

Informationsblätter zur Kultur- und Naturgeschichte

Gewitter

In diesem Jahr ereigneten sich erneut schwere Gewitter, die Menschenleben forderten und hohe Sachschäden verursachten. In Erinnerung sind und uns auch die Ereignisse im Sommer des vergangenen Jahres als die Einwohner unseres Gebietes unmittelbar Zeugen dieser Naturkräfte wurden. Von den Geschehnissen Ende Mai, Anfang Juni 2016 waren auch Einwohner von Laaber und Hemau¹ betroffen. Deshalb soll an dieser Stelle über die Ursache dieser Naturereignisse berichtet werden, über Gewitter. Jedes Jahr leben wir mit ihnen, erfahren sie mal hautnah, mal als spektakuläres Wetterleuchten aus der Ferne. Aber welche Wirkungsmechanismen stecken dahinter? Wie entstehen Gewitter? Was passiert in Ihnen? Was hat es mit Blitz und Donner auf sich? Welche Folgen zeitigen Gewitter und wie wirken sich diese auf Gesundheit, Wohlbefinden, aber auch auf unseren Besitz, unser Eigentum aus?

Gewitter lösen auf der einen Seite oft Angst und Schrecken aus. Auf der anderen Seite aber fasziniert uns dieses Naturereignis auch. Ihre Entstehung hat schon immer Interesse geweckt. Die griechische Mythologie sieht Göttervater Zeus als den Beherrscher von Blitz und Donner. In der nordischen Götterwelt steht Thor in enger Verbindung zu Gewittern. Heute wissen wir viel über die komplizierten Vorgänge, über die vielschichtigen Prozesse, die in einer Gewitterwolke ablaufen – und doch ist immer noch nicht alles davon umfassend verstanden. Mit einem Gewitter verbunden, ja von diesem verursacht, ist eine Reihe weiterer Naturgewalten: Sturm, Starkregen, Hagel – und natürlich Blitz und Donner.

Der Volksmund sagt, dass das Gewitter die Luft reinigt. Er spricht auch vom „Blitz aus heiterem Himmel.“ Ersteres ist mit erfrischenden Regengüssen und einer Abkühlung nach oft lang anhaltender Schwüle verbunden. Die zweite Aussage hat ebenfalls einen wahren Kern. Denn Blitze können auch seitlich aus einer Gewitterwolke austreten und eine größere Strecke weiterwandern, ehe sie auf der

Erde einschlagen. Oft kann dabei am Einschlagort gutes Wetter herrschen, blauer Himmel und Sonnenschein, und von einem Gewitter gar nichts zu sehen sein. In den USA traf ein Blitz einen Radfahrer, der 16 Kilometer von der Gewitterwolke entfernt unter blauem Himmel radelte.²



(Quelle: Meteorologischer Kalender 2017)

¹ Mittelbayerische Zeitung Nr. 122; 30.05.2016 und Nr. 123; 31.05.2016; Tangrintler Nachrichten Nr. 22; 03.06.2016.

² DIE ZEIT Nr. 38; 08.Sept. 2016

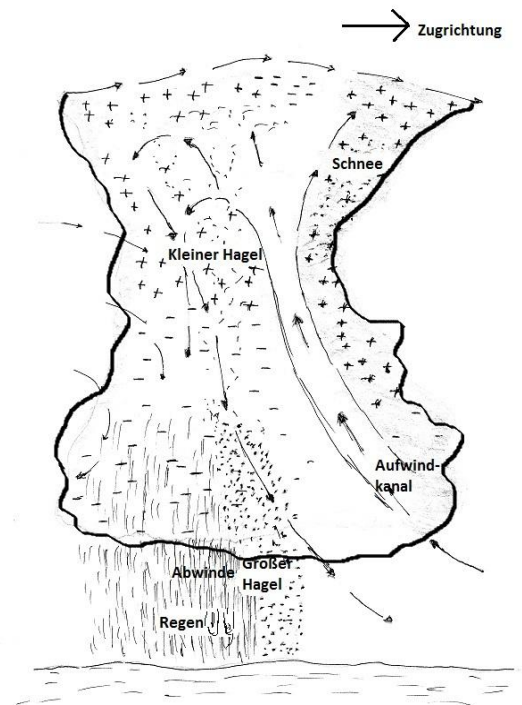
Wie entsteht ein Gewitter?

