

EINE KLASSENÜBUNG ZUR VERTEILUNG VON PFLANZEN

nach B. A. C. Dudley, Keele University
 Originaltitel in 'Teaching Statistics' Vol. 4 (1982)
 Nr. 3: A Class Exercise Concerning the Distribution
 of Plants
 Übersetzung: N. Therstappen; Bearbeitung: B. Wollring

Die Biologie im Freien ist eine gute Datenquelle, aber es ist schwierig zu erkennen, welche der vielen möglichen Untersuchungen der Mühe wert sind, das heißt ergiebig genug und von Unerfahrenen leicht zu handhaben sind.

Eine solche Untersuchung wird hier beschrieben, ihre Ergebnisse werden vorgelegt und analysiert.

Wir untersuchen einen Rasen, der nahe an einem Buschwerk liegt. Die Untersuchung wurde für zehn Schüler geplant, die entweder das CSE (Certificate of secondary education) oder den O-level (entspricht etwa der mittleren Reife) besaßen. Schüler größerer Klassen können die Geländearbeit paarweise ausführen.

Die Klasse war in ihrem Kurs "Umwelterforschung" soweit gekommen, daß als nächstes die Verteilung von Pflanzen in einem Rasen als Spezialfall von Pflanzenverteilungen im allgemeinen von Interesse war. Später sollte dann untersucht werden, wie der Mensch die Verteilung von Pflanzen beeinflusst.

Der Lehrer stellte nun die Hypothese auf, daß die Verteilung der Kräuter im Rasen im wesentlichen eine Sache des Zufalls sei und daß somit zu erwarten sei, daß die Kräuter wahllos überall im Rasen verteilt sind. Die Schüler stimmten zwar zu, daß dies wahrscheinlich sei, mußten jedoch als junge Wissenschaftler nachprüfen, ob diese Behauptung zutrifft, bevor sie damit weiterarbeiteten. So hatte sich die Klasse im Rahmen dieser Untersuchung damit zu befassen, die folgende Hypothese zu prüfen: "In einem gut angelegten Rasen sind die Kräuter rein zufällig verteilt."

Dazu wurden auf dem Rasen zwölf Quadrate in einer Reihe im rechten Winkel zum Rand eines Gebüsches markiert. Jedes Quadrat maß 25 cm x 25 cm. Sie wurden in gleichen Abständen auf dem Rasen angeordnet, und zwar so, daß sie an dem einen Ende der Reihe mitten auf dem Rasen lagen, während sie am anderen Ende ganz nahe an dem Gebüsch oder sogar darunter lagen. Jedes Quadrat erhielt eine Nummer. Dann erhielt jeder Schüler eine Protokolltafel (siehe Bild 1) und die Aufgabe, das Auftreten der entsprechenden Pflanze in seinem Quadrat durch einen Haken zu kennzeichnen.

Pflanze	Quadrat											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wegerich I												
Klee												
Moos												
Butterblume												
Löwenzahn												
Gras												
Ampfer												
Gänseblümchen												
Wegerich II												
Baumsämling												

Bild 1: Protokolltafel der Schüler. Jeder Schüler füllt jeweils eine Spalte oder mehrere Spalten aus.

Wichtig ist dabei, daß alle Schüler mit der gleichen Protokolltafel arbeiten, obgleich es dazu nötig ist, daß die Quadrate bereits vor der Unterrichtsstunde angelegt werden und die Artenliste erst zusammengestellt, randomisiert und vervielfältigt wird, nachdem die Quadrate festliegen.

Es ist kein Problem, die Kräuter zu identifizieren. Die meisten sind bekannt und werden leicht wiedererkannt und richtig benannt. Die nicht bekannten können anhand von Zeichnungen in entsprechenden Büchern — "Was blüht denn da?" — bestimmt werden. Falls es nötig ist, kann man Musterexemplare benutzen, die in einem Plastikbeutel verpackt und mit Namen oder einer Codenummer bezeichnet sind.

Unsere Untersuchung wurde so auf einen Rasenstreifen begrenzt, aus dem in regelmäßigen Abständen Stichproben genommen wurden. Damit wurde die zu untersuchende Fläche auf eine praktikable Größe beschränkt und auf Stücke eingeschränkt, die gut verteilt, aber von begrenzter Zahl sind. Werden alle zwölf Quadrate gleichzeitig bearbeitet und ausgezählt, so können die Schüler in beliebiger Reihenfolge arbeiten, und es gibt keine Drückeberger. Mit der Protokolltafel als Checkliste werden alle Beobachtungen zum Vorhandensein der Pflanzen geordnet festgehalten. Die Ergebnisse der Schüler sind daher vergleichbar, und nach gegenseitigem Austausch müßten sie identisch sein. Dies kann leicht überprüft werden, und Abweichungen können besprochen werden, bevor alle in den Klassenraum zurückkehren. Bild 2 zeigt die Ergebnisse der gesamten Klasse. Sie werden von den Schülern im wesentlichen in dieser graphischen Form analysiert.

Pflanze	Quadrat											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wegerich I	✓	✓										
Klee	✓	✓	✓	✓	✓							
Moos			✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
Butterblume	✓	✓	✓		✓							
Löwenzahn	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Gras	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			✓		
Ampfer								✓				
Gänseblümchen	✓	✓			✓							
Wegerich II	✓											
Baumsämling									✓		✓	✓

Bild 2: Die Ergebnisse der gesamten Klasse (42 Häkchen)

Den Schülern der Klasse 4 (Jahrgangsstufe 9) wurde noch einmal erklärt, daß die Verteilung der Häkchen auf ihren Protokolltafeln jetzt die Verteilung der Pflanzen im Rasen wiedergibt. Die grundlegende Frage war nun, ob die Haken auf den Protokollkarten rein zufällig verteilt sind. Um sie zu beantworten, wurde eine neue Protokolltafel mit derselben Zahl von Haken erstellt, die diesmal jedoch entsprechend einer Tabelle von Zufallszahlen verteilt waren. Das Ergebnis zeigt Bild 3.

Die beiden Protokolltafeln wurden verglichen, und die Klasse entschied sich für den Befund: Es liegt ein Unterschied vor. Da die Haken auf der einen Protokolltafel rein zufällig verteilt waren, konnten sie dies auf der anderen nicht sein.

Pflanze	Quadrat											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Wegerich I			✓		✓		✓					✓
Klee				✓				✓	✓			
Moos	✓	✓			✓			✓		✓		
Butterblume		✓	✓	✓								✓
Löwenzahn					✓	✓	✓			✓	✓	
Gras				✓				✓				
Ampfer			✓			✓	✓			✓	✓	
Gänseblümchen	✓			✓			✓		✓			✓
Wegerich II	✓				✓	✓			✓	✓		
Baumsämling		✓	✓							✓	✓	

Bild 3: Zum Vergleich mit Bild 2 hier die mit Zufallszahlen erzeugte Verteilung von 42 Häkchen

Wir suchten nach Möglichkeiten, die Unterschiede zu erfassen, zum Beispiel durch Zählen der Häkchen je Zeile und Spalte und Vergleichen von Teil-Gesamtheiten in jeder Tabelle und zwischen den Tabellen. Schließlich fanden wir, daß der am meisten überzeugende Weg darin bestand, die Tafel zu halbieren und die Haken in jeder Hälfte zu zählen (siehe Tafel 4).

	Ergebnisse der Klasse			Ergebnisse aus Zufallszahlen		
	Spalte 1 - 6	7 - 12	Zahl der Häkchen	Spalte 1 - 6	7 - 12	Zahl der Häkchen
beobachtet (b)	29	13	42	21	21	42
erwartet (e)	21	21	42	21	21	42
b - e	8	-8		0	0	
$(b - e)^2/e$	3.05	3.05				

Tafel 4: Vergleich der Verteilungen. Es ist $\chi^2 = 6.10$, das ist signifikant auf dem 5 %-Niveau ($p < 0.05$).

Die Ausgangshypothese, daß die Kräuter im Rasen zufällig verteilt sind, wurde aufgrund der Ergebnisse in Tafel 4 verworfen.

Da es eine wissenschaftliche Grundregel ist, zu jeder nicht zufälligen Verteilung eine grundlegende Ursache anzunehmen, muß es Gründe geben, weshalb die Kräuter gerade dort auftreten, wo sie sind. Das ist etwas, was die Schüler weiterverfolgen können.

Die Schüler der sechsten Klasse (Jahrgangsstufe 11) können untersuchen, weshalb die Liste randomisiert werden sollte, bevor sie noch einmal angefertigt wird. Außerdem können sie die Ergebnisse mehr formal analysieren, indem sie die gesamten Daten sofort auf eine Tafel reduzieren und die Nullhypothese mit dem χ^2 -Test prüfen.

Falls die Kräuter rein zufällig verteilt sind, kann auf jeder Seite der Linie, die die Spalten 1 bis 6 von den Spalten 7 bis 12 trennt, die Hälfte der Häkchen erwartet werden. Dies gilt in der Tat für die mit Zufallszahlen erzeugte Tafel.

Wie auch immer, die Ergebnisse unserer Rasenkräuteruntersuchung geben einen χ^2 -Wert von 6.1, und dies ist signifikant auf dem 5 %-Niveau. Die Nullhypothese ist zu verwerfen, die Kräuter auf dem Rasen sind nicht zufällig verteilt.