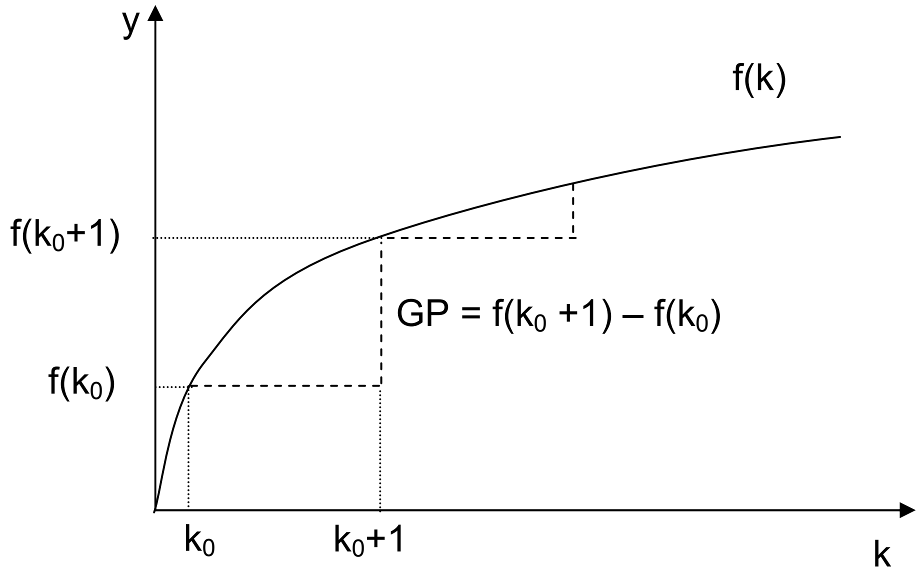
   → $y = Y/L = F(K/L, 1) = F(k, 1) = f(k)$

2. positives, fallendes Grenzprodukt des Kapitals (GP):

$f_k > 0$: positives GP: Anstieg von y bei Anstieg von k

$f_{kk} < 0$: fallendes GP: je höher k, desto geringer zusätzliches y, welches mit zusätzlicher Einheit von k produziert werden kann

→ positive, fallende Steigung von f(k)



3. Inada-Bedingungen:

wenn $k \to 0$, dann $f_k \to \infty$
wenn $k \to \infty$, dann $f_k \to 0$

Sparen und Konsum

Sparquote **s**:

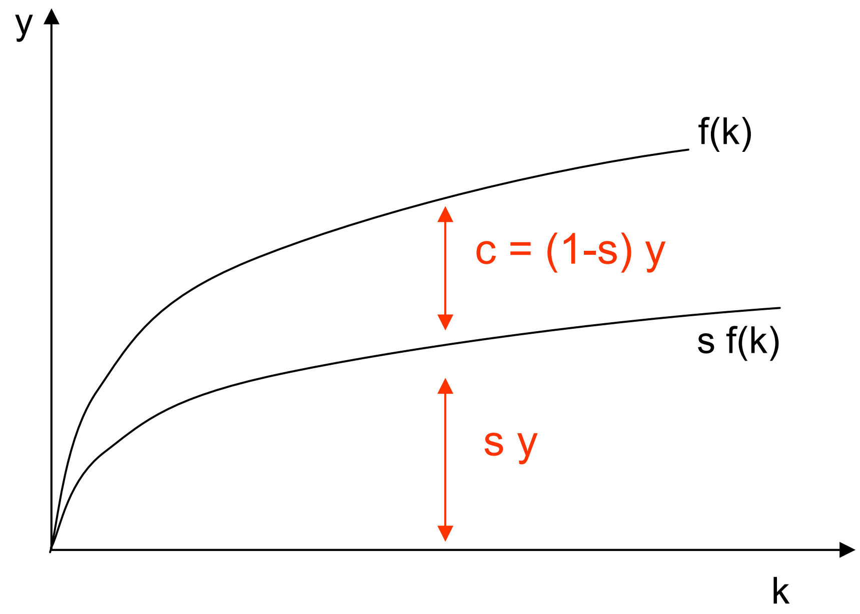
- Anteil am Einkommen, welcher gespart wird
- Exogener Parameter!

Ersparnis pro Kopf:

$$s\,y = s\,f(k)$$
$$= y - c$$

Konsum pro Kopf:

$$c = (1-s)\,y = (1-s)\,f(k)$$



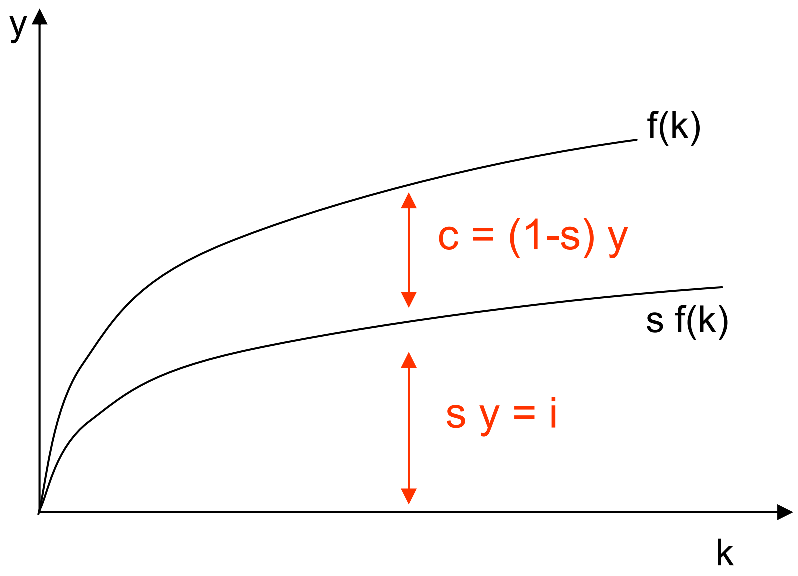
Entwicklung des Kapitalstocks I

Positiver Effekt auf Kapitalstock: **Investitionen**

- Haushalte sparen
- Verwendung der Ersparnis:

  Erhalt und Aufbau des Kapitalstocks (Investition)

Investitionen	=	Sparen
i	=	$sy = sf(k)$



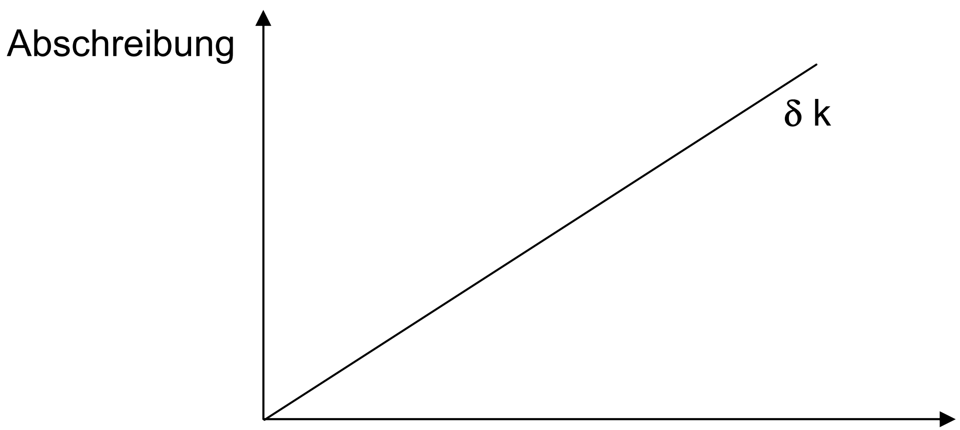
Entwicklung des Kapitalstocks II

Negativer Effekt auf Kapitalstock: **Abschreibungen**

- Abschreibungsrate (δ):

