

## Huffackers berühmte Milben

Stand: 01.10.2018

Jahrgangsstufen	12 (ABU), 13 (GH)
Fach/Fächer	Biologie (Ausbildungsrichtungen ABU)
Übergreifende Bildungs- und Erziehungsziele	
Zeitraumen	120 Minuten
Benötigtes Material	

## Kompetenzerwartungen

Diese Aufgabe unterstützt den Erwerb folgender Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verwenden Modelle und Symbolsprache zur Veranschaulichung und Erklärung komplexer biologischer Prozesse und Phänomene. Sie bewerten die Aussagekraft von Modellen und begründen deren Auswahl zur Erklärung des vorliegenden Sachverhalts.  
(B (ABU) 12 1)
- bewerten und nutzen bereitgestellte und eigenrecherchierte populär- und fachwissenschaftliche Quellen zur Klärung naturwissenschaftlicher Fragestellungen.  
(B (ABU) 12 1)
- stellen theoriebasiert zu biologischen Fragestellungen Hypothesen auf und untersuchen historische Experimente auf deren Aussagekraft. (B (ABU) 12 1)
- wenden Modellvorstellungen auf unbekannte biologische Problemstellungen an und erklären Möglichkeiten und Grenzen dieser ideellen Modelle. (B (GH) 13 1)
- erklären Dichteschwankungen von Populationen, wenden die Lotka-Volterra-Regeln an und zeigen vor dem Hintergrund der Komplexität realer Ökosysteme deren Gültigkeitsgrenzen auf.  
(FOS B (ABU) 12 2 / BOS B (ABU) 12 3)
- analysieren die Einflüsse der unbelebten Natur auf und die Wechselwirkung der Organismen untereinander und leiten daraus Bedingungen für optimales Wachstum von Tieren und Pflanzen ab.  
(B (GH) 13 3)

## Aufgabe: Huffackers berühmte Milben

### Einleitung und Information

**Carl Barton Huffaker** (\* 30. September 1914 in Kentucky, † 10. Oktober 1995 in Kalifornien) war ein US-amerikanischer Biologe, Ökologe und Agrarwissenschaftler.

Er leistete bedeutende Beiträge zur Populationsökologie und zur Erforschung der biologischen Schädlingsbekämpfung.

Zur Untersuchung populationsökologischer Zusammenhänge führte er Mitte der 1950er Jahre im Labor Experimente mit den Milben-Arten<sup>1</sup> *Eotetranychus sexmaculatus* und *Typhlodromus occidentalis* durch. *E. sexmaculatus* ernährt sich von Orangen und wird von der Raubmilbe *T. occidentalis* gefressen.

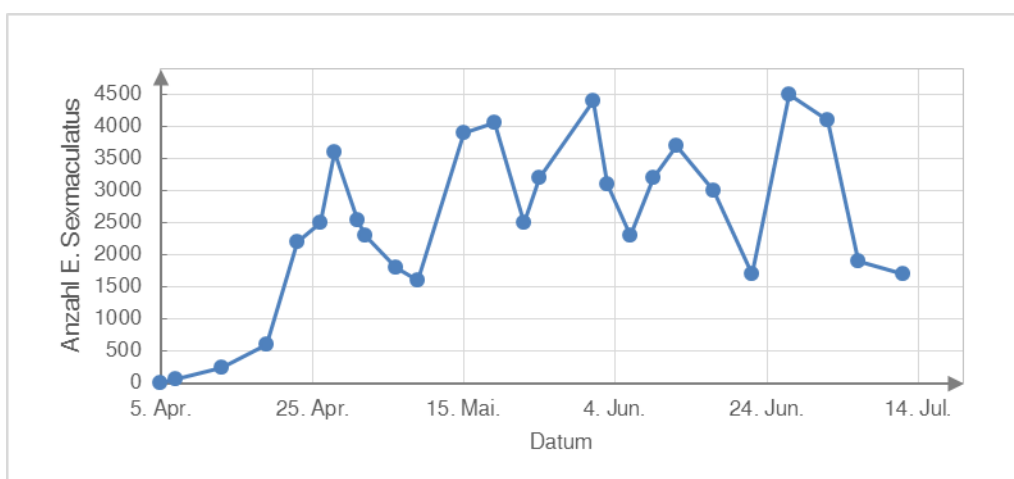
(Zusatzinformation: Beide Milbenarten sind nach ca. zehn Tagen geschlechtsreif und haben eine Lebensdauer von etwa 30 Tagen. Bei warmer Witterung erfolgt die Entwicklung schneller, bei kalter deutlich langsamer. Ohne Nahrung können die Milben nur etwa drei Tage überleben.)

