

Fressen und gefressen werden – Nahrungsbeziehungen digital modellieren

Unterrichtsmaterial

Autor:innen: Lena Abicht, Lara Kaiser, Louisa Bohla, Desiree Turek

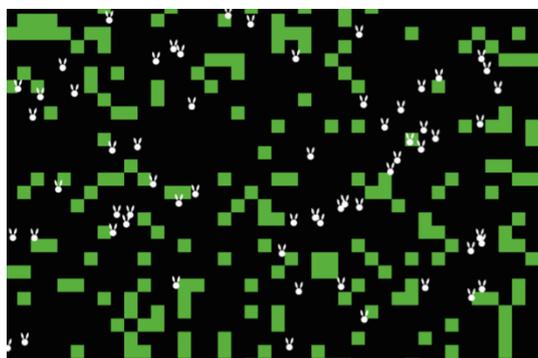


Das Material im Überblick

Fach	Biologie
Themenfeld	Ökologie
Klassenstufe	11
Kompetenzschwerpunkte	Erkenntnisgewinnung
Lernziel	<ol style="list-style-type: none">1. Die Schüler:innen können mögliche Einflussfaktoren auf die Entwicklung einer Population am Beispiel einer Kaninchenpopulation und Graspopulationen analysieren.2. Die Schüler:innen können drei Hypothesen zur Entwicklung beider Populationen in Abhängigkeit bestimmter Umweltfaktoren aufstellen.3. Die Schüler:innen können die aufgestellten Hypothesen mithilfe des Modells „NetLogo (Rabbits Gras Weeds)“ überprüfen. (https://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/RabbitsGrassWeeds)
Benötigte Materialien	Laptops oder Tablets mit Zugang zum „NetLogo“-Browser (oder installierter App), Internetverbindung in der Schule

Inhalt

Hinweise zum Einsatz.....	2
Arbeitsblätter für Schüler:innen.....	4
Material 1: Informationstext zum Modell.....	12
Material 2: Tipp-Karte zur Hypothesenfindung	13
Erwartungsbild.....	14
Anhang (Übersetzung für Lehrkraft)	20



Wilensky, U. (2001). NetLogo Rabbits Grass Weeds model.

Hinweise zum Einsatz des Unterrichtsmaterials

- Benötigtes Vorwissen:**
- zu den Parametern einer Population, logistischem Wachstum, funktionellen Zusammenhängen von dichteabhängigen und dichteunabhängigen Faktoren, Lotka-Volterra-Regeln
- Unterrichtsphase:**
- Erarbeitung, Anwendung
- Sozialform:**
- Einzelarbeit oder Partnerarbeit
- Methode**
- Versuch, Modellieren
- Differenzierung:**
- Aufgabe 2: Tipp-Karten (Material 2) zur Hypothesenformulierung
 - Teilaufgaben 2a-c: zur Niveausteigerung weglassen, damit die Schüler:innen frei Hypothesen aufstellen können
 - Die Funktionsweise des Modells kann im Plenum eingeführt oder alternativ selbstständig/explorativ von den Schüler:innen erarbeitet werden
 - Auswertung: innerhalb der einzelnen Gruppen oder direkt im Plenum
 - Zusatzaufgabe: für schnelle Gruppen (zu Lotka-Volterra-Regeln)
- Sonstiges:**
- **Test der Funktion des Modells auf den digitalen Endgeräten:**
<https://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/RabbitsGrassWeeds>
→ Zugang über Website: Klick auf „Try running it in NetLogo Web“
→ App-Installation: Klick auf „download the NetLogo application“
Die Installation ist vor dem Unterricht durchzuführen.
 - Für Lehrkraft: Auf der Website wird die Funktionsweise des Modells erklärt. Eine Übersetzung findet sich im Anhang.
 - **Zweiergruppen** einteilen
 - Im Anschluss an die Arbeit mit dem Material empfiehlt sich eine **Modellkritik**
- Quellen:**
- Modell: Wilensky, U. (2001). Net Logo Rabbits Grass Weeds model. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/RabbitsGrassWeeds>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
 - NetLogo software: Wilensky, U. (1999). NetLogo. <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/>. Center for Connected Learning and Computer-Based Modelling, Northwestern University, Evanston, IL.

Fressen und gefressen werden – Nahrungsbeziehungen digital modellieren

Lebewesen in Ökosystemen stehen in komplizierten Wechselwirkungen miteinander. Deutlich wird das am Beispiel von Nahrungsbeziehungen. Was passiert zum Beispiel, wenn eine Kaninchenpopulation im Grasland mit reichhaltigem Nahrungsangebot stetig anwächst? Lassen sich solche Zusammenhänge mathematisch modellieren? Ist es möglich, auf Grundlage solcher Modelle eine Vorhersage für die zukünftige Entwicklung der Populationen in einem Ökosystem zu treffen?

Forschungsfragen:

- (1) Wie beeinflussen veränderte Umweltfaktoren (bspw. eine erhöhte Wachstumsrate für Gras) die Größen verschiedener Populationen (Kaninchen, Gras, Unkraut)?
- (2) Wie beeinflussen veränderte Umweltfaktoren das ökologische Gleichgewicht der Gemeinschaft?

Aufgabe 1: Vertraut werden mit der Funktionsweise des Modells

- a) **Öffne** das Modell „Rabbits Grass Weeds“ mit deinem digitalen Endgerät!
- b) **Lies** den Informationstext zum Modell (Material 1) und die Erklärungen in der untenstehenden Abbildung zur Benutzeroberfläche des Modells!
- c) **Erkläre** deinem/r Banknachbar:in die Funktionsweise des Modells!

The screenshot shows the NetLogo interface for the 'Rabbits Grass Weeds' model. It includes a control panel with sliders for 'number' (100), 'birth-threshold' (20), 'grass-grow-rate' (10), 'grass-energy' (5), 'weeds-grow-rate' (0), and 'weed-energy' (0). There are 'setup' and 'go' buttons. A 'model speed' slider is at the top right, and a 'count rabbits' monitor shows 141. A 'Populations' graph shows the trends for grass, rabbits, and weeds over time. The main window displays a grid of green squares (grass) and white rabbits.

Model speed: Stelle am Regler die Geschwindigkeit ein. Je kleiner die Zahl, desto langsamer das Modell

Anzahl der Individuen in der Kaninchen-Anfangspopulation (Werte von 0 bis 500 möglich).

Setup: aktuelle Einstellungen werden übernommen.
Go: Modell startet mit den aktuellen Einstellungen.

Birth-threshold: Schwellenwert für die Reproduktion der Kaninchen. Je höher der Schwellenwert, desto geringer die Geburtenrate (Werte von 0 bis 20 möglich)

Grass-grow-rate: Wachstumsrate Gras (Werte von 0 bis 20 möglich)

Grass-energy: die von Gras bereitgestellte Energie (Werte von 0 bis 10 möglich)

Weeds-grow-rate: Wachstumsrate Unkraut (Werte von 0 bis 20 möglich)

Weeds-energy: die von Unkraut bereitgestellte Energie (Werte von 0 bis 10 möglich)

Das Diagramm visualisiert die Entwicklungen der Kaninchen-, Gras- und Unkrautpopulation (x-Achse: Zeit [ticks], y-Achse: Anzahl der Individuen)

Aktuelle Anzahl der Individuen in der Kaninchenpopulation.

Aufgabe 3: Überprüfen der Hypothesen

Überprüfe deine Hypothesen mithilfe des NetLogo Modells, indem du jeweils für die unabhängige Variable drei verschiedene Werte einsetzt!

Betrachte jeweils die Entwicklung der untersuchten Population(en) bis zu 300 ticks in der Animation und im Diagrammverlauf!

Dokumentiere deine gewählten Variablengrößen in den Tabellen und skizziere die zugehörigen Verläufe der Diagramme (bis zu 300 *ticks*)!

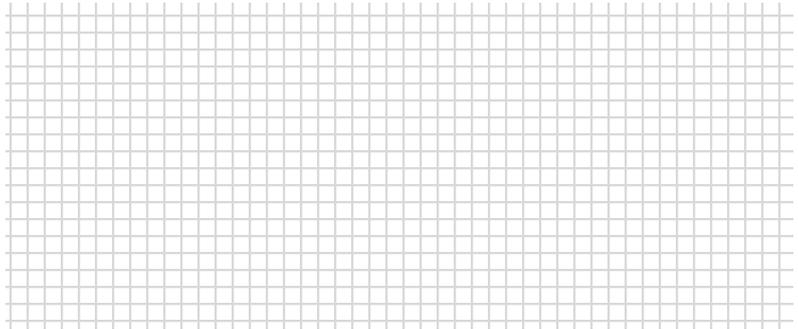
Tipp

(1) Denke daran, immer nur eine einzige Variable zu verändern! Für die unveränderten Variablen bietet es sich an, einen mittleren Wert einzustellen!

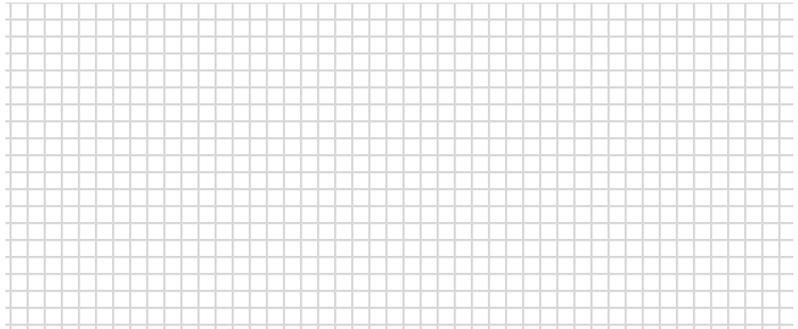
(2) Das Diagramm kannst du dir groß anschauen, indem du auf die drei Striche rechts neben „Populations“ klickst und „Download PDF Document“ auswählst.

Hypothese 1:

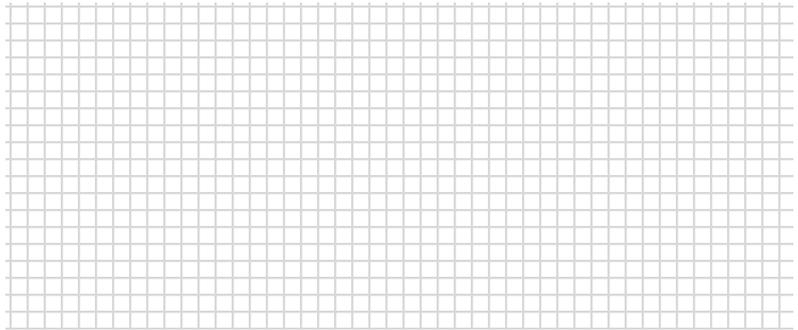
<i>number:</i>	
<i>birth-threshold:</i>	
<i>grass-grow-rate:</i>	<i>grass-energy:</i>
<i>weeds-grow-rate:</i>	<i>weed-energy:</i>



<i>number:</i>	
<i>birth-threshold:</i>	
<i>grass-grow-rate:</i>	<i>grass-energy:</i>
<i>weeds-grow-rate:</i>	<i>weed-energy:</i>

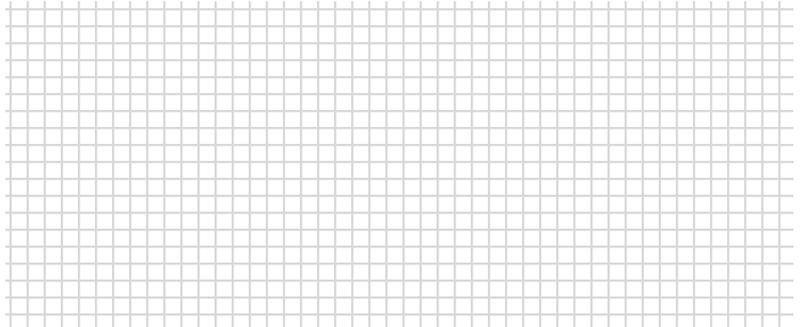


<i>number:</i>	
<i>birth-threshold:</i>	
<i>grass-grow-rate:</i>	<i>grass-energy:</i>
<i>weeds-grow-rate:</i>	<i>weed-energy:</i>

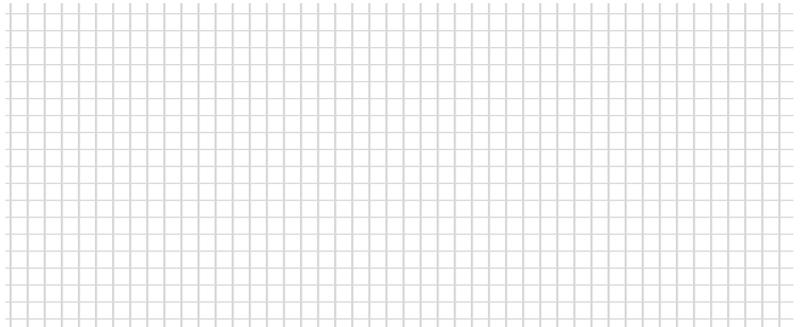


Hypothese 2:

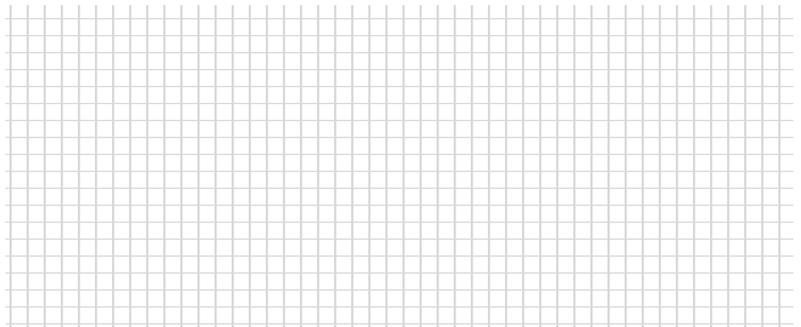
<i>number:</i>	
<i>birth-threshold:</i>	
<i>grass-grow-rate:</i>	<i>grass-energy:</i>
<i>weeds-grow-rate:</i>	<i>weed-energy:</i>



<i>number:</i>	
<i>birth-threshold:</i>	
<i>grass-grow-rate:</i>	<i>grass-energy:</i>
<i>weeds-grow-rate:</i>	<i>weed-energy:</i>

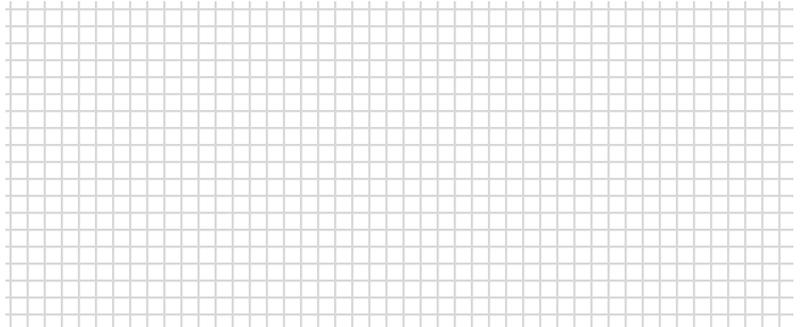


<i>number:</i>	
<i>birth-threshold:</i>	
<i>grass-grow-rate:</i>	<i>grass-energy:</i>
<i>weeds-grow-rate:</i>	<i>weed-energy:</i>

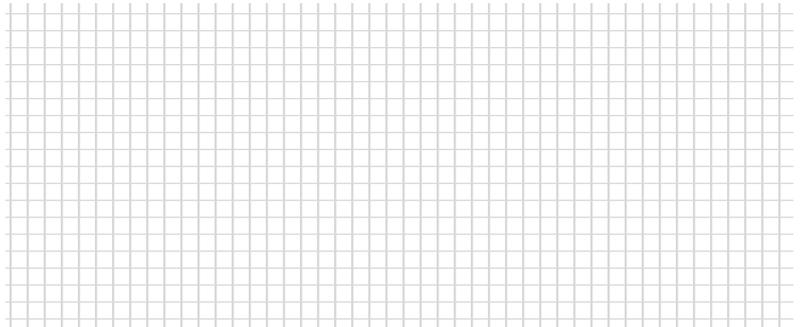


Hypothese 3:

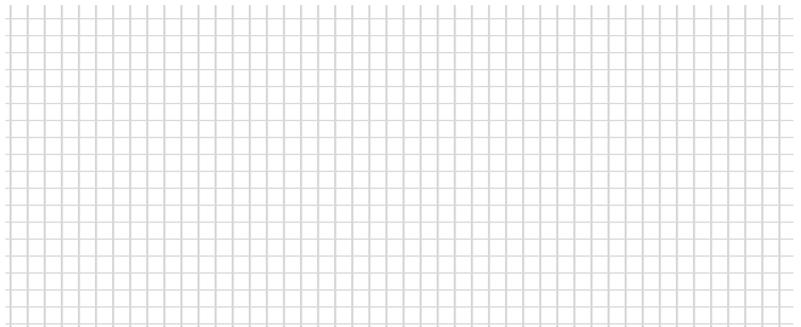
<i>number:</i>	
<i>birth-threshold:</i>	
<i>grass-grow-rate:</i>	<i>grass-energy:</i>
<i>weeds-grow-rate:</i>	<i>weed-energy:</i>



<i>number:</i>	
<i>birth-threshold:</i>	
<i>grass-grow-rate:</i>	<i>grass-energy:</i>
<i>weeds-grow-rate:</i>	<i>weed-energy:</i>



<i>number:</i>	
<i>birth-threshold:</i>	
<i>grass-grow-rate:</i>	<i>grass-energy:</i>
<i>weeds-grow-rate:</i>	<i>weed-energy:</i>

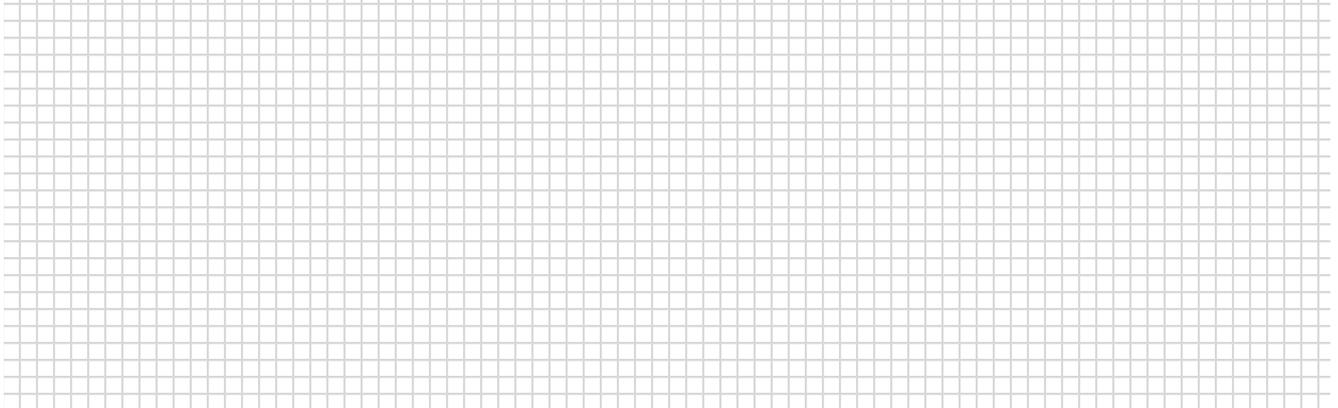


Aufgabe 4: Datenauswertung

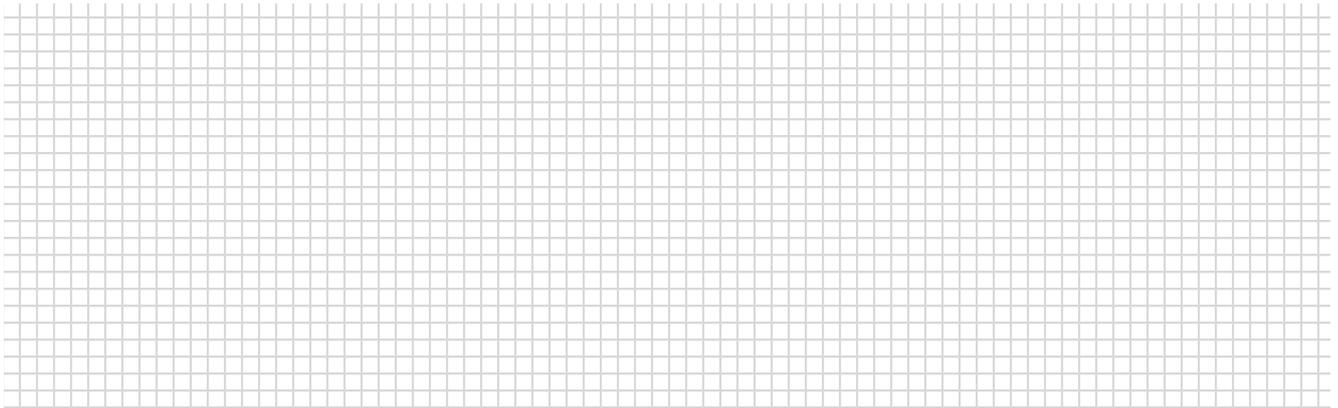
Interpretiere die Daten aus Aufgabe 3.

Kannst du deine Hypothese bestätigen oder widerlegen? **Begründe!**

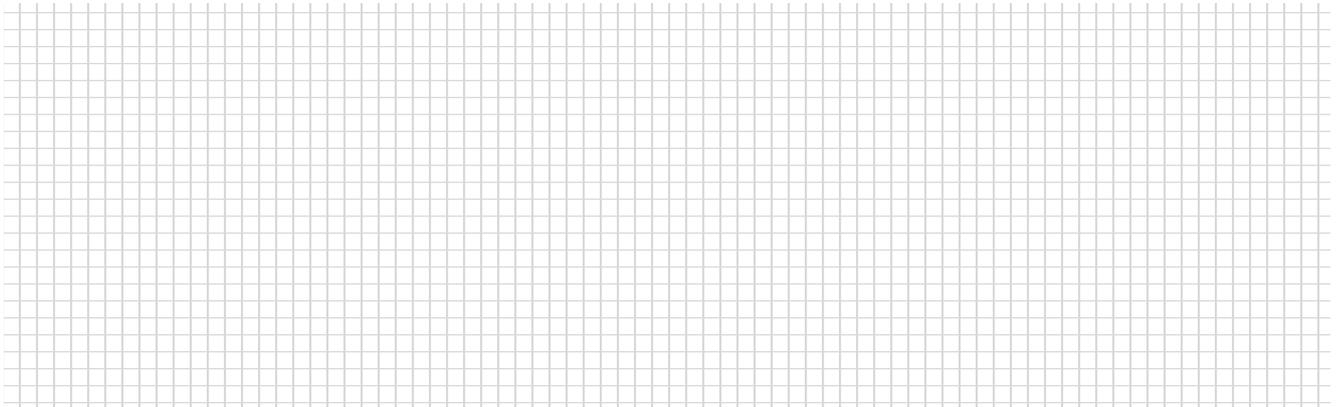
Hypothese 1:



Hypothese 2:



Hypothese 3:



Aufgabe 5: Fazit

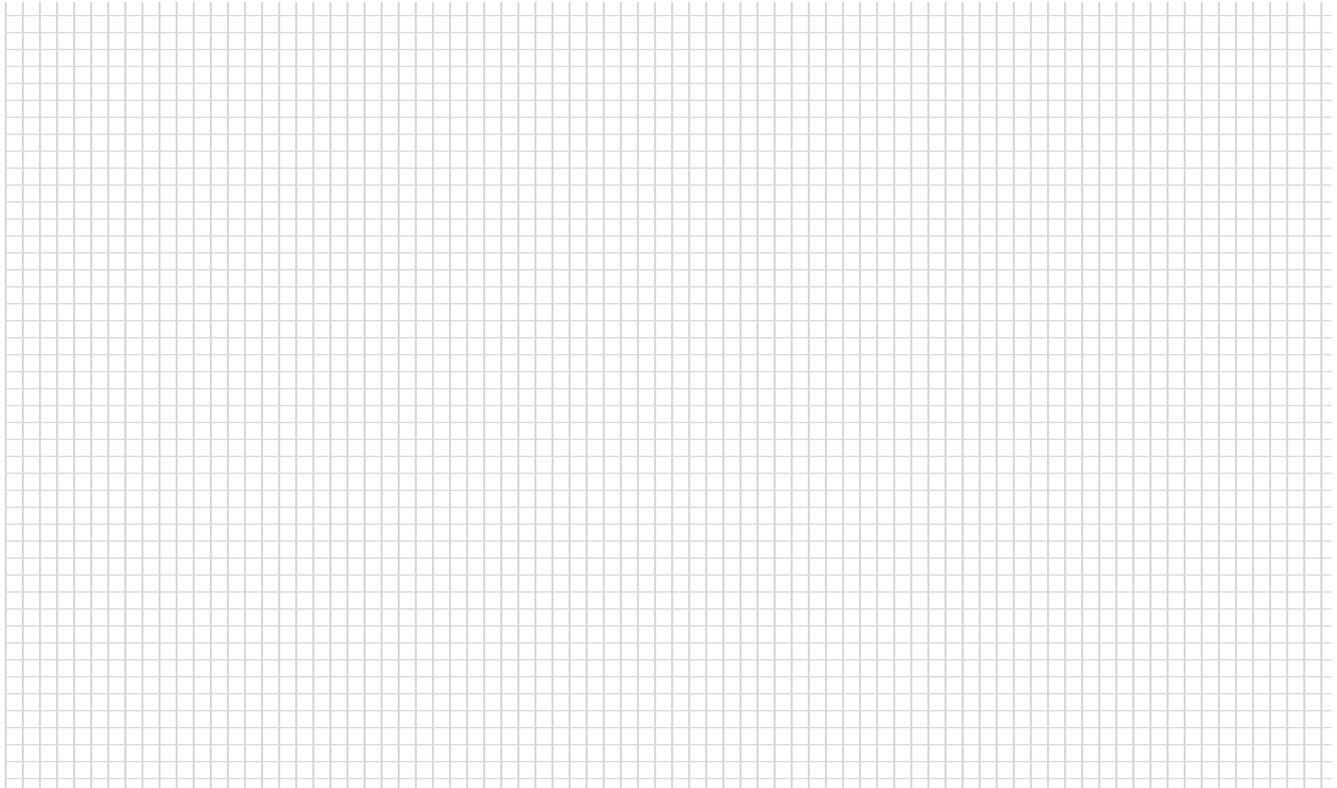
Beantworte auf Basis deiner Datenerhebung und Dateninterpretation die Forschungsfragen!

(1) Wie beeinflussen veränderte Umweltfaktoren die Größen verschiedener Populationen?

(2) Wie beeinflussen veränderte Umweltfaktoren das ökologische Gleichgewicht der Gemeinschaft?

Zusatz

Wähle dir ein Diagramm aus der Datenerhebung aus und **erkläre** anhand dessen die Lotka-Volterra-Regeln!



Material 1: Informationstext zum Modell

Kaninchen, Gras und Unkraut

Worum handelt es sich bei diesem Modell?

Das Modell untersucht ein einfaches Ökosystem bestehend aus Kaninchen (*rabbits*), Gras (*gras*) und Unkraut (*weed*). Die Kaninchen bewegen sich zufällig umher. Gras und Unkraut wachsen ebenfalls zufällig. Wenn ein Kaninchen auf Gras oder Unkraut stößt, frisst es das Gras oder das Unkraut und gewinnt Energie. Wenn das Kaninchen genug Energie gewinnt, reproduziert es sich. Wenn es nicht genug Energie gewinnt, stirbt es. Gras und Unkraut können angepasst werden, um mit unterschiedlichen Wachstumsraten zu wachsen und den Kaninchen unterschiedliche Mengen an Energie zu geben. Das Modell kann verwendet werden, um die Wettbewerbsvorteile dieser Variablen (Wachstumsrate, Menge an für Kaninchen verfügbare Energie) zu untersuchen.