Zur Gewitterentstehung ist eine feucht-labile Schichtung der Atmosphäre nötig, ebenso eine hohe Luftfeuchte in Bodennähe sowie ein Hebungsmechanismus (Strömungskonvergenz, Hebung an Gebirgen).

Aufsteigende Luftschichten bilden sich, wenn in einem Gebiet durch die Sonneneinstrahlung oder die unterschiedliche Wärmeabgabe des Untergrundes (Wasser, Feld, Wald, bebaute Fläche) eine höhere Temperatur als in der näheren Umgebung erreicht wird. Die Luft erwärmt sich über der Erdoberfläche, dehnt sich aus und wird somit leichter als die etwas kühlere Umgebungsluft. Dadurch steigt sie mit dem aufgenommenen Wasserdampf nach oben (Thermik).

In ihrer Mitte besitzt eine Gewitterzelle einen Hauptaufwindbereich. In dessen Umgebung aber sinkt die Luft wieder ab. Die Aufwinde können Geschwindigkeiten über 200 km/h erreichen. Sie werden hervorgerufen durch den Dichteunterschied der Luftmasse in der Gewitterzelle (geringere Dichte) und der Umgebungsluft (höhere Dichte). Erreicht der Aufstieg der Luftmassen Höhen von 6 bis 12 km wird der obere Wolkenbereich in Windrichtung gezogen. Es bildet sich die charakteristische Ambossform aus.

Noch während warme Luft mit hoher Geschwindigkeit nach oben steigt, beginnen Wassertropfen und/oder Eiskügelchen nach unten zu sinken. In ihrem Sog entstehen Abwinde. Sobald sich diese der Erdoberfläche nähern, breiten sie sich horizontal aus. Sie sind als kräftige Windböen zu spüren, die einem Gewitter jedes Mal vorausgehen.



Schema einer Cumulonimbuswolke mit Niederschlags- und Ladungsverteilung
(Zeichnung Robert Glassl, verändert nach Borchert, S. 61 und Battan, S. 102)

Man unterscheidet **Luftmassengewitter**, **Frontgewitter** (die durch dynamische Hebung an der Vorderseite von Kaltfronten entstehen) und **Orographische Gewitter** (sie bilden sich durch Hebung der Luftmassen an Gebirgen).

Blitz und Donner

Der russische Wissenschaftler Michail W. Lomonossow (1711-1765) erklärte 1753 als Erster, dass Blitze durch Reibungselektrizität entstehen. Diese wird in Gewitterwolken durch auf- und absteigende Luftmassen erzeugt.

In Gewitterwolken gibt es Bereiche unterschiedlicher elektrischer Ladungen. Der untere Wolkenteil ist in der Regel negativ, der obere positiv geladen.³

Zuerst bildet sich ein schwach leitfähiger Kanal, der sog. Leitblitz. Dieser ionisiert⁴ die Luft in einem dünnen Kanal und macht sie dadurch leitfähig. Dies geschieht schrittweise, in Segmenten von einigen Metern. Mit jedem Schritt verzweigt

³ Ein Blitz, der die sog. Potentialdifferenz zwischen Erde und Wolke ausgleicht, entsteht, wenn die Spannung auf zwei Kilometer Entfernung etwa 30×10^6 Volt erreicht. Der Entladestrom hat eine Stromstärke von ca. 20.000 Ampere (Borchert, S. 60).

⁴ Energiereiche Quanten, wie sie bei der kosmischen Höhenstrahlung, der Gammastrahlung oder der kurzwelligen Röntgenstrahlung entstehen, können Elektronen aus ihrem Gefüge lösen. Dadurch entsteht ein positiver Molekülrest – ein Ion.

sich dieser Kanal. Sobald einer dieser Zweige des inzwischen verästelten Leitblitzes den Kontakt zum Boden geschlossen hat, beginnt ein Fluss von Entladungen zwischen Wolke und Erdoberfläche. Dies wird als Hauptentladung bezeichnet. Die Luft im Blitzkanal bleibt ionisiert und wird von nachfolgenden Leitblitzen genutzt. Dadurch entsteht das charakteristische Flackern des Blitzes. Im Blitzkanal entstehen Temperaturen von mehr als 3000°C . Innerhalb einer Millisekunde kann die Temperatur eines Blitzes auf mehr als 28.000°C steigen. Das ist fünfmal so hoch wie die Temperatur an der Sonnenoberfläche.⁵