  Anteil des Kapitalstocks, der in jeder Periode "verbraucht" (abgenutzt) wird

- Abschreibungen = δk



Entwicklung des Kapitalstocks III

Aenderung des Kapitalstocks	=	Investition	–	Abschreibung
Δk	=	i	–	δk
Δk	=	$sf(k)$	–	δk

sogenannte Bewegungsgleichung des Kapitalstocks

(Kerngleichung des Solow-Modells)

- beschreibt Entwicklung des Kapitalstocks im Zeitverlauf
- diese bestimmt wiederum die Entwicklung der anderen Variablen:

pro-Kopf Einkommen: $y = f(k)$

Konsum: $c = (1\text{-}s)\, y = (1\text{-}s)\, f(k)$

3.1.2 Langfristiges Gleichgewicht (steady state)

Allgemeine Definition eines langfristiges Gleichgewichts: alle Variablen wachsen mit konstanter Rate

Im Solow-Modell: **Gleichgewicht bei Wachstumsrate = 0** ($g_k = g_y = 0$)

Kapitalstock im Zeitverlauf konstant ("Steady State"): Δ **k = 0**

- impliziert: $\Delta k = 0 \quad \Leftrightarrow \quad sf(k^*) = \delta k^*$

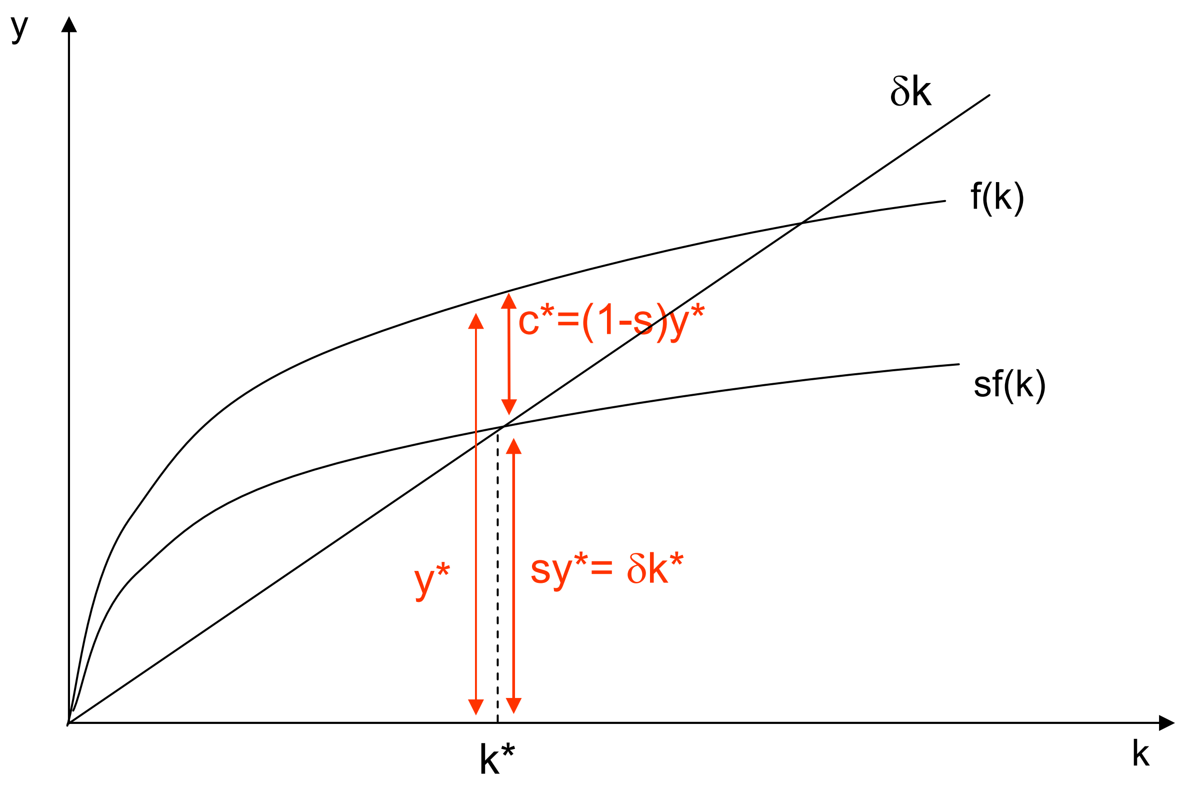
  Sparen = Abschreibungen

  (k^* = gleichgewichtiger Kapitalstock pro Kopf)

bei k^* :

gerade soviel gespart/investiert, wie zum Erhalt des Kapitalstocks notwendig

Graphische Darstellung:

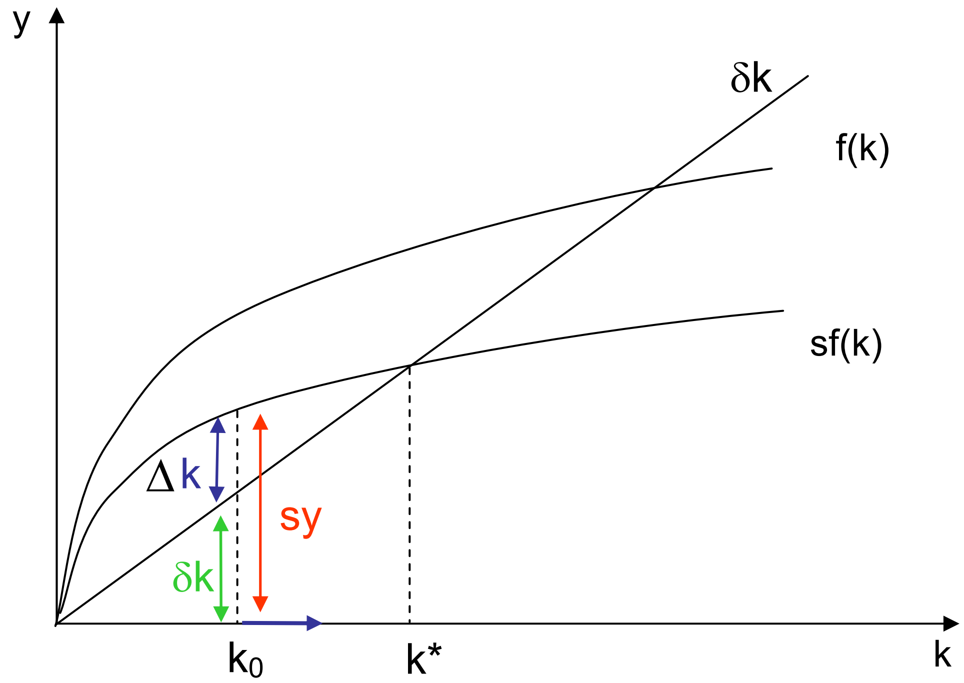


Anpassungswachstum zum langfristigen Gleichgewicht I

- Annahme: $k_0 < k^*$
- In k_0:

  tatsächliche Ersparnis (**sy**) > zum Erhalt von k notwendige Ersparnis (δ **k**)

