UNIVERSITÄT OSNABRÜCK

Zwei schwache Freigrenzenpräparate: Welches ist stärker?

Man misst zwei Zählraten und möchte wissen, wie sicher die eine größer ist als die andere.

Motivation

Man hat eine Dose Pottasche und eine Dose Kaliumchlorid, und die Schüler sollen herausfinden, welches der Präparate stärker strahlt. Für Pottasche werden nach einer Minute 135 Counts und für Kaliumchlorid 175 Counts gemessen. Ist Kaliumchlorid nun das stärkere Präparat oder ist der Messwert nur zufällig größer?


Pottasche

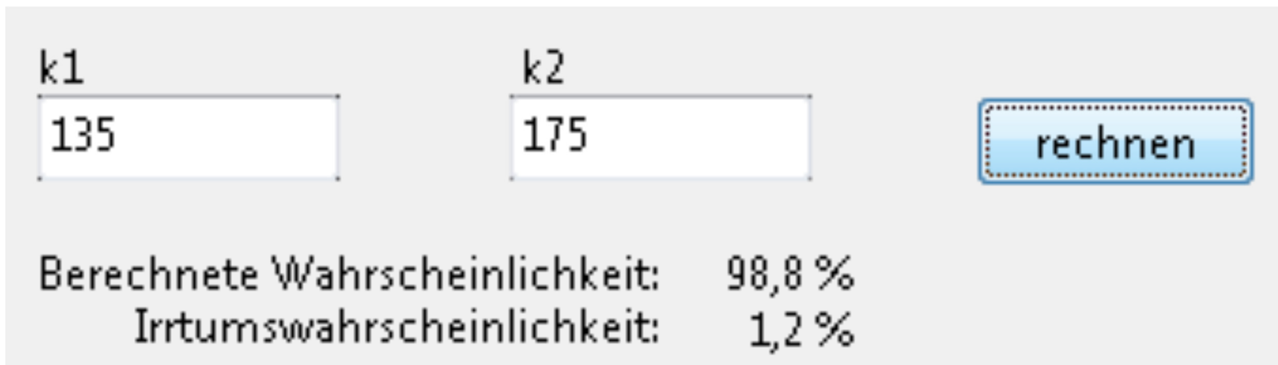

Kaliumchlorid

Zählrohr (Inspector)

Programm

Das vorliegende Programm berechnet die Wahrscheinlichkeit P dafür, dass der zweite Erwartungswert größer ist als der erste. Im Beispiel ist P = 98,8 %, d. h. die Vermutung, dass Kaliumchlorid der stärkere Strahler ist, ist mit einer gewissen Unsicherheit richtig.

Weiteres Beispiel: Für kaliumhaltigen Dünger (65 Counts) im Vergleich zu Pottasche (135 Counts) ist P = 99,999969 %, hier ist der Unterschied zwischen den Counts also äußerst sicher. Da der Theorie die Poissonverteilung zugrunde liegt, dürfen die Counts auch deutlich kleiner sein als in diesen Beispielen.



Bitte geben Sie beliebige Werte ein und lassen Sie rechnen!

Hier können Sie die Datei herunterladen:
https://www.physikdidaktik.uni-osnabrueck.de/fileadmin/user_upload/Material_zum_download/Vertrauenswuerdigkeit_zweier_Zufallszahlen.zip
(Leider müssen Sie bis jetzt erst auf „Weitere Informationen“ und dann auf „Trotzdem ausführen“ klicken.)

Hintergrund

Für die Normalverteilung (Gaußverteilung), welche ab ca. 30 Counts gilt, liegen 68 % der Messungen im relativen Intervall $\pm\frac{1}{\sqrt{Counts}}$ bzw. 95 % im Intervall $\pm\frac{2}{\sqrt{Counts}}$. Möchte man nun zwei unabhängige Counts vergleichen, könnte man auf die Idee kommen, die zwei Unsicherheiten einfach zu addieren, die zwei Messwerte müssten also mindestens rund $\frac{2}{\sqrt{Counts}}$ auseinanderliegen für 68 %. Da die beiden Messwerte aber nicht immer in die gleiche Richtung streuen, würde man jenen Anteil richtiger Messwerte unterschätzen. Verkleinert man das Intervall weiter bis auf Null, also entsprechend zwei gleichen Counts mit der falschen Theorie, hätte man 0 % der Messungen darin. Wohingegen der zweite Erwartungswert dann immer noch in 50 % der Fälle größer ist als der erste.

Ausblick

- Das Programm ist eine ausführbare EXE-Datei für Windows, in der Pascalsprache Lazarus geschrieben. In den Schulen werden oft iPads verwendet, deshalb erscheint eine Portierung nach Javascript sinnvoll.
- Für Differenzen gilt die Skellamverteilung, diese hat man (beim Radonversuch) bei der Zählrate für die Alphastrahlung, wäre also z. B. für den Vergleich von je zwei Alpha- und Betastrahlungsmesswerten wichtig.

Daniel Schwarz, Physikdidaktik
Plakat: Daniel Schwarz

Beispiele

In Plastikdose; je 1 min (inkl. Nullrate)

16.09.24; Raum 32/404

Nullrate	**Kaliumdünger**	**P**	**1 -P**
42	62	97,5 %	2,5 %
36	59	99,08 %	0,92 %
29	47	98 %	2 %

17.09.24; Raum 32/404

Kaliumdünger	**Pottasche**	**P**	**1 -P**
65	135	99,999969 %	0,000031 %
65	127	99,99966 %	0,00034 %
45	128	99,9999999932 %	6,8E-9 %

Pottasche	**Kaliumchlorid**	**P**	**1 -P**
135	175	98,8 %	1,2 %
127	210	99,99971 %	0,00029 %
128	177	99,75 %	0,25 %