Man unterscheidet **Wolkenblitze** (die zwischen den Wolken, aber auch innerhalb ein und derselben Wolke auftreten können) und **Erdblitz**e (zwischen Wolke und Erde). Etwa zwei Drittel aller in Mitteleuropa auftretenden Blitze sind Wolkenblitze. Zudem gibt es **Luftblitze**, die von der Wolke in den umgebenden Luftraum ausgehen, **Linienblitze**, und **Flächenblitze**, in Form von Bündeln zwischen den Wolken, **Perlschnurblitze**, die aus einer Aneinanderreihung von Lichtpunkten entlang der Blitzbahn bestehen, sowie die aus einer kugelförmigen, leuchtenden Masse geformten **Kugelblitze**, die sich nur mit geringer Geschwindigkeit bewegen.

Beschrieben werden Kugelblitze als rundliche Form mit einem Durchmesser von weniger als 50 cm. Sie bewegen sich langsam, auf unregelmäßiger Bahn rollend, springend oder aber schwebend fort. Sie glühen hellgelb über orange-rot bis lila, haben nur wenige Sekunden Bestand, ehe sie sich auflösen oder mit einem lauten Knall explodieren. Größere Schäden werden durch Kugelblitze nicht verursacht. Bis heute gibt es keine wissenschaftlich gültige Erklärung für das Auftreten von Kugelblitzen. Am schlüssigsten erscheint die Vermutung, dass es sich um leuchtende Gasgebilde handelt.

Weit oberhalb der Gewitterwolken können elektrische Ladungen bis in Höhen von 100 Kilometer beobachtet werden:

blue jets: blaue Lichtfontänen, die bis in die untersten Schichten der Ionosphäre (50 – 70 km Höhe) reichen;

elves (rote Elfen): ringförmige, rötliche Leuchterscheinungen in 80 bis 100 km Höhe;

sprites (rote Kobolde): sie haben ihren Ursprung in ca. 80 km Höhe und wachsen innerhalb weniger tausendstel Sekunden pilzförmig bis auf ca. 40 km nach unten; sie kommen am häufigsten vor.

Bei weit entfernten Gewittern sind Blitze nicht mehr direkt zu sehen, lediglich ihr Widerschein an den Wolken wird als **Wetterleuchten** wahrgenommen.

Elmsfeuer sind büschelförmige, bläulich-violett flackernde Entladungen bis zu 30 Zentimeter Länge. Sie treten bereits vor einem Gewitterausbruch auf und gehen von exponierten, spitzen Gegenständen wie Schiffsmasten oder Gipfelkreuze aus. Die Bezeichnung wird auf den Hl. Erasmus, italienisch St. Elmo, zurückgeführt, dem Schutzpatron der Seeleute. Bei Tage ist das Elmsfeuer nur selten zu sehen, da von ihm nur eine geringe Leuchtkraft ausgeht. Dafür macht es sich durch ein ausdauerndes Knistern bemerkbar.

Im Blitzkanal führt der Stromfluss zu einer Aufheizung. Damit einher geht auch eine Erhöhung des Luftdrucks bis zum Dreißigfachen des Normalwertes. Die im Blitz entstandenen extremen Temperaturen lassen die Luftmoleküle in unmittelbarer Umgebung stark expandieren und vorhandene Wassertropfen verdampfen. Das Volumen der Luft steigt in diesem Bereich explosionsartig an. Der vom Entladungsstrom erhitzte Blitzkanal wird thermodynamisch instabil, er dehnt sich mit Überschallgeschwindigkeit aus und erzeugt dabei eine akustischen Stoßwelle, vergleichbar mit dem Überschallknall eines Flugzeugs, die sich dann in größerer Entfernung als normale Schallwelle ausbreitet. Dies ist als **Donner** hörbar.