Der Versuchsaufbau bestand im Wesentlichen aus einem Tablett, auf dem die Orangen in regelmäßiger Anordnung verteilt waren. Nach der Zugabe der Milben wurde das Tablett in einem Klimaschrank unter konstanten Bedingungen gelagert.

Im ersten Versuchsansatz wurden Milben der Art *E. sexmaculatus* zugegeben und deren Populationsentwicklung über einen Zeitraum von 100 Tagen verfolgt (Abbildung 2).



**Abb. 1 Spinnmilbe**  
(Pflanzenparasit, ähnliche Art wie *E. sexmaculatus*)



**Abb. 2 Populationsentwicklung *E. sexmaculatus***

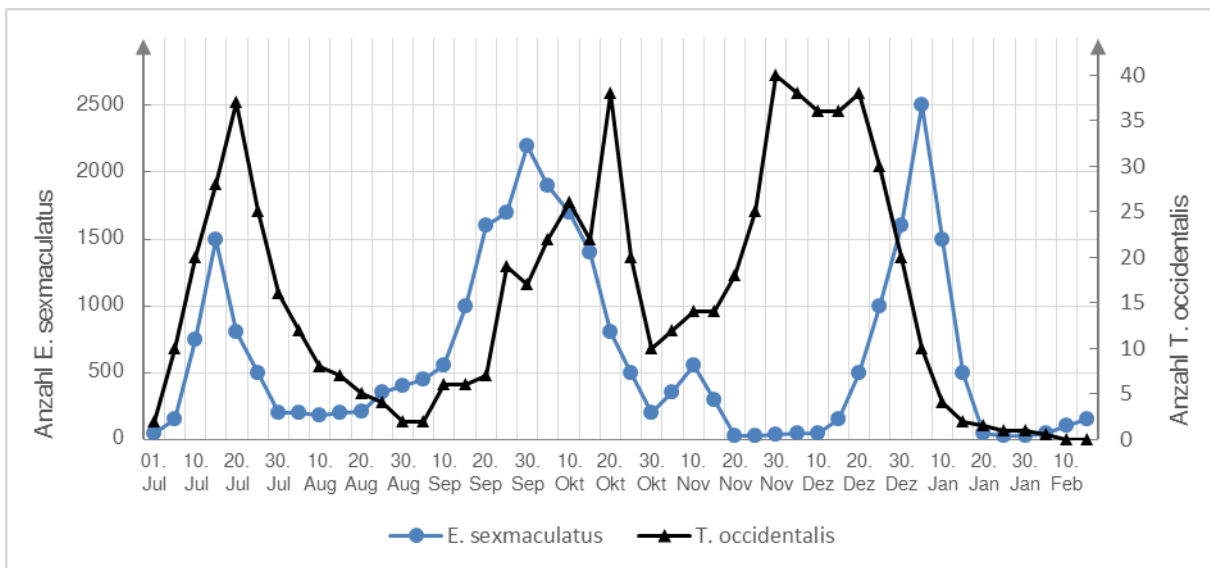
<sup>1</sup> **Milben** (Acari) sind eine Unterklasse der Spinnentiere (Arachnida) im Stamm der Gliederfüßer (Arthropoda). Mit etwa 50.000 bekannten Arten in 546 Familien sind sie die artenreichste Gruppe der Spinnentiere. Da zu ihnen die kleinsten Gliederfüßer gehören, ist davon auszugehen, dass viele Arten noch nicht entdeckt sind.

Im zweiten Versuchsansatz wurden nach einiger Zeit zusätzlich Milben der Art *T. occidentalis* zugegeben und die Populationsentwicklung beider Arten über 40 Tage hinweg aufgezeichnet. Das Ergebnis dieses Versuchs ist in Tabelle 1 dargestellt.

**Tabelle 1** Populationsentwicklung von *E. sexmaculatus* und *T. occidentalis*

Datum	<i>E. sexmaculatus</i>	<i>T. occidentalis</i>	Datum	<i>E. sexmaculatus</i>	<i>T. occidentalis</i>
02. Feb	0	0	24. Feb	2700	8
05. Feb	5	0	27. Feb	4050	15
08. Feb	100	0	01. Mrz	2000	57
11. Feb	200	0	04. Mrz	100	45
14. Feb	280	2	07. Mrz	0	0
17. Feb	1200	6	10. Mrz	0	0
21. Feb	2500	5	13. Mrz	0	0

Im dritten Versuchsansatz wurde die Komplexität des Versuchsaufbaus erhöht: Der Abstand zwischen den Orangen wurde vergrößert indem einige Orangen durch Gummibälle ersetzt wurden. Zusätzlich wurden Barrieren auf dem Tablett angebracht, um die Raubmilben (*T. occidentalis*) in ihrer Verbreitung zu behindern. Außerdem wurde den Beutemilben (*E. sexmaculatus*) die Ausbreitung auf dem Tablett durch senkrechte Stäbchen erleichtert (die Milben bewegen sich mithilfe von Spinnfäden im Luftstrom von einer Orange zur nächsten). Im Anschluss an diese Modifikationen wurden beide Milbenarten gleichzeitig eingesetzt und die Entwicklung der Populationen über einen Zeitraum von 220 Tagen verfolgt.



**Abb. 3** Populationsentwicklung von *E. sexmaculatus* und *T. occidentalis* über die Dauer von acht Monaten

## Aufgabenstellung

1. Geben Sie jedem der drei Experimente einen charakterisierenden Titel.
2. Beschreiben Sie den in Abb. 2 dargestellten Kurvenverlauf und nutzen Sie Ihr Wissen zur Entwicklung von Populationen, um das Versuchsergebnis zu erklären.
3. Bei Huffakers zweitem Experiment wurden die in Tab. 1 dargestellten Individuenzahlen ermittelt. Erstellen Sie eine Grafik, aus der die Populationsentwicklung beider Arten deutlich wird und erklären Sie den Verlauf der Kurven.
4. In Abb. 3 sind die Ergebnisse eines Experiments in Huffakers komplexem Laborsystem dargestellt.
  - 4.1. Charakterisieren Sie die Entwicklung der Populationsgrößen von Beute und Räuber. **(H)**
  - 4.2. Machen Sie eine Aussage zum Verlauf der mittleren Größe der Beute- und Räuberpopulation im Experiment.
  - 4.3. Im weiteren Verlauf des Experiments wird am 20. Dezember ein Milbengift (Akarizid) gespritzt, wodurch sich innerhalb eines Tages die Individuenzahlen beider Populationen auf ca. 2 % der vorher vorhandenen Zahlen vermindern. Ergänzen Sie in der Grafik (Abbildung 4) die zu erwartende Populationsentwicklung beider Arten für einen Zeitraum von 50 Tagen nach der Zugabe des Milbengifts. Formulieren Sie eine Regel für die Populationsentwicklung nach einer Störung, die sich auf Räuber und Beute gleichermaßen auswirkt. **(H)**

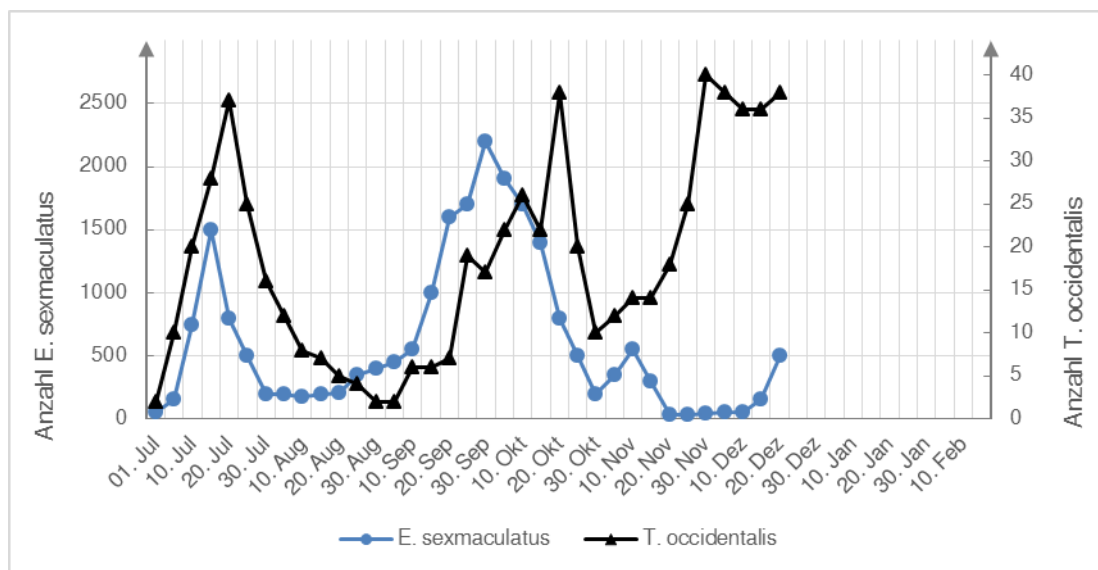


Abb. 4 Populationsentwicklung der Milbenarten bis zum Einsatz des Milbengiftes

5. Die beiden Milbenarten kommen häufig auf Orangen-Plantagen vor. Geringe Luftfeuchtigkeit und hohe Temperaturen wirken sich positiv auf die Vermehrung der beiden Arten aus. Außer *E. sexpunctatus* und *T. occidentalis* finden sich an Zitruspflanzen viele weitere Organismen: Die Gemeine Spinnmilbe (*T. urticae*) die parasitisch auf den Blättern lebt, der Citrus Leafminer (*Phyllocnistis citrella*), eine Miniermotte, deren Larven Fraßgänge durch die Blätter bohren, verschiedene Läuse und Nematoden an den Wurzeln der Pflanzen. Im Geäst sind mehrere Arten räuberischer Spinnen, Ameisen und Raubwanzen beheimatet. Letztere ernähren sich von kleineren Spinnen und Insekten. Regelmäßig besuchen auch Vögel die Bäume um Nahrung zu finden.
  - 5.1. Erklären Sie allgemein, warum in einem natürlichen Ökosystem die regelmäßigen Populationschwankungen nach Lotka-Volterra nicht oder nur kurz zu beobachten sind. (Verwenden Sie für Ihre Erklärung zwischen 40 und 50 Wörtern).
  - 5.2. Präsentieren Sie die Wechselwirkungen zwischen den im Text aufgeführten Organismen in grafischer Form. Berücksichtigen Sie auch, wie äußere Einflüsse auf die unterschiedlichen Organismengruppen wirken. **(H)**

## Quellen- und Literaturangaben

Huffaker, C. B. (1958): Experimental Studies on Predation: Dispersion Factors and Predator-Prey Oscillations. *Hilgardia* 27(14): 795 – 835

[https://de.wikipedia.org/wiki/Carl\\_B.\\_Huffaker](https://de.wikipedia.org/wiki/Carl_B._Huffaker) (aufgerufen am 18.06.2018)