  → Kapitalbestand pro Kopf steigt: $\Delta k > 0$



Anpassungswachstum zum langfristigen Gleichgewicht II

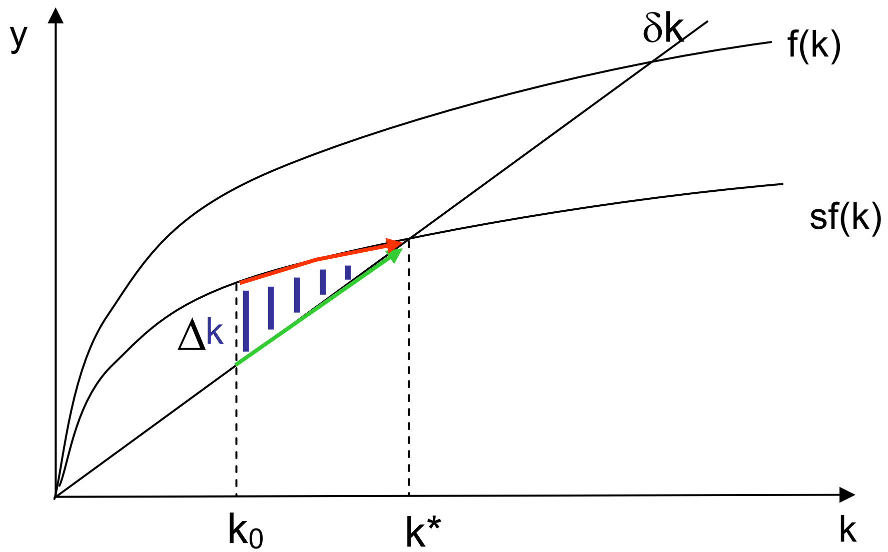
- Im Zuge von k ↑ wird zusätzliche Ersparnis immer geringer, während die Abschreibung linear mit k steigt.

- In k*:

  Ersparnis = Abschreibungen

  Akkumulation zusätzlichen Kapitals kommt zum Stillstand ($\Delta k = 0$).

  Gleichgewicht stabil: Bei $k_0 \neq k^*$ Anpassung hin zum langfristigen Gleichgewicht



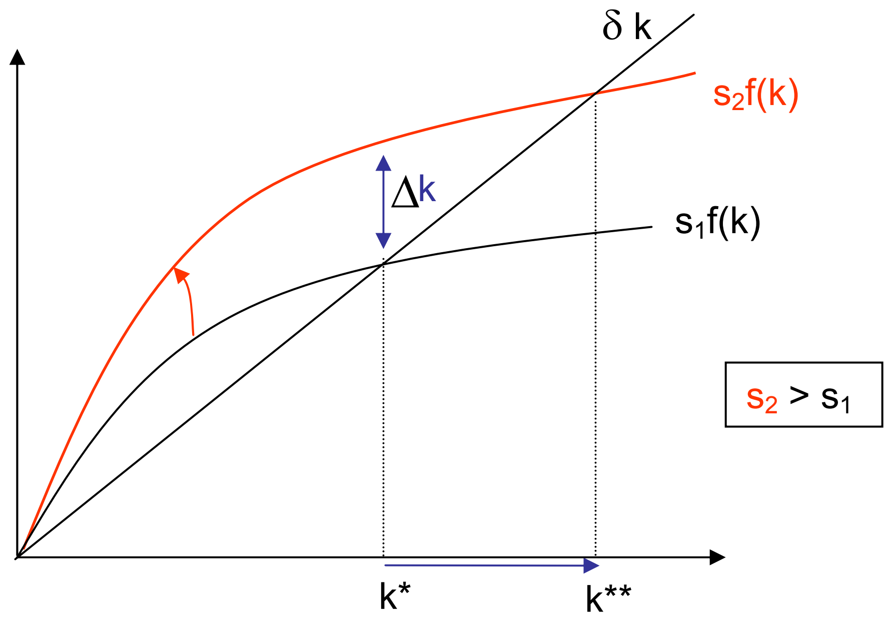
Änderung der Parameter

- Lage der Sparfunktion und damit auch k*, y* und c* durch exogene Parameter (s und δ) bestimmt
- Änderung der Parameter: Drehung der entsprechenden Kurven

→ s ↑ : Drehung der Sparfunktion nach oben
→ δ ↑ : Drehung der Abschreibungsfunktion nach oben

<u>Beispiel: Anstieg von s</u>

- Anstieg des langfristigen Kapitalstocks (k**)
- Aber:
  - langfristig nur Niveaueffekt
  - Wachstumseffekt nur während Anpassung zum neuen Gleichgewicht



3.1.3 Technischer Fortschritt

- bisher: kein langfristiges Wachstum
- Empirie: Volkswirtschaften wachsen über lange Zeiträume mit positiver Rate
- Grund für Nullwachstum im Modell:

  Fallende Grenzproduktivität des Kapitals
- Kompensation der fallenden Kapitalproduktivität:
  - effizienterer Einsatz der vorhandenen Produktionsfaktoren notwendig
  - d.h. mit gegebenem Faktoreinsatz mehr Output produzieren

Beispiel: „Arbeitssparender“ technischer Fortschritt:

Gleiche Menge an Output mit geringerer Menge an Arbeit produzierbar

bzw.

Mehr Output mit gleicher Menge an Arbeit produzierbar

- Neue Produktionsfunktion: $\mathbf{Y = F(K, A \cdot L)}$, bzw. $\mathbf{y = f(k, A)}$

  mit A = Arbeitsproduktivität

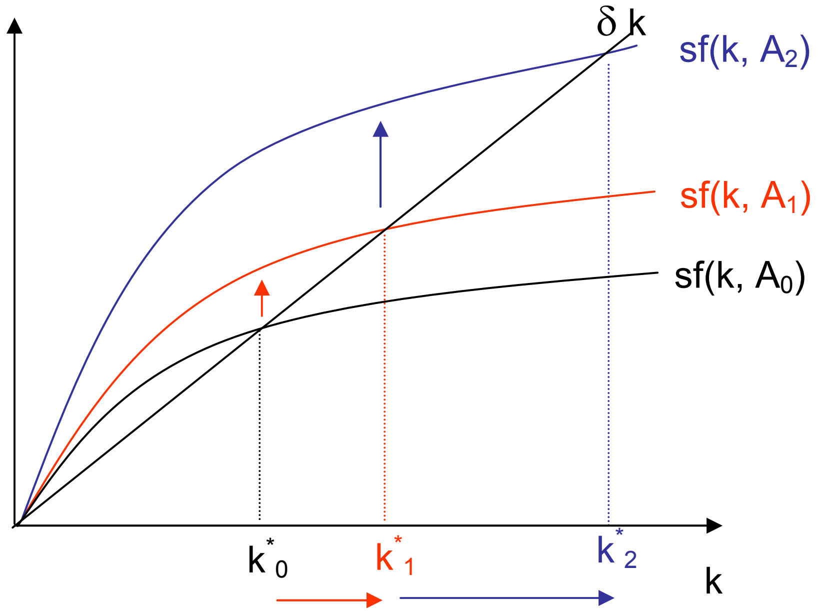
- $A \cdot L$: effektiver Arbeitseinsatz
- Erhöhung der Arbeitsproduktivität → gleicher Effekt wie Erhöhung von L

