

# Populationsökologie

\\/\_

Mai 2010

## Inhalt

### Populationswachstum

- Unbegrenzt Populationswachstum
- Begrenzt Populationswachstum

### Regulierung der Populationsdichte

- Regulierung durch innerartliche Beziehungen
- Regulierung durch zwischenartliche Beziehungen

### Unbegrenzt Populationswachstum

## Unbegrenzt Populationswachstum

Viele einzellige Lebewesen (Bakterien, Protozoen, Hefen, Algen) vermehren sich durch Zweiteilung:

- ▶ bei jeder Generation findet eine Verdopplung statt
- ▶ nach n Teilungen entstehen  $2^n$  Individuen
- ▶ die graphische Darstellung ergibt eine Exponentialfunktion
- ▶ günstige Umweltbedingungen führen auch bei anderen Organismen zu exponentiellem Wachstum

### Unbegrenzt Populationswachstum

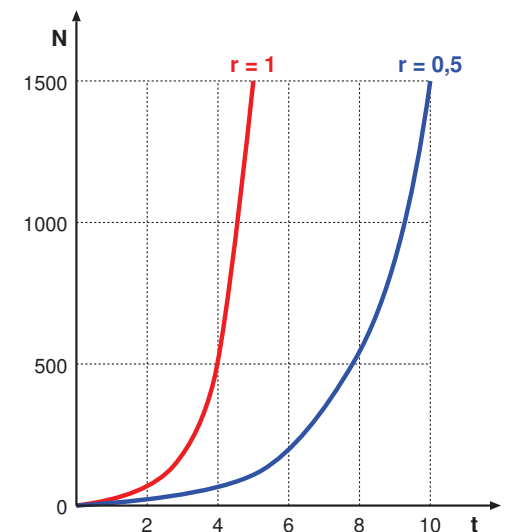
Aus der Gleichung

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = r \cdot n$$

kann die Exponentialfunktion für unbegrenzt Wachstum abgeleitet werden:

$$N_t = N_0 \cdot e^{r \cdot t}$$

Mit  $N_0 = 10$  und  $r = 0,5$  bzw.  $r = 1$  ergeben sich daraus folgende Kurven:

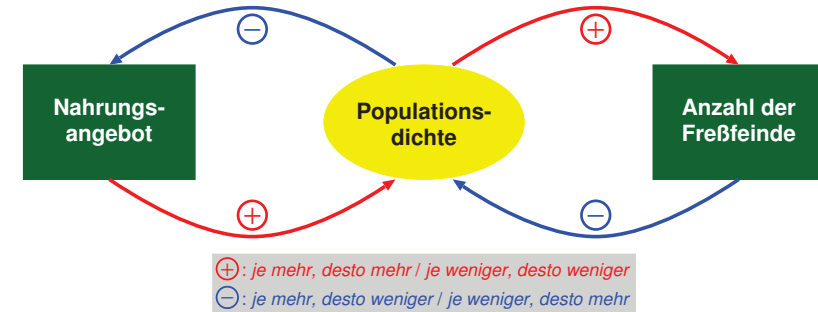


## Begrenzt Populationswachstum

Unter natürlichen Bedingungen ist das Wachstum begrenzt, da **hemmende Faktoren** auftreten. Man unterscheidet:

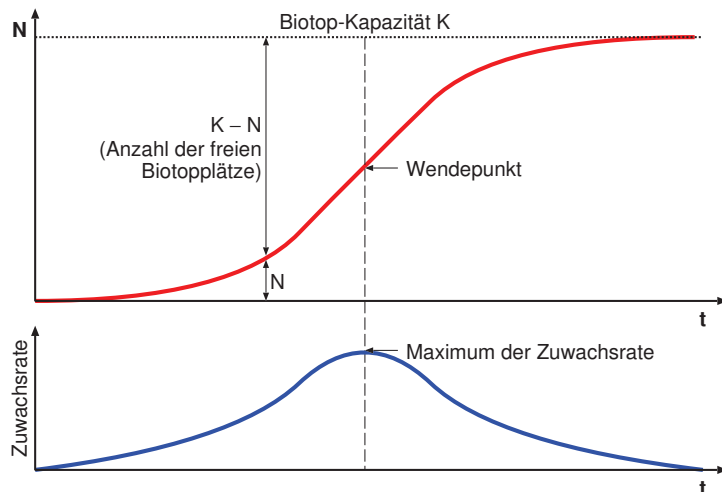
- ▶ **dichteunabhängige Faktoren:**
  - ▶ Klimafaktoren wie Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, ...
  - ▶ Nahrungsqualität
  - ▶ nicht spezifische Feinde (Räuber, die andere Beute bevorzugen)
  - ▶ nicht ansteckende Krankheiten
- ▶ **dichteabhängige Faktoren:**
  - ▶ **intraspezifische Konkurrenz** um Nahrung, Raum, Sexualpartner, ...
  - ▶ **artspezifische Feinde** wie Räuber und Parasiten
  - ▶ ansteckende Krankheiten

Die Regulierung der Populationsdichte durch die **dichteabhängigen Faktoren** kann mit einem Kausalkreisschema beschrieben werden:



Diese Art der Beeinflussung heißt **negative Rückkopplung**.

Daraus ergibt sich eine logistische (sigmoide) Kurve:



**Resultat des begrenzten Wachstums:**

- ▶ das Populationswachstum ist Null
- ▶ die Folge ist eine konstante Populationsdichte (gleiche Geburten- und Sterberate)
- ▶ die Wachstumsgrenze (Biotopkapazität  $K$ ; maximale Bevölkerungsdichte im Biotop) wird durch die Summe aller dichteabhängigen Faktoren im Biotop bestimmt

## Regulierung durch innerartliche Beziehungen

In Abhängigkeit von der Fortpflanzungsstrategie entwickeln sich unterschiedliche Arten von Populationen:

### ► r-Strategen

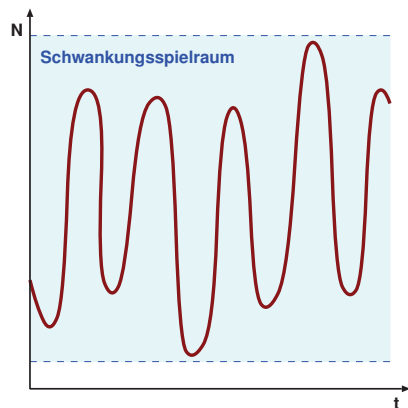
- gekennzeichnet durch kurze Lebensdauer, hohe Geburtenrate, ...
- besiedeln schnell neue Lebensräume (⇒ Sukzession)
- überschreiten nach explosionsartiger Vermehrung die Biotopkapazität (Überbevölkerung), was durch dichteabhängige Faktoren zum Zusammenbruch der Population führt
- ⇒ Ausbildung einer **labilen Population**

## Regulierung durch innerartliche Beziehungen

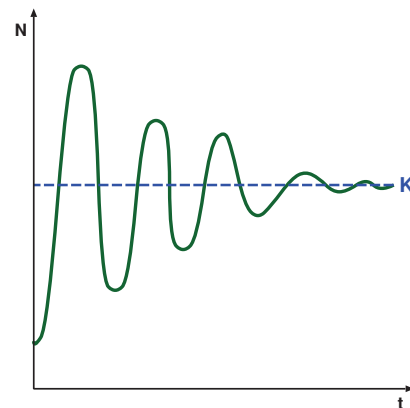
### ► K-Strategen

- gekennzeichnet durch lange Lebensdauer, geringe Nachkommenzahl, Brutpflegeverhalten, relativ lange Jugendphase und ausgeprägtes Sozialverhalten (Rangordnung, Territorialverhalten, ...)
- nutzen vor allem wenig veränderliche Ökosysteme (⇒ Klimaxstadien)
- erreichen nach kurzen Schwankungen die Biotopkapazität  
⇒ optimale Nutzung der Biotopressourcen
- ⇒ Ausbildung einer **stabilen Population**

### labile Population



### stabile Population



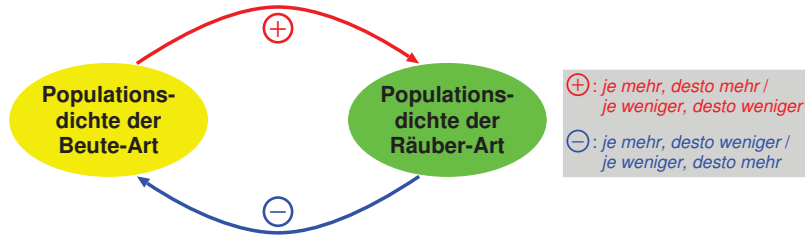
## Regulierung durch zwischenartliche Beziehungen

Populationen sind in der Natur nie isoliert sondern stehen mit artfremden Populationen in Wechselbeziehungen:

- Nahrungsbeziehungen (Räuber-Beute-Beziehungen)
- zwischenartliche Konkurrenz (z. B. um gleichartige Nahrung)
- verfügbare Symbiosepartner
- Parasiten
- ...

## Beispiel: Räuber-Beute-Beziehungen

Räuber- und Beutepopulation stehen in einer Kausalbeziehung:



Solche exklusiven Beziehungen zwischen einer Räuber- und einer Beutepopulation sind in der Realität eher selten. Geeignete Beispiele findet man bei relativ isolierten Ökosystemen (Inseln) oder bei klimatisch extremen artarmen Ökosystemen (z. B. Arktis: Eisbären – Robben).

## Volterra-Gesetze:

- Gesetz der periodischen Schwankungen:** Die Populationsgrößen von Räuber und Beute schwanken periodisch. Die Schwankungen der Räuberpopulation folgen dabei phasenverzögert denen der Beutepopulation.
- Gesetz von der Konstanz der Mittelwerte:** Über längere Zeiträume schwanken die Populationsgrößen jeweils um einen Mittelwert.
- Gesetz von der Störung der Mittelwerte:** Werden Räuber- und Beutepopulation gleichermaßen negativ beeinflusst, so nimmt kurzfristig die Beutepopulation zu und die Räuberpopulation ab.

Unabhängig voneinander entwickelten *Vito Volterra* (italienischer Mathematiker und Physiker; 1860 – 1940) und *Alfred James Lotka* (österreichisch-amerikanischer Chemiker; 1880 – 1949) um 1920 ein mathematisches Modell zur Populationsdynamik einer idealisierten Räuber-Beute-Beziehung.

Daraus ergeben sich drei *Fluktuationsgesetze*, die auch als *Lotka-Volterra-Gesetze* oder *Volterra-Gesetze* bezeichnet werden.

Diese drei Gesetze oder Regeln gelten nur unter der Voraussetzung, dass zwischen den betrachteten beiden Arten eine exklusive Räuber-Beute-Beziehung besteht und die sonstigen Umweltfaktoren konstant oder in ihren Wirkungen zu vernachlässigen sind.

Daraus ergeben sich die bereits bekannten Kurvenverläufe:

