House of Energy Markets & Finance

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN
Open-Minded

M.Sc. Jonathan Berrisch, Prof. Florian Ziel
jonathan.berrisch@uni-due.de
Umweltökonomie, insb. Ökonomie erneuerbarer Energien
Fakultät für Wirtschatswissenschaten
University Duisburg-Essen

29. November 2022

Umweltökonomie und erneuerbare Energien - Beispiellösung zu Übung 1

Aufgabe 1

1. *Welche Objekte des Modells sind Ressourcen?*

   - Wenn ein Objekt von anderen Objekten verbraucht bzw. konsumiert werden kann, betrachten wir dieses Objekt als eine Ressource
   - Dieser Definition nach sind **Wasser** und **Gras** Ressourcen.

2. *Welche Ressource des Modells sind regenerativ und natürlich regenerativ? Erklären Sie ihre Antwort.*

   - Wenn es potentiell möglich ist, dass sich die Menge einer Ressource im Laufe der Zeit schneller zunimmt als abnimmt, ist diese Ressource regenerativ.
   - Eine Ressource ist *natürlich* regenerativ, wenn es potentiell möglich ist, dass sich die Menge dieser Ressource im Laufe der Zeit *unabhangig von anderen Objekten* schneller erhöht als sinkt.
   - **Wasser** ist daher eine regenerative Ressource, weil ihre Menge von Produktionsanlage abhängig ist.
   - **Gras** ist wiederum eine natürlich regenerative Ressource

3. *Unter welchen Umständen kann das mithilfe des Modells beschriebene System geschlossen sein? Welches System kann man tatsächlich als geschlossen betrachten: ein Aquarium, ein See, die Erde, das Sonnensystem?*

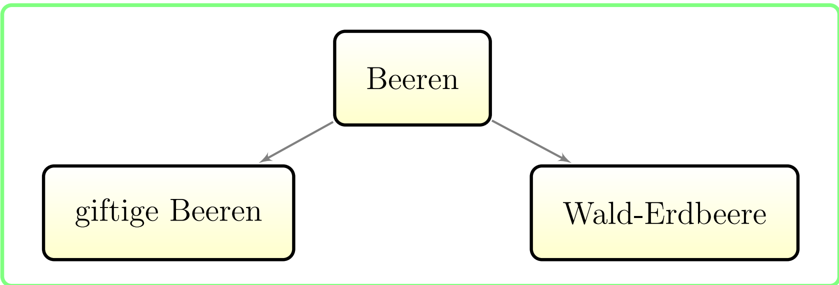
   - Wir betrachten ein System als geschlossen, wenn seine Gesamtmasse bzw. Gesamtenergie im Laufe der Zeit konstant bleibt und sich nicht ändern kann.
   - Dann
     - Das nach oben beschriebene System <- offen
     - Ein Aquarium <- offen
     - Ein See <- offen
     - Die Erde <- offen, aber *geschlossener* als die vorherigen Systeme
     - Das Sonnensystem <- am ehesten geschlossen

4. *Unter welchen Annahmen ist das Modell ökologisch strikt nachhaltig?*

   - Unser Modell kann ökologisch strikt nachhaltig (oder kurz ökologisch nachhaltig) sein, wenn keine *Ressourcen* im Ökosystem verschwindet bzw. aufgebraucht werden und wenn das System stabil ist.

Aufgabe 2

1. *Zeigen Sie auf, welche Objekte des Modells Ressourcen sind*
    - Förster
    - Wald
    - Wald-Erdbeere
    - Hasen
2. *Welche der Ressourcen können regenerativ bzw. natürlich regenerativ sein, sobald eine besondere Annahme eingeführt wird?*
    - Wald ist eine regenerative Ressource, sofern es mindestens ein Förster im Ökosystem gibt
    - Wald-Erdbeere und Hasen sind natürlich regenerative Ressourcen
3. *Unter welchen Annahmen wird das Modell strikt ökologisch nachhaltig sein*
    - Unser Modell kann ökologisch strikt nachhaltig sein, wenn wir annehmen, dass die Mengen aller Ressourcen nicht gegen null konvergieren und stabil wachsen
        - Wir müssen dann voraussetzen, dass die Population der Förster schneller steigt als sinkt, oder können wir einfach den Pfeil (-(a)) löschen
4. *Diskutieren Sie, ob das Modell als geschlossen betrachtet werden kann.*
    - Mit Ausnahme eines Falls, worin die Gesamtmasse des Systems ebenso rasch zunimmt, als abnimmt, kann unser System nicht als geschlossen betrachtet werden.
5. *Beachten Sie, dass es zwei verschiedene Arten der Beeren im Modell gibt. Welche Methode kann man benutzen, um beide in einer selbständigen Kategorie zu konsolidieren?*
    - Wir können eine Hierarchie dieser Ressourcen bilden. Dafür benutzen wir den sogenannten bottom-up Ansatz.



