

Vorgesehene Bearbeitungsdauer für diese Aufgabe: 75 Minuten

Gesamtdauer der Klausur gemäß VV zu § 14 Absatz 1 APO-GOST: 135–180 Minuten

Version a mit Planung eines Experiments

Thema:

Ökologische Beziehungen zwischen Krabbenspinne und Brillenschötchen

Die biotischen Beziehungen zwischen der Blütenpflanze Glatt-Brillenschötchen, seinen Bestäubern und der Gehöckerten Krabbenspinne wurden genauer untersucht. Dazu wurden Beobachtungen im Schweizer Flachland und Versuche in Gewächshäusern durchgeführt.

Aufgabenstellung:

1. Geben Sie Definitionen für die ersten drei Trophieebenen einer Nahrungskette an und erklären Sie die Bedeutung der Destruenten. (6 BE)
2. Skizzieren Sie auf Basis von M 1 ein Nahrungsnetz unter Angabe der Trophieebenen (M 1). (6 BE)
3. Fassen Sie die in Abbildung 1 gezeigten Ergebnisse zusammen (M 2). Diskutieren Sie, ob es sich bei der interspezifischen Beziehung zwischen der Gehöckerten Krabbenspinne und dem Glatt-Brillenschötchen um Symbiose handelt (M 1 und M 2). (12 BE)
4. Stellen Sie eine Hypothese zur Funktion des Farbwechsels bei Weibchen der Gehöckerten Krabbenspinne auf. Planen Sie ein Experiment zur Überprüfung dieser Hypothese (M 1). (6 BE)

M 1 Die Gehöckerte Krabbenspinne

Die Gehöckerte Krabbenspinne (*Thomisus onustus*) ist eine in Europa vorkommende Art aus der Familie der Krabbenspinnen. Gehöckerte Krabbenspinnen verharren zum Beutefang reglos auf Blüten freistehender Pflanzen, bis sich eine geeignete Beute nähert. Als Beute dienen insbesondere Insekten, wie zum Beispiel Bienen, Hummeln oder Raupen. Diese werden von den Gehöckerten Krabbenspinnen mithilfe ihrer kräftigen, vergrößerten Vorderbeinpaare festgehalten und dann durch einen Biss getötet.

Im Schweizer Flachland findet man die Gehöckerte Krabbenspinne fast ausschließlich auf Glatt-Brillenschötchen (*Biscutella laevigata*). Deren meist gelbe, manchmal auch weißliche Blüten werden hauptsächlich von Bienen bestäubt. Blätter, Blüten und damit auch die Samenanlagen der Glatt-Brillenschötchen werden unter anderem von herbivoren Insekten wie den Raupen der Kohlschabe (*Plutella xylostella*), einer Schmetterlingsart, gefressen. Die Pflanzen werden auch von Vögeln angefliegen, die sich von Insekten und Krabbenspinnen ernähren.

Weibchen der Gehöckerten Krabbenspinne können ihre Farbe innerhalb von etwa drei bis sieben Tagen von weiß nach gelb und zurück wechseln.

M 2 Auswirkungen von Krabbenspinnen und Herbivoren auf Glatt-Brillenschötchen

In einem Gewächshaus wurde untersucht, wie sich die Anwesenheit von Gehöckerten Krabbenspinnen auf Glatt-Brillenschötchen auswirkt. Dazu wurden jeden Morgen drei Raupen der Kohlschabe auf jeweils ein Glatt-Brillenschötchen mit beziehungsweise ohne Gehöckerte Krabbenspinne gesetzt. Abends wurden die auf den Pflanzen verbliebenen Raupen gezählt (Abbildung 1A). Nach vier Tagen wurde zusätzlich die Anzahl der verletzten Blätter und Blüten bestimmt (Abbildung 1B). Zudem wurde nach vier Wochen die Anzahl der pro Pflanze gebildeten Samen ermittelt (Abbildung 1C).

