

## Pflanzen in Pflasterfugen – weiterführende Versuche zu den abiotischen Faktoren

### Vorbemerkung

Neben den Untersuchungen der abiotischen Faktoren der Pflasterfugen bieten Keimungsversuche mit Kressesamen den SuS die Möglichkeit, sich mit ausgewählten Umweltfaktoren (pH-Wert, Salzgehalt, Nitratgehalt) näher zu befassen.

Diese Versuche können zum einen als Zusatzangebot – für schnellere SuS – oder z.B. im Rahmen einer GFS, zum anderen als Praktikum für die ganze Klasse eingesetzt werden. Neben der Anleitung für den Kontrollansatz liegen die Arbeitsblätter zu den Themen „pH-Wert“ und „Salzgehalt“ in zwei Versionen (A: Experimente mit fertiger Anleitung, B: Forscherfrage, Planung eines Experiments) vor. Zusätzlich gibt es für Variante B Hilfekärtchen.

Die bei den Versuchen (pH-Wert, Salzgehalt) eingesetzten Chemikalien sind auch für den menschlichen Verzehr geeignet. Beim Versuch zum Einfluss eines Düngers wird ein handelsüblicher Dünger benutzt. Die Erstellung einer schriftlichen Gefährdungsbeurteilung ist für die Versuche deshalb nicht erforderlich.

### Hinweise zu den Versuchen/Materialien

Versuch	Anmerkungen
Kontrollansatz	<ul style="list-style-type: none"><li>• Es ist sinnvoll, mit den SuS die Bedeutung eines Kontrollansatzes zu besprechen und dessen Notwendigkeit für exaktes wissenschaftliches Arbeiten zu erkennen. Daneben hat das Ansetzen des Kontrollansatzes den Vorteil, dass die SuS Vorstellungen für die Planung eigener Versuche entwickeln.</li><li>• Der Kontrollansatz dient als Vergleich: Die Kresse wächst auf Watte, die mit Leitungswasser befeuchtet wird. Es hat sich gezeigt, dass eine Menge von 10 g Watte und 100 g (100 ml) Wasser ausreicht, damit die Pflänzchen innerhalb einer Woche gut wachsen. Gießen ist nicht erforderlich. Der Ansatz sollte hell aber nicht zu warm stehen.</li><li>• Die Watte wird nach dem Anfeuchten etwas flach gedrückt, so dass sich eine ebene Fläche ergibt. Auf die feuchte Watte werden dann im Abstand von ca. 1 cm 30 Kressesamen gelegt. Als Alternative können mit einer einfachen Plastikbürste Vertiefungen in die Watte gedrückt werden, in die die Samen gelegt werden. Im Laufe der nächsten Stunden quellen die Samen auf und beginnen zu keimen.</li><li>• Die Auswertung erfolgt nach einer Woche durch Ermittlung der Länge. Hierzu werden die kompletten Pflänzchen vorsichtig von der Watte gezupft und anschließend mithilfe des Lineals (siehe Vorlage) ihre Länge bestimmt. Es reicht aus, die Länge in 0,5er Schritten zu bestimmen. Anhand eines Säulendiagramms kann die Längenverteilung gut gezeigt werden. Von den gewachsenen Pflänzchen wird außerdem der Mittelwert bestimmt. Er wird als Vergleichswert für die weiteren Ansätze</li></ul>

	benutzt.
Ansatz: Einfluss des pH-Werts	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Ansätze zum Einfluss des pH-Werts werden entsprechend des Kontrollansatzes angelegt. Lediglich das Wasser (100 g) wird durch entsprechende Lösungen (Zitronensäure-Lösung; Natron-Lösung) ersetzt.</li> <li>• Ansatz Säure: Die Verwendung von handelsüblicher Zitronensäure (5g-Päckchen aus dem Lebensmittelhandel) hat den Vorteil, dass bei Kontakt mit der Säure keine Gefährdung für die SuS besteht. (Gefährdungsbeurteilung: „20423_gbu_zitronensaureloesung“)</li> <li>• Bei der Herstellung der sauren Lösung müssen die SuS darauf achten, dass die verwendete Menge an Säure auf die Gesamtmasse von 100 g Lösung bezogen ist.</li> <li>• Herstellen einer 0,1-%igen Lösung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,1 g Zitronensäure (bzw. Natron) werden mit der Feinwaage abgewogen und in ca. 50 g Wasser eingerührt; anschließend wird mit Wasser auf 100 g aufgefüllt.</li> <li>• 1 g Zitronensäure (bzw. Natron) werden mit der Feinwaage abgewogen und in ca. 50 g Wasser eingerührt. Anschließend wird mit Wasser auf 100 g aufgefüllt. Von dieser Lösung werden 10 g in ein neues Gefäß gegeben und mit Wasser auf 100 g aufgefüllt.</li> </ul> </li> <li>• Am aussagekräftigsten sind Ansätze mit 0,1-%iger Zitronensäure-Lösung. Höhere Konzentrationen (von über 1 %) verhindern Keimung/Wachstum fast komplett. Zum Herstellen der Lösung empfiehlt es sich, eine Feinwaage zu benutzen. Alternativ kann über eine Verdünnungsreihe die 0,1-%ige Lösung hergestellt werden.</li> <li>• Ansatz Lauge: Die Verwendung von handelsüblichem Natron (5g-Päckchen aus dem Lebensmittelhandel) hat den Vorteil, dass bei Kontakt mit der Lauge keine Gefährdung für die SuS besteht.</li> <li>• Bei der Herstellung der alkalischen Lösung müssen die SuS darauf achten, dass die verwendete Menge an Natron auf die Gesamtmenge von 100 g Lösung bezogen ist.</li> <li>• Am aussagekräftigsten sind Ansätze mit 0,1-% Natron-Lösung. Höhere Konzentrationen (von über 1 %) verhindern Keimung/Wachstum fast komplett. Zum Herstellen der Lösung empfiehlt es sich, eine Feinwaage zu benutzen. Alternativ kann über eine Verdünnungsreihe die 0,1-%ige Lösung hergestellt werden.</li> <li>• Die Auswertung der Ansätze erfolgt nach einer Woche entsprechend des Kontrollansatzes. Aus dem Längenwachstum der Pflänzchen können Rückschlüsse auf den Einfluss des pH-Werts geschlossen werden.</li> </ul>
Ansatz: Einfluss Salz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Ansätze zum Einfluss von Salz werden entsprechend des Kontrollansatzes angelegt. Das Wasser (100 g) wird durch Salzlösungen verschiedener Konzentrationen (0,1 %, 0,5 %, 1 %, 2 %) ersetzt.</li> <li>• Durch Verwendung von handelsüblichem Kochsalz (aus dem Lebensmittelhandel) besteht für die SuS keine Gefährdung.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bei der Herstellung der Lösungen müssen die SuS darauf achten, dass die verwendete Menge an Salz auf die Gesamtmenge von 100 g Lösung bezogen ist. Zum Herstellen der Lösungen empfiehlt es sich, eine Feinwaage zu benutzen (Hinweise zur Herstellung der Lösungen siehe oben).</li> <li>• Durch Verwendung verschiedener Konzentrationen kann der Einfluss des Salzes auf Keimung/Wachstum gut gezeigt werden. Höhere Konzentrationen (von über ca. 2 %) verhindern Keimung/Wachstum fast komplett.</li> <li>• Die Auswertung der Ansätze erfolgt nach einer Woche entsprechend des Kontrollansatzes. Aus dem Längenwachstum der Pflänzchen können Rückschlüsse auf den Einfluss des Salzes geschlossen werden. Es empfiehlt sich, in diesem Kontext die Problematik des Streusalzes anzusprechen.</li> </ul>
<p>Ansatz: Einfluss Dünger</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Ansatz zum Einfluss von Dünger (Nitrat) eignet sich nicht unbedingt als Schülerversuch um den Vorteil der Düngung auf das Pflanzenwachstum zu zeigen. Zum einen fördert eine Düngung der Kresse innerhalb einer Woche das Wachstum der Pflänzchen nicht, da sie die entsprechenden Nährstoffe des Samens nutzt, zum anderen werden durch die Verwendung von Düngern auch andere Parameter (pH-Wert) verändert. Trotzdem kann es sich lohnen, einen Versuch anzusetzen, um genau diese Dinge mit der Klasse zu thematisieren und die Komplexität und Wechselwirkungen deutlich zu machen.</li> <li>• Falls man sich entscheidet, einen Ansatz mit Dünger herzustellen, empfiehlt es sich, Flüssigdünger für Aquarienflechten zu benutzen, da diese sehr einfach zu handhaben sind. Außerdem besteht durch Verwendung von handelsüblichem Aquariendünger (aus dem Zoofachhandel) keine Gefährdung für die SuS.</li> <li>• Der Ansatz wird entsprechend des Kontrollansatzes angelegt. Das Wasser (100 g) wird durch eine Düngerlösung ersetzt. Bei der Verwendung von Flüssigdünger (mit 0,06 % Stickstoff in 100 ml) hat sich gezeigt, dass 1,5 g Dünger auf 100 g Wasser einen minimalen Einfluss auf das Wachstum haben kann. Höhere Düngerkonzentrationen verhindern Keimung und Wachstum. Zum Herstellen der Lösung empfiehlt es sich, eine Feinwaage zu benutzen. Alternativ können die eingesetzten Lösungen über eine Verdünnungsreihe hergestellt werden.</li> <li>• Die Auswertung des Ansatzes erfolgt nach einer Woche entsprechend des Kontrollansatzes. Aus dem Wachsen bzw. Nichtwachsen der Pflänzchen können Rückschlüsse auf den Einfluss bzw. die Wechselwirkungen des Düngers geschlossen werden. Es empfiehlt sich, in diesem Kontext die Problematik des Überdüngens von Pflanzen bzw. landwirtschaftlichen Flächen und den daraus resultierenden Folgen (hohe Nitratwerte im Grundwasser) zu besprechen.</li> </ul>