Aufgabe 3

1. Die Wachstumsrate wird zunächst mit der folgenden Gleichung beschrieben:

$$\frac{dF_t}{dt} = \varphi F_t \tag{1}$$

wobei

- F_t ist die Populationsgröße zum Zeitpunkt t
- φ ist die Wachstumsrate

(a) *Unter welchen mathematischen Voraussetzungen an φ kann die Gleichung ein positives Populationswachstum beschreiben?*

- Wenn $\varphi > 0$ ist

(b) *Unter welchen Voraussetzungen an das System wird die Population wie in dem Aufgabenteil (a) unendlich wachsen?*

- Es gibt keine Grenze für das Wachstum, also z.B. wann die verfügbare Nahrung unendlich ist

(c) *Stellen Sie exemplarisch in einer Abbildung dar, welche Konsequenzen eine Änderung der Rate φ veranlassen wird.*

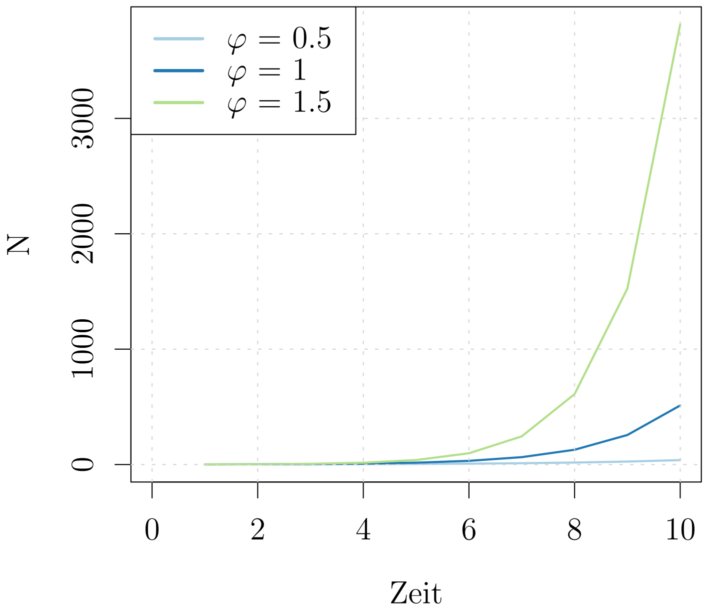


Abbildung 1: Exponentielles Wachstum des Systems

2. Das zweite Wachstumskonzept kann mit der folgenden Gleichung beschrieben werden:

$$\frac{dF_t}{dt} = \varphi F_t \cdot \left(\frac{K - F_t}{K} \right), \tag{2}$$

(a) *Wie kann man eine ökonomische Intuition hinter dem Faktor K erklären?*

- Wir können K als die Gesamtkapazität des See betrachten, also z.B. als die Menge der verfügbaren Nahrung.
- Wenn F_t klein ist, ist das Wachstum langsam, da

$$\underbrace{\frac{dF_t}{dt}}_{\text{relativ kleiner Wert}} = \underbrace{\varphi F_t}_{\text{relativ kleiner Wert}} \cdot \underbrace{\left(\frac{K - F_t}{K} \right)}_{\text{relativ großer Wert}} \tag{3}$$

- Wenn F_t groß ist, ist das Wachstum auch langsam, da

$$\underbrace{\frac{dF_t}{dt}}_{\text{relativ kleiner Wert}} = \underbrace{\varphi F_t}_{\text{relativ großer Wert}} \cdot \underbrace{\left(\frac{K - F_t}{K} \right)}_{\text{relativ kleiner Wert}} \tag{4}$$

- Wenn F_t weder klein noch groß ist, ist das Wachstum rasch, da

$$\underbrace{\frac{dF_t}{dt}}_{\text{relativ großer Wert}} = \underbrace{\varphi F_t}_{\text{mittlerer Wert}} \cdot \underbrace{\left(\frac{K - F_t}{K} \right)}_{\text{mittlerer Wert}} \tag{5}$$

(b) *Wie bezeichnet man durch die Gleichung 2 beschriebenes Wachstumskonzept?*

- Das Wachstumskonzept heißt das *logistische Wachstum*

(c) *Skizzieren Sie die entsprechende Funktion schematisch für verschiedene Werte von φ. Welche Besonderheit zeigt die Funktion, wenn $\varphi > 1$?*

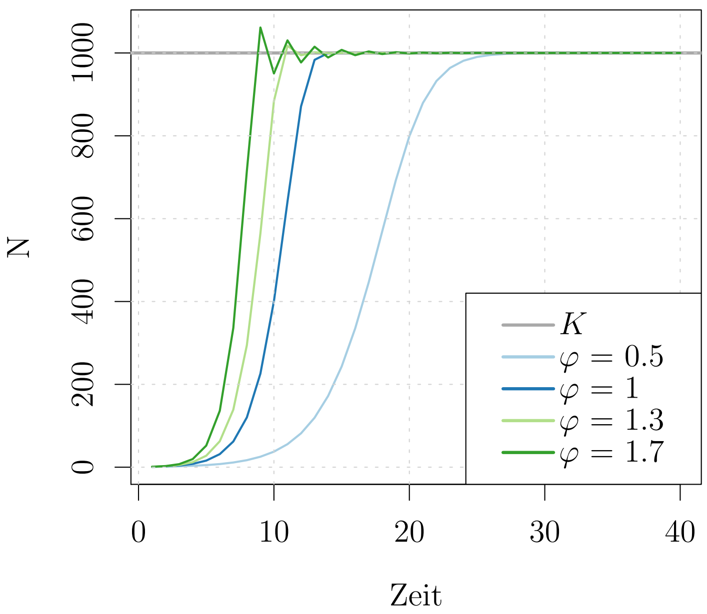


Abbildung 2: Logistisches Wachstum des Systems mit $K = 1000$

- Die Fischpopulation etabliert sich an das Niveau K, sodass $F_t = K$ ist, wenn $t \to \infty$ gilt
- Sofern $1 < \varphi < 2$ ist, schwankt die Funktion um das Niveau K herum, zu welchem die Funktion später konvergiert
  - Eine plausible Intuition solches Verhaltens kann möglicherweise durch die Evolutionstheorie beschrieben werden
- Für noch größere Werte von φ entsteht Chaos und es stellt sich kein stabiles Gleichgewicht ein.

3. Wir nehmen nun an, dass der See durch die Tätigkeiten eines Unternehmens verschmutzt wird. Folgende Gleichung berücksichtigt diese Annahme:

$$\frac{dF_t}{dt} = \varphi F_t \cdot \left(\frac{K - F_t - \beta V_t}{K} \right). \tag{6}$$

wobei

- β ist die Gefährlichkeit bzw. Böswilligkeit der Verschmutzung
- V_t ist die Intensität der Verschmutzung

(a) *Gehen Sie davon aus, dass $V_t = 200$ eine Konstante ist, $K = 1000$ ist und $\beta = 1$ gilt. Berechnen Sie mathematisch das Populationsniveau, dass sich für $t \to \infty$ einstellen wird.*

- Für $t \to \infty$ gilt $\frac{dF_t}{dt} = 0$ wenn sich ein stabiles Populationsniveau einstellt. Somit gilt:

$$\varphi F_\infty \cdot \left(\frac{K - F_\infty - \beta V_\infty}{K} \right) = 0 \tag{7}$$

$$\Rightarrow K - F_\infty - \beta V_\infty = 0 \tag{8}$$

$$\Rightarrow F_\infty = K - \beta V_\infty \tag{9}$$

$$\Rightarrow F_\infty = K - \beta V_\infty \tag{10}$$

$$\Rightarrow F_\infty = 1000 - 1 \cdot 200 = 800 \tag{11}$$

(b) *Für den Fall, wo V_t eine Konstante ist, zeigen Sie schematisch die Formen der mit der Gleichung 6 beschriebenen Funktion für $\beta \in \{0.2, 0.5, 1, 2\}$*