Anstieg der Arbeitsproduktivität im Zeitverlauf: $A_0 < A_1 < A_2$

A ↑: Anstieg der Produktionsniveaus für gegebene Inputmengen

→ Drehung der Produktionsfunktion nach außen

→ Erhöhung des gleichgewichtigen Kapitalstocks



Gleichgewichtswachstum (konstante Wachstumsrate)

Erfordert, dass Wachstumsrate von A ebenfalls konstant

Dann gilt: $\rightarrow \quad g_A = \frac{\Delta A}{A} = g_y = g_k$

3.1.4 Optimaler Konsum

- Optimalität
  - Generelle (normative) Fragestellung: Was ist optimal? Kriterium?
  - z.B.
    - maximaler Output
    - maximaler Kapitalstock
    - maximaler Konsum

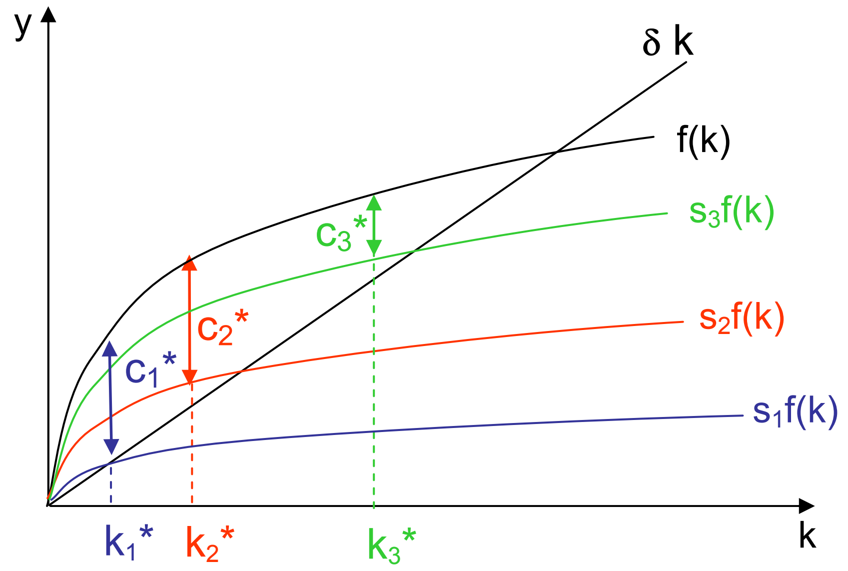
→ Antwort abhängig von Wahl des Optimalitätskriteriums

- Solow-Modell: i.d.R. Optimalitätskriterium maximaler pro-Kopf-Konsum

→ d.h. also: max c^*

→ Suche nach Sparquote s, die c^* maximiert

- Vergleich Konsum bei unterschiedlichen Sparquoten: $s_1 < s_2 < s_3$

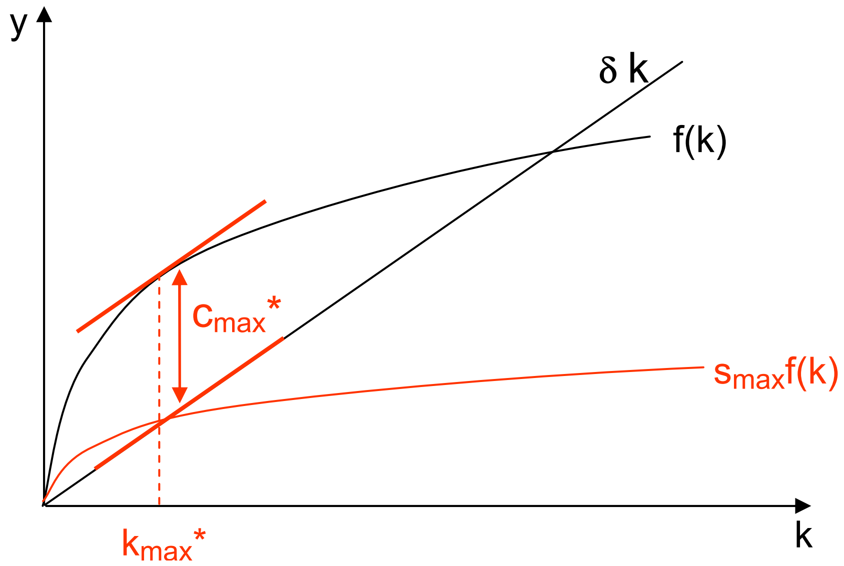


- gleichgewichtiger pro-Kopf-Konsum c* steigt zunächst mit s und sinkt schliesslich wieder

  Frage: bei welcher Sparquote ist c* maximal?

- c^* maximal, wenn Abstand zwischen $y=f(k)$ und δk am grössten
- genau dann, wenn Steigung beider Funktionen gleich ist: $f'(k) = \delta$

„Goldene Regel der Kapitalakkumulation“



Intuition:

- c steigt, solange bei Anstieg von k das zusätzlich produzierbare y die zum Erhalt von k notwendige zusätzliche Ersparnis (= δk) übersteigt
- c^{max} erreicht, wenn zusätzlicher Output gerade zusätzlicher Abschreibung entspricht, d.h. wenn: $f'(k) = \delta$
- Gleichgewichtiger Kapitalstock: k_{max}^*

→ s_{max}: Sparquote, bei der im Gleichgewicht $k = k_{max}^*$

3.2 Der Neoklassische Ansatz II: Intertemporale Nutzenmaximierung (Ramsey-Modell)

3.2.1 Budgetrestriktion und Intertemporale Nutzenfunktion

3.2.2 Intertemporales Haushaltsoptimum

3.2.3 Die Keynes-Ramsey Regel

3.2.4 Unternehmensoptimum

3.2.5 Langfristiges Gleichgewicht

3.2.1 Budgetrestriktion und Intertemporale Nutzenfunktion

Spar-/Investitionsverhalten der Haushalte wichtige Determinante für Wirtschaftsentwicklung

ABER bei Solow-Modell:

- Sparquote exogen gegeben
- keine ökonomische Analyse des Sparverhaltens (unabhängig von ökonomischen Einflussfaktoren wie Einkommen, Kapital, Umwelt...)
- unbefriedigend

Modifikation:

- Haushalte treffen Entscheidung über Sparen – und damit heutige und zukünftige Konsummöglichkeiten –, so dass Lebenszeitnutzen maximal
- Konsequenz: Sparquote endogen

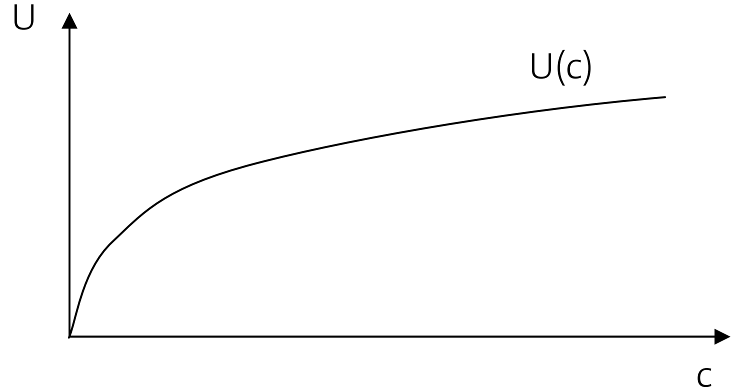
Grundlegende Annahmen:

- Intertemporale Nutzenmaximierung: Haushalte maximieren intertemporalen Nutzen, der abhängt von heutigem und zukünftigem Konsum
- Zur Vereinfachung: Betrachtung eines repräsentativen Haushaltes, der zwei Perioden lebt

Intertemporale Nutzenfunktion

- Nutzenfunktion: $U(c_t)$ = Nutzen in Periode t aus Konsum in Periode t, t = 1, 2

positiver, fallender Grenznutzen: $U_C > 0$
$U_{CC} < 0$



- positive Diskontrate ρ:
    - Haushalte schätzen zukünftigen Konsum geringer als heutigen
    - Grund: Ungeduld, Unsicherheit über zukünftige Entwicklung,...
    - diskontieren Nutzen aus Periode 2 mit Rate ρ

Gegenwartswert der Nutzen aus Konsum in Periode 1 und 2:

- Periode 1: $U(c_1)$
- Periode 2: $U(c_2) / (1+\rho)$

Gesamtnutzen aus heutiger Sicht: $\mathcal{U} = U(c_1) + \frac{U(c_2)}{1+\rho}$

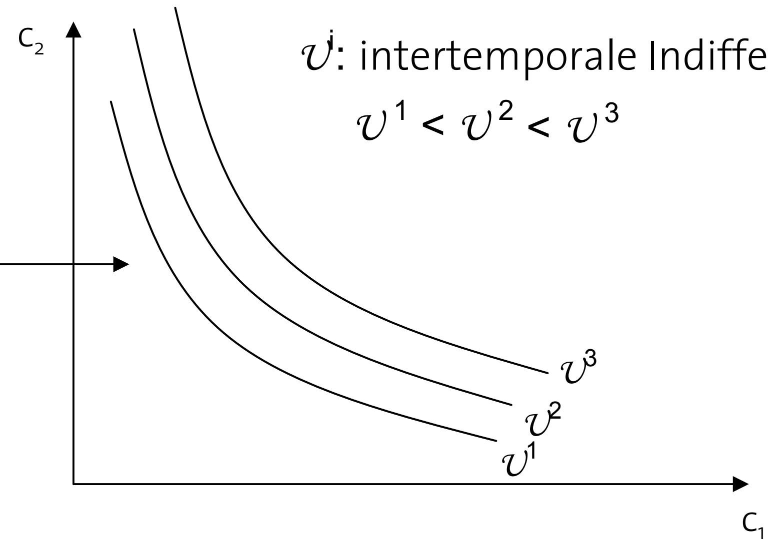
Graphische Darstellung mit Hilfe intertemporaler Indifferenzkurven

- Intertemporale Indifferenzkurve: Kombinationen von c_1 und c_2, welche gleichen Gegenwartsnutzen, $\mathcal{U}$, stiften

- d.h. entlang Indifferenzkurve: Nutzenniveau konstant, d.h. $d\mathcal{U} = 0$

Steigung: $$\frac{dc_2}{dc_1} = -\frac{\mathcal{U}_{C_1}}{\mathcal{U}_{C_2}}$$

$$\left(d\mathcal{U} = \mathcal{U}_{C_1} dc_1 + \mathcal{U}_{C_2} dc_2 = 0\right)$$



$\mathcal{U}^i$: intertemporale Indifferenzkurven

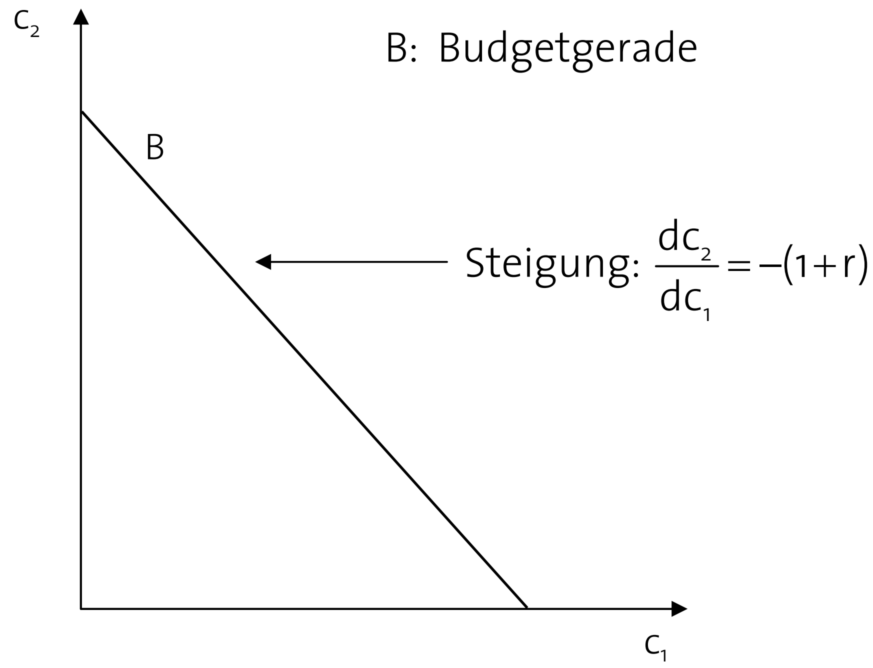
$\mathcal{U}^1 < \mathcal{U}^2 < \mathcal{U}^3$

Budgetrestriktion

	Periode 1	Periode 2
Einnahmen	Arbeitseinkommen y_1^L	Arbeitseinkommen y_2^L Verzinste Ersparnis $(1+r)s_1$
Verwendung	Konsum c_1 Ersparnis $(y_1^L - c_1)$	Konsum c_2
Budgetrestriktion in einzelner Periode	$c_1 = y^L_1 - s_1$ wobei $s_1 <> 0$	$c_2 = y^L_2 + (1+r)\, s_1$
Intertemporale Budgetrestriktion	$c_2 = (1+r)(y_1^L - c_1) + y_2^L$	

- Haushalt kann Geld leihen/investieren zum gegebenen Marktzinssatz
- Periode 2: Rückzahlung der Kredite (negative Ersparnis), Verbrauch des gesamten Vermögens, da positives Vermögen am Ende des Planungshorizontes keinen Nutzen stiftet

Graphische Darstellung der Konsummöglichkeiten

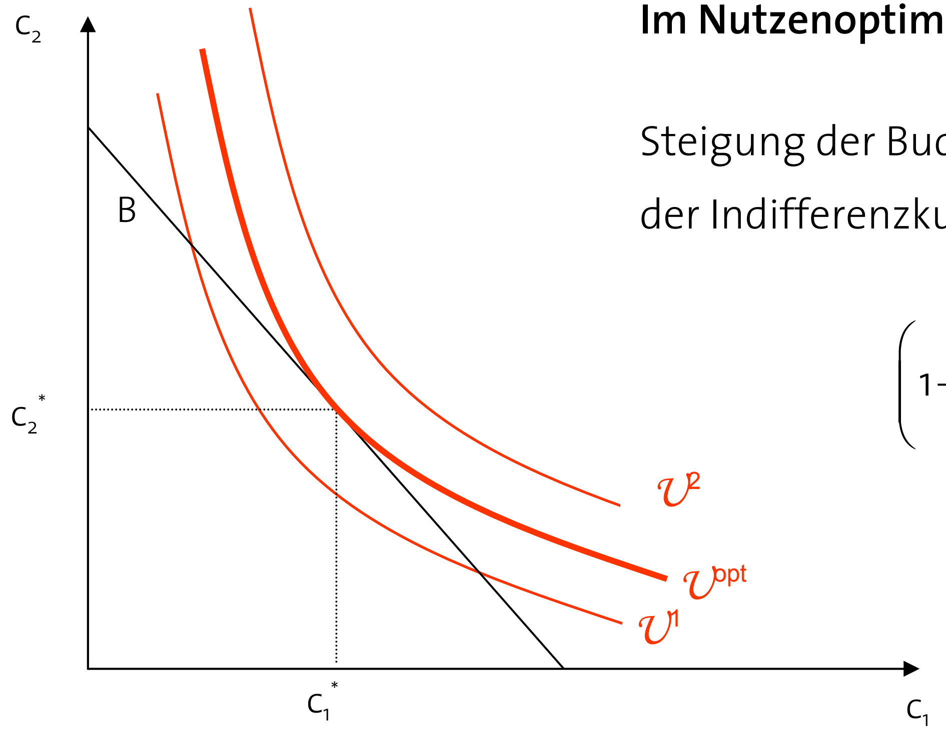


Budgetgerade: alle effizienten Konsumentscheide

Welcher Punkte entlang der Budgetgeraden wird vom Haushalt gewählt?

3.2.2 Intertemporales Haushaltsoptimum

Graphisch:



Im Nutzenoptimum:

Steigung der Budgetgerade = Steigung der Indifferenzkurve :

$$\left(1+r=\frac{\mathcal{U}_{c_1}}{\mathcal{U}_{c_2}}\right)$$

- Optimales Nutzenniveau: $\mathcal{U}^{opt}$ ($\mathcal{U}^1$: Nutzen noch steigerbar, $\mathcal{U}^2$: nicht erreichbar)

3.2.3 Keynes-Ramsey-Regel

- ...beschreibt Zusammenhang zwischen
  - Wachstumsrate des Konsums g
  - Zinssatz r und
  - Diskontrate ρ

- Ableitung der Regel aus Bedingung für Nutzenmaximum, d.h. aus $1+r=\dfrac{\mathcal{U}_{c_1}}{\mathcal{U}_{c_2}}$

- Annahme: Spezielle Nutzenfunktion: $U(c_t)=c_t^{1-\gamma} \quad \rightarrow \quad \mathcal{U}=c_1^{1-\gamma}+\dfrac{c_2^{1-\gamma}}{(1+\rho)}$

- Intertemporales Nutzenmaximum: $1+r=\dfrac{\mathcal{U}_{c_1}}{\mathcal{U}_{c_2}} \quad \Leftrightarrow \quad 1+r=(1+\rho)\left(\dfrac{c_1}{c_2}\right)^{-\gamma}$

Verhältnis Konsum Periode 1 zu Konsum Periode 2: $1+r=(1+\rho)\left(\frac{c_1}{c_2}\right)^{-\gamma} \Leftrightarrow \frac{c_2}{c_1}=\left(\frac{1+r}{1+\rho}\right)^{\frac{1}{\gamma}}$

Wachstumsrate von c: $g_C = \frac{\Delta c}{c} = \frac{c_2-c_1}{c_1} = \frac{c_2}{c_1}-1 = \left(\frac{1+r}{1+\rho}\right)^{\frac{1}{\gamma}}-1$

Bisher: Periodenlänge = 1 (diskrete Zeit):

Nun: Periodenlänge → 0 (stetige Zeit):

- Logarithmieren:
- Für kleine Werte von g_C, r, und ρ :

$$\underbrace{\ln(1+g_C)}_{\cong g_C} = \frac{1}{\gamma}\left[\underbrace{\ln(1+r)}_{\cong r} - \underbrace{\ln(1+\rho)}_{\cong \rho}\right]$$

Keynes-Ramsey Regel: $g_C=\frac{1}{\gamma}(r-\rho)$

Interpretation der Keynes-Ramsey Regel I: $g_C = \frac{1}{\gamma}(r - \rho)$

Aussagen über Vorzeichen sowie Höhe von g_C (und damit über Ersparnis)

<u>Vorzeichen</u> abhängig von r und ρ:

r = Zinssatz auf Ersparnis:

Mittel, die dem HH in der nächsten Periode für Konsum zur Verfügung stehen, wenn er heute spart und auf Konsum verzichtet

ρ = Diskontrate:

Beschreibt, um wieviel der HH Konsum in der nächsten Periode weniger schätzt als heutigen Konsum

→ Sparen, bzw. Konsumverzicht, wenn die Verzinsung für den Nutzenverlust durch Verschiebung des Konsums kompensiert ($r > \rho$)

→ Höhe der Ersparnis bestimmt sich <u>endogen</u> und <u>zinsabhängig</u>

Interpretation der Keynes-Ramsey Regel II

Höhe von g_c bestimmt durch

- Differenz zwischen r und ρ
- γ

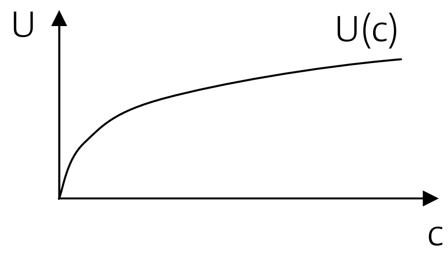
Interpretation γ:

- Parameter der Nutzenfunktion ($U(c_t) = c_t^{1-\gamma}$), der die Krümmung der Nutzenfunktion beschreibt (wie schnell sinkt der Grenznutzen aus c)

- Starke Krümmung (hohes γ):