Sonstiges Material	Anmerkungen
Gartenkresse	Gartenkresse ist das ganze Jahr über erhältlich (Gartenfachmärkte, Reformhäuser, Lebensmittelhandel) und eignet sich deshalb sehr gut für die Versuche (30 Kressesamen pro Ansatz).
Petrischalen oder Ähnliches	Zum Aufbewahren der Kressesamen (1 Schale pro Ansatz)
Plastikschalen	Es eignen sich leere Plastikschalen (ungefähre Maße: 12 x 8 x 3 cm) wie sie als Verpackungen für Frischkäse, Brotaufstriche o.Ä. im Handel erhältlich sind.
Watte	Handelsübliche Watte, z.B. aus Drogeriemärkten (10 g pro Schale)
Zahnstocher/(Spatel-)Löffel	Zum Platzieren der Kressesamen auf der Watte
evtl. Bürste	Zum Eindrücken von Vertiefungen in die Watte (gleichmäßiger Abstand)
Pinzette	Zum Entnehmen der Kressepflänzchen nach einer Woche
(Fein)waage	Es empfiehlt sich zum Abwiegen kleinster Mengen den SuS eine Feinwaage bereitzustellen. Alternativ können über Verdünnungsreihen, ausgehend von 10-%igen bzw. 1-%igen Stammlösungen, die verschiedenen Konzentrationen hergestellt werden. Hierzu werden 10 g der entsprechenden Stoffe in Wasser (Gesamtmasse 100 g) gelöst. Diese Lösungen können dann verdünnt werden. Werden z.B. 10 g Lösung mit Wasser auf 100 g aufgefüllt, erhält man eine 1-%ige Lösung.
Tabelle/Lineal	Vorlagen siehe „20422_tabelle_auswertung_keimungsversuche.doc“; es bietet sich an, die Lineal-Vorlage zu laminieren
Zitronensäure (2-Hydroxypropan-1,2,3-tricarbonsäure, C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> )	Es eignet sich Zitronensäure aus dem Lebensmittelhandel. Sie ist in Päckchen mit 5 g Säure erhältlich. Gefährdungsbeurteilung: „20423_gbu_zitronensaureloesung“
Natron (Natriumhydrogencarbonat, NaHCO <sub>3</sub> )	Natron kann im Lebensmittelhandel in Päckchen mit 5 g Natron gekauft werden. Keine Gefährdungsbeurteilung erforderlich.
Kochsalz (Natriumchlorid)	Zur Herstellung der Salzlösungen eignet sich sowohl das in den Sammlungen vorhandene Natriumchlorid als auch das im Handel erhältliche Kochsalz/Speisesalz.
Nitratquelle (Dünger)	Für die Versuche eignen sich besonders gut Flüssigdünger für Aquarienflechten. Man erhält sie im Zoofachhandel.

## Keimungs- und Wachstumsversuche mit Kresse – Kontrollansatz

Kresse wächst innerhalb einer Woche auf feuchter Watte zu kleinen Pflänzchen heran. Kresse ist deshalb ein geeignetes Forschungsobjekt, um Fragen zu Keimungs- und Wachstumsbedingungen untersuchen zu können.

### Ziel des Versuchs

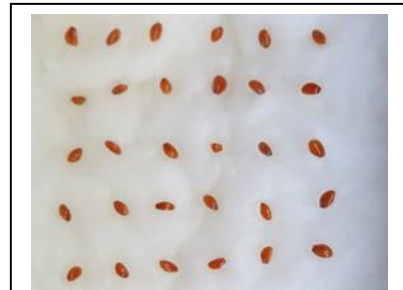
Bevor man Kressesamen unter verschiedenen Bedingungen aussät, um deren Einfluss auf die Keimung bzw. das Wachstums beobachten zu können, wird ein Kontrollversuch angesetzt. Hierzu werden Kressesamen in Plastikschalen auf feuchter Watte ausgesät. Nach einer Woche wird die Länge der Pflänzchen bestimmt.

### Material

30 Kressesamen, Watte, Plastik-Schale (z.B. leere Frischkäse-Dose), Pinzette, Löffel oder Zahnstocher, evtl. Bürste

### Durchführung

1. Die Schale wird mit 10 g Watte etwa 2 cm dick ausgelegt und mit 100 g (100 ml) Wasser angefeuchtet. Mit dem Löffel wird die Watte etwas eben gedrückt.
2. Mit Hilfe des Löffels bzw. Zahnstocher/Pinzette werden die Kressesamen im Abstand von ca. 1 cm auf die feuchte Watte gelegt.  
Alternativ kann man mit einer Bürste Vertiefungen in die Schale drücken, in die die Samen gelegt werden.  
(siehe Abb. rechts)
3. Die Schale wird für eine Woche an einen hellen Ort gestellt.  
Die Watte sollte in dieser Zeit feucht gehalten werden.



Fotos: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

4. Nach einer Woche erfolgt die Auswertung.

### Auswertung des Kontrollansatzes

1. Notiert eure Beobachtungen und bestimmt mithilfe eines Lineals die Länge der Kressepflänzchen.  
Es genügt, wenn ihr 0,5 cm-Schritte (z.B. 1 cm, 1,5 cm,...) bestimmt.  
Erstellt anhand der Werte ein Säulendiagramm, aus dem die Längenverteilung ersichtlich ist.
2. Ermittelt von den 30 gesäten Pflänzchen den Mittelwert der Länge.