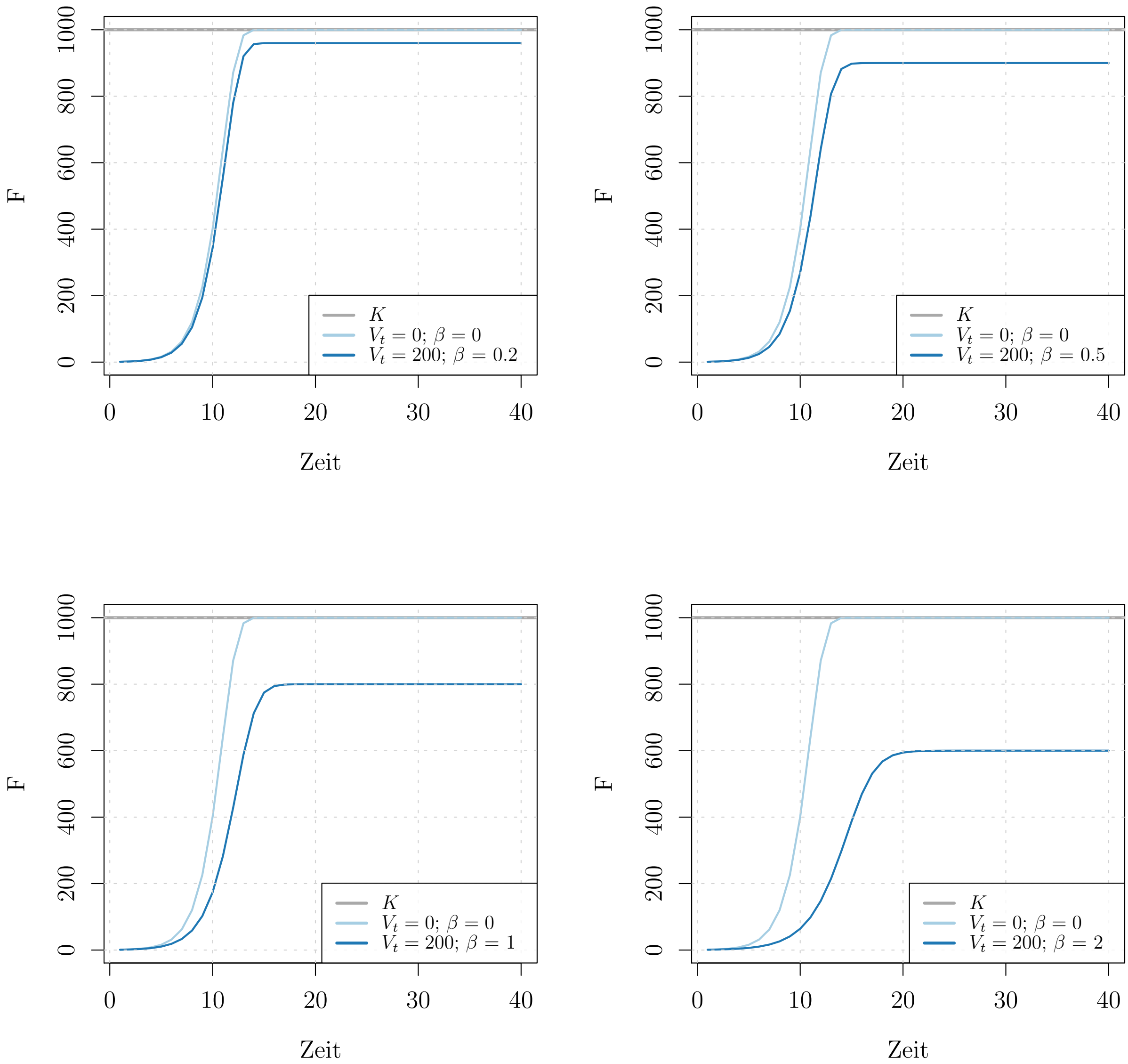


Abbildung 3: Logistisches Wachstum des Systems mit $\varphi = 1$ und einen Festwert $V_t = 200$

(c) Natürlich können wir auch annehmen, dass $V_t = F_t$, d.h. die Intensität der Verschmutzung und das Wachstum der Fischpopulation im selben Verhältnis zunehmen.

i. *Berechnen Sie mathematisch die Menge der Fischpopulation für $t \to \infty$ für $V_t = F_t$, $K = 1000$ und $\beta = 2$. Wir können hier Analog zu Aufgabenteil*

3a vorgehen und zunächst $\frac{dF_t}{dt} = 0$ *setzen.*

$$\varphi F_\infty \cdot \left(\frac{K - F_\infty - \beta V_\infty}{K} \right) = 0 \tag{12}$$

$$\Leftrightarrow K - F_\infty - \beta V_\infty = 0 \tag{13}$$

$$\Leftrightarrow K - F_\infty - 2F_\infty = 0 \tag{14}$$

$$\Leftrightarrow K - 3F_\infty = 0 \tag{15}$$

$$\Leftrightarrow F_\infty = \frac{K}{3} = \frac{1000}{3} \tag{16}$$

$$\tag{17}$$

da $V_\infty = F_\infty$ weil $V_t = F_t$.

ii. *Dieser Fall ist auch in Figure 4 unten dargestellt. Jede von 4 entsprechenden Abbildungen wurde für ein* $\beta \in \{0.2, 0.5, 1, 2\}$ *erstellt. Ordnen Sie den Abbildungen die richtigen* β*-Werte zu.*

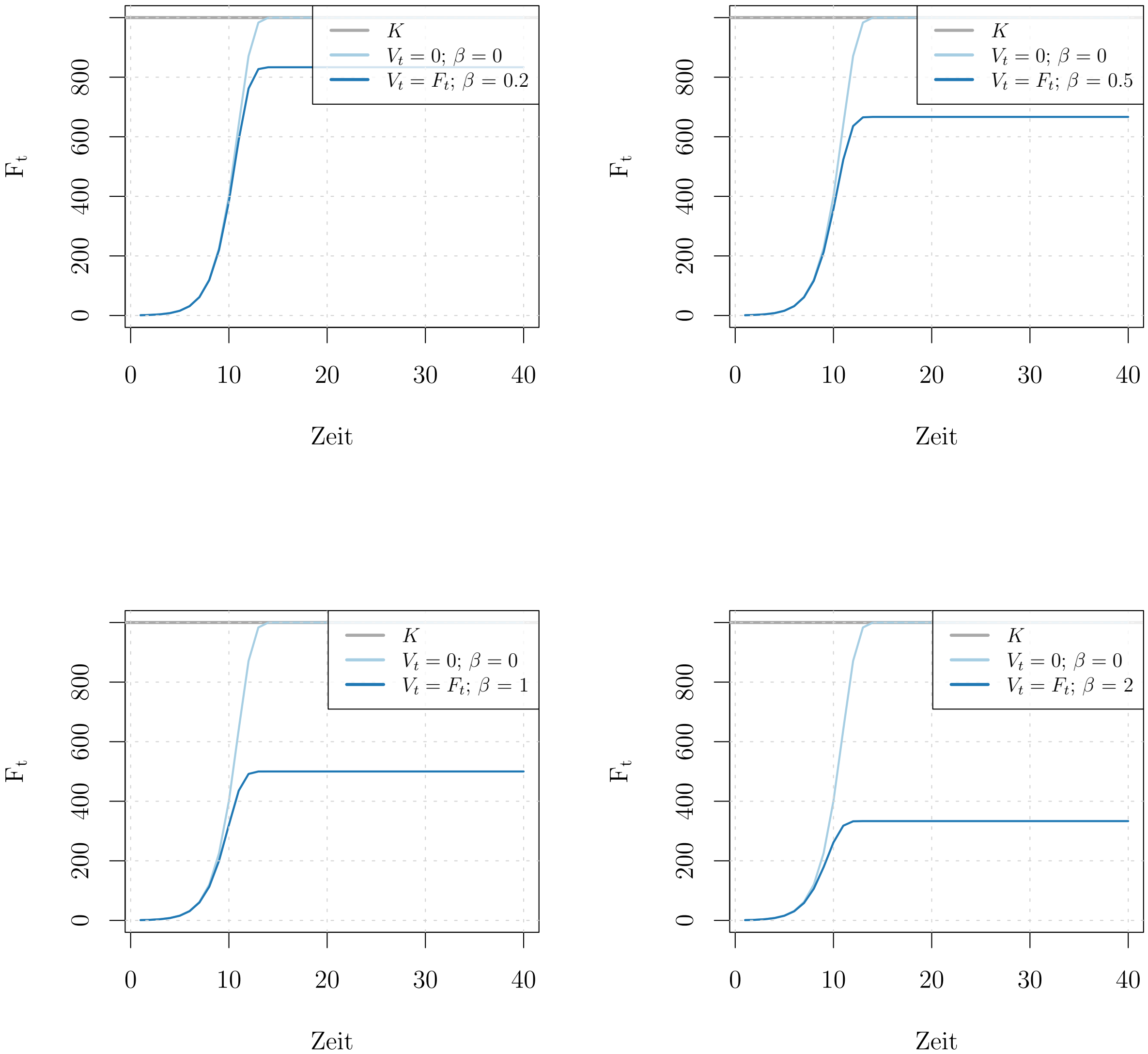


Abbildung 4: Logistisches Wachstum des Systems mit $\varphi = 1$ und $V_t = F_t$, wobei die hellen und die dunklen Kurven den Gleichungen 2 bzw. 6 entsprechen.

iii. *Abbildung 4 stellt einen Fall dar, in dem* $F_0 = 1$. *Gehen Sie davon aus, dass* $F_0 = 500$. *In diesem Fall beendet das Unternehmen den Bau seiner Fabrik, wenn die Fischpopulation relativ groß ist. Unmittelbar danach verschmutzt das Unternehmen den See. Wie lassen sich die Abbildungen unter dieser Annahme darstellen?*

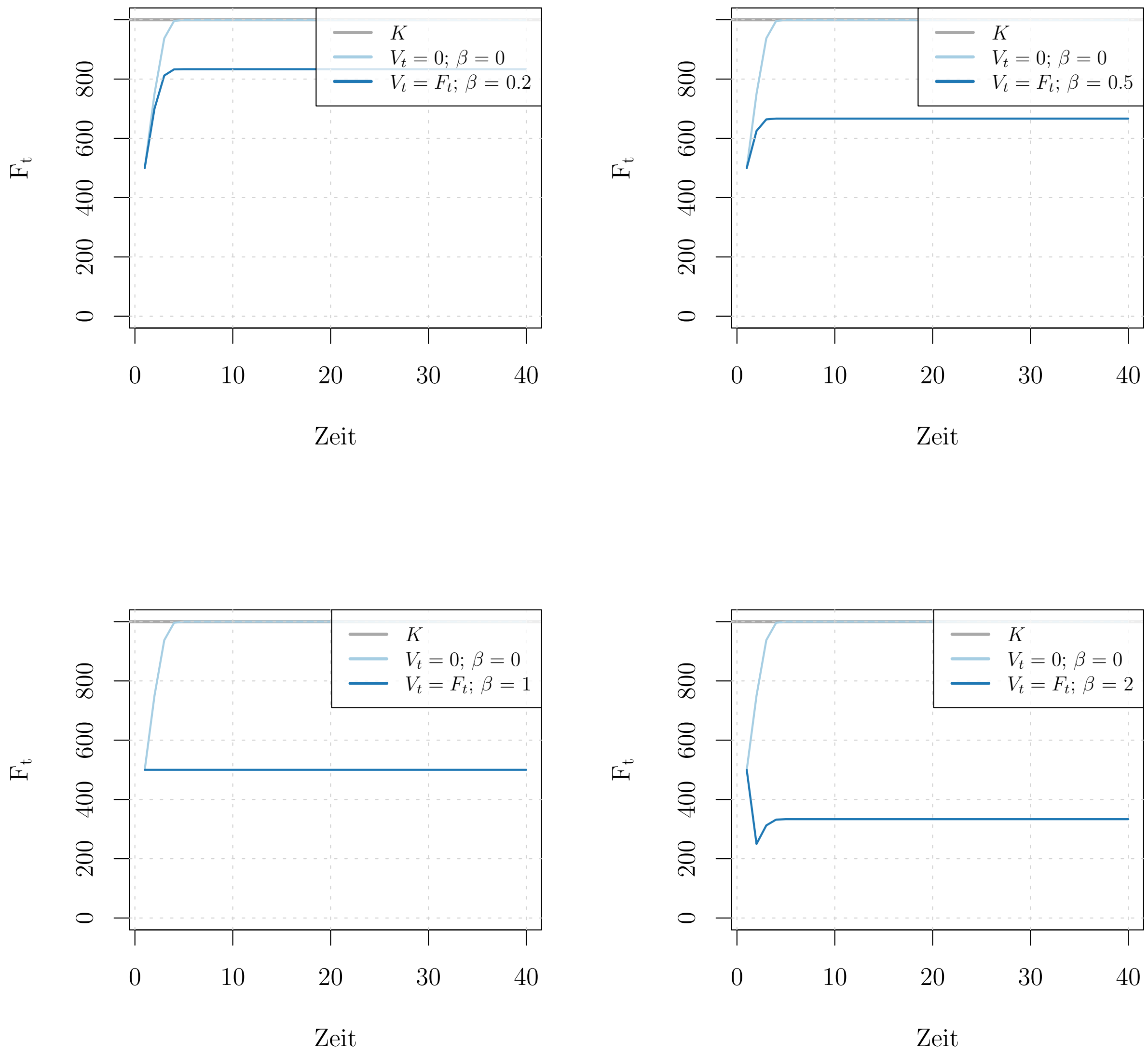


Abbildung 5: Logistisches Wachstum des Systems mit $F_0 = 500$

Aufgabe 4

1. Das logistische Wachstum
2. Der Faktor K kann z.B. die Tragfähigkeit der Erde bezeichnen. Das Konzept der Tragfähigkeit der Erde ist aber relativ abstrakt. Die entsprechenden akademischen Schätzungen sind auch eher unzuverlässig, weil die untere und obere Grenze gleich 0.65 bzw. 98 Billionen Menschen sind.

(a) Einige Gründe für die Abbremsung des Weltbevölkerungswachstums lassen sich in den Abbildungen unten darstellen

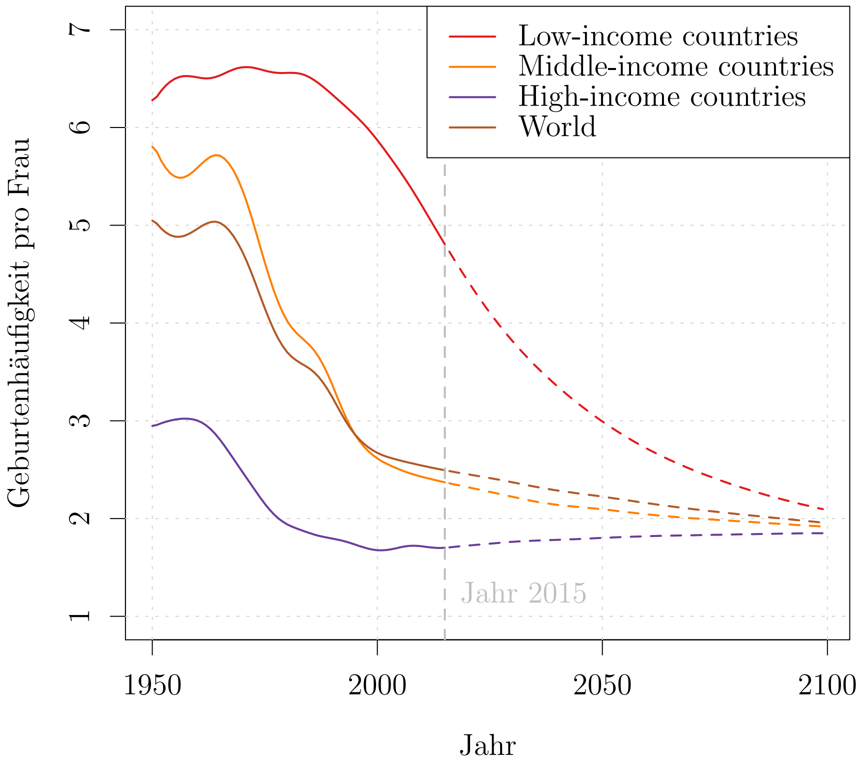


Abbildung 6: Geburtenhäufigkeit pro Frau, Prognose der Vereinten Nationen (2015).

