|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Zentralabitur 2025** | **Biologie** | **Material für Prüflinge** |
| **Lebewesen in ihrer Umwelt** | **eA** | **Prüfungszeit\*: 300 min** |

\* einschließlich Auswahlzeit

Name: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

### Aufgabe 3: Die Stinkende Nieswurz

In Ökosystemen herrschen vielfältige Wechselbeziehungen,  
die unter anderem am Beispiel der Dunklen Erdhummel, der Stinkenden Nieswurz und des Schöllkrauts experimentell untersucht wurden.

3.1 Skizzieren Sie die Temperatur-Toleranzkurve für die Dunkle Erdhummel (**M1**).  
**[07 BE]**

3.2 Fassen Sie die Ergebnisse der Untersuchungen aus Abb. 1 zusammen (**M2**).  
**[05 BE]**

Erläutern Sie die Ergebnisse der Untersuchungen aus  
Abb. 1 und Abb. 2 (**M2**) unter Berücksichtigung der Informationen in **M1**.  
**[08 BE]**

Begründen Sie, dass die drei Pflanzenarten (Abb. 2) dauerhaft koexistieren können (**M2**).  
**[04 BE]**

3.3 Erläutern Sie die Wechselbeziehung zwischen Schöllkraut und der Ameisenart *T. crassispinus* hinsichtlich interspezifischer Beziehungen (**M3**).  
**[08 BE]**

3.4 Beurteilen Sie die Eignung des in **M4** beschriebenen Experiments zur Untersuchung der genannten Hypothese.  
**[08 BE]**

## Material

### M1 Temperaturabhängigkeit der Dunklen Erdhummel

Im Nest der Dunklen Erdhummel wird die Temperatur weitgehend konstant bei ca. 30 °C gehalten. Diese Temperatur ist für den Ablauf der Lebensvorgänge im Nest besonders geeignet. Die Dunkle Erdhummel ist schon ab einer Temperatur von 5 °C und damit sehr früh im Jahr unterwegs. Grundsätzlich ist die Körpertemperatur der Hummeln in allen Jahreszeiten stark von der Umgebungstemperatur abhängig. Sie werden  
als ektotherme Tiere bezeichnet. Die Hummeln fallen in Kältestarre, wenn sie künstlich in eine Umgebung mit Temperaturen unter 5 °C gebracht werden. Erhöht man  
die Temperatur auf über 40 °C, tritt Hitzestarre ein. In  
beiden Fällen können die Hummeln einige Zeit überleben.  
Bei Umgebungstemperaturen unter -6 °C bzw. über 50 °C  
sterben Hummeln.

(wikipedia.de; nabu.de; Owen, 2013; Oyen, 2018)

