

## Beschreiben Bauernregeln Gewitter richtig?

*Du könntest deinen Vortrag auflockern, indem du in einem kleinen Schauspiel die Bauernregeln z.B. verkleidet als Bäuerin vorträgst und dann deinen Auftritt als Wissenschaftlerin fortsetzt.*

- Tanzt das Stroh im Wirbelwind, kommt ein Unwetter geschwind.
- Auf schwüle Luft folgt Donnerwetter.
- Alle bösen Wetter klaren gegen Abend.

Bauernregeln beruhen auf Beobachtungen des Wetters und waren früher das Einzige, woran sich die Menschen orientieren konnten. Heute haben wir dank der Fortschritte in der Wissenschaft bessere Möglichkeiten, das Wetter zu verstehen.

Aber wie verlässlich sind Bauernregeln? Stimmen die drei Beispiele zum Gewitter?

Dass Gewitter bei schwüler Hitze entstehen, kennen wir, aber kommt der Wind vor dem Gewitter? Und warum sollte es nachts weniger Gewitter geben?

► Die Bauernregeln kannst du auf Folie an die Wand werfen oder an die Tafel schreiben. Im letzteren Fall solltest du dies vor dem Vortrag tun und die Tafel zuklappen, wenn das möglich ist, und erst zu Beginn deines Vortrags aufklappen.

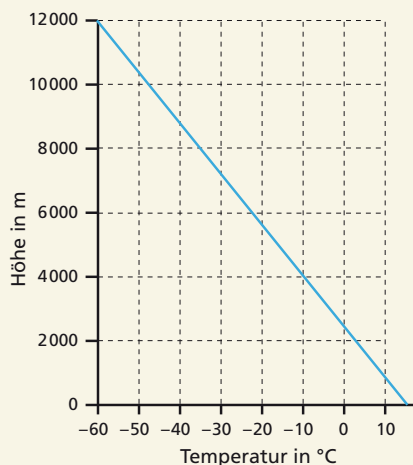
## Der Schauplatz des Wetters ist die Atmosphäre.

Um die Eigenschaften der Atmosphäre soll es daher zuerst gehen. Die **Atmosphäre** besteht aus mehreren Schichten. Die unterste ist etwa 12 km dick und heißt Troposphäre. Die obere Grenze der Troposphäre nennt man **Tropopause**. Das Wetter spielt sich ausschließlich in der Troposphäre ab. Vom Erdboden bis zur Tropopause nimmt die Temperatur im Mittel ab, und zwar um ca.  $0,6^{\circ}\text{C}$  pro 100 m.

Die Grafik zeigt ein Beispiel für diese mittlere Temperaturabnahme für einen Sommermorgen, an dem am Boden  $15^{\circ}\text{C}$  herrschen. In 12 km Höhe beträgt die Temperatur nur noch  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Über der Troposphäre liegt die **Stratosphäre**. In dieser kehrt der Temperaturverlauf sich um – die Temperatur nimmt mit der Höhe wieder zu.

Mittlere Abnahme der Temperatur mit der Höhe



► Wenn du dich mit Programmen für Tabellenkalkulation auskennst, kannst du eine solche Grafik zum Temperaturverlauf in der Troposphäre leicht selbst erstellen. Du kannst sie aber genauso gut mit Lineal und Stift zeichnen. Zum Digitalisieren nutze einen Scanner oder dein Smartphone.

## Was passiert, wenn die Sonne höher steigt und der Boden sich aufheizt?

Dabei erwärmt sich die Luft in Bodennähe, allerdings nicht überall gleichmäßig – dunkler Boden heizt sich bspw. stärker auf als heller, sodass auch die Luft am Boden verschieden stark erwärmt wird. Was passiert mit einem Paket Luft, das erwärmt wird? Die Luft um das Paket herum soll ihre ursprüngliche Temperatur behalten. (Das ist eine sehr vereinfachte Darstellung des Geschehens, erklärt es aber anschaulich.) Beim Erwärmen dehnt Luft sich aus. Da sich die Anzahl Moleküle im Luftpaket nicht verändert, sondern nur auf ein größeres Volumen verteilt, sinkt bei der Erwärmung die **Dichte** der Luft. Das warme Luftpaket ist also leichter als dasselbe Volumen Luft in seiner Umgebung.

## Deshalb erhält das warme Luftpaket einen Auftrieb und beginnt aufzusteigen.

Dasselbe passiert in einem Heißluftballon – auch im Ballon wird die Luft erhitzt und ihre Dichte im Vergleich zur Umgebungsluft verringert, sodass der Ballon aufsteigt. Nun nimmt nicht nur die Temperatur der Luft mit zunehmender Höhe ab, sondern auch der Luftdruck – einfach, weil immer weniger Luft von oben drückt.



► Du kannst die Zwischenüberschriften auf Folien an die Wand projizieren, damit deine Zuhörer die wichtigen Schritte besser behalten.

Nimmt der Druck auf ein Gas ab, dehnt es sich aus – das Volumen des aufsteigenden Luftpakets nimmt also zu.

Wenn ein Gas sein Volumen vergrößert, ohne dass ihm von außen Wärme zugeführt wird, sinkt wiederum seine Temperatur.

## Das aufsteigende Luftpaket kühlt sich also ab, während es aufsteigt.

Die Frage ist nun, nimmt seine Temperatur schneller ab als die der umgebenden Luft oder langsamer?

Solange das Luftpaket einfach nur aufsteigt, nimmt seine Temperatur um  $1^{\circ}\text{C}$  pro 100 m ab, also schneller als die Temperatur in der Umgebungsluft. Das ist in der roten Gerade in der Grafik dargestellt, die blaue stellt wieder die Temperatur in der umgebenden Lufthülle dar.

Das am Boden auf  $20^{\circ}\text{C}$  erwärmte Luftpaket steigt auf, kühlt dabei um  $1^{\circ}\text{C}$  pro 100 m ab und ist bei etwa 2500 m Höhe so kalt wie seine Umgebung. Das ist der Punkt, wo die rote Linie auf die blaue trifft. Damit hat das Luftpaket keinen Auftrieb mehr, es steigt nicht weiter auf und es passiert nichts weiter.

Nun enthält Luft aber auch **Feuchtigkeit**. Warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kalte. Steigt ein warmes Luftpaket mit einem großen Feuchtigkeitsgehalt auf und wird dabei kälter, muss es also überschüssige Feuchtigkeit loswerden – das Wasser **kondensiert** und bildet Tröpfchen, die man dann als Wolken sieht. Wenn Wasser kondensiert, gibt es Wärme ab, die die Luft wieder ein Stück erwärmt. Das aufsteigende Luftpaket kühlt sich also langsamer ab, sobald es anfängt, Wasser durch Kondensation abzugeben, nämlich nur noch etwa um  $0,5^\circ\text{C}$  pro 100 m.

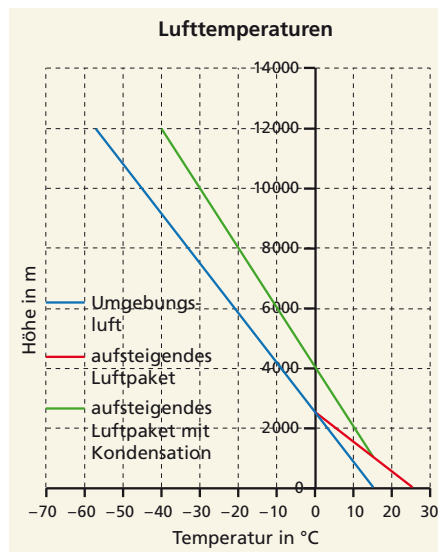
Dies zeigt die grüne Gerade. Das Luftpaket steigt am Boden mit  $20^\circ\text{C}$  auf. Es soll genau die Menge Feuchtigkeit enthalten, die es bei  $15^\circ\text{C}$  maximal aufnehmen kann. Solange seine Temperatur über  $15^\circ\text{C}$  liegt, kann es die Feuchtigkeit also problemlos halten. In 1000 m Höhe ist seine Temperatur aber auf  $15^\circ\text{C}$  gesunken. Oberhalb von 1000 m setzt also die Kondensation ein und die Temperatur im Luftpaket sinkt langsamer, wie in der grünen Linie dargestellt.

Die grüne Linie liegt deshalb vollständig oberhalb der blauen Linie – gleichgültig in welcher Höhe, die Umgebungsluft ist immer kälter als das aufsteigende Luftpaket:

- 2000 m: Luftpaket:  $10^\circ\text{C}$ ; Umgebungsluft:  $3^\circ\text{C}$ ;
- 4000 m: Luftpaket:  $0^\circ\text{C}$ ; Umgebungsluft:  $-10^\circ\text{C}$ .

Damit behält das Luftpaket seinen Auftrieb und steigt immer weiter auf. Erst an der Tropopause wird der Aufstieg gestoppt, weil die Temperatur der Umgebungsluft darüber wieder zunimmt.

Während des Aufstiegs des Luftpakets ist ständig Wasser kondensiert. Das bedeutet, es haben sich **Wolken** gebildet. Auch die Wolken können bis an die Tropopause reichen und über 12 km hoch werden. Weil die Tropopause den Aufstieg des Luftpakets stoppt, kann auch die Wolke die Grenze der Troposphäre nicht übersteigen. Sie breitet sich hier oben seitwärts aus und formt oft einen sogenannten **Amboss**.



► Wenn du die Beispiele nennst, deute mit einem Zeigestock oder Laserpointer auf die entsprechenden Punkte im Diagramm.

► Das Kondensieren von Wasser beim Abkühlen der Luft zeigt sich auch, wenn Fenster beschlagen. Die warme Luft, bspw. Atemluft, gelangt an die kalte Fensterscheibe, kühlt sich dort ab und gibt Feuchtigkeit ab.



## Wie kommen nun der Sturm und der Niederschlag zustande?

Die Wolke besteht aus Wassertropfchen, die weiter oben zu Eiskörnchen gefrieren. Aber auch in Höhen, in denen es bereits  $-20^{\circ}\text{C}$  oder noch kälter ist, existieren noch Tropfchen aus flüssigem Wasser. Wenn Wasser nicht gefriert, obwohl die Gefriertemperatur längst unterschritten ist, spricht man von **Unterkühlung**. Das kommt daher, dass Eiskristalle etwas brauchen, auf dem sie wachsen können. Das können andere Eiskristalle, aber auch Staubteilchen in der Atmosphäre sein. Sind solche Gefrierkeime nicht vorhanden, kann Wasser auch unterhalb der Gefriertemperatur flüssig bleiben.

Die weiter aufsteigenden Luftmassen halten die Wassertropfen und Eiskörner in der Schwebelage.

Sowohl aus Tropfen wie aus Eiskörnern **verdampfen** ständig Wassermoleküle, umgekehrt lagern sich auch welche wieder an. Es herrscht sozusagen ein ständiges Kommen und Gehen. Dabei ist es allerdings für die Moleküle sehr viel leichter, aus einem Tropfen zu entkommen als aus einem Eiskorn, weil die Bindungskräfte in flüssigem Wasser geringer sind als in Eis. Umgekehrt lagern sich Wassermoleküle leichter an die Eiskörner an. Das führt dazu, dass die Eiskörner auf Kosten der Tropfen wachsen.

Irgendwann sind die Eiskörner so schwer, dass die Aufwinde sie nicht mehr tragen können – die Körner beginnen zu fallen.

Weiter unten ist die Luft wärmer, die Eiskörner **schmelzen**. Das Schmelzen verbraucht Energie. Diese Energie holen die Eiskörner sich aus der Umgebung – die Umgebungsluft kühlt also ab. Beim Abkühlen zieht die Luft sich zusammen, wird dadurch plötzlich dichter als die Umgebungsluft und sie beginnt zu fallen. Zusätzlich wird sie über Reibung durch die fallenden Hagelkörner mitgerissen.

Dadurch entsteht ein heftiger **Fallwind**, der Orkanstärke erreichen kann. Am Boden wird der Wind zur Seite abgelenkt und so auch nach vorn. Diesen Wind spürt man dann als Vorboten eines Gewitters.

Die Eiskörner treffen als Regentropfen oder – wenn sie bei ihrem Fall nicht vollständig schmelzen – als **Hagel** auf den Boden.

► Schreibe die wichtigsten Informationen auf eine Folie. Erkläre, wenn nötig, auch die unbekannten Begriffe.

► Dass auch aus Schnee Wassermoleküle verdampfen (man spricht hier von sublimieren), siehst du, wenn im Winter Schnee auch dann weniger wird, wenn es kalt bleibt und er nicht taut – er trocknet weg.



## Die bekanntesten Erscheinungen bei Gewitter sind der Blitz und der Donner.

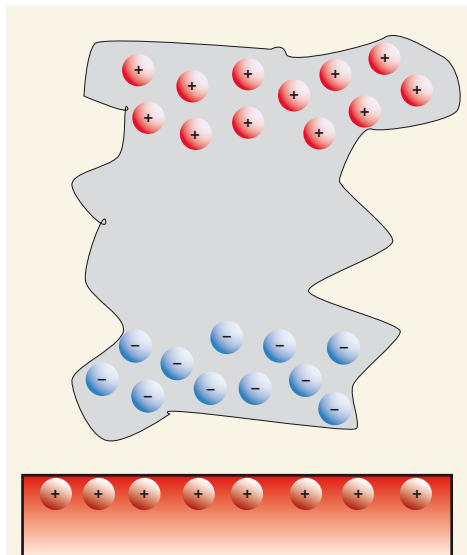
Ein Blitz ist ein **elektrischer Strom**, besteht also aus elektrisch geladenen Teilchen. Aber wie entstehen in der Gewitterwolke elektrisch geladene Teilchen?

Das ist noch nicht endgültig geklärt. Wahrscheinlich laden sich die Hagelkörner und Tropfen auf, wenn sie bei ihrer turbulenten Bewegung innerhalb der Wolke aufeinandertreffen und aneinander reiben.

Beim Reiben gehen Elektronen von einem Körper auf einen anderen Körper über. Trennt man anschließend die Körper, sind beide elektrisch geladen, man nennt das **Reibungselektrizität**.

In der Gewitterwolke werden die Ladungen durch die Winde getrennt – der untere Rand der Wolke lädt sich negativ auf (in der Grafik blau), der obere positiv (rot).

Der negative untere Rand der Wolke erzeugt eine **positive Influenzladung** auf der Erdoberfläche (rot):



Die negative Ladung am unteren Wolkenrand stößt die frei beweglichen Elektronen an der Erdoberfläche ab. Diese bewegen sich ein Stück weg von der Erdoberfläche, während die Ionen zurückbleiben – die ihrerseits angezogen werden von der negativen Wolkenseite. (Dass sie nicht gleich zur Wolkenunterseite hinfliegen, liegt daran, dass sie in den Feststoffen gebunden sind.) Damit kommt es zu einer Ladungstrennung. Direkt an der Erdoberfläche ist nun eine positive Ladung entstanden, die Influenzladung.

Zwischen dem unteren Wolkenrand und der Erdoberfläche herrscht nun ein elektrisches Feld. Ist dieses Feld groß genug, wird also die Anziehung zwischen negativer und positiver Ladung groß genug, kommt es zum **Blitz**: Elektronen schießen von der Wolke zum Boden und Ionen vom Boden zur Wolke und dies mehrfach hintereinander, was man als Flackern des Blitzes wahrnimmt. Der Blitz dauert so lange, bis die elektrischen Ladungen in Wolke und Boden abgebaut sind.

Während ihres Weges im Blitz stoßen die Ionen gegen Luftmoleküle. Dabei wird Energie frei, die wir als das Leuchten des Blitzes sehen.

Übrigens entstehen auch Blitze zwischen unterschiedlich geladenen Teilen von Wolken.

Die Luft im Blitzkanal wird auch schlagartig aufgeheizt – wie schon gesagt, dehnt sich ein Gas beim Erwärmen aus. Hier geschieht das so rasch, dass es einer Explosion ähnelt. Das erzeugt den Knall, den man als **Donner** hört.

► Influenzladung kannst du in einem Experiment zeigen: Reibe einen Kunststoffgegenstand wie einen Kamm an einem Wolltuch, dadurch lädt er sich auf. Drehe einen Wasserhahn so auf, dass ein dünner Wasserstrahl läuft und halte den aufgeladenen Kamm in die Nähe. Der Kamm lenkt den Wasserstrahl ab, weil er im Wasser eine Influenzladung erzeugt, die von der Ladung des Kamms angezogen wird.

► Hierzu solltest du wenn möglich ein Video mit Ton von Blitz und Donner zeigen.

## Was ist nun zu den Bauernregeln zu sagen?

### Tanz das Stroh im Wirbelwind, kommt ein Unwetter geschwind.

Diese Regel bezieht sich auf den Wind, den man oft bereits vor dem eigentlichen Gewitter spürt. Sie wird also durch die tatsächlichen Ereignisse bestätigt.

### Auf schwüle Luft folgt Donnerwetter.

Gewitter können sich nur bilden, wenn warme, feuchte Luft aufsteigt. Insofern wird auch diese Regel bestätigt.

### Alle bösen Wetter klaren gegen Abend.

Um aufsteigen zu können, muss die Luft warm sein. Nach Sonnenuntergang kühlt die Luft auch am Boden ab, sodass die Gewitterneigung sinkt.

Aber nicht alle Bauernregeln stimmen – **diese kann lebensgefährlich sein:**

*Eichen soll man weichen, vor den Fichten soll man flüchten,  
auch die Weiden soll man meiden, doch Buchen soll man suchen,  
Linden soll man finden.*

Blitze schlagen generell bevorzugt in hohe Gegenstände wie Gebäude, Bäume oder Masten ein – unabhängig von der Baumart. Man sollte daher jeden Baum meiden.

Wird man von einem Gewitter im Freien überrascht, sollte man:

- hohe, einzeln stehende Objekte meiden,
- sich klein machen (hinhocken, Füße zusammenhalten, Regenschirm weglegen),
- beim Baden sofort das Wasser verlassen,
- Auto oder Haus mit Blitzschutz aufsuchen.

► Wenn du die Bauernregeln an die Tafel geschrieben hast, kannst du sie nun der Reihe nach abhaken.

► Bereite wenn möglich eine Folie vor, mit der du die Verhaltensregeln an die Wand werfen kannst. Verteile sie auch als Handout.

## Urheberverzeichnis

*Abbildungen:* Barat Roland/Shutterstock.com 2; Bjoern Wylezich/Shutterstock.com 3; Suzanne Tucker/Shutterstock.com 4; Dr. Wiebke Salzmann (Grafiken)

*Autorin:* Dr. Wiebke Salzmann

© Duden 2021  
Bibliographisches Institut GmbH  
Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

ISBN des zugehörigen Buchs: 978-3-411-71047-8  
www.duden.de