Spinnmilbe: <https://pixabay.com/de/natur-bespozvonochnoe-3055195/> von ekamelev;  
lizenziert unter CC0 Public Domain (aufgerufen am 18.06.2018)

Orange: <https://pixabay.com/de/orange-obst-genie%C3%9Fbare-lebensmittel-32008/> von Clker-Free-Vektor-Images; lizenziert unter CC0 Domain (aufgerufen 13.08.2018)

## Hinweise zum Unterricht

Notwendiges Vorwissen: Gesetzmäßigkeiten des Populationswachstums (exponentielles Wachstum), wachstumsfördernde und wachstumshemmende Faktoren, Dichteregulation von Populationen.

Die Aufgabensequenz gibt einen Eindruck der langjährigen Experimentierarbeit, die Barton Huffaker angewendet hat, um die 1931 von Volterra veröffentlichten Regeln zur Populationsdynamik mit seinen Milbenpopulationen abzubilden.

Huffakers Experimente zeigen, dass Modellvorstellungen, wie Räuber-Beute-Kurven, einen Idealfall darstellen. Dieser lässt sich unter Laborbedingungen mit begrenzten Parametern nachvollziehen, ist aber nur selten in natürlichen komplexen Ökosystemen beobachtbar.

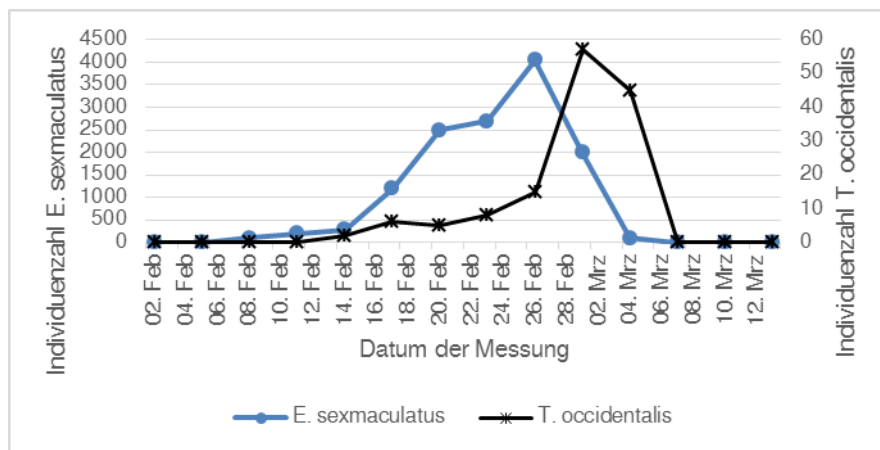
Auf der Basis der gegebenen Materialien können Schülerinnen und Schüler sowohl die Grenzen von Modellen als auch deren wichtige Funktion im Prozess der Veranschaulichung diskutieren.

Die einzelnen Aufgaben können von den Schülern weitgehend eigenständig gelöst werden. Nur Aufgabe 4 verlangt besondere Führung bzw. Nachbereitung, da hier die Zusammenhänge der Regeln von Lotka-Volterra erarbeitet werden. Auch muss der Begriff „Lotka-Volterra-Regeln“ an dieser Stelle eingeführt werden.

Für die Aufgaben 4.1, 4.3, 5.2 sind Hinweiskarten (**H**) vorhanden, die den Schülern bei Bedarf ausgehändigt werden können (Binnendifferenzierung).