## Keimungs- und Wachstumsversuche mit Kresse – Einfluss des pH-Werts (A)

### Einfluss des pH-Werts auf die Keimung und das Wachstum von Kresse

#### Grundlagen

Um den Einfluss des pH-Werts auf das Wachstum von Pflanzen zu untersuchen, werden Versuche mit Kresse durchgeführt. Dazu werden die Kressesamen in Lösungen mit unterschiedlichen pH-Werten ausgesät.

#### Material:

Kressesamen, Watte, 2 Plastikschaalen, Pinzette/Löffel/Zahnstocher, (Fein-)Waage, Bechergläser, Messzylinder, Spatellöffel, Stifte zum Beschriften der Schalen  
dem. Wasser, Zitronensäure (Päckchen mit 5 g), Natron (Päckchen mit 5 g)

#### Durchführung

1. Setzt zunächst einen Kontrollansatz an (siehe Anleitung „Kontrollansatz“).
2. Wiegt jeweils 10 g Watte ab und bedeckt damit den Boden der Plastikschaalen.
3. Stellt 100 g einer 0,1-%igen Zitronensäure-Lösung (0,1 g Zitronensäure in 100 g Wasser) und 100 g einer 0,1 %igen Natronlösung (0,1 g Natron in 100 g Wasser) her. Gießt diese Lösungen jeweils in eine Schale.
4. Drückt die feuchte Watte etwas eben und legt in jede Schale 30 Kressesamen (Abstand ca. 1 cm).
5. Stellt die Schalen für eine Woche an einen hellen, nicht zu warmen Platz.
6. Nach einer Woche wird die Länge der einzelnen Pflänzchen bestimmt.

#### Auswertung der Ansätze nach einer Woche

1. Notiert eure Beobachtungen und bestimmt mithilfe eines Lineals die Länge der Kressepflänzchen bei den verschiedenen Ansätzen. Es genügt, wenn ihr 0,5 cm-Schritte (z.B. 1 cm, 1,5 cm,...) bestimmt.  
Erstellt anhand der Werte ein Säulendiagramm, aus dem die Längenverteilung ersichtlich ist.
2. Ermittelt für jeden Ansatz den Mittelwert der Länge von den 30 gesäten Pflänzchen.
3. Vergleicht eure Ergebnisse mit dem Kontrollansatz und beantwortet anhand der Beobachtungen die Ausgangsfrage. Gebt eine Erklärung.
4. Erstellt ein Plakat, das euer Vorgehen und eure Ergebnisse zeigt und präsentiert dieses der Klasse in der nächsten Stunde.

## Keimungs- und Wachstumsversuche mit Kresse – Einfluss des pH-Werts (B)

**Forscherfrage: Welchen Einfluss hat der pH-Wert auf die Keimung und das Wachstum von Kresse?**

### Material

Kressesamen, Watte, Plastikschaalen, Pinzette/Löffel/Zahnstocher, (Fein-)Waage, Bechergläser, Messzylinder, Spatellöffel, Stifte zum Beschriften der Schalen  
dem. Wasser, Zitronensäure (Päckchen mit 5 g), Natron (Päckchen mit 5 g)

### Vorgehen

1. Formuliert schriftlich eine Hypothese zur Beantwortung der Frage.
2. Überlegt euch – auf Grundlage eurer Hypothese - einen Versuchsansatz, mit dem ihr die Forscherfrage beantworten könnt; erstellt zunächst eine Materialienliste und plant schriftlich die Durchführung des Versuchs.  
Nutzt bei Problemen die Hilfekärtchen.
3. Führt euren Versuch nach Rücksprache mit der/dem Lehrer/in durch und protokolliert euer Vorgehen.
4. Setzt außerdem einen Kontrollansatz an (siehe Anleitung „Kontrollansatz“).

### Auswertung der Ansätze nach einer Woche

1. Notiert eure Beobachtungen und bestimmt mithilfe eines Lineals die Länge der Kressepflänzchen bei den verschiedenen Ansätzen. Es genügt, wenn ihr 0,5 cm-Schritte (z.B. 1 cm, 1,5 cm,...) bestimmt.  
Erstellt anhand der Werte ein Säulendiagramm, aus dem die Längenverteilung ersichtlich ist.
2. Ermittelt für jeden Ansatz den Mittelwert der Länge von den 30 gesäten Pflänzchen.
3. Vergleicht eure Ergebnisse mit dem Kontrollansatz und beantwortet anhand der Beobachtungen die Ausgangsfrage und bestätigt bzw. widerlegt somit eure Hypothese.
4. Erstellt ein Plakat, das euer Vorgehen und eure Ergebnisse zeigt und präsentiert dieses der Klasse in der nächsten Stunde.

## Keimungs- und Wachstumsversuche mit Kresse – Einfluss des pH-Werts Hilfekärtchen

### Hilfe 1

Orientiert euch bei der Herstellung der Ansätze am Vorgehen beim Kontrollansatz.