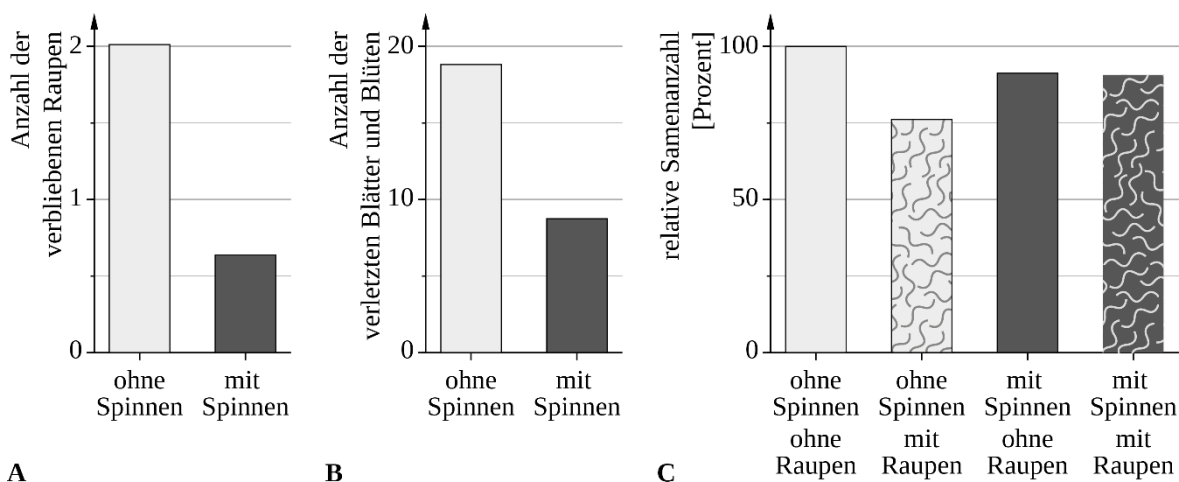


Abbildung 1 Auswirkungen der Anwesenheit von Gehöckerten Krabbenspinnen auf Glatt-Brillenschötchen.

A Anzahl der im Beobachtungszeitraum auf den Glatt-Brillenschötchen verbliebenen Raupen;

B Anzahl der verletzten Blätter und Blüten; **C** Relative Anzahl gebildeter Samen.

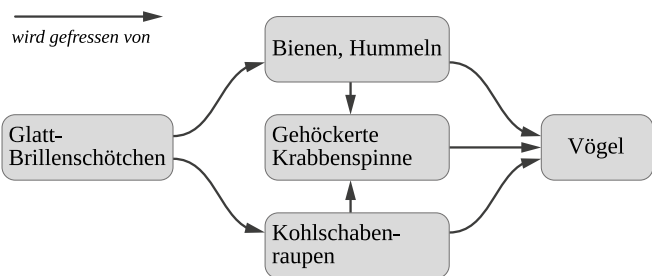
Die Daten geben jeweils Durchschnittswerte pro Glatt-Brillenschötchen an. Es wurden 100 Pflanzen untersucht.

Vorgesehene Bearbeitungsdauer für diese Aufgabe:

75 Minuten

Gesamtdauer der Klausur gemäß VV zu § 14 Absatz 1 APO-GOST: 135–180 Minuten

Version a mit Planung eines Experiments

Thema: Ökologische Beziehungen zwischen Krabbspinne und Brillenschötchen <i>Lösungsvorschlag</i>	BE (AFB)	Erreichte BE
1		
<p>Angeben Die erste Trophieebene bilden die Produzenten, die Fotosynthese betreiben (Pflanzen). Die zweite Trophieebene bilden die Konsumenten erster Ordnung, die sich von den Produzenten ernähren (Herbivoren). Die dritte Trophieebene bilden die Konsumenten zweiter Ordnung, die sich von den Lebewesen der zweiten Trophieebene ernähren (Carnivoren).</p>	4 (I)	
<p>Erklären Destruenten sind Lebewesen, die abgestorbene Biomasse zu anorganischen Substanzen abbauen. Diese gehen in den Stoffkreislauf des Ökosystems wieder ein und können dann für Stoffwechselprozesse genutzt werden.</p>	2 (I)	
2		
<p>Skizzieren erste Trophieebene: Glatt-Brillenschötchen zweite Trophieebene: Kohlschabenraupen, Bienen, Hummeln dritte Trophieebene: Gehöckerte Krabbspinne, Vögel (ggf. auch vierte Trophieebene)</p>  <pre> graph LR A[Glatt-Brillenschötchen] -- "wird gefressen von" --> B[Bienen, Hummeln] A -- "wird gefressen von" --> C[Gehöckerte Krabbspinne] A -- "wird gefressen von" --> D[Kohlschabenraupen] B -- "wird gefressen von" --> E[Vögel] C -- "wird gefressen von" --> E D -- "wird gefressen von" --> E </pre>	6 (II)	
3		
<p>Zusammenfassen Auf den Glatt-Brillenschötchen verblieben mehr Kohlschabenraupen, wenn sich keine Gehöckerten Krabbspinnen auf den Pflanzen befanden. Zudem wurden in Abwesenheit von Gehöckerten Krabbspinnen etwa doppelt so viele Blätter und Blüten durch die Raupen verletzt wie in Gegenwart der Spinnen. Befanden sich weder Raupen noch Spinnen auf den Pflanzen, war die Anzahl der von den Glatt-Brillenschötchen produzierten Samen am höchsten. Befanden sich nur Raupen auf den Pflanzen, so reduzierte sich die relative Samenanzahl deutlich. Eine Reduktion trat auch ein, wenn nur Krabbspinnen oder Raupen und Krabbspinnen auf den Pflanzen waren.</p>	4 (I)	
<p>Diskutieren Das Glatt-Brillenschötchen ist durch die Gehöckerte Krabbspinne teilweise vor Fraßschäden durch Herbivoren wie Kohlschabenraupen geschützt. Die Krabbspinnen können auf den Glatt-Brillenschötchen Insekten erbeuten, wobei sie davon profitieren, dass diese Insekten zum Beispiel als Bestäuber von den Glatt-Brillenschötchen angelockt werden. Diese Aspekte zeigen, dass beide Arten profitieren und daher eine Symbiose vorliegen kann. Glatt-Brillenschötchen bildeten jedoch im Gewächshaus dann die meisten Samen, wenn weder Gehöckerte Krabbspinnen noch Kohlschabenraupen anwesend waren. Gehöckerte Krabbspinnen erschweren durch ihre Jagd auf Insekten möglicherweise die Bestäubung von Glatt-Brillenschötchen und reduzieren somit deren Fortpflanzungsrate. Diese Aspekte sprechen gegen eine Symbiose. Da die relative Samenanzahl dann am stärksten sank, wenn keine Spinnen, aber Raupen anwesend waren, wird sich die Anwesenheit der Spinnen positiv auf die Samenanzahl unter den natürlichen Verhältnissen im Freiland auswirken. Dort sind Kohlschabenraupen als Herbivoren immer anzutreffen und die Anwesenheit von Krabbspinnen schützt die Brillenschötchen vor Herbivorie. Daher könnte es sich unter Freilandbedingungen tatsächlich um eine Symbiose handeln.</p>	4 (II) 4 (III)	