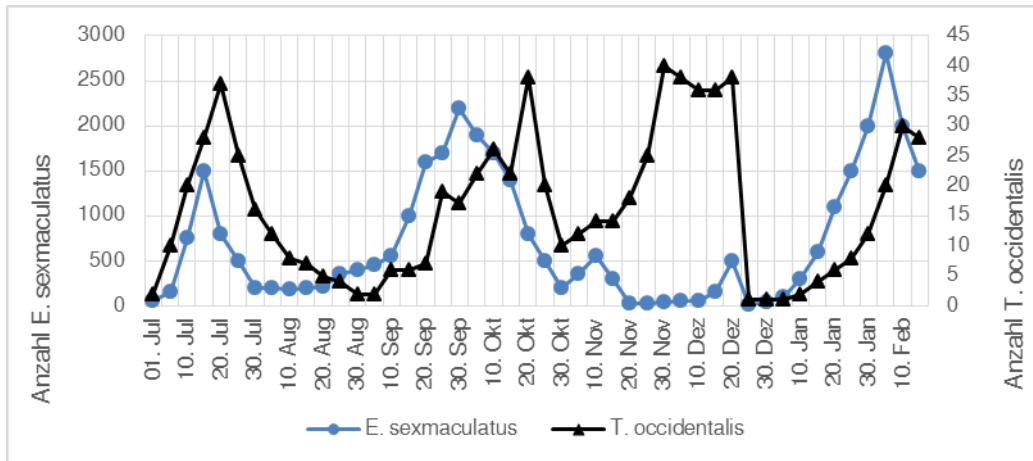
## Beispiele für Produkte und Lösungen der Schülerinnen und Schüler

1. Experiment 1: Populationsentwicklung von *E. sexmaculatus* in einfachem Habitat  
 Experiment 2: Populationsentwicklung von *E. sexmaculatus* und *T. occidentalis* in einfachem Habitat  
 Experiment 3: Populationsentwicklung von *E. sexmaculatus* und *T. occidentalis* im komplexen Habitat
2. Zunächst zeigt sich in etwa exponentielles Wachstum bis zur Kapazitätsgrenze, dann wirken dichte-regulierende Faktoren (z. B. Nahrungsknappheit, innerartliche Konkurrenz usw.). Die Populationsdichte verringert sich um dann wieder zu steigen; schließlich schwankt die Populationsdichte periodisch um die mittlere Umweltkapazität.
- 3.



Erklärung: Zunächst steigt die Individuenzahl von *E. sexmaculatus* in etwa exponentiell; etwas verzögert erfolgt ebenso annähernd der exponentielle Anstieg der Individuenzahl der Raubmilben *T. occidentalis*; die hohe Zahl an Raubmilben führt in dem einfachen System dazu, dass alle Beutetiere gefunden und gefressen werden; ohne Beute sterben mit etwas Verzögerung auch die Räuber.

