

Umweltökonomik (Kapitel 5)

Fakten: Emissionen, limits to growth (Club of Rome, 1972, Kritik an exponentiellem Wirtschaftswachstum → absolute Wachstumsgrenzen), Weltklimaberichte, UN-Klimakonferenz (Kyoto-Protokoll), globale Erwärmung (wg. Freisetzung von Treibhausgasen) führt zur Verschärfung von sozialer und wirtschaftlicher Ungleichheit/sozialen Konflikten/Armut/Hunger

Fragen:

① Endlichkeit des Systems Erde - Gibt es unendliches Wachstum in einer endlichen Welt? - Führt die Endlichkeit natürlicher Ressourcen zu einem Ende wirtschaftlichen Wachstums? - Welche Rolle spielen <u>nicht-erneuerbare</u> Ressourcen im Wirtschaftswachstum?	② Globale Erwärmung - Was versteht man unter globaler Erwärmung und welche Rolle spielt das Wirtschaftswachstum? - Reaktionsmöglichkeiten auf die globale Erwärmung/Gegenmaßnahmen - Welche Rolle spielen <u>erneuerbare</u> Ressourcen im Wirtschaftswachstum?
---	--

Analyse:

<u>Modell:</u> $Y(t) = K(t)^\alpha L^\beta R(t)^{1-\alpha-\beta}$, Tut 19.4.1 $S^\circ(t) = -R(t)$ ↳ langfristige Produktionsmenge ↳ technologischer Fortschritt und Substituierbarkeit	<u>Modell...</u> ... endogenen Wachstums ... nicht-internalisierter Externalitäten $W(t) = \bar{B} * C(t)$... internalisierter Externalitäten $W(t) = B(t) * C(t)$
--	---

Ergebnisse:

<u>nicht-erneuerbare Ressourcen:</u> • Wirtschaftssystem kann mit knappen Ressourcen umgehen. • höhere Preise führen zu Investitionen in bessere Verwendung knapper Ressourcen • Substitution von knappen Ressourcen	<u>erneuerbare Ressourcen:</u> Problem: Emissionen als externer Effekt, für den es keinen Markt gibt Lösung: Internalisierung externer Effekte → grünes Wachstum
---	---



siehe nächste Seite

Warum wurden die negativen Externalitäten bisher noch nicht (ausreichend) internalisiert?

- Es gibt keinen weltweiten zentralen Planer.
- Regierungen als gewählte Vertreter übernehmen die Aufgaben eines zentralen Planers für einen Staat.
- Klimakonferenzen, um einem zentralen Planer möglichst nahe zu kommen
- Selbst wenn auf den Klimakonferenzen eine perfekte Internalisierung stattfände, müssten die Wähler sich zunächst der Auswirkungen und des Risikos der globalen Erwärmung bewusst werden.
 - Risiken eher bewusst sein und diese emotional erfahren
 - Empathie mit Hauptgefährdeten des globalen Klimawandels
 - persönliche Handlungsoptionen identifizieren
 - Thematik präsent halten

① Endliche Ressourcen und unendliches Wachstum?

- endliche Menge an natürlichen Ressourcen (Öl, Erdgas, Kohle, Wasser)
 - ↳ absolute Wachstumsgrenzen



Gegenargument 1: technologischer Fortschritt, Effizienzsteigerung

Gegenargument 2: Substitutionsmöglichkeiten (erneuerbare Ressourcen)

Modell:

- Produktion braucht Energie (Ressourcen $R(t)$): $Y(t) = K(t)^\alpha L^\beta R(t)^{1-\alpha-\beta}$
 - abnehmende Grenzerträge in Produktionsfaktoren
- Ressourcenbeschränkung nicht-erneuerbarer Ressourcen ($S(t)$ = Bestand):
 $S^\circ(t) = -R(t)$ [Abnahme des Bestands durch Verbrauch]
- Kapital: $K^\circ(t) = Y(t) - \delta K(t) - C(t)$
- Haushalte: - feste Sparquote: $C(t) = (1-s) \cdot Y(t)$
 - konstanter Ressourcenverbrauch: $R(t) = R$

→ Ist langfristige Produktion (und damit langfristiger Konsum) trotz endlicher Ressourcen möglich?

i) langfristige Produktionsmenge

Bestand $S(t) = S_0 - R(t)$ → dieser ist nach S_0/R Jahren aufgebraucht
 → Produktion bei $S = 0 \leftrightarrow R = 0$: $Y = 0$

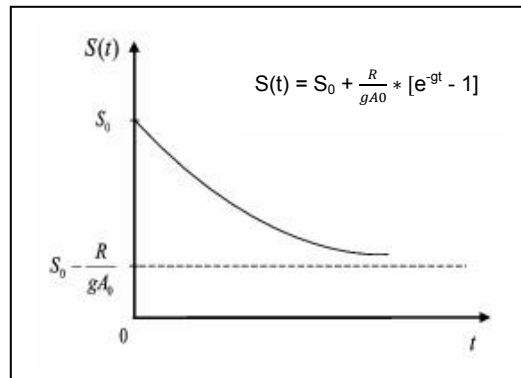
↳ Sind Ressourcen essentiell für die Produktion, gibt es langfristig keine Produktion und somit keinen Konsum.

ii) technologischer Fortschritt

Produktion: $Y(t) = K(t)^\alpha L^\beta [A(t) * R(t)]^{1-\alpha-\beta}$ mit $A(t) = A_0 e^{gt}$

Ressourcenverbrauch: $A(t) * R(t) = R$

Bestandsentwicklung: $S^\circ(t) = -R(t) = -\frac{R}{A(t)} = -\frac{R}{A_0} * e^{-gt}$



→ Unendliches Wachstum mit endlichen Ressourcen ist möglich, wenn der langfristige Bestand $S_0 - \frac{R}{gA_0} > 0$ ist.

↳ Voraussetzungen:
Anfangsbestand S_0 ausreichend hoch, technologischer Fortschritt schnell genug (hohes g), A_0 hoch, Bedarf R niedrig

→ Aus endlichen Ressourcen werden unendliche Ressourcen!

iii) Substituierbarkeit natürlicher Ressourcen

Produktion kann eventuell auch fortschreiten, wenn die Ressourcen aufgebraucht sind.

→ CES-Produktionsfunktion: $Y = (\alpha K^\theta + \beta L^\theta + (1-\alpha-\beta)R^\theta)^{1/\theta}$, $\theta < 1$

→ Substitutionselastizität ε : $0 \leq \varepsilon \leq \infty$, $\varepsilon = \frac{1}{1-\theta}$

→ wenn $R = 0$, wäre $Y = (\alpha K^\theta + \beta L^\theta)^{1/\theta} > 0$

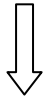
↳ Produktion wegen Kapital und Arbeit weiter möglich

Grenzen des Wachstums?

- Grenzen sind vorstellbar, Verschwinden der Grenzen ebenso (aufgrund von technologischem Fortschritt/Substitution durch erneuerbare Ressourcen)
- Gegenargument: auch erneuerbare Ressourcen sind nicht unendlich (aufgrund physikalischer Grenzen kann ein Subsystem innerhalb eines endlichen Systems nicht unendlich wachsen)

② Globale Erwärmung und Wirtschaftswachstum

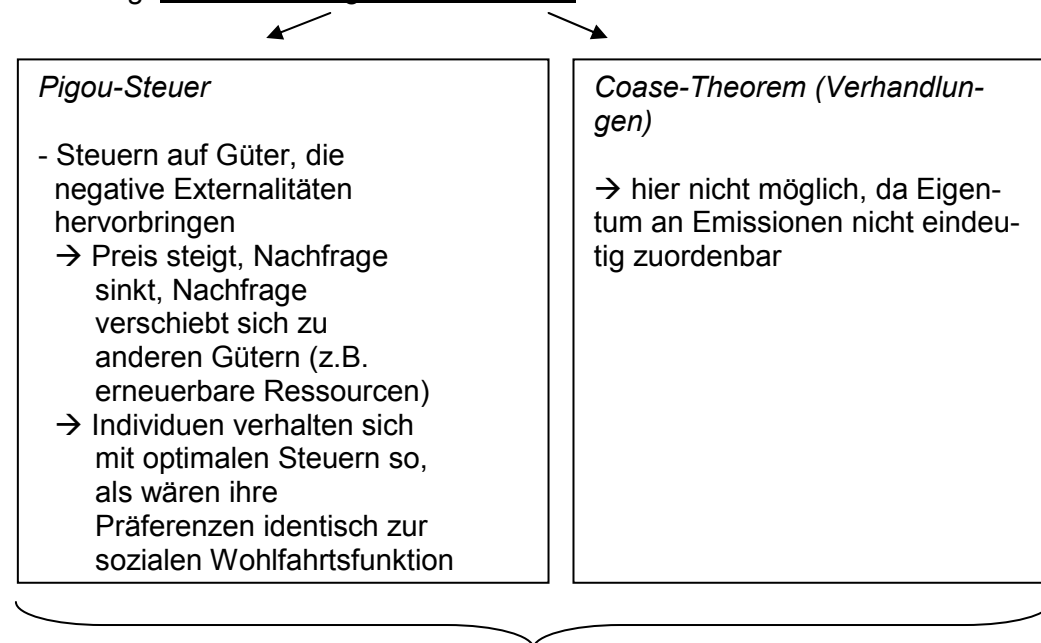
- Wachstumsgrenzen aufgrund knapper Ressourcen scheinen kein großes Problem zu sein. Ein viel größeres Problem ist die Umweltverschmutzung.
→ Kann sich die Umweltqualität ausreichend schnell erneuern, gegeben menschliche Emissionen?



Emissionen als ökonomisches Problem

- Marktversagen (negative Externalität durch Emission von Treibhausgasen)
→ es fehlt ein Markt für den Ausstoß von Treibhausgasen

→ Lösung: Internalisierung externer Effekte



Modell endogenen Wachstums: (ohne Berücksichtigung von Kapital)

L_Y = Arbeitnehmer im Produktionssektor

L_A = Arbeitnehmer im Sektor Forschung und Entwicklung

A = Produktivität der L_Y

ψA = Produktivität der L_A

→ Konsum:

→ Erhöhung der Arbeitsproduktivität:

→ Arbeitsmarktgleichgewicht:

→ intertemporaler Nutzen:

→ instantaner Nutzen:

$$C(t) = A(t) * L_Y(t)$$

$$A^\circ(t) = \psi A(t) * L_A(t)$$

$$L = L_A(t) + L_Y(t)$$

$$U(t) = \int_t^\infty e^{-\rho^* [t-\tau]} * u(C(\tau)) d\tau$$

$$u(C(\tau)) = [C(\tau)]^{1-\sigma} / (1-\sigma)$$

Tut 19.4.2



Wachstumsprozess (resultierend aus Modell mit zentralem Planer):

- optimale Wachstumsrate des Konsums: $g = \frac{\psi L - \rho}{\sigma}$

- Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität im Optimum: $A(\tau) = A_t e^{g^*(\tau-t)}$

- Konsumniveau: $C(\tau) = \frac{\psi L - g}{\psi} * A(\tau)$

- BIP wächst langfristig ohne exogenen technologischen Fortschritt

↳ Wachstumsrate g abhängig von wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen (im Gegensatz zu Solow, wo g exogen ist!)



globale Erwärmung
(Ursache: Emissionen $W(t)$)

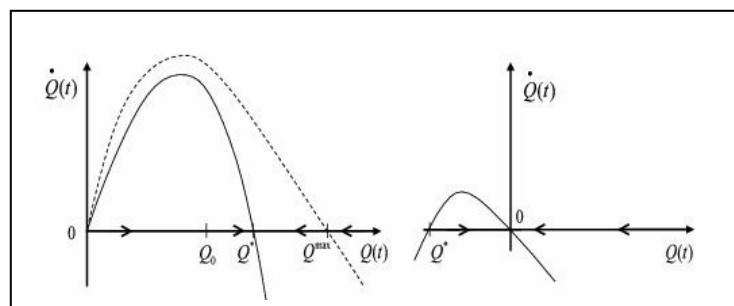
$W(t) = \bar{B} \cdot C(t)$ mit $\bar{B}$ = Verschmutzungsintensität
= Emissionen relativ zu einer konsumierten Einheit

→ Umweltqualität: $\dot{Q}(t) = g(Q(t), W(t))$ / $u(C(t), Q(t)) = [(C(t)^{1-\sigma})/(1-\sigma)] \cdot Q(t)^\beta$

$$\dot{Q}(t) = Q(t) \cdot [Q^{\max} - W(t) - Q(t)]$$

→ Die Umweltqualität entwickelt sich abhängig vom aktuellen Niveau $Q(t)$, dem maximal erreichbaren Wert $Q^{\max}$ und den Emissionen $W(t)$.

$$\dot{Q}(t) = 0 \iff \begin{cases} Q = 0 \text{ (Katastrophenpunkt bei } Q = 0) \\ Q^* = Q^{\max} - \bar{B}C(t) \end{cases}$$



nachhaltiges Szenario,
 $Q^* > 0$

Katastrophenszenario,
 $Q^* < 0$

Übergang, wenn $W(t)$ zu stark steigt

Prozess der globalen Erwärmung:

- Haushalte vernachlässigen Effekte der Emissionen auf die Umwelt

↪ Wachstumsrate von Konsum und Arbeitsproduktivität: $g = \frac{\psi L - \rho}{\sigma}$

↪ Umweltqualität entwickelt sich so: $\dot{Q}(t) = Q(t) \cdot [Q^{\max} - \bar{B} \cdot C_t e^{g \cdot t} - Q(t)]$

→ ab einem ausreichend hohen Konsum sinkt die Umweltqualität

→ ab dem Zeitpunkt, wo die Umweltqualität rechts von Q^* liegt, sinkt die Umweltqualität

→ im weiteren Verlauf sinkt Q^* , rutscht irgendwann ins Negative → Umweltqualität $Q(t)$ folgt und nähert sich der Null

→ kombinierter Nutzen aus C und $Q(t)$ sinkt bei sinkender Umweltqualität



Zur Zeit internalisieren wir die externen Effekte nicht ausreichend!