Wie verwendet man das Modell?

Klicke auf die Schaltfläche SETUP, um die Kaninchen (rot), Gras (grün) und Unkraut (violett) einzurichten. Klicke auf die Schaltfläche GO, um die Simulation zu starten. Der Regler ANZAHL steuert die anfängliche Anzahl der Kaninchen. Der Regler BIRTH-THRESHOLD stellt das Energieniveau ein, auf dem sich die Kaninchen fortpflanzen. Der Regler GRASS-GROWTH-RATE steuert die Geschwindigkeit, mit der das Gras wächst. Der Regler WEEDS-GROWTH-RATE steuert die Geschwindigkeit, mit der das Unkraut wächst.

Die Standardeinstellungen des Modells sind so gewählt, dass das Unkraut zunächst nicht vorhanden ist (Unkraut Wachstumsrate: 0, Unkraut Energie: 0). So kannst du dir das Zusammenspiel von Kaninchen und Gras anschauen. Sobald du das getan hast, kannst du beginnen, die Wirkung von Unkraut hinzuzufügen. Beobachte den COUNT RABBITS Monitor und das POPULATIONS Diagramm, um zu beobachten, wie sich die Kaninchenpopulation im Laufe der Zeit verändert.

Wilensky, U. (2001): NetLogo Models Library: Sample Models/Biology. Rabbits Grass Weeds. In: <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/RabbitsGrassWeeds> (abgerufen am 19.07.2024). (Übersetzung)

Material 2: Tipp-Karte zur Hypothesenfindung

Tipp-Karte: Inspirierenden Fragen zur Hypothesenfindung

- Wächst in deinem Ökosystem nur Gras, nur Unkraut oder beides?
- Wie schnell wächst das Gras/Unkraut in deinem Ökosystem?
- Wieviel Energie stellt das Gras/Unkraut für die Kaninchen bereit?
- Wie entwickelt sich die Kaninchenpopulation, wenn viel/wenig Gras/Unkraut mit geringem/hohem Energiegehalt wächst?
- Wie entwickelt sich die Gras-/Unkrautpopulation, wenn der Schwellwert für die Kaninchenreproduktion niedrig/hoch ist?
- Wie beeinflusst die Nahrungsverfügbarkeit die Größe der Kaninchenpopulation?
- Wie wirkt sich die Reproduktionsrate auf das ökologische Gleichgewicht zwischen Kaninchen und Gräsern/Unkraut aus?

Tipp-Karte: Inspirierenden Fragen zur Hypothesenfindung

- Wächst in deinem Ökosystem nur Gras, nur Unkraut oder beides?
- Wie schnell wächst das Gras/Unkraut in deinem Ökosystem?
- Wieviel Energie stellt das Gras/Unkraut für die Kaninchen bereit?
- Wie entwickelt sich die Kaninchenpopulation, wenn viel/wenig Gras/Unkraut mit geringem/hohem Energiegehalt wächst?
- Wie entwickelt sich die Gras-/Unkrautpopulation, wenn der Schwellwert für die Kaninchenreproduktion niedrig/hoch ist?
- Wie beeinflusst die Nahrungsverfügbarkeit die Größe der Kaninchenpopulation?
- Wie wirkt sich die Reproduktionsrate auf das ökologische Gleichgewicht zwischen Kaninchen und Gräsern/Unkraut aus?

Tipp-Karte: Inspirierenden Fragen zur Hypothesenfindung

- Wächst in deinem Ökosystem nur Gras, nur Unkraut oder beides?
- Wie schnell wächst das Gras/Unkraut in deinem Ökosystem?
- Wieviel Energie stellt das Gras/Unkraut für die Kaninchen bereit?
- Wie entwickelt sich die Kaninchenpopulation, wenn viel/wenig Gras/Unkraut mit geringem/hohem Energiegehalt wächst?
- Wie entwickelt sich die Gras-/Unkrautpopulation, wenn der Schwellwert für die Kaninchenreproduktion niedrig/hoch ist?
- Wie beeinflusst die Nahrungsverfügbarkeit die Größe der Kaninchenpopulation?
- Wie wirkt sich die Reproduktionsrate auf das ökologische Gleichgewicht zwischen Kaninchen und Gräsern/Unkraut aus?

Tipp-Karte: Inspirierenden Fragen zur Hypothesenfindung

- Wächst in deinem Ökosystem nur Gras, nur Unkraut oder beides?
- Wie schnell wächst das Gras/Unkraut in deinem Ökosystem?
- Wieviel Energie stellt das Gras/Unkraut für die Kaninchen bereit?
- Wie entwickelt sich die Kaninchenpopulation, wenn viel/wenig Gras/Unkraut mit geringem/hohem Energiegehalt wächst?
- Wie entwickelt sich die Gras-/Unkrautpopulation, wenn der Schwellwert für die Kaninchenreproduktion niedrig/hoch ist?
- Wie beeinflusst die Nahrungsverfügbarkeit die Größe der Kaninchenpopulation?
- Wie wirkt sich die Reproduktionsrate auf das ökologische Gleichgewicht zwischen Kaninchen und Gräsern/Unkraut aus?

Erwartungsbild

Aufgabe 2: Hypothesen formulieren (Beispiele)

a) Stelle eine Hypothese auf, wie sich die Populationsgröße der Kaninchen durch ein verändertes Nahrungsangebot verändert! Benenne die abhängige und die unabhängige Variable!

- Je mehr Gras wächst, desto höher ist die Individuenzahl in der Kaninchenpopulation.

Abhängige Variable: Individuenzahl der Kaninchenpopulation

Unabhängige Variable: Gras-Wachstumsrate

b) Stelle eine Hypothese auf, welchen Einfluss die Qualität des Nahrungsangebots (Energiegehalt) auf die Populationsgröße der Kaninchen hat! Benenne die abhängige und die unabhängige Variable!

- Je energiereicher das Gras ist, desto höher ist Individuenzahl in der Kaninchenpopulation.
- Fällt der Energiegehalt des Grases unter einen bestimmten Wert bei einem bestimmten Schwellenwert für die Reproduktion der Kaninchen, stirbt die Kaninchenpopulation aus.

Abhängige Variable: Individuenzahl der Kaninchenpopulation

Unabhängige Variable: Gras-Energiegehalt

c) Stelle eine Hypothese auf, wie der Schwellenwert für die Kaninchenreproduktion die Populationsgröße von Gras beeinflusst. Benenne die abhängige und die unabhängige Variable!

- Je geringer der Schwellenwert für die Reproduktion (bzw. höher die Reproduktionsrate) der Kaninchen ist, desto geringer ist die Individuenzahl der Gras-(oder Unkraut-)population.
- Je niedriger die Reproduktionsrate der Kaninchen ist, desto höher ist die Individuenzahl der Gras-(oder Unkraut-)population.