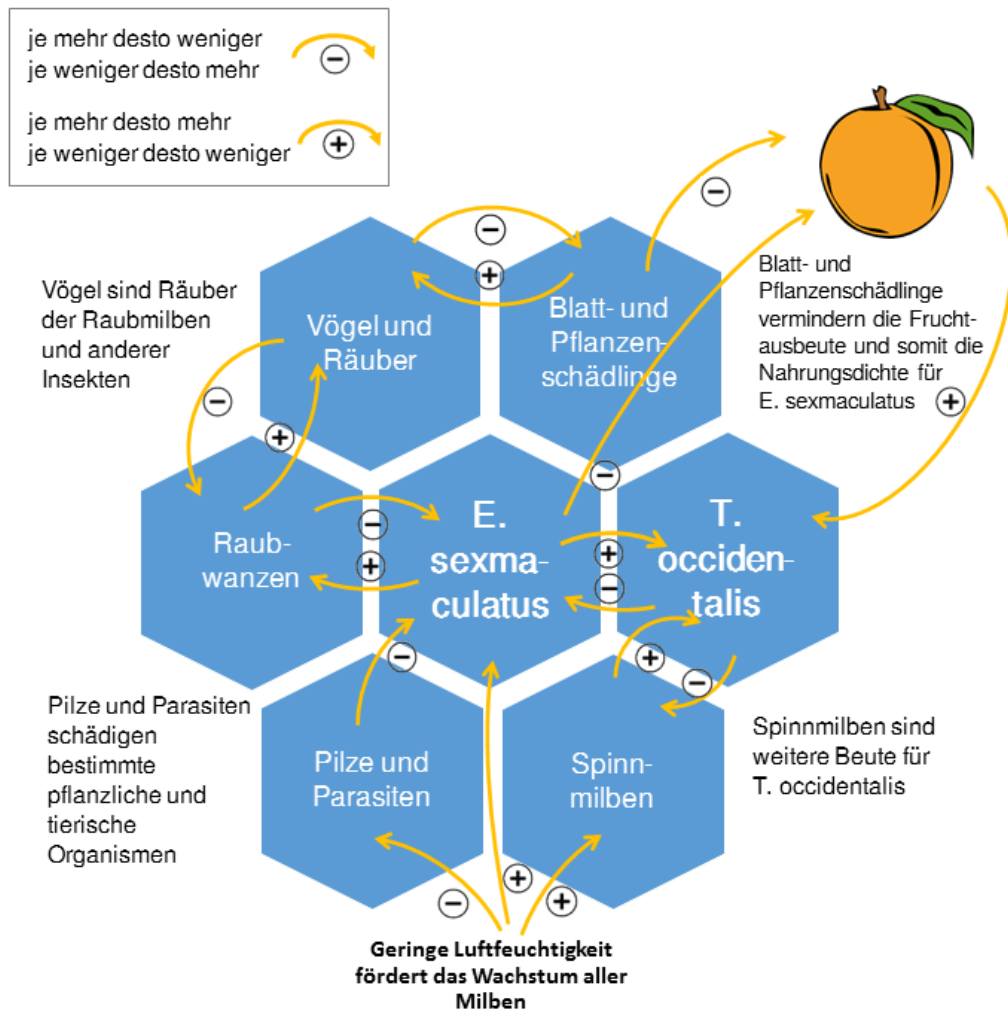
4.
  - 4.1. Die Populationsgrößen von Beute und Räuber unterliegen regelmäßigen Schwankungen, wobei die Räuberpopulation der Beutepopulation in Ihrem Verlauf mit einer gewissen Zeitverzögerung nachfolgt. [Lotka-Volterra-Regel 1]
  - 4.2. Die mittleren Populationsgrößen von Beute und Räubern bleiben konstant; [Lotka-Volterra-Regel 2]
  - 4.3. Werden beide Populationen in vergleichbarer Weise dezimiert, so steigt anschließend die Populationsdichte der Beuteindividuen zeitlich stets vor derjenigen der Räuberindividuen an. [Lotka-Volterra-Regel 3]



5.

5.1. Ein natürliches oder naturnahes Ökosystem ist wesentlich vielschichtiger als der abgeschlossene Versuchsaufbau im Labor. Die Beute hat fast immer die Möglichkeit sich zu verstecken, Beute und Räuber können ab- und zuwandern. Andere Organismen, wie Parasiten, weitere Räuber, oder alternative Beute verändern die beobachtete Beziehung.

5.2.





## Hinweis A Aufgabe 4.1

Verwenden Sie folgende Begriffe:

Populationsgrößen  
Beutepopulation  
Räuberpopulation  
Schwankungen  
Zeitverzögerung

## Hinweis B Aufgabe 4.1

Die Populationsgrößen von ... und ... unterliegen regelmäßigen ..., wobei die ... der ... in ihrem Verlauf mit einer gewissen ... nachfolgt.

## Hinweis Aufgabe 4.3

Beginnen Sie die Definition folgendermaßen:

Werden beide Populationen in vergleichbarer Weise dezimiert, so steigt...

## Hinweis A Aufgabe 5.2

1. Unterstreichen Sie alle in dem Text genannten Organismen.
2. Überlegen Sie, ob diese Organismen das Wachstum von *E. sex.* / *T. occ.* fördern oder verhindern.
3. verwenden Sie zur Erklärung u.a. folgende Begriffe: Räuber, Nahrungskonkurrenz, Parasiten, Beute.

## Hinweis B Aufgabe 5.2