  → HH präferieren gleichmäßigere Verteilung des Konsums im Zeitablauf

  → geringere Wachstumsrate optimal



3.2.4 Unternehmensoptimum

- Optimale Produktionsentscheidung folgt aus Gewinnmaximierung der Unternehmen

- Gewinn: $\Pi = p_y F(K,L) - r K - w L - \delta K$ mit p_y = Preis von y (zur Vereinfachung: $p_y = 1$)
  w = Lohnsatz

- Bedingungen erster Ordnung:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial K} = 0 \quad \Rightarrow \quad r = F_K - \delta \quad \Leftrightarrow \quad r = f_k - \delta$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial L} = 0 \quad \Rightarrow \quad w = F_L$$

ETH
Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich

3.2.5 Langfristiges Gleichgewicht

- **Simultanes Optimum von Unternehmen und Haushalten:**
  - Haushalte: $g_C = \frac{1}{\gamma}(r - \rho)$
  - Unternehmen: $r = f_k - \delta$

→ einsetzen von r in g_c:

$$\boxed{\textbf{Simultanes Optimum:} \quad g_C = \frac{1}{\gamma}(f_k - \delta - \rho)}$$

- **Entwicklung des Kapitalstocks**

Änderung des Kapitalstocks: Ersparnis minus Abschreibungen (vgl. neoklassisches Modell):

$$\dot{k} = \underbrace{f(k) - c}_{\uparrow} - \delta k$$

Ersparnis (Solow-Modell: $f(k) - c = sf(k)$)

Langfristiges Gleichgewicht:

- ohne technischen Fortschritt wiederum: $g_C = g_Y = 0$, bzw. $\Delta k = \Delta y = 0$

$$\boxed{\begin{array}{llll} \Delta c = 0 & \Leftrightarrow & \rho & = f_k - \delta \\ \Delta k = 0 & \Leftrightarrow & c & = f(k) - \delta k \end{array}}$$

- $c = f(k) - \delta\, k$: Aenderung des Kapitalstocks im Zeitablauf = 0, wenn...

  ...Output, der nicht für Erhalt des Kapitalstocks verwendet wird, konsumiert wird

- $\rho = f_k - \delta$: Aenderung des Konsums im Zeitablauf = 0, wenn...

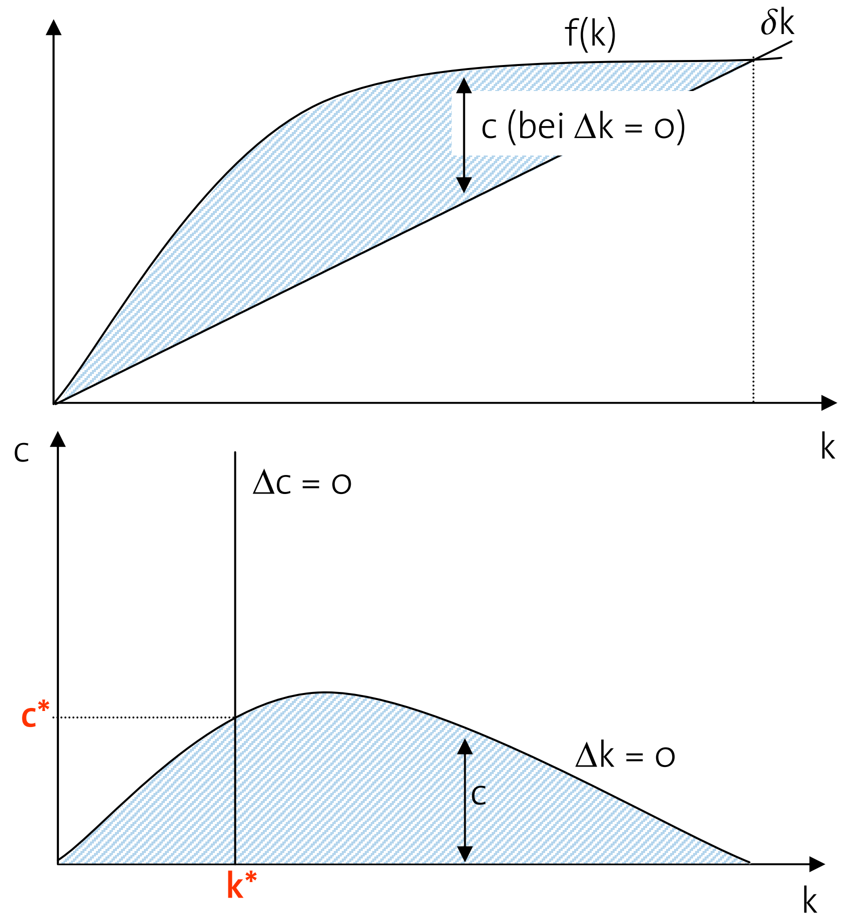
  ..Grenzprodukt des Kapitals (= Zinssatz) gerade der Diskontrate entspricht

  → Haushalte indifferent zwischen Konsum heute und Konsum in der Zukunft

Graphische Darstellung:

$\Delta k = 0 \quad \Leftrightarrow \quad c = f(k) - \delta k$

$\Delta c = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \rho = f_k - \delta$



Gleichgewicht: **c*, k***

Vergleich mit Optimum in Solow Modell

Ramsey-Modell:

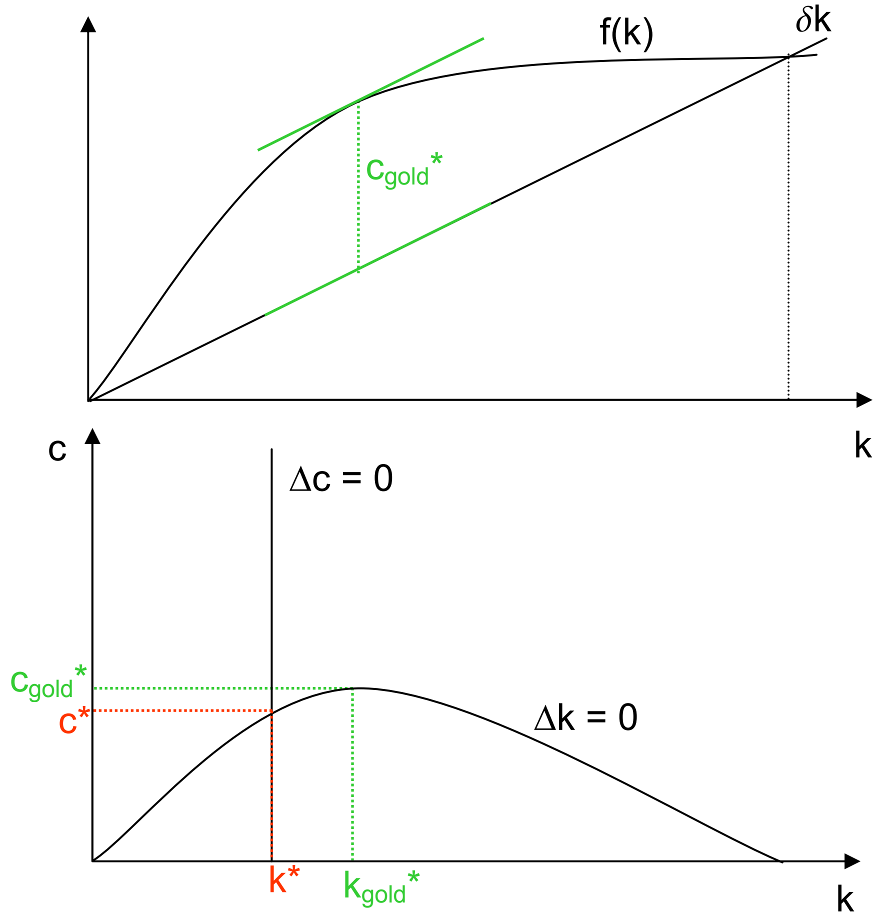
- Optimaler Kapitalstock: $f'(k^*) = \rho + \delta$

