

Online-Supplement

Die ökologische Nische: Ein Dosis-Wirkungs-Experiment zur Ermittlung des physiologischen Spektrums verschiedener Getreidearten

**Online-Supplement:
Materialien für ein Dosis-Wirkungs-Experiment
zur Ermittlung des physiologischen Spektrums
verschiedener Getreidearten**

Darius Haunhorst^{1,*}, Andreas Stockey² (Erstautoren)
& Matthias Wilde¹

¹ Universität Bielefeld

² Oberstufen-Kolleg an der Universität Bielefeld

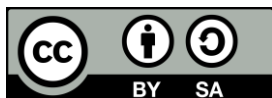
* Kontakt: Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie/Biologiedidaktik,
Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld
darius.haunhorst@uni-bielefeld.de

Zitationshinweis:

Haunhorst, D., Stockey, A. (Erstautoren), & Wilde, M. (2020). Die ökologische Nische: Ein Dosis-Wirkungs-Experiment zur Ermittlung des physiologischen Spektrums verschiedener Getreidearten [Online-Supplement: Materialien für ein Dosis-Wirkungs-Experiment zur Ermittlung des physiologischen Spektrums verschiedener Getreidearten]. *PFLB – PraxisForschungLehrer*innenBildung*, 2 (2), 107–116. <https://doi.org/10.4119/pflb-3308>

Online verfügbar: 19.02.2020

ISSN: 2629-5628



© Die Autor*innen 2020. Dieser Artikel ist freigegeben unter der Creative-Commons-Lizenz Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen, Version 4.0 International (CC BY-SA 4.0).
URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/de/legalcode>

Inhalt

Material 1: Entscheidungstabelle

Material 2: Rechenbeispiel: Spearman-Rang-Korrelationskoeffizient

Entscheidungstabelle für das Experiment Keimung

(zusammengestellt und ergänzt nach Watson & Wood-Robinson, 1998, und Wellington & Ireson 2008)

Entscheidung	Was muss entschieden werden?	Wer entscheidet? (L / L&S / S)
Fragestellung	F1: Welchen Einfluss hat die Konzentration von NaCl auf die Keimung von Getreidesamen? F2: Welchen Einfluss hat die Konzentration von NaCl auf das Wachstum von Getreidekeimlingen?	S
Hypothese	H1: Je höher die NaCl-Konzentration, desto weniger Samen keimen. H2: Je höher die NaCl-Konzentration, desto geringer ist die Biomasse der Keimlinge.	S
Begründung	H1: Hohe NaCl-Konzentrationen verhindern die Keimung von Getreidesamen. H2: Hohe NaCl-Konzentrationen schädigen das Wachstum von Pflanzen. Eine höhere NaCl-Konzentration sorgt für eine verminderte Wasseraufnahme und ein gestörtes Nährsalzverhältnis in der Pflanze. Daher ist zu erwarten, dass die Keimlinge eine geringere Größe annehmen.	S
Untersuchungskonzept	Experimentelle Umsetzung eines Dosis-Wirkungs-Experimentes	L&S
Konkrete Durchführung	Herstellung von Lösungen unterschiedlicher NaCl-Konzentration. Jeweils 10 Getreidesamen auf einem Schminkepad in einer Petrischale werden mit 15 mL Lösung getränkt und über 7 Tage regelmäßig mit destilliertem Wasser gegossen.	S
Anzahl der Wiederholungen	5 Wiederholungen pro Salzkonzentration	S
Unabhängige Variable	NaCl-Konzentration im Nährmedium	S
Untersuchungsspektrum	0–0,4 mol/L NaCl-Konzentration	S
Anzahl der Intervalle	6	S
Abstand der Intervalle	0,00 mol/L, 0,02 mol/L, 0,05 mol/L, 0,1 mol/L, 0,2 mol/L, 0,4 mol/L	S
Abhängige Variable	Keimungsrate, Keimblattlänge, oberirdische Biomasse	S
Messung der abh. Variable	Zählen, Messung mit dem Lineal, Analyse-Waage	S
Weitere relevante Randbedingungen	Lichtintensität des Standortes, Temperatur, Feuchtigkeit	L&S
Analyse der Daten	Berechnung von Mittelwerten und Standardabweichungen	S
Darstellung der Daten	x/y-Graphik und Standardabweichung	S
Signifikanzprüfung	Berechnung des Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman	L
Prüfung der Hypothese(n)	Bestätigung oder Widerlegung der Hypothese auf Grundlage der Signifikanzprüfung	S

Quellen:

Watson, R., & Wood-Robinson, V. (1998). Learning to Investigate. In M. Rattcliffe (Hrsg.), *ASE Guide to Secondary Science Education* (S. 84–91). Cheltenham, UK: Stanley Thornes Publ. LTD.

Wellington, J., & Ireson, G. (2008). *Science Learning, Science Teaching*. London: Routledge.

Rechenbeispiel: Spearman-Rang-Korrelationskoeffizient

Anhand der Keimungsrate von Weizen soll die Berechnung des Spearman-Rang-Korrelationskoeffizienten in diesem Beispiel veranschaulicht werden. Diese Anlage kann als Anleitung für die schrittweise Einführung der Berechnung im Unterricht verstanden werden.

