

Vorgesehene Bearbeitungsdauer für diese Aufgabe: 75 Minuten

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

Version b mit Anwendung eines Basiskonzepts

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. (3 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). (14 BE)
4. Fassen Sie die in M 3 angegebenen Informationen zusammen (M 3). Erläutern Sie diese unter Berücksichtigung des Basiskonzepts Information und Kommunikation (M 1 bis M 3). (7 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.

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).

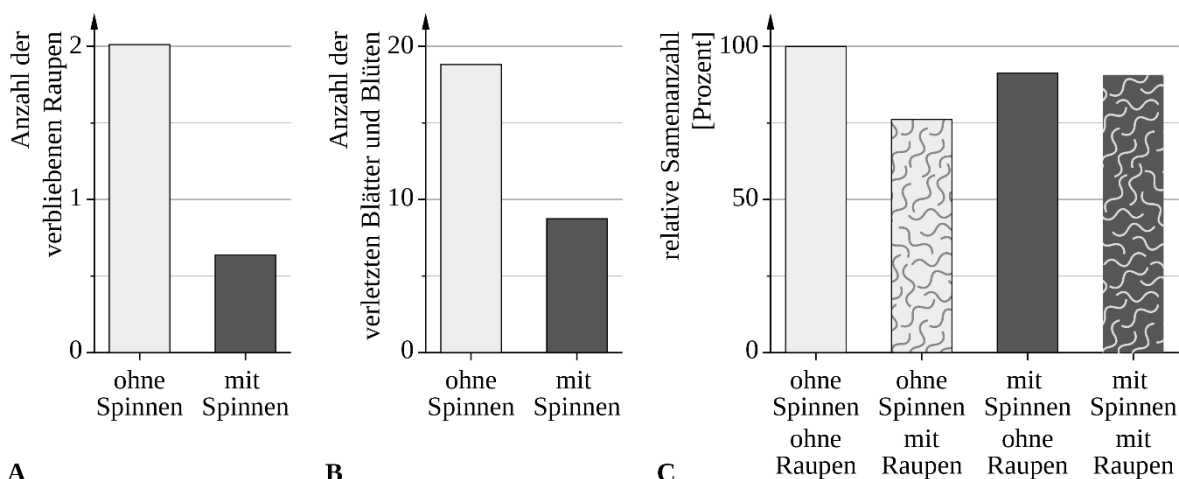


Abbildung 1 Auswirkungen der Anwesenheit von Gehöckerten Krabbenspinnen auf Glatt-Brillenschötchen.

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.

M 3 Duftstoffe des Glatt-Brillenschötchens

Wie viele andere Blütenpflanzen bildet auch das Glatt-Brillenschötchen Duftstoffe, die Bestäuber anlocken. In einem Laborexperiment wurde untersucht, ob drei dieser Duftstoffe (β -Ocimen, 2-Aminobenzaldehyd und p-Anisaldehyd) auch eine anlockende Wirkung auf die Gehöckerte Krabbenspinne haben. Für das Experiment wurde ein Y-förmiges Rohr verwendet, an dessen Enden sich jeweils ein Duftstoff beziehungsweise eine geruchlose Lösung als Kontrolle befand. An der Basis des Rohres wurden die Versuchstiere eingesetzt (Abbildung 2A). Für jeweils 30 Spinnen pro Duftstoff wurde dann erfasst, in welche Richtung sie sich bewegten (Abbildung 2B).

Bei Befall durch Kohlschabenraupen steigt die Menge des von Glatt-Brillenschötchen abgegebenen β -Ocimens innerhalb von 24 Stunden auf das Zehnfache an.

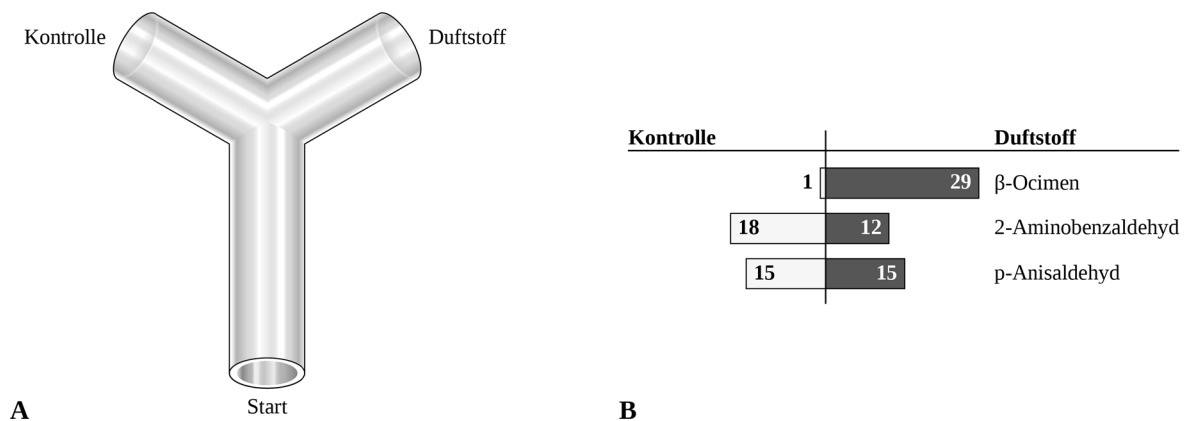


Abbildung 2 Experiment mit Gehöckerten Krabbenspinnen und drei verschiedenen Duftstoffen.

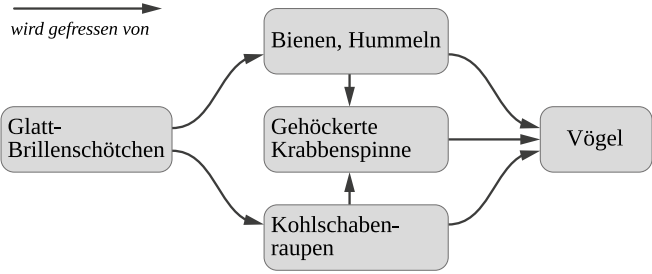
A Versuchsaufbau; **B** Ergebnisse. Die Zahlen an den Balken geben die Anzahl der Spinnen an, die sich in die jeweilige Richtung bewegten.

Vorgesehene Bearbeitungsdauer für diese Aufgabe:

75 Minuten

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

Version b mit Anwendung eines Basiskonzepts

Thema: Ökologische Beziehungen zwischen Krabbenspinne 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>	3 (I)	
2		
<p>Skizzieren erste Trophieebene: Glatt-Brillenschötchen zweite Trophieebene: Kohlschabenraupen, Bienen, Hummeln dritte Trophieebene: Gehöckerte Krabbenspinne, Vögel (ggf. auch vierte Trophieebene)</p>  <pre> graph LR A[Glatt-Brillenschötchen] --> B[Bienen, Hummeln] A --> C[Gehöckerte Krabbenspinne] A --> D[Kohlschabenraupen] B --> C D --> C B --> E[Vögel] C --> E D --> E </pre> <p>Legend: → wird gefressen von</p>	6 (II)	
3		
<p>Zusammenfassen Auf den Glatt-Brillenschötchen verblieben mehr Kohlschabenraupen, wenn sich keine Gehöckerten Krabbenspinnen auf den Pflanzen befanden. Zudem wurden in Abwesenheit von Gehöckerten Krabbenspinnen 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 Zahl 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 Krabbenspinnen oder Raupen und Krabbenspinnen auf den Pflanzen waren.</p>	4 (I)	
<p>Diskutieren Das Glatt-Brillenschötchen ist durch die Gehöckerte Krabbenspinne teilweise vor Fraßschäden durch Herbivoren wie Kohlschabenraupen geschützt. Die Krabbenspinnen 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 Krabbenspinnen noch Kohlschabenraupen anwesend waren. Gehöckerte Krabbenspinnen 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 Krabbenspinnen schützt die Brillenschötchen vor Herbivorie. Daher könnte es sich unter Freilandbedingungen tatsächlich um eine Symbiose handeln.</p>	6 (II) 4 (III)	
4		
<p>Zusammenfassen Gehöckerte Krabbenspinnen bewegten sich in einem Y-Rohr deutlich häufiger zum Duftstoff β-Ocimen als zur Kontrolle. Die anderen eingesetzten Duftstoffe haben keinen Effekt auf die Gehöckerte Krabbenspinne. Glatt-Brillenschötchen setzen nach Befall mit Kohlschabenraupen deutlich erhöhte Mengen von β-Ocimen frei.</p>	3 (I)	

Thema: Ökologische Beziehungen zwischen Krabbenspinne und Brillenschötchen <i>Lösungsvorschlag</i>	BE (AFB)	Erreichte BE
Erläutern Der Duftstoff β -Ocimen des Glatt-Brillenschötchens bewirkt die Anlockung von Bestäubern. Die nach Raupenbefall erhöhte Menge von β -Ocimen lockt die Gehöckerte Krabbenspinne an. Daher hat β -Ocimen eine entscheidende Bedeutung für die Informationsübertragung zwischen der Pflanze und ihren Bestäubern, aber auch zwischen der Pflanze und der Gehöckerten Krabbenspinne. Mithilfe von β -Ocimen kann das Glatt-Brillenschötchen Informationen senden, die von den Empfängern wahrgenommen, verarbeitet und zu Reaktionen umgesetzt werden.	4 (II)	
	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 E9 finden in erhobenen oder recherchierten Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese theoriebezogen und ziehen Schlussfolgerungen K9 nutzen geeignete Darstellungsformen für biologische Sachverhalte und überführen diese ineinander
Basiskonzept	Information und Kommunikation

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>