Solow-Modell:

- maximaler pro-Kopf Konsum optimal (c_{gold}^*, k_{gold}^*)
- Optimaler Kapitalstock: $f'(k_{gold}^*) = \delta$

→ $f'(k)$ im Ramsey-Optimum immer höher, so dass:

$$k^* < k_{gold}^*$$



3.3 Endogene Wachstumsmodelle

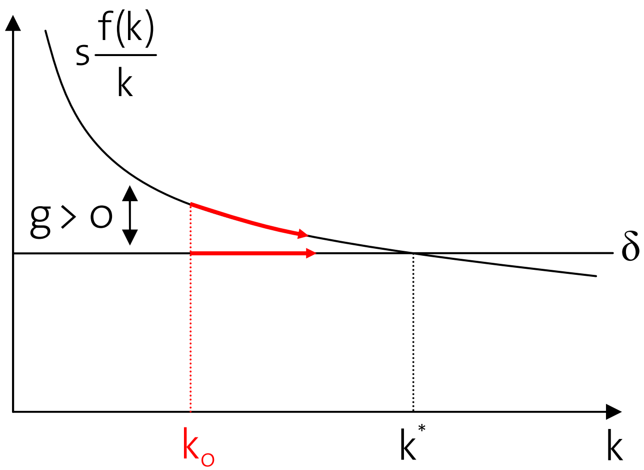
Ziel: Erklärung langfristigen Wirtschaftswachstums ohne Rückgriff auf exogenen technischen Fortschritt

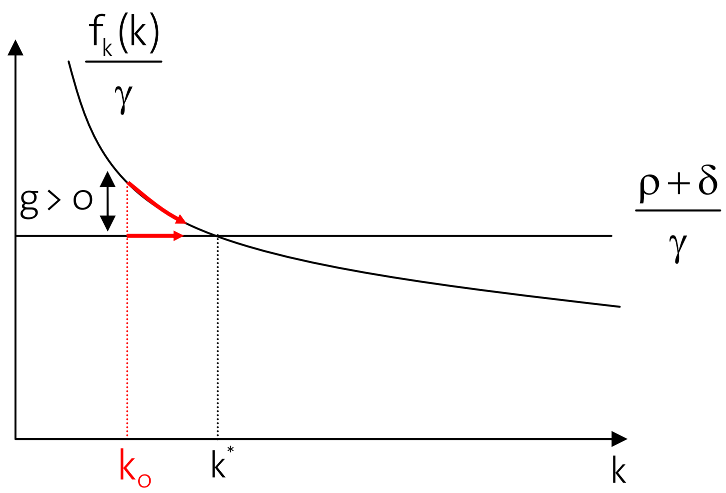
Die Rolle der Grenzproduktivität des Kapitals

- Bisher: c und k im Gleichgewicht konstant, sofern kein exogener technischer Fortschritt
- Grund: abnehmendes Grenzprodukt von k

Solow-Modell: $g = s\frac{f(k)}{k} - \delta$

Ramsey-Modell: $g = \frac{1}{\gamma}(f_k - \delta - \rho)$





Voraussetzung für langfristiges Wachstum:

- Konstante Grenzerträge des Kapitals

  (Jedoch: Empirisch → Fallende Grenzerträge bzgl. des Einsatzes von physischem Kapital)

→ Alternative Modellierung der Produktionstechnologie

einfachster Ansatz:

- Konstante Skalenerträge bzgl. eines aggregierten Kapitalstocks: $f(k) = Ak$
- sogenanntes AK-Modell

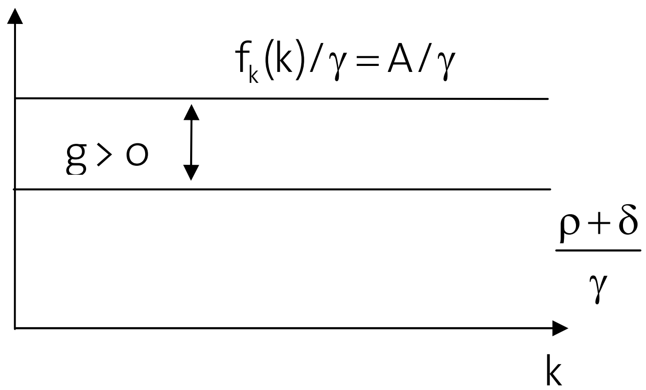
Definition k: → aggregierter Kapitalstock

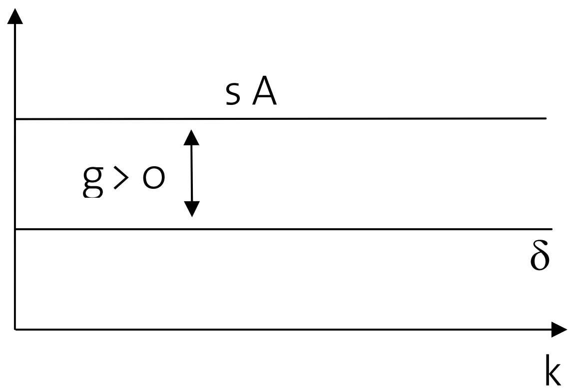
→ umfasst nicht nur physisches Kapital, sondern z.B. auch Humankapital,...

Langfristiges Wachstum:

→ Im Solow-Modell: $g = s\frac{f(k)}{k} - \delta = s\frac{Ak}{k} - \delta \overset{!}{>} 0 \Leftrightarrow sA > \delta$

→ Im Ramsey-Modell: $g = \frac{1}{\gamma}(f_k - \delta - \rho) = A - \delta - \rho \overset{!}{>} 0 \Leftrightarrow A - \delta > \rho$





Alternative Ansätze, um einem fallenden Grenzprodukt des Kapitals entgegenzusteuern:

Steigerung der Effizienz des Einsatzes der Produktionsfaktoren durch z.B.

- Investitionen der Unternehmen in Forschung und Entwicklung
  - Verbesserung bestehender Produkte (Prozessinnovationen)
  - Entwicklung neuer Produkte (Produktinnovationen)
- Investitionen der Unternehmen und Haushalte in Humankapital
- Investitionen des Staates z.B. in Infrastruktur
- Learning-by-doing