Schritt 1: Zunächst müssen den Werten aus der Datentabelle (s. Tab. 1) (in diesem Fall die NaCl-Konzentration und die Keimungsrate) anhand ihrer Größe Rangwerte zugeordnet werden (Zöfel, 2011). Bei 30 Messwerten sind insgesamt 30 Ränge zu vergeben. Der höchste Wert erhält den Rangplatz 1, der zweithöchste den Rangplatz 2 und so weiter (Zöfel, 2011). Befinden sich in einer Datentabelle mehrere identische Werte (dies trifft in diesem Beispiel auf viele Messwerte zu), werden die Rangwerte gemittelt (Zöfel, 2011). Die höchste Konzentration von 0,2 mol/L tritt insgesamt 5x auf. Sie nimmt damit die Ränge 1–5 ein. Entsprechend erhalten alle Werte den gemittelten Rang von 3.

Schritt 2: Im nächsten Schritt werden die Differenzen der Rangwerte von Konzentration und Keimungsrate gebildet und diese Differenzen quadriert (Zöfel, 2011).

Schritt 3: Bevor der Spearman-Rang-Korrelationskoeffizient berechnet werden kann, muss zunächst ein Korrekturterm T berechnet werden (Zöfel, 2011). In den Korrekturterm fließt die Anzahl der mehrfach vergebenen Rangwerte nach folgender Formel ein (Zöfel, 2011):

$$m^3 - m$$

m = Anzahl des gleich vergebenen Rangwertes

Der Rangwert der Konzentration von 3 wurde 5x vergeben, wodurch sich für $m = 5$ ergibt:

$$5^3 - 5 = 120$$

Alle so erhaltenen Werte für die Ränge Konzentration und Keimung werden aufsummiert und ergeben den Korrekturterm T (in diesem Beispiel ist $T=1500$) (Zöfel, 2011).

Schritt 4: Der Spearman-Rang-Korrelationskoeffizient kann mit folgender Formel berechnet werden (Zöfel, 2011):

$$r = 1 - \frac{6 * \sum_{i=1}^n d_i^2}{n * (n^2 - 1) - \frac{T}{2}}$$

d_i^2 = Rang-Differenzen zum Quadrat.

n = Anzahl Messwerte/Ränge

T = Korrekturterm

Auf den ersten Blick erscheint die Formel möglicherweise komplizierter als nach genauerer Betrachtung. Dies ist insbesondere bei der Berechnung mit Schüler*innen herauszustellen. Im Zähler muss der aufsummierte Wert der Rang-Differenzen eingesetzt werden, im Nenner die Gesamtzahl an Rangwerten und der Korrekturterm. Der Spearman-Rang-Korrelationskoeffizient kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen (Engel, 1997). Für das genannte Beispiel bedeutet dies:

$$r = 1 - \frac{6 \cdot 7880}{30 * (30^2 - 1) - \frac{1500}{2}} = -0.856$$

Schritt 5: Der ermittelte Spearman-Rang-Korrelationskoeffizient kann nun mittels Tabellenwerten auf Signifikanz überprüft werden. Ein Wert von -1 entspricht einer idealen negativen Korrelation während ein Wert von +1 einer idealen positiven Korrelation entspricht (Engel, 1997). Bei einem Wert von 0 liegt keine Korrelation vor (Engel, 1997). Bei 30 Messpunkten kann im Konfidenzintervall von 95 % ab einem Wert von -0,362 von einer signifikant negativen und ab einem Wert von 0,362 von einer signifikant positiven Korrelation gesprochen werden (Engel, 1997). Für 25 Messwerte muss mindestens 0,398 und für 20 Messwerte mindestens 0,447 erreicht werden (Engel, 1997). Entsprechend kann bei diesem Beispiel von einer signifikant negativen Korrelation gesprochen werden.

Quellen:

Engel, J. (1997). *Signifikante Schule der schlichten Statistik*. Fürth: Filander.

Zöfel, P. (2011). *Statistik für Psychologen. Im Klartext*. München et al.: Pearson Higher Education.

Tab. 1.: Datentabelle zur Keimungsrate von Weizen bei unterschiedlichen NaCl-Konzentrationen mit entsprechenden Rangzuordnungen

Nr.	Konzentration NaCl (mol/l)	Rang (Konz.)	Keimung (%)	Rang (Keimung)	Rang-Differenzen, (Rang Konz.-Rang Keim.)	Rang-Differenzen zum Quadrat
1	0	28	95	6,5	21,5	462,25
2	0	28	95	6,5	21,5	462,25
3	0	28	95	6,5	21,5	462,25
4	0	28	90	13	15	225
5	0	28	85	17,5	10,5	110,25
6	0,01	23	100	1,5	21,5	462,25
7	0,01	23	95	6,5	16,5	272,25
8	0,01	23	95	6,5	16,5	272,25
9	0,01	23	90	13	10	100
10	0,01	23	90	13	10	100
11	0,02	18	100	1,5	16,5	272,25
12	0,02	18	95	6,5	11,5	132,25
13	0,02	18	95	6,5	11,5	132,25
14	0,02	18	90	13	5	25
15	0,02	18	85	17,5	0,5	0,25
16	0,05	13	95	6,5	6,5	42,25
17	0,05	13	90	13	0	0
18	0,05	13	85	17,5	-4,5	20,25
19	0,05	13	85	17,5	-4,5	20,25
20	0,05	13	80	20,5	-7,5	56,25
21	0,1	8	80	20,5	-12,5	156,25
22	0,1	8	75	23	-15	225
23	0,1	8	75	23	-15	225
24	0,1	8	75	23	-15	225
25	0,1	8	65	25	-17	289
26	0,2	3	5	26	-23	529
27	0,2	3	0	28,5	-25,5	650,25
28	0,2	3	0	28,5	-25,5	650,25
29	0,2	3	0	28,5	-25,5	650,25
30	0,2	3	0	28,5	-25,5	650,25
						$\Sigma=7880$