Modell mit endogener Verschmutzungsintensität B(t):

$$W(t) = B(t) * C(t)$$

- Konsum: $C(t) = A(t) * L_Y(t)$
- Erhöhung der Arbeitsproduktivität: $A^\circ(t) = \psi A(t) * L_A(t)$
- Arbeitsmarktgleichgewicht: $L = L_A(t) + L_B(t) + L_Y(t)$
- Präferenzen der Haushalte: $U(t) = \int_t^\infty e^{-\rho * [t-\tau]} * ([C(\tau)]^{1-\sigma} / (1-\sigma)) * Q(\tau)^\beta d\tau$
- Umweltqualität: $Q^\circ(t) = Q(t) * [Q^{\max} - B(t) * C(t) - Q(t)]$
- Emissionsreduktion: $B^\circ(t) = -\phi B(t) * L_B(t)$
 - ↳ Idee: Je mehr Leute im Sektor B (Emissionsreduktion) arbeiten, desto schneller sinkt (daher das -) die Verschmutzungsintensität. Produktivität ϕ



optimaler Wachstumspfad:

$$\max U(t) \text{ u.d.N.: } \left. \begin{array}{l} A^\circ(\tau) = \psi * [A(\tau) * (L - L_B(\tau)) - C(\tau)] \\ B^\circ(t) = -\phi B(t) * L_B(t) \\ Q^\circ(t) = Q(t) * [Q^{\max} - B(t) * C(t) - Q(t)] \end{array} \right\} \text{ durch Wahl des Zeitpfades von } C(t) \text{ und } L_B(t)$$

- Zielkonflikte :
 - 1.) Konsum (L_Y) vs. Investition (L_A) vs. Umweltqualität (L_B)
 - 2.) Forschung und Entwicklung (L_A) vs. Emissionsreduktion (L_B)
- ökonomische Interpretation:
 - Zielfunktion entspricht der sozialen Wohlfahrtsfunktion
 - Wahl der Produktionsfaktoren (L_B vs. L_Y/C), sodass soziales Optimum erreicht wird
 - alle Externalitäten internalisiert



Was wächst wie auf dem optimalen Wachstumspfad?

TFP A wächst mit Rate g^{opt} , Verschmutzungsintensität B fällt mit Rate g^{opt} .

↳ Konsum wächst mit g^{opt} und die Umweltqualität bleibt konstant!

$$\left(\text{wg. } \frac{Q^\circ(t)}{Q(t)} = Q^{\max} - B(t) * C(t) - Q(t) \right)$$

$\downarrow \quad \uparrow$

↳ *Investition in Reduktion von Treibhausgasen führt zu materiellem Wachstum bei gleichbleibender Umweltqualität (grünes Wachstum)!*

↳ kombinierter Nutzen aus Konsum und Umweltqualität steigt

Eigenschaften des optimalen Wachstums: $g^{\text{opt}} = \phi * \frac{\psi L - \rho}{\psi + \sigma * \phi}$

Zusammenfassung

1.) Modell endogenen Wachstums:

- endogenes langfristiges Wachstum wegen Investitionen in bessere Technologien
- $g = \frac{\psi L - \rho}{\sigma}$

2.) Modell nicht-internalisierter Externalitäten:

- Produktionsprozess führt zu Emissionen $W(t) = \bar{B} * C(t)$, $\bar{B}$ konstant,
- wenn C steigt, steigt W, Q fällt → Katastrophenszenario
- materieller Wohlstand steigt, trotzdem geht es Individuen immer schlechter (kombinierter Nutzen)
- $g = \frac{\psi L - \rho}{\sigma}$

3.) Modell mit internalisierten Externalitäten:

- zentraler Planer berücksichtigt alle Effekte wirtschaftlicher Aktivitäten
- optimale Lösung: Investition in Emissionsreduktion
 - ↳ Umweltqualität bleibt erhalten, Konsumwachstum leicht geringer
 - ↳ kombinierter Nutzen steigt schneller als beim Ignorieren von Externalitäten
- $g^{opt} = \varphi * \frac{\psi L - \rho}{\psi + \sigma * \varphi}$