

Münchner Zeitung

Wanderer vom Blitz getroffen

Oberland, 30. August

Ein junger Mann ist gestern auf einer Wanderung schwer verletzt worden. Fritz P. wurde auf freiem Feld von einem Gewitter überrascht. Nach Aussagen einiger anderer Feriengäste war er gerade dabei, einen Unterschlupf zu suchen, als ein Blitz in das Feld einschlug.

Nach übereinstimmender Aussage der Zeugen war Fritz P. mehrere Meter von der Einschlagstelle entfernt. Trotzdem erlitt er schwere Verletzungen. Er wird immer noch im lokalen Krankenhaus behandelt.



Du hast den obigen Artikel in der Zeitung gefunden. Du glaubst aber, dass die Münchner Zeitung sich etwas ausgedacht hat – es kann doch gar nicht sein, dass man so schwer verletzt wird, wenn man nicht vom Blitz direkt getroffen wird.

Mit einem Modellexperiment kannst du den Vorfall genauer untersuchen.

Kann es sein, dass ein Blitzschlag noch in 20m Entfernung Verletzungen hervorruft?

Hilfekarte 1	Blitz	
--------------	--------------	--

Mache dir klar, wie der Stromkreis aussieht, in dem der Blitz auftritt.

Überlege dir, wann Elektrizität für den Menschen gefährlich sein kann.

Didaktik der Physik, LMU München

Hilfekarte 2	Blitz	
--------------	--------------	--

Man kann sich einen Blitz so vorstellen, dass eine riesige Batterie kurzgeschlossen wird. Die beiden Pole der Batterie sind die Gewitterwolke und die Erdoberfläche, zwischen denen ein Ladungsungleichgewicht besteht. Während der Blitzentladung fließt ein elektrischer Strom von der Einschlagstelle nach allen Seiten weg. Zwischen der Einschlagsstelle und dem Rest des Bodens gibt es dann ein Ladungsungleichgewicht.

Elektrizität ist gefährlich, wenn ein Strom von mehr als 20 mA durch Körper fließt. Ab 70 mA besteht die Gefahr, dass das Herz aufhört zu schlagen.

Man kann aber den Strom durch den Körper nicht so gut messen. Daher misst man die Spannung am Körper.

Welche Spannung muss am Körper anliegen, damit (bei einem Widerstand von 2000Ω) eine Gefahr besteht? Zwischen welchen Punkten des Körpers muss diese Spannung liegen? Wie kannst du das im Modell nachvollziehen? Kann zwischen zwei verschiedenen Punkten des Bodens eine solche Spannung liegen?

Didaktik der Physik, LMU München

Hilfekarte 3	Blitz	
--------------	--------------	--

Ab einer Spannung von 40V wird es gefährlich, ab etwa 140 V lebensgefährlich, besonders dann, wenn eine solche Spannung so anliegt, dass der Strom durch das Herz fließt. (Also z.B. zwischen den Händen oder zwischen Hand und Fuß, aber auch zwischen den Füßen.)

Da der Blitz ein Ladungsungleichgewicht verursacht, liegt zwischen verschiedenen Punkten des Bodens eine Spannung an. Finde heraus, wo diese Spannung am größten ist.

Versuche zu messen, welche Spannung an deiner Modellfigur anliegt.

Didaktik der Physik, LMU München

Hilfekarte 4	Blitz	
--------------	--------------	--

Die Lage der Figur und ihre Entfernung zum Einschlagpunkt sind entscheidend. Kann der Zeitungsartikel recht haben ?

Didaktik der Physik, LMU München

Blitz – Information für Lehrkräfte

Physikalischer Inhaltsbereich

Es geht um die **Potentialverteilung in einem Halbkugelleiter**. Die Erde liefert bei einem Blitzschlag innerhalb von 10^{-8} s die benötigten positiven Ladungen, um die vom Blitz transportierten negativen Ladungen zu neutralisieren. Es bildet sich so ein quasistationärer Stromfluss durch eine Erdhalbkugel zur Einschlagsstelle aus. Die entstehenden Potenzialunterschiede auf der Erdoberfläche können für Menschen gefährlich werden („Schrittspannung“) – auch wenn man nicht vom Blitz direkt getroffen wird. Das Experiment kann auch in der Sekundarstufe I eingesetzt werden, um klarzumachen, dass Spannung immer zwischen zwei Punkten gemessen werden muss.

In einem Modellexperiment soll diese Situation nachgestellt werden. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

Version A: eine etwa halbkugelförmige Metallschüssel (Rührschüssel oder evtl. Backform) wird mit nasser Erde gefüllt. Eine Elektrode wird mit Stativmaterial in der Mitte der Oberfläche in die Erde gesteckt und mit dem Minuspol einer Spannungsquelle (10V) verbunden, die Außenseite mit dem Pluspol. Je größer die Schüssel, desto leichter ist eine maßstäbliche Modellierung der Situation.

An einer Probefigur werden zwei Metallkontakte (z.B. mit ‚Schuhen‘ aus Alublech) angebracht. An diesen werden Kabel befestigt, die anderen Enden der Kabel werden mit einem Multimeter (Messbereich bis 10 V) verbunden. Auf diese Weise lassen sich die Potentialdifferenzen des vorgegebenen Feldes bestimmen.

Version B: Statt der Metallschüssel wird eine (möglichst runde) Schale verwendet und mit Alupapier ausgeschlagen. Das Modellexperiment ist dann nicht mehr ganz so authentisch wie zuvor, allerdings sind die Kosten niedriger.

Version C: Auf leitfähiges Papier (z.B. von PASCO-Scientific) werden mit leitfähiger Tinte (Gelstift) ein Kreis und ein Punkt im Zentrum des Kreises gezeichnet. Dieses Papier wird auf eine Korkplatte (aus der Optik) gelegt. Mit Pinnwandnägeln lässt sich an diese Figuren eine Spannung anlegen. (Physikalisch fällt das Potential dann nicht mehr mit $1/r$ sondern mit $\ln r$ ab)

Der Spannungstrichter bei der Blitzentladung wird bis etwa 20m als gefährlich angesehen; der Maßstab sowohl für Längen als auch für Spannung muss also so gewählt sein, dass Modell und Wirklichkeit etwa übereinstimmen.

Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler

- Potential; Spannung
- Umgang mit Voltmeter

Tipps und Tricks

Der Durchfeuchtungsgrad der Erde bestimmt wesentlich die Versuchsergebnisse. Es sollte darauf geachtet werden, dass sich keine „Wasserader“ auf dem Grund der Schüssel bildet.

Weitere Details zum Versuch und eine physikalische Abschätzung findet sich in:

Hopf, M.; Wiesner, H. (2004): „Manchmal ist es gut, ein Huhn zu sein.“ – In: PdN/PhiS 2/53, S. 41-45

Materialbedarf für eine Arbeitsgruppe

- Schüssel, evtl. Alufolie – alternativ: leitfähiges Papier und Tinte
- Netzgerät 0-20V
- Elektroden
- Spannungsmessgerät
- Messkabel