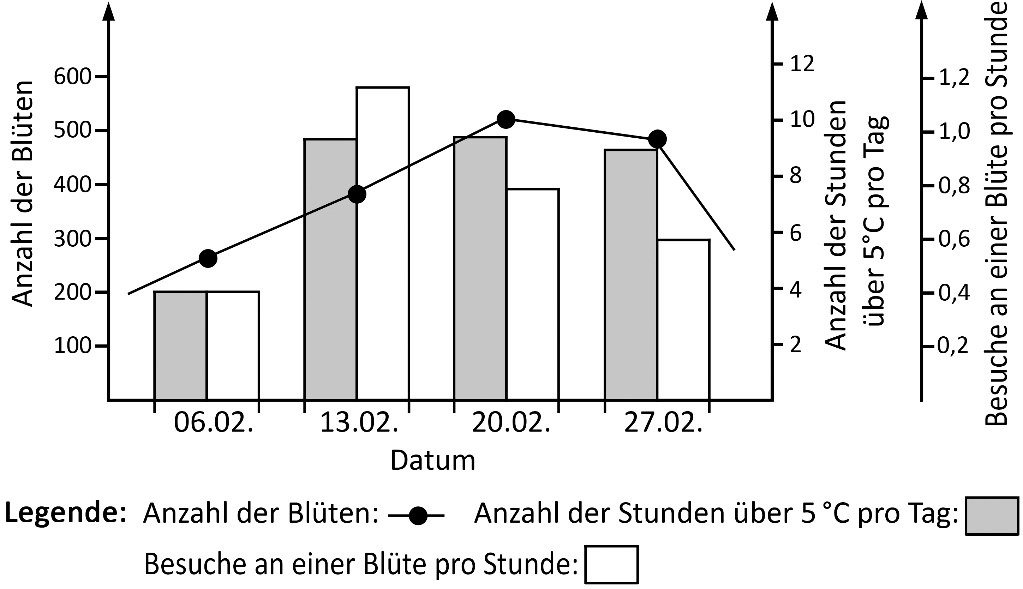
### M2 Die Blütenökologie der Nieswurz

Die Nieswurz ist Teil der Krautschicht in südeuropäischen Wäldern, ihre Hauptbestäuber sind Erdhummeln. In der Krautschicht von Eichenwäldern der Toskana findet man  
sowohl die Bocconei-Nieswurz als auch die Stinkende Nieswurz in direkter Nachbarschaft. Forscher untersuchten im Zeitraum von Mitte Januar bis Ende März, wie biotische und abiotische Faktoren die Bestäubung dieser beiden Nieswurz-Arten beeinflussen.

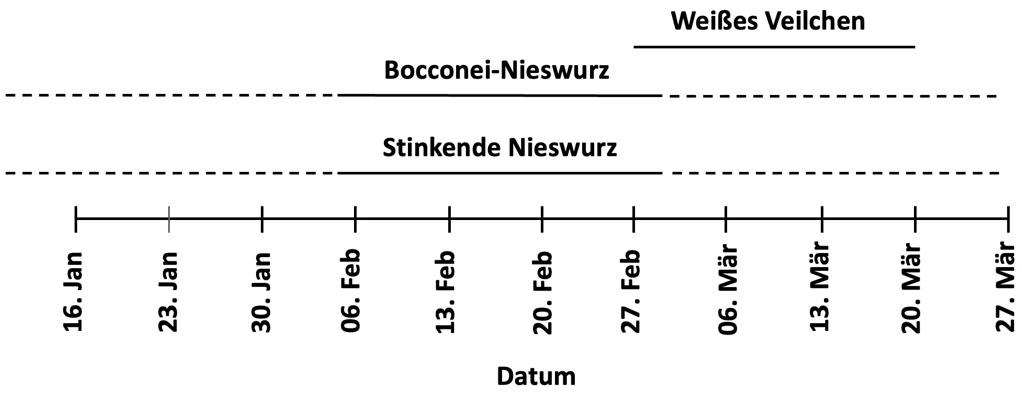
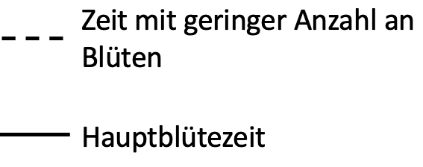
In der Abbildung auf der folgenden Seite sind die klimatischen Bedingungen an einem ausgewählten Untersuchungsstandort der Stinkenden Nieswurz sowie die Anzahl der Blüten der Stinkenden Nieswurz und die durchschnittliche Zahl der Besuche durch Erdhummeln pro Blüte dargestellt. Die Untersuchung erstreckt sich über den gesamten Februar, dargestellt sind jeweils die Wochenmittelwerte.

#### Abb. 1:

Anzahl der Stunden über 5 °C pro Tag an einem ausgewählten Standort der Nieswurz, Blütenzahl und Blütenbesuche an der Nieswurz



**Abb. 2:** Blütezeiten einiger durch Erdhummeln bestäubter Frühblüher



**Tab. 1:** Informationen zu Blüten von Nieswurz-Arten

(Vesprini und Pacini, 2010)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Bocconei-Nieswurz** | **Stinkende Nieswurz** |
| **Blütenform und Nektarzugänglichkeit** | hängend, kelchartig flach; durch weite Öffnung leicht zugänglich | hängend, kugelförmig; durch enge Öffnung schwer zugänglich |
| **Relativer Beginn der Nektarproduktion** | mit dem Öffnen der Blüte | vor dem Öffnen der Blüte |
| **Relative Blütenzahl pro Pflanze** | wenige | viele |

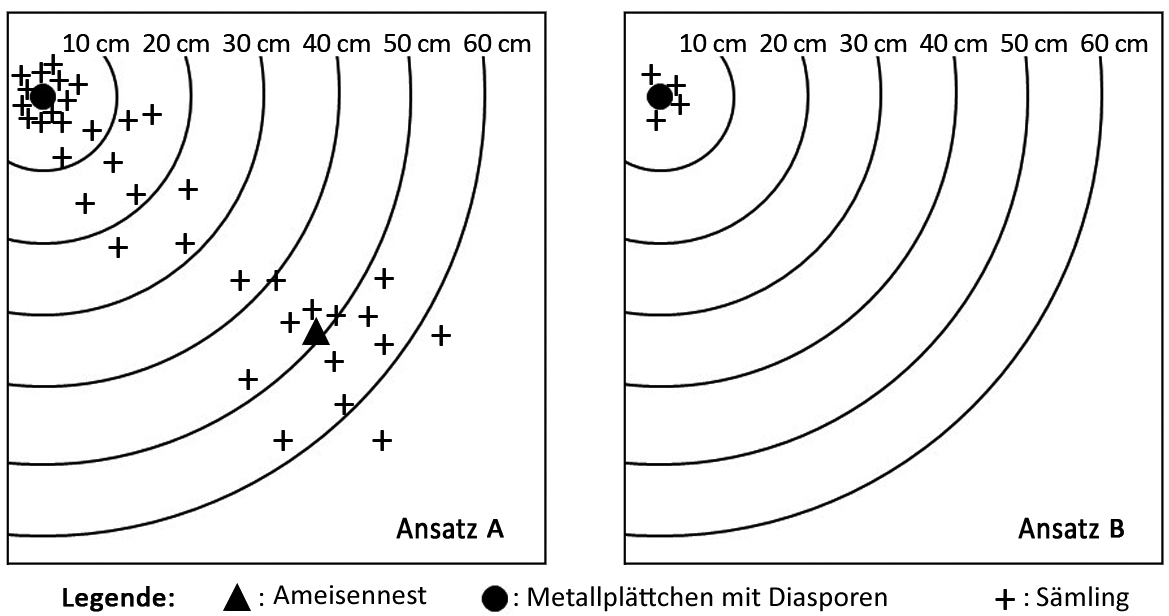
### M3 Experimente zur Wechselbeziehung zwischen Schöllkraut und der Ameisenart T. crassispinus

Die Diasporen vieler Frühblüher, wie z. B. des Schöllkrauts, bestehen aus dem Samen und einem Ölkörperchen. Ameisen trennen das Ölkörperchen vom Samen ab und verschleppen dieses in ihr Nest.

In einem Experiment wurden in eine Ecke von einem Pflanztablett 80 Schöllkraut-Diasporen auf ein Metallplättchen gelegt. In die schräg gegenüber liegende Ecke wurde ein Nest von Ameisen gesetzt. Nach drei Monaten wurde gezählt, in welchem Abstand vom Metallplättchen Sämlinge gekeimt waren. Ein weiteres Tablett wurde mit Diasporen, aber ohne Ameisennest präpariert. Die Ergebnisse beider Ansätze sind  
in Abb. 3 dargestellt.

**Hinweis:**  
Abb. 3 befindet sich auf der folgenden Seite.

**Abb. 3:** Verteilung von Schöllkraut-Sämlingen nach drei Monaten mit und ohne Ameisennest



In einem weiteren Experiment wurden Ameisen in künstlich angelegten Ameisennestern Diasporen zur Verfügung gestellt. Nachdem die Ameisenlarven verpuppt waren, wurde die Trockenmasse der weiblichen Ameisenpuppen festgestellt und mit einem Kontrollnest verglichen, das keine Diasporen erhalten hatte. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst:

#### Tab. 2:

Trockenmasse weiblicher Ameisenpuppen  
nach Gabe von Diasporen

(Fokuhl, 2012)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Kontrolle (µg)** | **mit Diasporen (µg)** |
| **Trockenmasse weiblicher Ameisenpuppen** | 633 | 730 |

### M4 Die Nektarhefen der Stinkenden Nieswurz

Der Nektar in den Blüten der Stinkenden Nieswurz enthält Hefen, die den darin enthaltenen Zucker verarbeiten.

Forscher stellten die Hypothese auf, dass hefehaltiger  
Nektar die reproduktive Fitness langfristig steigert.

Um diese Hypothese zu untersuchen, wurde folgendes Freilandexperiment durchgeführt:

Die Nektarien der Blüten zweier weit auseinanderstehender Pflanzen der Stinkenden Nieswurz wurden zu Beginn der Blütezeit einmal mit hefehaltigem (Pflanze 1) oder mit hefefreiem Nektar (Pflanze 2) präpariert. Um zu verhindern, dass durch Bestäuber hefehaltiger Nektar in die Blüten eingebracht wird, wurden die Blüten in Kunststoffbeutel eingepackt. Als alle Blüten voll aufgeblüht waren, wurden  
die Beutel für zwei Tage entfernt, damit Hummeln die Blüten bestäuben konnten. Nach zwei Tagen wurden die Blüten  
wieder eingepackt, um weitere Besuche zu verhindern.

Bei beiden Pflanzen wurden die Anzahl der gebildeten Samen und das Wachstum der Sämlinge bestimmt.

(Herrera, 2013)