Abhängige Variable: Gras-/Unkraut-Wachstumsrate

Unabhängige Variable: Schwellenwert für Reproduktion/ Reproduktionsrate der Kaninchen

Aufgabe 3:

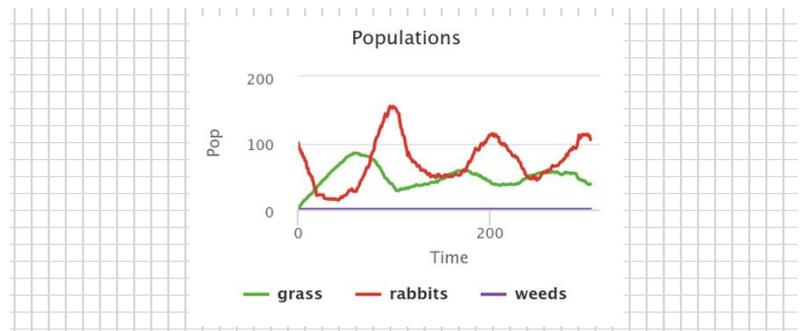
(Es sind unterschiedliche Hypothesen denkbar, für das Erwartungsbild wurden exemplarische Hypothesen ausgewählt)

Hypothese 1:

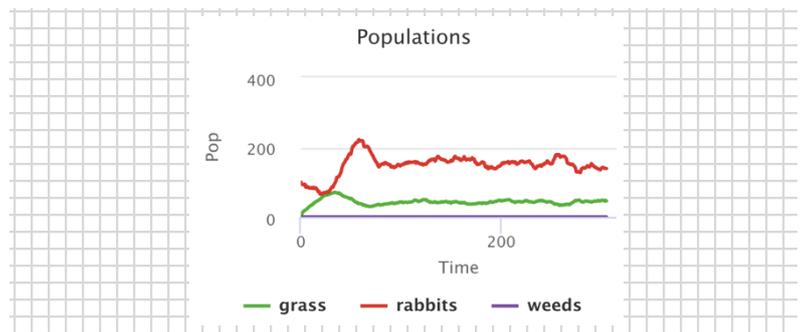
Je mehr Gras wächst, desto höher ist die Individuenzahl in der Kaninchenpopulation.

Nur die Variable *grass-grow-rate* wird verändert. Für die anderen Variablen wurde ein mittelhoher Wert gewählt, welcher konstant bleibt.

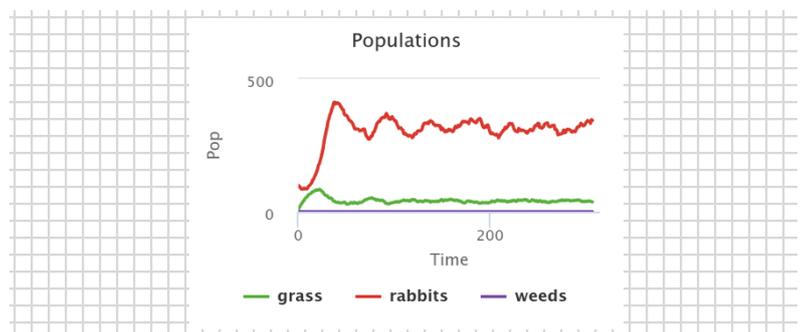
<i>number:</i> 100	
<i>birth-threshold:</i> 10	
<i>grass-grow-rate:</i> 5	<i>grass-energy:</i> 5
<i>weeds-grow-rate:</i> -	<i>weed-energy:</i> -



<i>number:</i> 100	
<i>birth-threshold:</i> 10	
<i>grass-grow-rate:</i> 10	<i>grass-energy:</i> 5
<i>weeds-grow-rate:</i> -	<i>weeds-grow-rate:</i> -



<i>number:</i> 100	
<i>birth-threshold:</i> 10	
<i>grass-grow-rate:</i> 20	<i>grass-energy:</i> 5
<i>weeds-grow-rate:</i> -	<i>weeds-grow-rate:</i> -

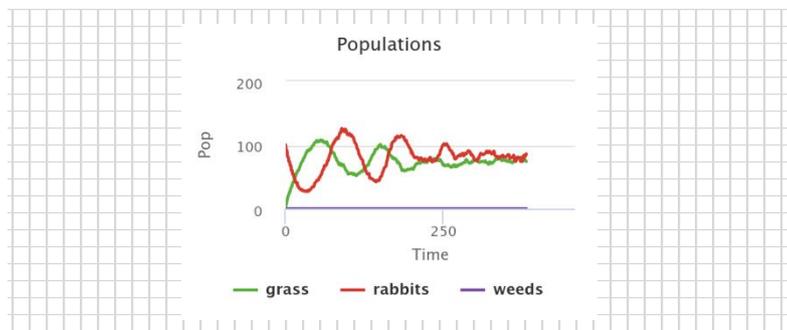


Hypothese 2:

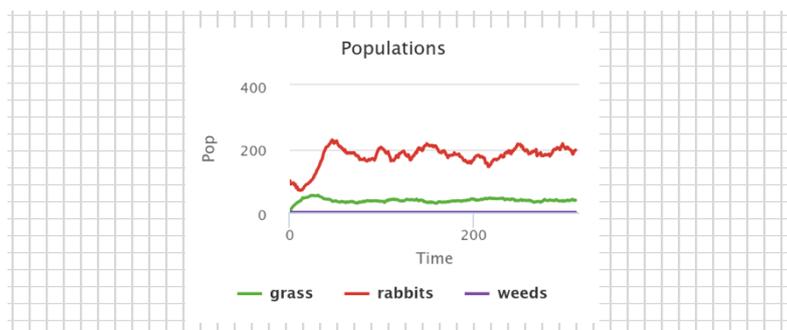
Je energiereicher das Gras ist, desto höher ist Individuenzahl in der Kaninchenpopulation.

Nur die Variable *grass-energy* wird verändert.

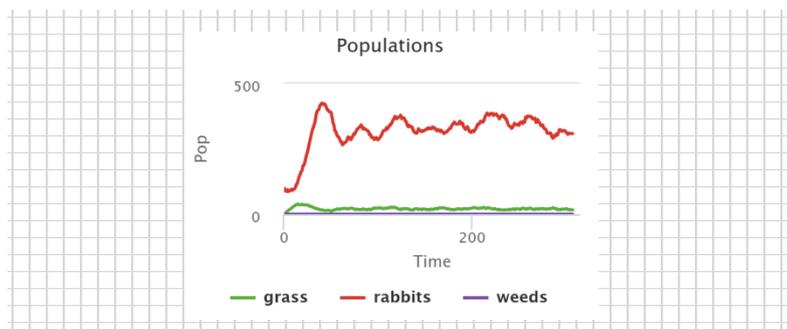
<i>number:</i> 100	
<i>birth-threshold:</i> 10	
<i>grass-grow-rate:</i> 10	<i>grass-energy:</i> 3
<i>weeds-grow-rate:</i> -	<i>weed-energy:</i> -



<i>number:</i> 100	
<i>birth-threshold:</i> 10	
<i>grass-grow-rate:</i> 10	<i>grass-energy:</i> 6
<i>weeds-grow-rate:</i> -	<i>weed-energy:</i> -



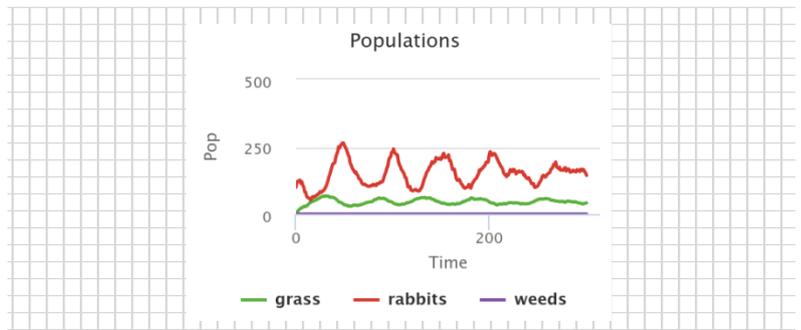
<i>number:</i> 100	
<i>birth-threshold:</i> 10	
<i>grass-grow-rate:</i> 10	<i>grass-energy:</i> 10
<i>weeds-grow-rate:</i> -	<i>weed-energy:</i> -



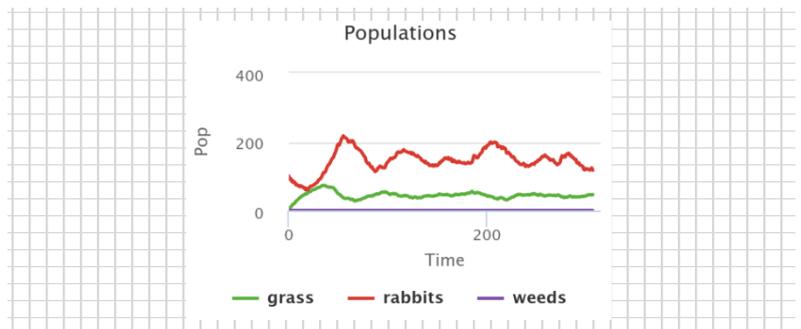
Hypothese 3:

Je geringer der Schwellenwert für die Reproduktion (bzw. höher die Reproduktionsrate) der Kaninchen ist, desto geringer ist die Individuenzahl der Graspopulation.

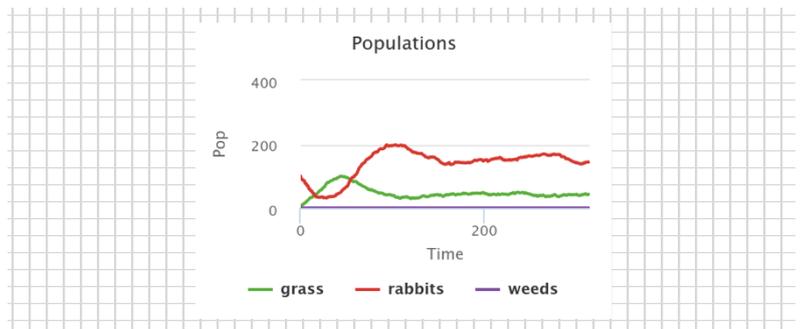
<i>number: 100</i>	
<i>birth-threshold: 5</i>	
<i>grass-grow-rate: 10</i>	<i>grass-energy: 5</i>
<i>weeds-grow-rate: -</i>	<i>weed-energy: -</i>



<i>number: 100</i>	
<i>birth-threshold: 10</i>	
<i>grass-grow-rate: 10</i>	<i>grass-energy: 5</i>
<i>weeds-grow-rate: -</i>	<i>weed-energy: -</i>



<i>number: 100</i>	
<i>birth-threshold: 20</i>	
<i>grass-grow-rate: 10</i>	<i>grass-energy: 5</i>
<i>weeds-grow-rate: -</i>	<i>weed-energy: -</i>



Aufgabe 4: Datenauswertung

Interpretiere die Daten aus Aufgabe 3.

Kannst du deine Hypothese bestätigen oder widerlegen? Begründe!

(Exemplarische Antworten für die oben beschriebenen Beispiele)

Hypothese 1: bestätigt

- schwankende, aber höhere Individuenzahl der Kaninchen bei höherer Gras-Wachstumsrate
 - o Mittelwert bei *grass-grow-rate 5* beträgt ca. **90** Individuen
 - o Mittelwert bei *grass-grow-rate 10* beträgt ca. **160** Individuen
 - o Mittelwert bei *grass-grow-rate 20* beträgt ca. **320** Individuen

Erklärung: starke Zunahme der Kaninchen-Populationsgröße im Diagramm 3, da durch die erhöhte Wachstumsrate des Grases mehr Nahrung für die Kaninchen da ist.

Hypothese 2: bestätigt

- schwankende, aber höhere Individuenzahl der Kaninchen bei höherer *grass-energy*
 - o Mittelwert bei *grass-energy 3* beträgt ca. **90** Individuen
 - o Mittelwert bei *grass-energy 6* beträgt ca. **190** Individuen
 - o Mittelwert bei *grass-energy 3* beträgt ca. **300** Individuen
- **Erklärung:** starke Zunahme der Kaninchen-Populationsgröße im Diagramm 3, da weniger Gras zur Verfügung steht, aber dieses jedoch den Hasen mehr Energie liefert, sodass diese eine geringere Menge an Gras für ihre Reproduktion benötigen (Schwellenwert für Reproduktion ist schneller überschritten).

Hypothese 3: nicht bestätigt

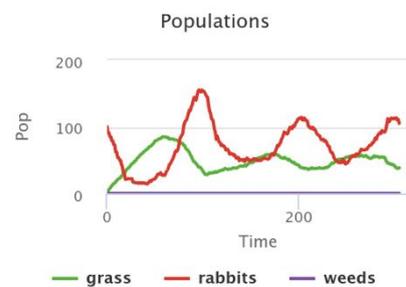
- mittlere Individuenzahl der Kaninchenpopulation ist in allen drei Diagrammen ungefähr gleich
- je höher der Schwellenwert für die Reproduktion der Kaninchen, desto langsamer schwankt die Individuenzahl der Kaninchen
 - die mittlere Individuenzahl der Graspopulation ist in allen drei Diagrammen ungefähr gleich

Unterrichtsmaterial: Fressen und gefressen werden – Nahrungsbeziehungen digital modellieren
Thema: Ökologie
Klassenstufe: 11

Zusatz

Wähle dir ein Diagramm aus der Datenerhebung aus und erkläre ar Regeln!