### Hilfe 2

Die Konzentration der Lösungen wird in Gewichtsprozent angegeben. Überlegt euch, was dies bedeutet und beachtet dies bei der Herstellung der Lösungen.

### Hilfe 3

#### Stellt

- eine Zitronensäurelösung von 0,1 % (0,1 g Zitronensäure in 100 g dem. Wasser)
- eine Natronlösung von 0,1 % (0,1 g Natron in 100 g dem. Wasser) her.



## Keimungs- und Wachstumsversuche mit Kresse – Einfluss von Salz (A)

### Einfluss von Salz auf die Keimung und das Wachstum von Kresse

#### Grundlagen:

Um den Einfluss von Salz auf das Wachstum von Pflanzen zu untersuchen, werden Versuche mit Kresse durchgeführt. Dazu werden die Kressesamen in verschiedenen Salzlösungen ausgesät.

#### Material:

Kressesamen, Watte, 4 Plastikschaalen, Pinzette/Löffel/Zahnstocher, (Fein-)Waage, Bechergläser, Messzylinder, Spatellöffel, Stifte zum Beschriften der Schalen  
Wasser, Kochsalz (Natriumchlorid) zum Herstellen der Lösungen (0,1 %, 0,5 %, 1 %, 2 %)

#### Durchführung:

1. Setzt zunächst einen Kontrollansatz an (siehe Anleitung „Kontrollansatz“).
2. Wiegt jeweils 10 g Watte ab und bedeckt damit den Boden der Plastikschaalen.
3. Stellt jeweils 100 g der Salzlösungen (0,1 %, 0,5 %, 1 %, 2 %) her und gießt diese jeweils in eine Schale [Hinweis: 0,1%ig → 0,1 g Salz in 100 g Wasser].
4. Drückt die feuchte Watte etwas eben und legt in jede Schale 30 Kressesamen (Abstand ca. 1 cm).
5. Stellt die Schalen für eine Woche an einen hellen, nicht zu warmen Platz.
6. Nach einer Woche wird die Länge der einzelnen Pflänzchen bestimmt.

#### Auswertung der Ansätze nach einer Woche:

1. Notiert eure Beobachtungen und bestimmt mithilfe eines Lineals die Länge der Kressepflänzchen bei den verschiedenen Ansätzen. Es genügt, wenn ihr 0,5 cm-Schritte (z.B. 1 cm, 1,5 cm,...) bestimmt.  
Erstellt anhand der Werte ein Säulendiagramm, aus dem die Längenverteilung ersichtlich ist.
2. Ermittelt für jeden Ansatz den Mittelwert der Länge von den 30 gesäten Pflänzchen.
3. Vergleicht eure Ergebnisse mit dem Kontrollansatz und beantwortet anhand der Beobachtungen die Ausgangsfrage. Gebt eine Erklärung.
4. Erstellt ein Plakat, das euer Vorgehen und eure Ergebnisse zeigt und präsentiert dieses der Klasse in der nächsten Stunde.

## Keimungs- und Wachstumsversuche mit Kresse – Einfluss von Salz (B)

**Forscherfrage: Welchen Einfluss hat Salz auf die Keimung und das Wachstum von Kresse?**

### **Material:**

Kressesamen, Watte, Plastikschaalen, Pinzette/Löffel/Zahnstocher, (Fein-)Waage, Bechergläser, Messzylinder, Spatellöffel, Stifte zum Beschriften der Schalen  
Wasser, 5 g Kochsalz (Natriumchlorid)

### **Vorgehen:**

1. Formuliert schriftlich eine Hypothese zur Beantwortung der Frage.
2. Überlegt euch – auf Grundlage eurer Hypothese - einen Versuchsansatz, mit dem ihr die Forscherfrage beantworten könnt. Erstellt zunächst eine Materialienliste und plant schriftlich die Durchführung des Versuchs.  
Nutzt bei Problemen die Hilfekärtchen.
3. Führt euren Versuch nach Rücksprache mit der/dem Lehrer/in durch und protokolliert euer Vorgehen.
4. Setzt außerdem einen Kontrollansatz an (siehe Anleitung „Kontrollansatz“).

### **Auswertung der Ansätze nach einer Woche:**

1. Notiert eure Beobachtungen und bestimmt mithilfe eines Lineals die Länge der Kressepflänzchen bei den verschiedenen Ansätzen. Es genügt, wenn ihr 0,5 cm-Schritte (z.B. 1 cm, 1,5 cm,...) bestimmt.  
Erstellt anhand der Werte ein Säulendiagramm, aus dem die Längenverteilung ersichtlich ist.
2. Ermittelt für jeden Ansatz den Mittelwert der Länge von den 30 gesäten Pflänzchen.
3. Vergleicht eure Ergebnisse mit dem Kontrollansatz und beantwortet anhand der Beobachtungen die Ausgangsfrage und bestätigt bzw. widerlegt somit eure Hypothese.
4. Erstellt ein Plakat, das euer Vorgehen und eure Ergebnisse zeigt und präsentiert dieses der Klasse in der nächsten Stunde.

