

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:

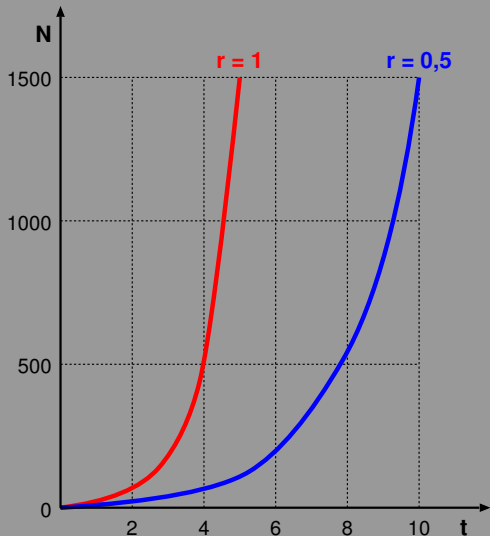
Aus der Gleichung

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

kann die Exponentialfunktion für unbegrenztes 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:



Begrenztes 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:**

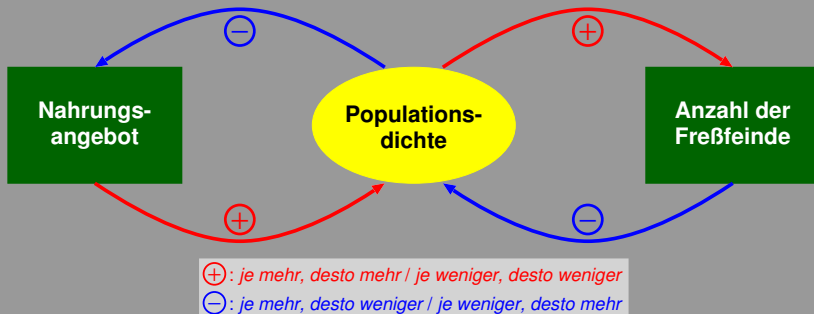
- ▶ **Klimafaktoren** wie Licht, Temperatur, Feuchtigkeit, ...
- ▶ Nahrungsqualität
- ▶ nicht spezifische Feinde (Räuber, die andere Beute bevorzugen)
- ▶ nicht ansteckende Krankheiten

▶ **dichteabhängige Faktoren:**

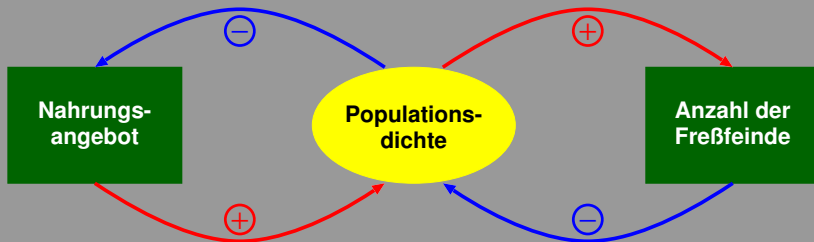
- ▶ **intraspezifische Konkurrenz** um Nahrung, Raum, Sexualpartner, ...
- ▶ **artspezifische Feinde** wie Räuber und Parasiten
- ▶ ansteckende Krankheiten

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:



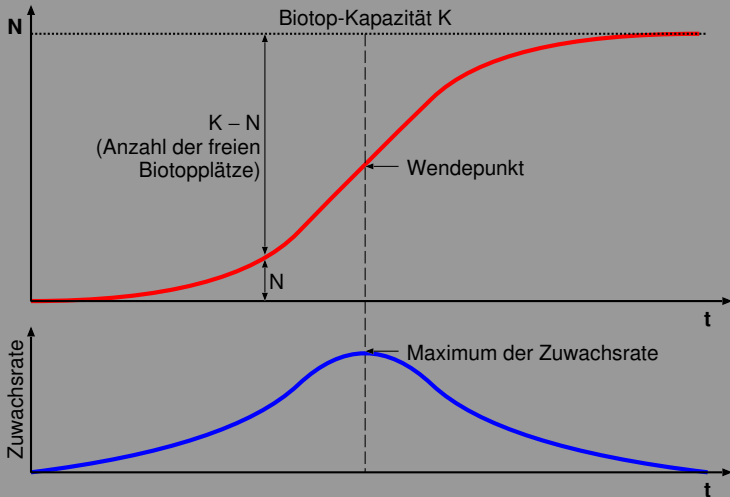
⊕: je mehr, desto mehr / je weniger, desto weniger

⊖: je mehr, desto weniger / je weniger, desto mehr

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

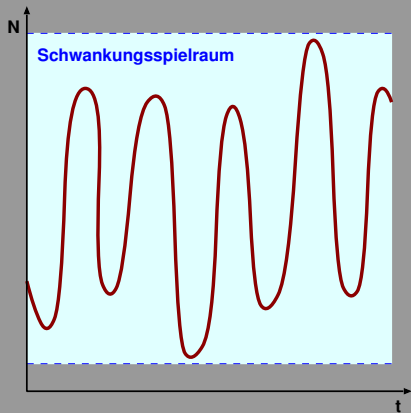
Regulierung durch innerartliche Beziehungen

▶ 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**

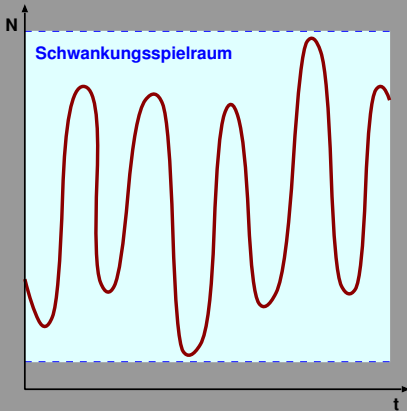
labile Population

labile Population

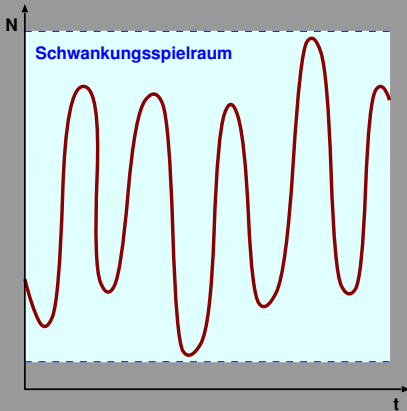


labile Population

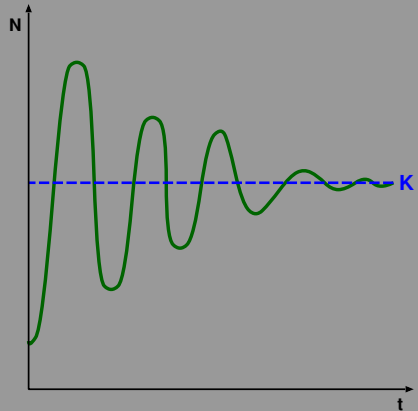
stabile Population



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
- ▶ ...



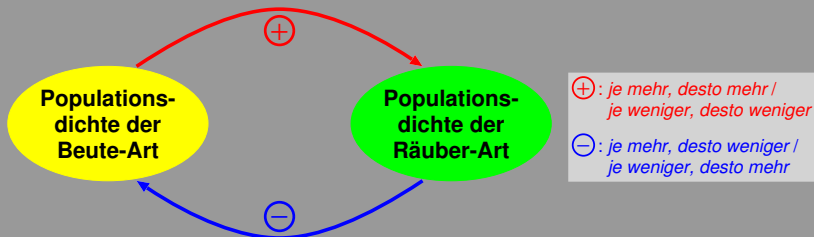
Beispiel: Räuber-Beute-Beziehungen

Beispiel: Räuber-Beute-Beziehungen

Räuber- und Beutepopulation stehen in einer Kausalbeziehung:

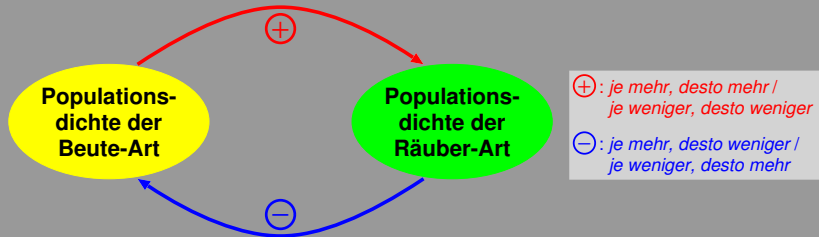
Beispiel: Räuber-Beute-Beziehungen

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:

