

# Populationsökologie

\\/\_

Mai 2010

# Inhalt

## Populationswachstum

- Unbegrenzttes Populationswachstum

- Begrenzttes Populationswachstum

## Regulierung der Populationsdichte

- Regulierung durch innerartliche Beziehungen

- Regulierung durch zwischenartliche Beziehungen

# Unbegrenzttes Populationswachstum

# Unbegrenzttes Populationswachstum

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

# Unbegrenzttes Populationswachstum

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

- ▶ bei jeder Generation findet eine Verdopplung statt

# Unbegrenzttes 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

# Unbegrenzttes 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

# Unbegrenzttes 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



Aus der Gleichung

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

Aus der Gleichung

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

kann die Exponentialfunktion für unbegrenzttes Wachstum abgeleitet werden:

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

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:

## Unbegrenzt Populationswachstum

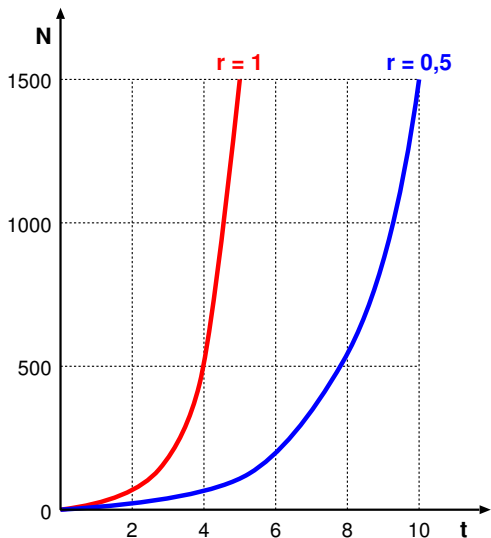
Aus der Gleichung

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

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:



# Begrenzttes Populationswachstum

# Begrenzttes Populationswachstum

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

# Begrenzttes Populationswachstum

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

- ▶ **dichteunabhängige Faktoren:**

# Begrenzttes Populationswachstum

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

- ▶ **dichteunabhängige Faktoren:**
  - ▶ **Klimafaktoren** wie Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, . . .



# Begrenzttes Populationswachstum

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

- ▶ **dichteunabhängige Faktoren:**
  - ▶ **Klimafaktoren** wie Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, ...
  - ▶ **Nahrungsqualität**

# Begrenzttes 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)

# Begrenzttes 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

# Begrenzttes 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:**

# Begrenzttes 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, ...

# Begrenzttes 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

# Begrenzttes 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

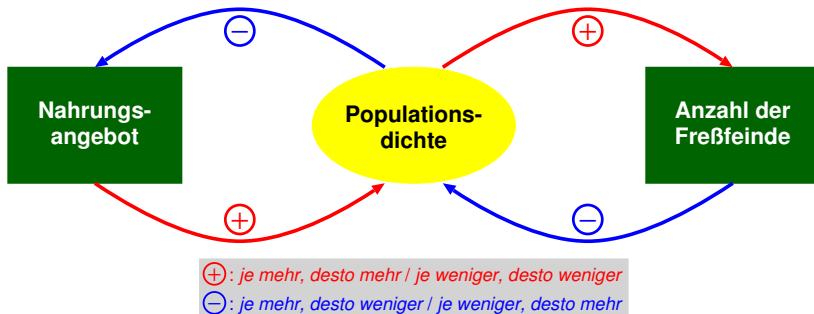
▶ **dichteabhängige Faktoren:**

- ▶ **intraspezifische Konkurrenz** um Nahrung, Raum, Sexualpartner, ...
- ▶ **artspezifische Feinde** wie Räuber und Parasiten
- ▶ ansteckende Krankheiten

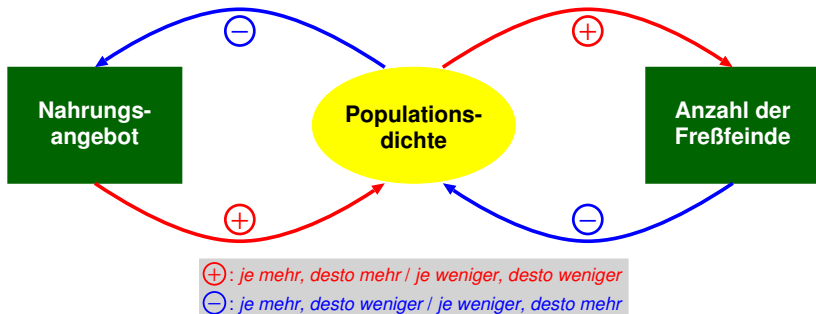
Die Regulierung der Populationsdichte durch die **dichteabhängigen Faktoren** kann mit einem Kausalkreisschema beschrieben werden:



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



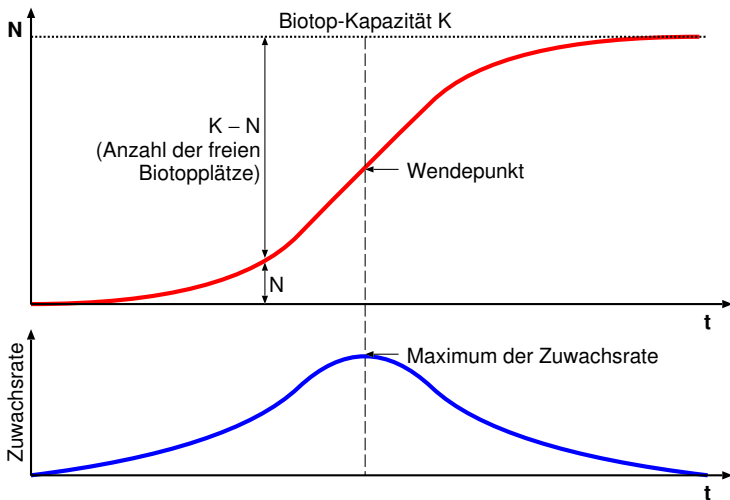
Die Regulierung der Populationsdichte durch die **dichteabhängigen Faktoren** kann mit einem Kausalkreisschema beschrieben werden:



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

Daraus ergibt sich eine logistische (sigmoide) Kurve:

Daraus ergibt sich eine logistische (sigmoide) Kurve:



Resultat des begrenzten Wachstums:

## Resultat des begrenzten Wachstums:

- ▶ das Populationswachstum ist Null

## Resultat des begrenzten Wachstums:

- ▶ das Populationswachstum ist Null
- ▶ die Folge ist eine konstante Populationsdichte (gleiche Geburten- und Sterberate)

## 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

# Regulierung durch innerartliche Beziehungen

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

# Regulierung durch innerartliche Beziehungen

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

- ▶ **r-Strategen**

# Regulierung durch innerartliche Beziehungen

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

- ▶ **r-Strategen**
  - ▶ gekennzeichnet durch kurze Lebensdauer, hohe Geburtenrate, ...

# 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)

# 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

# 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



# Regulierung durch innerartliche Beziehungen

- ▶ **K-Strategen**
  - ▶ gekennzeichnet durch lange Lebensdauer, geringe Nachkommenzahl, Brutpflegeverhalten, relativ lange Jugendphase und ausgeprägtes Sozialverhalten (Rangordnung, Territorialverhalten, ...)

# 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)

# 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

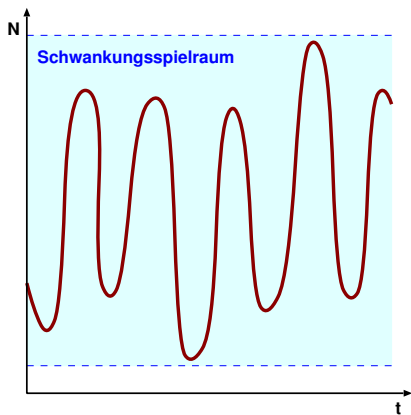
# Regulierung durch innerartliche Beziehungen

## ▶ K-Strategen

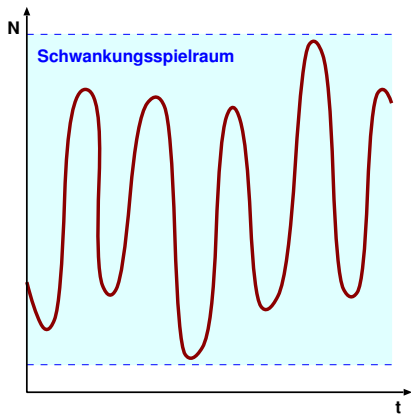
- ▶ gekennzeichnet durch lange Lebensdauer, geringe Nachkommenzahl, Brutpflegeverhalten, relativ lange Jugendphase und ausgeprägtes Sozialverhalten (Rangordnung, Territorialverhalten, ...)
- ▶ nutzen vor allem wenig veränderliche Ökosysteme (→ Klimaxstadien)
- ▶ erreichen nach kurzen Schwankungen die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

# labile Population

## labile Population

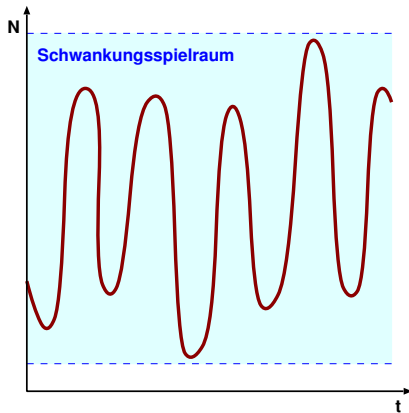


## labile Population

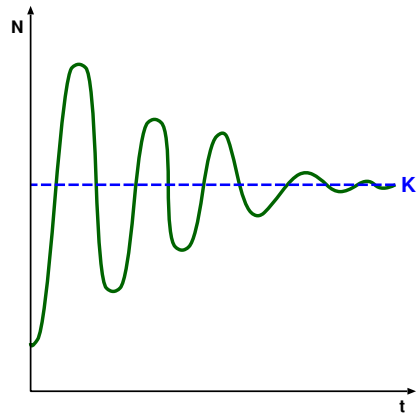


## stabile Population

## labile Population



## stabile Population





# Regulierung durch zwischenartliche Beziehungen

# Regulierung durch zwischenartliche Beziehungen

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

# Regulierung durch zwischenartliche Beziehungen

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

- ▶ Nahrungsbeziehungen (Räuber-Beute-Beziehungen)

# 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)

# 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

# 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

# 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

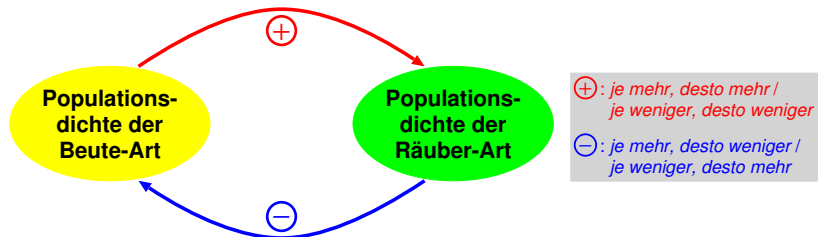


## Beispiel: Räuber-Beute-Beziehungen

Räuber- und Beutepopulation stehen in einer Kausalbeziehung:

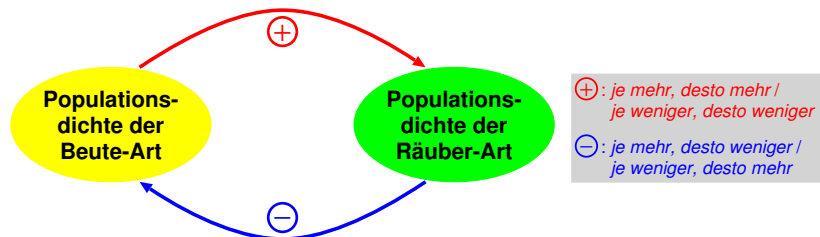
## Beispiel: Räuber-Beute-Beziehungen

Räuber- und Beutepopulation stehen in einer Kausalbeziehung:



## 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).*

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.

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.

# Volterra-Gesetze:

## Volterra-Gesetze:

### 1. Gesetz der periodischen Schwankungen:

## Volterra-Gesetze:

1. **Gesetz der periodischen Schwankungen:** Die Populationsgrößen von Räuber und Beute schwanken periodisch. Die Schwankungen der Räuberpopulation folgen dabei phasenverzögert denen der Beutepopulation.



## Volterra-Gesetze:

1. **Gesetz der periodischen Schwankungen:** Die Populationsgrößen von Räuber und Beute schwanken periodisch. Die Schwankungen der Räuberpopulation folgen dabei phasenverzögert denen der Beutepopulation.
2. **Gesetz von der Konstanz der Mittelwerte:**

## Volterra-Gesetze:

1. **Gesetz der periodischen Schwankungen:** Die Populationsgrößen von Räuber und Beute schwanken periodisch. Die Schwankungen der Räuberpopulation folgen dabei phasenverzögert denen der Beutepopulation.
2. **Gesetz von der Konstanz der Mittelwerte:** Über längere Zeiträume schwanken die Populationsgrößen jeweils um einen Mittelwert.

## Volterra-Gesetze:

1. **Gesetz der periodischen Schwankungen:** Die Populationsgrößen von Räuber und Beute schwanken periodisch. Die Schwankungen der Räuberpopulation folgen dabei phasenverzögert denen der Beutepopulation.
2. **Gesetz von der Konstanz der Mittelwerte:** Über längere Zeiträume schwanken die Populationsgrößen jeweils um einen Mittelwert.
3. **Gesetz von der Störung der Mittelwerte:**

## Volterra-Gesetze:

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

Daraus ergeben sich die bereits bekannten Kurvenverläufe:

Daraus ergeben sich die bereits bekannten Kurvenverläufe:

