

# Auswirkung der Schwerkraft und Zentrifugalkraft auf Pflanzen



Die Schüler und Studenten lernen, wie sich die Veränderung der Schwerkraft durch eine Zentrifuge auf das Wurzel- und Sprosswachstum auswirkt.

Biologie

Pflanzenphysiologie / Botanik

Keimung, Wachstum, Entwicklung



Schwierigkeitsgrad

leicht



Gruppengröße

2



Vorbereitungszeit

20 Minuten



Durchführungszeit

45+ Minuten

**PHYWE**  
excellence in science

# Allgemeine Informationen

## Anwendung

**PHYWE**  
excellence in science

Versuchsaufbau

In diesem Versuch wird beobachtet, in wie weit die Pflanze mit welchen Pflanzenteilen auf die Schwerkraft reagiert.

Dabei wird im Besonderen beachtet, wie sich die Pflanze bei Veränderungen der Schwerkraft durch eine Zentrifuge verhält. Betrachtet werden dazu die Wachstumsrichtungen von Spross und Wurzel.

## Sonstige Informationen (1/3)

**PHYWE**  
excellence in science

### Vorwissen



Den Schülern und Studenten sollte bewusst sein, dass sich ein in einer bewegten Zentrifuge der Schwerkraftvektor mit zunehmender Geschwindigkeit der Horizontalen annähert.

### Prinzip



Der Hauptspross einer Pflanze folgt der Senkrechten entgegen der Schwerkraft (negativer Geotropismus), wohingegen die Hauptwurzel in Richtung Schwerkraft wächst (positiver Geotropismus).

## Sonstige Informationen (2/3)

**PHYWE**  
excellence in science

### Lernziel



Die Schüler und Studenten lernen, wie sich eine Veränderung der Schwerkraft durch eine Zentrifuge auf das Wurzel- und Sprosswachstum auswirkt.

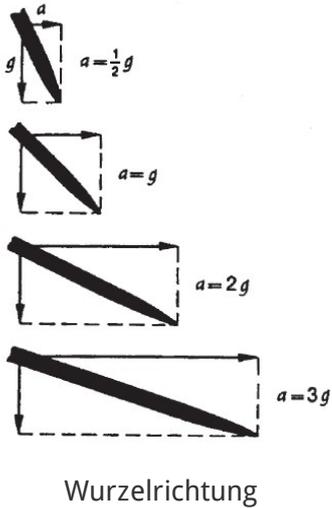
### Aufgaben



Die Schüler und Studenten messen die Ausrichtung von Spross und Wurzeln unter dem Einfluss von Zentrifugalkräften, welche niedriger, gleich groß oder größer als die Gravitationskraft sind. Dazu bringen sie Sonnenblumensämlinge in einer rotierenden Trommel zum Wachsen. Dieser Versuch wird mit unterschiedlichen Zentrifugenkräften durch den Wechsel der Rotationsgeschwindigkeit des Trommelmotors durchgeführt.

## Sonstige Informationen (3/3)

**PHYWE**  
excellence in science



### Beobachtungen und Ergebnisse

Die voraussichtliche Orientierung von Spross und Wurzel wird für jede der vier untersuchten Drehzahlen mittels eines Parallelogramms von Kräften auf der Grundlage der Schwerkraft und der Zentrifugalkraft berechnet (Abb. links). Die gemessene Spross- und Wurzelorientierung (der Mittelwert von jeweils 8 Winkelmessungen pro U / min) erweist sich als gut mit dem berechneten Wert. Wie aus der Abbildung ersichtlich werden mit zunehmender Zentrifugalbeschleunigung die Embryopflanzen zunehmend stärker in Richtung der rotierenden Scheibe geneigt, wobei der Spross in Richtung Zentrum und Wurzel vom Zentrum entfernt ist.

## Sicherheitshinweise

**PHYWE**  
excellence in science



- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

## Theorie

Der Hauptspross einer Pflanze folgt der Senkrechten entgegen der Schwerkraft (negativer Geotropismus), wohingegen die Hauptwurzel in Richtung Schwerkraft wächst (positiver Geotropismus).

Wenn die Pflanze in der rotierenden Waagerechten gehalten wird, verändert sich dadurch die Wachstumsrichtung von Spross und Wurzel.

Die Schwerkraft und die durch Rotation entstehende Zentrifugalkraft werden offensichtlich von der Pflanze als identisch wahrgenommen. Beide Kräfte üben eine Druckkraft auf die im Zellplasma vorhandenen Stärkekörner aus. Diese Körner fungieren wahrscheinlich als Statolithen (genauso wie bei Tieren) zum Erkennen des Reizes der Schwerkraft. Nur diese noch wachstumsfähigen Zonen des Sprosses und der Wurzel können auf diesen Reiz ansprechen, da das geotropische Verhalten auf Wachstumsbewegungen beruht.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Streifentrommel	65976-00	1
2	Zentrifugaleinsatz	65976-10	1
3	Motor mit Scheibenhalter 12 V	11614-00	1
4	PHYWE Netzgerät, RiSU 2019 DC: 0...12 V, 2 A / AC: 6 V, 12 V, 5 A	13506-93	1
5	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-01	1
6	Verbindungsleitung, 32 A, 750 mm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07362-04	1
7	PHYWE Stativfuß, teilbar, für 2 Stangen, $d \leq 14$ mm	02001-00	1
8	Doppelmuffe, für Kreuz- oder T-Spannung	02043-00	1
9	Stativstange Edelstahl, $l = 500$ mm, $d = 10$ mm	02032-00	2
10	Stativstange, Edelstahl, $l = 250$ mm, $d = 10$ mm	02031-00	1
11	Becherglas, Boro, hohe Form, 50 ml	46025-00	10



# Aufbau und Durchführung

## Aufbau

- Die Streifentrommel wird in einem Loch des Stativfußes befestigt und die 500 mm langen Stativstangen werden in den Fuß von der Seite eingesetzt (Abb. Versuchsaufbau auf Folie 2).
- Die 250 mm lange Stativstange wird mit dem anderen Loch des Stativfußes befestigt. Der Motor wird an dieser Stativstange mittels einer rechtwinkligen Klammer geklemmt, so dass die Motorriemenscheibe sich auf derselben Höhe wie der Boden der Trommel befindet.
- Der Antriebsriemen wird dann befestigt und festgespannt. Um den Abstand zwischen dem Motor und der Trommel konstant zu halten, werden die Stativstangen, die an der Seite des Stativfußes eingesetzt wurden, mit den gelben Hebeln sicher befestigt.
- Der Motor wird über die beiden Anschlusskabel mit dem Stromausgang des Netzgerätes verbunden. Die Spannung wird zunächst auf OV / 2A eingestellt und eingeschaltet.

## Durchführung (1/2)

**PHYWE**  
excellence in science

- In jedem von 8 Bechergläsern wird ein Sonnenblumensamen oder -keimling gepflanzt und bis zum Rand mit Pflanzerde gefüllt. Die Bechergläser werden in die Löcher des Zentrifugaleinsatzes so eingesetzt, dass der Rand genau zur Mitte der Scheibe zeigt. Nach dem Entfernen der Stativstange, die aus der Trommel herausragt, wird der Zentrifugaleinsatz zusammen mit den Bechergläsern in die Trommel gelegt. Es ist wichtig darauf zu achten, dass der Zentrifugaleinsatz genau in der horizontalen Ebene positioniert ist.
- Die Netzgerätepannung wird so eingestellt, dass sich die Trommel bei etwa 60 U / min dreht. Die Zentrifugalbeschleunigung  $a$  bei dieser Rotationsgeschwindigkeit entspricht der halben Beschleunigung aufgrund der Schwerkraft  $g$ . Die einfachste Methode, um die Rotationsgeschwindigkeit zu bestimmen, ist es, ein Stück einer Schnur an einer Stelle auf dem Rand der Trommel so anzubringen, dass es bei jeder Drehung der Trommel mit der Hand des Experimentators in Berührung kommt.
- Die Sonnenblumensamen bzw. Keimlinge sind für einige Tage der Beschleunigung in der Zentrifuge ausgesetzt. Da der Boden während der Zentrifugation schnell austrocknet, müssen die Bechergläser mindestens einmal täglich gründlich gewässert werden.

## Durchführung (2/2)

**PHYWE**  
excellence in science

- Wenn die Keimlinge eine Länge von etwa 3 cm erreicht haben, wird das Experiment gestoppt und die Bechergläser werden aus dem Zentrifugaleinsatz entfernt. Die Neigung des Sprosses in jedem Becherglas wird sofort mit einem Goniometer (Winkelmessgerät) gemessen und aufgezeichnet. Die Position der Spitze der Wurzel wird ebenfalls bestimmt und zur Bestimmung der Wachstumsrichtung der Wurzeln verwendet.
- Der Versuch wird mit einer Trommelgeschwindigkeit von 85 U / min (= 1 g), 120 U / min (= 2 g) und 150 U / min (= 3 g) jedes Mal unter Verwendung von frischen Samen oder Keimlingen wiederholt.



Versuchsaufbau



# Protokoll

## Aufgabe 1

Was ist in Zusammenhang mit diesem Versuch mit negativem Geotropismus gemeint?

- Keine der Antworten ist korrekt, da es keinen negativen Geotropismus gibt.
- Dass die Hauptwurzel einer Pflanze der Senkrechten in Richtung der Schwerkraft folgt.
- Dass der Hauptspross einer Pflanze der Senkrechten entgegen der Schwerkraft folgt.
- Dass die Pflanze mit dem Kopf nach unten wächst.

✓ Überprüfen

## Aufgabe 2

Was ist in Zusammenhang mit diesem Versuch mit positivem Geotropismus gemeint?

- Damit ist gemeint, dass die Hauptwurzel in Richtung der Schwerkraft wächst.
- Damit ist gemeint, dass die Hauptwurzel in die entgegengesetzte Richtung der Schwerkraft wächst.
- Keine der Antworten ist korrekt, da es keinen positiven Geotropismus gibt.
- Damit ist gemeint, dass die Pflanze nur noch in positiv geladenem Gestein wachsen kann, da sie durch die Zentrifuge gepolt worden ist.

✓ Überprüfen

## Aufgabe 3

Was üben Schwerkraft und Zentrifugalkraft auf Grundlage dieses Versuchs offensichtlich aus?

- Beide Kräfte üben eine Zugkraft auf die im Zellplasma vorhandenen Stärkekörner aus.
- Die Schwerkraft übt eine Zugkraft aus, welche die Stärkekörner im Plasma nach unten zieht, während die Zentrifugalkraft eine Druckkraft erzeugt, welche die Stärkekörner nach oben zieht. Deshalb sind die Stärkekörner auch meist oval geformt.
- Beide Kräfte üben eine Druckkraft auf die im Zellplasma vorhandenen Stärkekörner aus.

✓ Überprüfen

Folie	Punktzahl/Summe
Folie 14: Negativer Geotropismus	0/1
Folie 15: Positiver Geotropismus	0/1
Folie 16: Schwer- und Zentrifugalkraft	0/1

Gesamtsumme  0/3

 Lösungen

 Wiederholen