Der Abbildung zufolge entscheiden sich mehrere Familien, weniger Kinder zu haben. Es gibt viele tatsächliche und positive Gründe für diese Tendenz.[1] Diese Gründe lassen sich aber nicht durch die Tragfähigkeit der Erde beschreiben. Einige Beispiele werden in den Abbildungen unten graphisch dargestellt.[2]

Abbildungen 7 und 8 beschreiben einige Aspekte der extremen Armut. Extrem arme Menschen haben keinen Zugang zu Medikamenten und können die Grundbedürfnisse nach z.B. Wohnung, Kleidung oder Nahrung kaum befriedigen. Die Kindersterblichkeitsrate und daher auch Geburtenhäufigkeitsrate sind in der Regel hoch in dieser Bevölkerungsgruppe. Anzumerken aber ist, dass die Anzahl der extrem arme Menschen stetig sinkt.

Auch Verbesserungen in Ausbildung (Abbildungen 9 und 10) beeinflussen die oben beschriebene Tendenz. Bitte beachten Sie, dass sich die Abbildung 10 z.B. wie folgt interpretieren lässt: im Jahr 1870 erhielten Frauen nur 0.75 eines Jahres für jedes Jahr der Ausbildung der Männer in hochentwickelte Volkswirtschaften.

[1]Mehr dazu in Rosling, H., Rosling, O., & Rönnlund, A. R. (2018). Factfulness: Ten reasons we're wrong about the world - and why things are better than you think.