Thema: Ökologische Beziehungen zwischen Krabbspinne und Brillenschötchen <i>Lösungsvorschlag</i>	BE (AFB)	Erreichte BE
4		
<p>Hypothese aufstellen Der Farbwechsel könnte zur Anpassung an verschiedenfarbig blühende Pflanzen führen und ermöglicht eine bessere Tarnung. Die weiblichen Krabbspinnen werden in der Folge auf den Blüten von ihrer Beute nicht wahrgenommen und haben daher einen höheren Jagderfolg. <i>(Alternative, ebenso zu bewertende Hypothese: Möglicherweise führt der Farbwechsel zur Anpassung an verschiedenfarbig blühende Pflanzen und ermöglicht eine bessere Tarnung, sodass die weiblichen Krabbspinnen auf den Blüten von ihren Räubern nicht wahrgenommen werden und somit seltener gefressen werden.)</i></p>	2 (II)	
<p>Experiment planen Bei dem Experiment werden verschiedenfarbige Glatt-Brillenschötchen mit einer definierten Anzahl von weiblichen Krabbspinnen und Bestäubern als Beute der Krabbspinnen besetzt. Dabei werden zum einen die Blüten weißblühender Pflanzen mit weißen Krabbspinnen und gelbblühender Pflanzen mit gelben Krabbspinnen besetzt. Zum anderen werden gelbe Krabbspinnen auf weißblühende und weiße Krabbspinnen auf gelbblühende Pflanzen gesetzt. Nach einer definierten Zeitspanne wird die Anzahl der Bestäuber auf allen Pflanzen dokumentiert. Wenn die Hypothese zutrifft, müsste beim Ansatz, bei dem die Farbe der Krabbspinnen mit der Blütenfarbe übereinstimmt, die Anzahl auf den Pflanzen verbliebenen Bestäuber kleiner sein als bei dem Ansatz mit Pflanzen und anders gefärbten Krabbspinnen. Das wäre ein Hinweis darauf, dass die Krabbspinnen durch den Farbwechsel besser an den Untergrund angepasst und daher von ihrer Beute weniger gut wahrgenommen werden. <i>(Die Entwicklung eines adäquaten Experiments zur alternativen Hypothese ist ebenfalls mit der vollen Punktzahl zu bewerten.)</i></p>	2 (II) 2 (III)	
	30	

KLP-Bezüge

Inhaltliche Schwerpunkte und Aspekte	Stoffkreislauf und Energiefluss in einem Ökosystem: Kohlenstoffkreislauf, Nahrungsnetz Intra- und interspezifische Beziehungen: Konkurrenz, Parasitismus, Symbiose, Räuber-Beute-Beziehungen
Konkretisierte Kompetenzerwartung	analysieren Wechselwirkungen zwischen Lebewesen hinsichtlich intra- oder interspezifischer Beziehungen analysieren die Zusammenhänge von Nahrungsbeziehungen, Stoffkreisläufen und Energiefluss in einem Ökosystem
Übergeordnete Kompetenzerwartung	S2 strukturieren und erschließen biologische Phänomene sowie Anwendungen der Biologie auch mithilfe von Basiskonzepten S7 erläutern Prozesse in und zwischen lebenden Systemen sowie zwischen lebenden Systemen und ihrer Umwelt E3 stellen theoriegeleitet Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf E4 planen und führen hypothesengeleitete Beobachtungen, Vergleiche, Experimente und Modellierungen durch und protokollieren sie E5 berücksichtigen bei der Planung von Beobachtungen, Vergleichen, Experimenten sowie Modellierungen das jeweilige Variablengefüge E9 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen E 11 widerlegen oder stützen die Hypothese (Hypothesenrückbezug) K9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander

Literatur

Knauer, A. C., Bakhtiari, M. & Schiestl, F. P. (2018). Crab spiders impact floral-signal evolution indirectly through removal of florivores. *Nature Communications*, 9(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03792-x>