Beispiel: Hypothese 1, Diagramm 1



Folgende zusätzliche Überlegungen zu den Lotka-Volterra-Regeln sind möglich:

1. Regel: bei konstanten Bedingungen schwanken Räuber- & Beute-Populationen periodisch

- Maximum der Räuber-Population (Kaninchen, rot) folgt nach dem Maximum der Beute-Population (Gras, grün)
- Interpretation des 1. Diagrammes: Es gibt zu Beginn mehr Kaninchen als Gras. Somit gibt es zu wenig Futter für alle Kaninchen und ein Teil der Kaninchenpopulation stirbt. Nun existieren weniger Fressfeinde und die Populationsgröße des Grasses (Beute) steigt deutlich an. Wenn folglich viel Gras existiert, haben die Kaninchen (Räuber) ein höheres Nahrungsangebot, können sich besser vermehren und ihre Populationsgröße steigt. An dem Punkt, wo die Kaninchen mehr Gras fressen als neu wächst, sinkt die Größe der Graspopulation und somit leicht verzögert auch die Größe der Kaninchenpopulation. Nun gibt es wieder weniger Räuber, sodass sich die Graspopulation erholen kann und die Populationsgröße des Grasses ansteigt. Mehr Gras bedeutet wieder mehr Nahrung für die Kaninchen, deren Populationsgröße nun auch wieder ansteigt. Dieses Schema wiederholt sich.

2. Regel: Populationsgrößen schwanken konstant um einen festen Mittelwert

- Mittelwert der Größe der Kaninchenpopulation nimmt mit zunehmender *grass-grow-rate* zu und entfernt sich damit auch zunehmend von der mittleren Größe der Graspopulation
- Mittelwert der Graspopulation bleibt annähernd gleich bei ca. 50 Individuen

3. Regel: bei gleicher Dezimierung von Räuber- und Beutepopulation in ihrer Populationsgröße erholt sich die Beutepopulation schneller als die Räuberpopulation

- am Anfang der Diagramme sichtbar (zum Beginn des Experiments)
- Kaninchenpopulation (Räuber) sinkt erstmal, Graspopulation (Beute) steigt direkt an

Anhang

Vollständige Übersetzung der Modell-Einführung für Lehrkräfte

Unter: <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/RabbitsGrassWeeds>

Kaninchen, Gras und Unkraut

Worum handelt es sich bei diesem Modell?

Das Modell untersucht ein einfaches Ökosystem bestehend aus Kaninchen (*rabbit*), Gras (*grass*) und Unkraut (*weed*). Die Kaninchen bewegen sich zufällig umher. Gras und Unkraut wachsen ebenfalls zufällig. Wenn ein Kaninchen auf Gras oder Unkraut stößt, frisst es das Gras und/oder Unkraut und gewinnt Energie. Wenn das Kaninchen genug Energie gewinnt, reproduziert es sich. Wenn es nicht genug Energie gewinnt, stirbt es. Gras und Unkraut können angepasst werden, um mit unterschiedlichen Wachstumsraten zu wachsen und den Kaninchen unterschiedliche Mengen an Energie zu geben. Das Modell kann verwendet werden, um die Wettbewerbsvorteile dieser Variablen (Wachstumsrate, bereitstellende Energie) zu untersuchen.

Wie verwendet man das Modell?

Klicke auf die Schaltfläche SETUP, um die Kaninchen (rot), Gras (grün) und Unkraut (violett) einzurichten. Klicke auf die Schaltfläche GO, um die Simulation zu starten. Der Regler ANZAHL steuert die anfängliche Anzahl der Kaninchen. Der Regler BIRTH-THRESHOLD stellt das Energieniveau ein, auf dem sich die Kaninchen fortpflanzen. Der Regler GRASS-GROWTH-RATE steuert die Geschwindigkeit, mit der das Gras wächst. Der Regler WEEDS-GROWTH-RATE steuert die Geschwindigkeit, mit der das Unkraut wächst.

Die Standardeinstellungen des Modells sind so gewählt, dass das Unkraut zunächst nicht vorhanden ist (Unkraut Wachstumsrate: 0, Unkraut Energie: 0). So kannst du dir das Zusammenspiel von Kaninchen und Gras anschauen. Sobald du das getan hast, kannst du beginnen, die Wirkung von Unkraut hinzuzufügen. Beobachte den COUNT RABBITS Monitor und das POPULATIONS Diagramm, um zu beobachten, wie sich die Kaninchenpopulation im Laufe der Zeit verändert.

Dinge zum Beobachten

Beobachte den COUNT RABBITS Monitor und das POPULATIONS Diagramm, um zu sehen, wie sich die Kaninchenpopulation im Laufe der Zeit verändert. Zunächst gibt es nicht genug Gras für die Kaninchen, und viele Kaninchen sterben. Aber dadurch kann das Gras sich stärker ausbreiten und bietet den verbliebenen Kaninchen reichlich Nahrung. Die Kaninchen gewinnen Energie und vermehren sich. Der Überfluss an Kaninchen führt zu einem Mangel an Gras, und der Kreislauf beginnt von neuem. Die Kaninchenpopulation durchläuft eine gedämpfte Schwingung und stabilisiert sich schließlich in einem engen Bereich. Auch die Gesamtmenge an Gras schwankt, gegenphasig zur Entwicklung der Kaninchenpopulation. Diese Doppelschwingungen sind charakteristisch für Räuber-

Beute-Systeme. Solche Systeme werden normalerweise durch eine Reihe von Differentialgleichungen beschrieben, die als Lotka-Volterra-Gleichungen bekannt sind.

Dinge zum Ausprobieren

Lass andere Parameter außer Acht und ändere die Graswachstumsrate und lass sich das System wieder stabilisieren. Denkst du, dass es jetzt mehr Gras geben wird? Noch mehr Kaninchen?

Ändere nur den Schwellenwert für die Reproduktion der Kaninchen. Wie wirkt sich das auf die Anzahl von Kaninchen und Gras aus?

Mit den aktuellen Einstellungen zeigt der Diagrammverlauf der Kaninchenpopulation eine schwächere Schwingung. Kannst du durch das Ändern der Parameter eine stärkere Schwingung erzeugen? Oder eine instabile Schwingung?

Füge nun Unkraut hinzu, indem du die Schieberegler WEEDS-GROW-RATE wie GRASS-GROW-RATE und WEEDS-ENERGY wie GRASS-ENERGY einstellst. Beachten, dass die Menge an Gras und Unkraut ungefähr gleich ist. Jetzt lässt du das Gras und das Unkraut in unterschiedlichen Geschwindigkeiten wachsen. Was passiert?

Was passiert, wenn das Unkraut in der gleichen Geschwindigkeit wächst wie das Gras, aber das Unkraut liefert den Kaninchen weniger Energie als das Gras, wenn es gefressen wird (WEED-ENERGIY ist geringer als GRASS-ENERGY)?

Denk über weitere Möglichkeiten nach, wie sich zwei Pflanzenarten unterscheiden könnten, und probiere aus, welchen Einfluss bestimmte Umweltfaktoren auf die Populationen zeigen. Was wäre zum Beispiel, wenn Unkraut auch dort wachsen könnte, wo bereits eine Graspflanze steht, aber Gras nicht dort wachsen kann, wo bereits Unkraut vorhanden ist? Was wäre, wenn die Kaninchen die Pflanze bevorzugen, die ihnen die meiste Energie gibt?

Lass das Modell eine Weile laufen und ändere dann plötzlich den Schwellenwert für die Reproduktion der Kaninchen auf Null. Was ist passiert?