[2]Quelle: `www.ourworldindata.com`

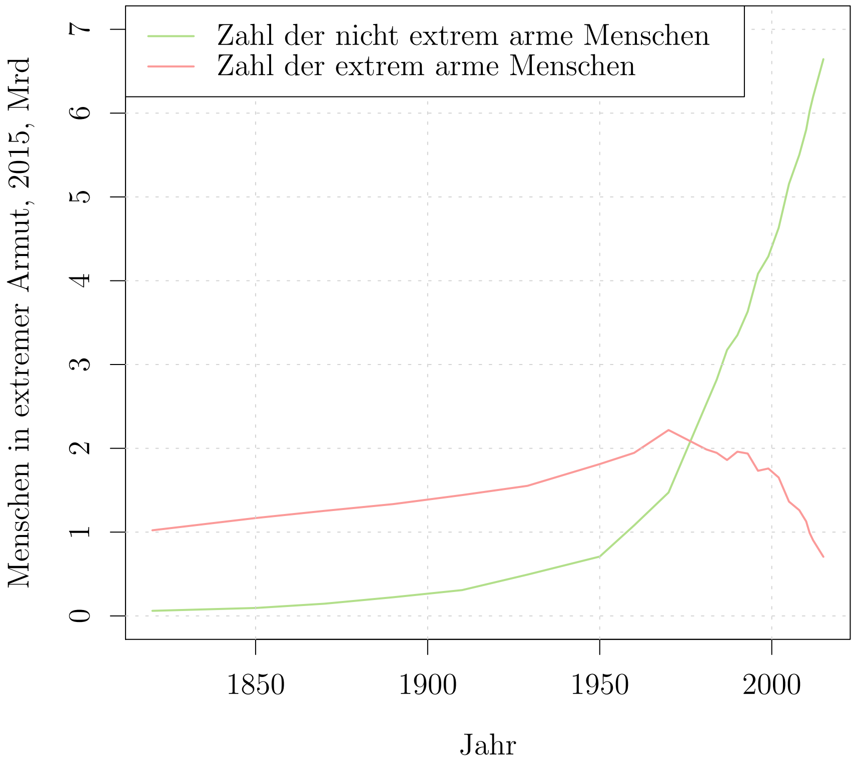


Abbildung 7: Menschen in extremer Armut, 2015

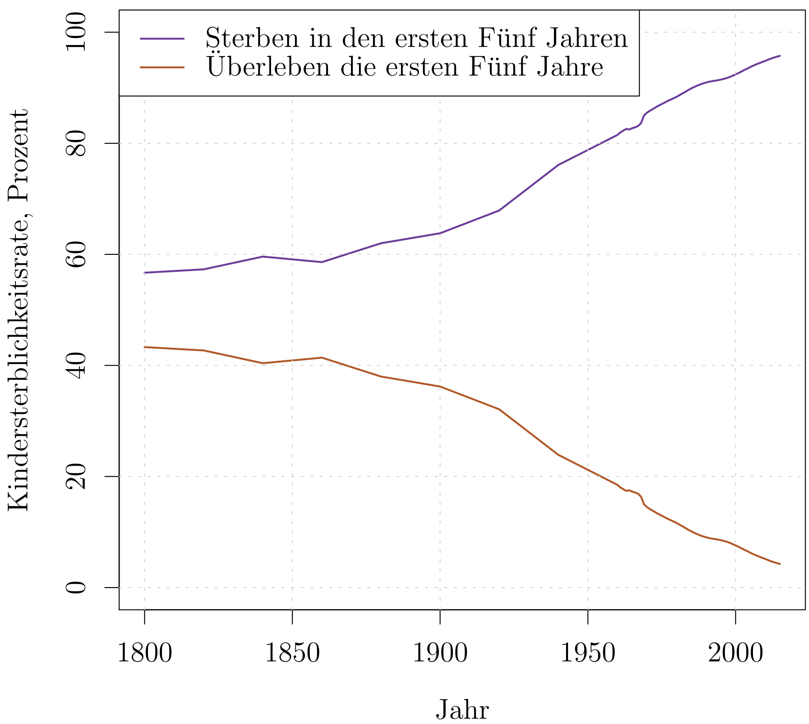


Abbildung 8: Kindersterblichkeitsrate

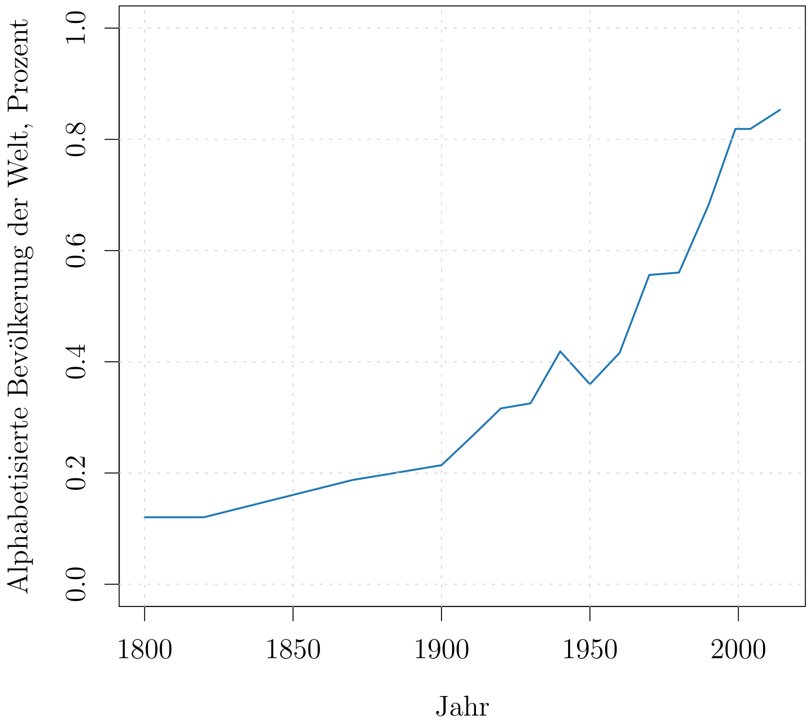


Abbildung 9: Alphabetische Bevölkerung der Erde, Prozent

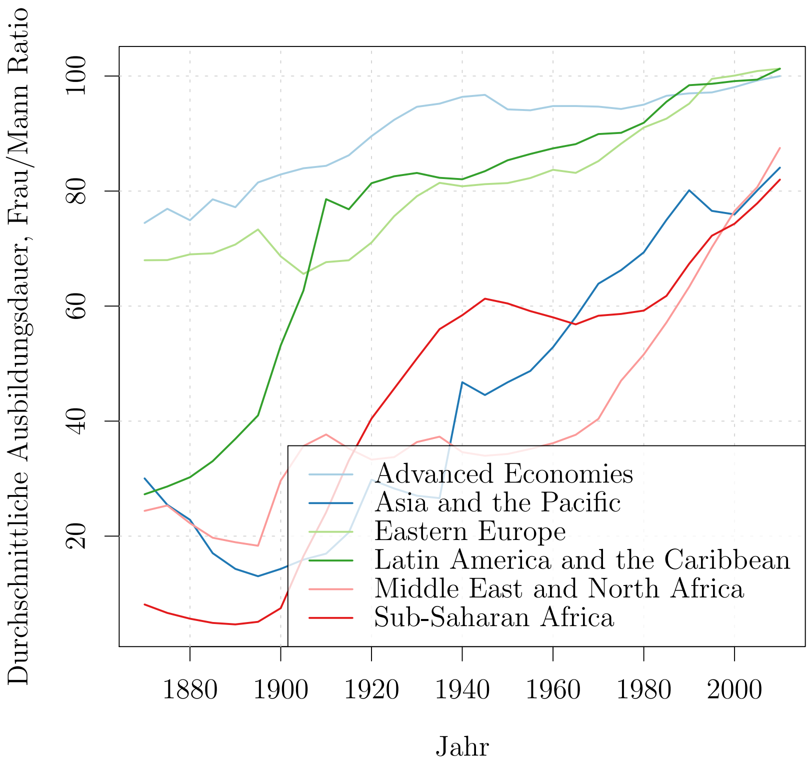


Abbildung 10: Durchschnittliche Ausbildungsdauer, Frau/Mann Ratio