## Keimungs- und Wachstumsversuche mit Kresse – Einfluss von Salz Hilfekärtchen

### Hilfe 1

Orientiert euch bei der Herstellung der Ansätze am Vorgehen beim Kontrollansatz.

### Hilfe 2

Die Konzentration einer Salzlösung wird in Gewichtsprozent angegeben. Überlegt euch, was dies bedeutet und beachtet dies bei der Herstellung der Lösungen.

### Hilfe 3

Stellt vier Salzlösungen unterschiedlicher Konzentrationen (zwischen 0 und 2 %) her.

[Beispiel: 0,1-%ig → 0,1 g Salz in 100 g Wasser; 1-%ig → 1 g Salz in 100 g Wasser]

## Keimungs- und Wachstumsversuche mit Kresse – Einfluss eines Düngers

### Einfluss eines Nitrat-Düngers auf die Keimung und das Wachstum von Kresse

#### Grundlagen

Um den Einfluss eines Nitrat-Düngers auf das Wachstum von Pflanzen zu untersuchen, werden Versuche mit Kresse durchgeführt. Dazu werden die Kressesamen in einer Düngerlösung ausgesät.

#### Material:

Kressesamen, Watte, 2 Plastikschaalen, Pinzette/Löffel/Zahnstocher, (Fein-)Waage, Bechergläser, Messzylinder, Spatellöffel, Stifte zum Beschriften der Schalen, Wasser, Flüssigdünger für Aquarienf Pflanzen

#### Durchführung

1. Setzt zunächst einen Kontrollansatz an (siehe Anleitung „Kontrollansatz“).
2. Wiegt jeweils 10 g Watte ab und bedeckt damit den Boden der Plastikschaalen.
3. Stellt 100 g einer etwa 1,5-%igen und 100 g einer 3-%igen Düngerlösung her und gießt diese jeweils in eine Schale. [Hinweis: 1,5%ig → 1,5 g Düngerlösung in 100 g Wasser].
4. Drückt die feuchte Watte etwas eben und legt in jede Schale 30 Kressesamen (Abstand ca. 1 cm).
5. Stellt die Schalen für eine Woche an einen hellen, nicht zu warmen Platz.
6. Nach einer Woche wird die Länge der einzelnen Pflänzchen bestimmt.

#### Auswertung der Ansätze nach einer Woche

1. Notiert eure Beobachtungen und bestimmt mithilfe eines Lineals die Länge der Kressepflänzchen bei den verschiedenen Ansätzen. Es genügt, wenn ihr 0,5 cm-Schritte (z.B. 1 cm, 1,5 cm,...) bestimmt.  
Erstellt anhand der Werte ein Säulendiagramm, aus dem die Längenverteilung ersichtlich ist.
2. Ermittelt für jeden Ansatz den Mittelwert der Länge von den 30 gesäten Pflänzchen.
3. Vergleicht eure Ergebnisse mit dem Kontrollansatz und beantwortet anhand der Beobachtungen die Ausgangsfrage. Gebt eine Erklärung.
4. Erstellt ein Plakat, das euer Vorgehen und eure Ergebnisse zeigt und präsentiert dieses der Klasse in der nächsten Stunde.

## Lösungshinweise

Die Längen der Pflänzchen nach einer Woche variieren je nach Standortbedingungen an den Schulen. Die Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

### Kontrollansatz: Wasser

#### 1. Versuchsansatz zu Beginn



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

#### nach einer Woche



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

#### 2. Messergebnisse

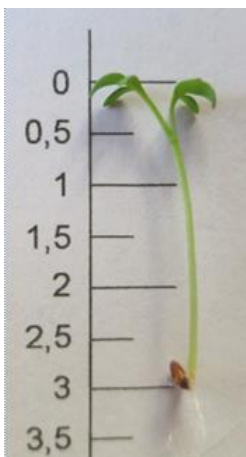


Foto:  
H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

Länge	Kontrolle	Summe
0		
0,5		
1		
1,5		
2		
2,5	//	2
3		1
3,5		
4	///	6
4,5	/// // //	12
5	///	6
5,5	//	2
6		
6,5		
7		1
7,5		
8		
8,5		
9		
Summe		30
Mittelwert		4,5 cm

Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

#### 4. Säulendiagramm

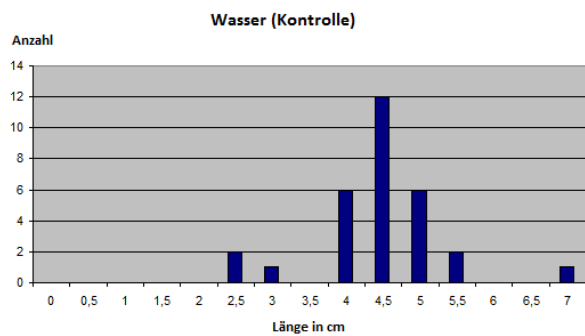


Abb.: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

#### 3. Mittelwert: 4,5 cm

Die Ergebnisse des Kontrollansatzes (Verteilung; Mittelwert) dienen als Vergleich für die nachfolgenden Versuche.

## Ansatz: Einfluss pH-Wert

1. nach einer Woche (Zitronensäure; 0,1 %)   
 pH-Wert: ca. 4-5



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

nach einer Woche (Natron-Lösung; 0,1 %)   
 pH-Wert: ca. 7-8



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

## 2. Messergebnisse

Länge	Säure	Summe
0		17
0,5		10
1		3
1,5		
2		
2,5		
3		
3,5		
4		
4,5		
5		
5,5		
6		
6,5		
7		
7,5		
8		
8,5		
9		
Summe		30
Mittelwert		0,3 cm

Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

Länge	Laug	Summe
0		7
0,5		4
1		
1,5		9
2		6
2,5		2
3		1
3,5		1
4		
4,5		
5		
5,5		
6		
6,5		
7		
7,5		
8		
8,5		
9		
Summe		30
Mittelwert		1,3 cm

Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

3. Mittelwerte: 0,3 cm

1,3 cm

## 4. Säulendiagramme

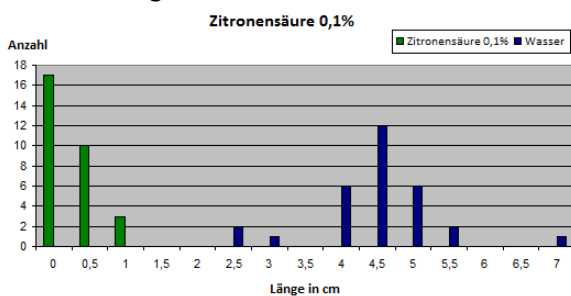


Abb.: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

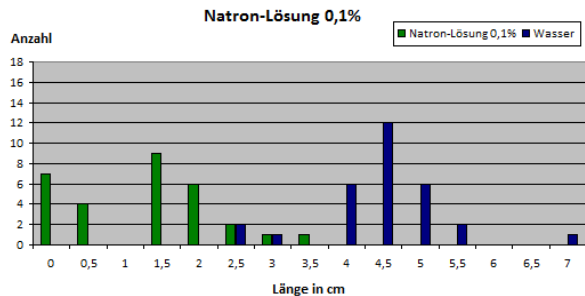


Abb.: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

- Säureeinfluss: Keimung bzw. Wachstum der Pflanzen ist stark beeinträchtigt (Stoffwechsel der Pflanzen wurde eingeschränkt aufgrund veränderter Ionenzusammensetzung [hohe  $H^+$ -Ionenkonzentration]).
  - Laugeneinfluss: Keimung findet statt (Keimungsrate reduziert), Wachstum wird beeinträchtigt, Pflänzchen entwickeln sich.
- durch Zugabe an Natron-Lösung wird die Ionenzusammensetzung [hohe  $H^+$ -Ionenkonzentration], mit entsprechenden Folgen für den Pflanzenstoffwechsel nicht so nachhaltig verändert wie bei Säurezugabe.

# Ansatz: Einfluss Salzgehalt

1. nach einer Woche  
(0,1 % Salz)



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

nach einer Woche  
(0,5 % Salz)



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

nach einer Woche  
(1 % Salz)



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

nach einer Woche  
(2 % Salz)



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

## 2. Messwerte

Länge	Salz 0,1 %	Summe
0		4
0,5		2
1		3
1,5		1
2		4
2,5		4
3		1
3,5		2
4		3
4,5		1
5		
5,5		
6		
6,5		
7		
7,5		
8		
8,5		
9		
Summe		30
Mittelwert		2,0 cm

Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

Länge	Salz 0,5 %	Summe
0		5
0,5		4
1		1
1,5		4
2		4
2,5		1
3		
3,5		
4		
4,5		
5		
5,5		
6		
6,5		
7		
7,5		
8		
8,5		
9		
Summe		30
Mittelwert		0,7 cm

Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

Länge	Salz 1,0 %	Summe
0		5
0,5		3
1		2
1,5		2
2		
2,5		
3		
3,5		
4		
4,5		
5		
5,5		
6		
6,5		
7		
7,5		
8		
8,5		
9		
Summe		30
Mittelwert		0,2 cm

Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

Länge	Salz 2,0 %	Summe
0		5
0,5		5
1		5
1,5		5
2		5
2,5		5
3		5
3,5		5
4		5
4,5		5
5		5
5,5		5
6		5
6,5		5
7		5
7,5		5
8		5
8,5		5
9		5
Summe		30
Mittelwert		0 cm

Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

3. Mittelwerte: 2,0 cm

0,7 cm

0,2 cm

0 cm

## 4. Säulendiagramme

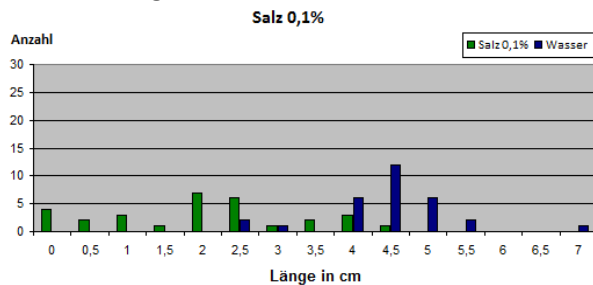


Abb.: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

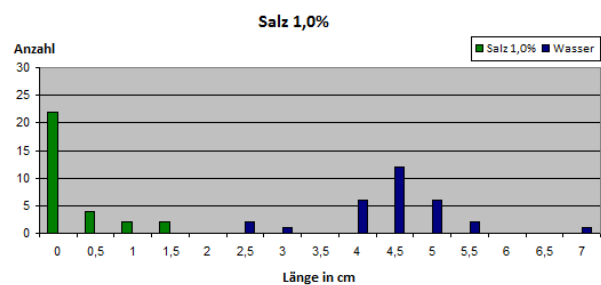


Abb.: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

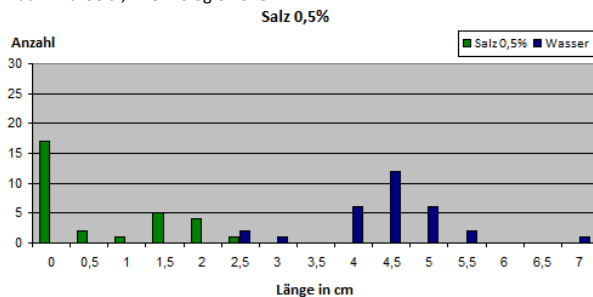


Abb.: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

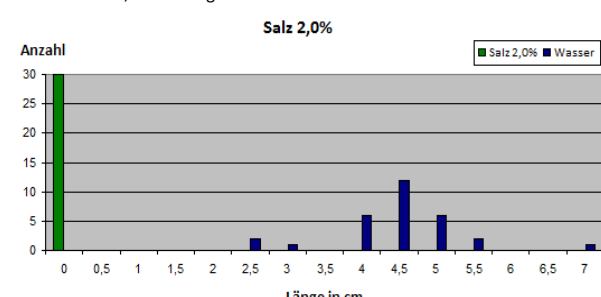


Abb.: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

- Einfluss des Salzgehalts steigt mit zunehmender Konzentration: schon 0,1 % Salz zeigt einen Einfluss auf das Wachstum; bei 2 % Salz findet kein Wachstum mehr statt.
- Salz beeinflusst den Stoffwechsel der Pflanzen, die osmotischen Verhältnisse ändern sich.  
→ Alltagsbezug: Streusalz-Einsatz im Winter

## Ansatz: Einfluss Dünger

1. nach einer Woche (ca. 1,5 %)



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

nach einer Woche (ca. 3,0 %)



Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

### 2. Messwerte

Länge	Dünger 1,5%	Summe
0		6
0,5		
1		
1,5		
2		
2,5		
3		3
3,5		
4		1
4,5		7
5		8
5,5		3
6		
6,5		1
7		1
7,5		
8		
8,5		
9		
Summe		30
Mittelwert		3,8 cm

Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

Länge	Dünger 3,0%	Summe
0		14
0,5		
1		2
1,5		1
2		2
2,5		
3		5
3,5		
4		4
4,5		1
5		1
5,5		
6		
6,5		
7		
7,5		
8		
8,5		
9		
Summe		30
Mittelwert		1,6 cm

Foto: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

### 3. Säulendiagramme

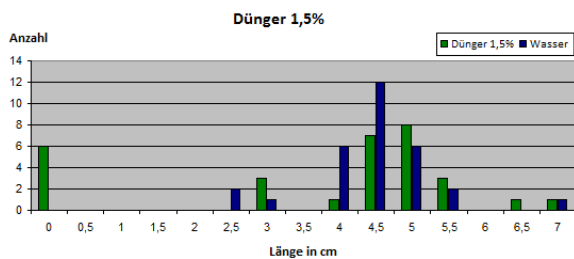


Abb.: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

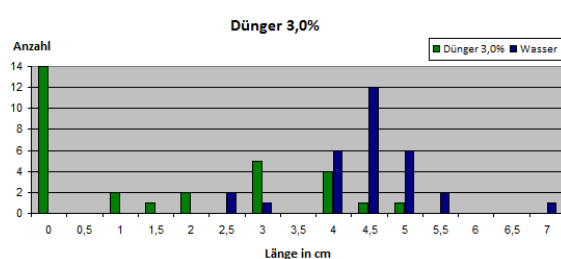


Abb.: H.-J. Seitz, ZPG Biologie 2018

4. Mittelwerte: 3,8 cm

1,6 cm

- Einsatz von Dünger (1,5 %) zeigt nur minimalen positiven Einfluss auf Keimung/Wachstum, 3 % Dünger beeinflusst das Pflanzenwachstum negativ.
  - Durch die Komponenten des Düngers ändern sich noch weitere Parameter (z.B. pH-Wert), die Einfluss auf das Pflanzenwachstum haben.
- Versuch zeigt kein klares Ergebnis, dies sollte mit den SuS thematisiert werden. Hauptgrund hierfür ist vor allem, dass Pflanzen Nährstoffe zunächst aus dem Samen ziehen. Einsatz von Dünger ist in dieser Phase des Pflanzenwachstums somit nicht sinnvoll.