⁵ Time-Life – Stürme; S. 127

Aus größerer Entfernung hört sich der Donner rollend und polternd an. In der Nähe eines niedergehenden Blitzes wird er zu einem lauten, scharfen Knall. Blitz und Donner breiten sich mit stark unterschiedlichen Geschwindigkeiten aus. Der Blitz mit Lichtgeschwindigkeit (300.000 Kilometer pro Sekunde), der Donner mit Schallgeschwindigkeit (ca. 340 Meter pro Sekunde). Aus dieser Differenz lässt sich die Entfernung eines Gewitters berechnen. Jede Sekunde, die der Abstand zwischen Blitz und Donner kürzer wird, ist das Gewitter ca. 340 Meter näher gekommen. Drei Sekunden entsprechen so in etwa einem Kilometer Entfernung.

Auswirkungen der Gewitter auf Menschen und ihre Umwelt

Begleiterscheinung von Gewittern sind starke Turbulenzen im Hauptaufwindbereich, unterkühltes Wasser bis zu einer Temperatur von -40°C , sowie Starkniederschläge und Hagel. Neben der Blitzgefahr sind es vor allem extreme Starkregen mit mehr als 100 Liter Niederschlag pro Quadratmeter in kurzer Zeit, Hagelschläge sowie heftige Windböen von bis zu 200 Kilometer in der Stunde, die zu schweren Schäden an Menschen (für jeden Vierten von 100 Menschen ist ein Blitztreffer tödlich) und Sachwerten führen. Auch Tornados können an Gewitterzellen entstehen.

Beim Gehen, Laufen, Stehen oder Hocken mit gespreizten Beinen entsteht in einer Entfernung von bis zu 200 Meter vom Blitzeinschlag zwischen den Füßen eine Potentialdifferenz⁶. Der Strom dringt über das eine Bein in den Körper ein und tritt dann über das andere wieder aus (Schrittspannung). Deshalb sollte man sich, wird man im Freien von einem Gewitter überrascht, stets nur mit geschlossenen Beinen auf den Boden hocken und sich nicht mit den Händen abstützen.

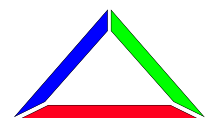
Zur Entdeckung von Gewittern und zur Abschätzung von deren weiterer Entwicklung dienen Satellitenbeobachtung, Wetterradar und Blitzortungssysteme. Eine perfekte Gewittervorhersage mit Zeitpunkt, Ort, Verlauf, Stärke, Niederschlag und Gefahren wie Hagel oder Tornados ist derzeit nicht zu leisten. Der durch den Klimawandel bedingte Temperaturanstieg führt zu einer Zunahme der Feuchtigkeit und damit auch zu einem Anstieg der konvektiven Energie in der Atmosphäre. Verschiedene Klimasimulationen zeigen eine leichte Zunahme für schwere Gewitterereignisse, insbesondere im Nordwesten und Süden Deutschlands.

Literatur:

- Battan, Louis, J. (1979): Wetter. Enke-Verlag; Stuttgart.
- Borchert, Günter (1978): Klimageographie in Stichworten. Hirt-Verlag; Kiel.
- DIE ZEIT Nr. 38; 08.September 2016.
- Evers, Marco (2017): Schlingern der Winde. – DER SPIEGEL 14/2017; S. 103.
- Häckl, Hans (2012⁷): Meteorologie. UTB; Stuttgart.
- Deutsche Meteorologische Gesellschaft (Hrsg.) (2016): Meteorologischer Kalender 2017.
- Mittelbayerische Zeitung, Nr. 122 vom 30.05.2016 und Nr. 123 vom 31.05.2016
- Strahler, A. u. A. Strahler (2006): Physische Geographie. Ulmer-Verlag; Stuttgart.
- Tangrintler Nachrichten, Nr. 22 vom 03.06.2016.
- Time-Life Bücher (Hrsg.) (1983): Planet Erde. Stürme. Time-Life Books B.V.; Amsterdam.
- <https://de.wikipedia.org>
- www.eswd.eu (europäische Umweltdatenbank mit Informationen über Unwetter)

AGRICOLA Informationsblätter zur Kultur- und Naturgeschichte, Blatt 60/2017:
Robert Glassl: Gewitter

Herausgeber: AGRICOLA
Arbeitsgemeinschaft für Kultur- und Naturgeschichte Region
Schwarze Laber-Tangrintel e.V.
Geschäftsstelle: Sonnenstraße 1, 92331 Parsberg



⁶ Die Potentialdifferenz bezeichnet den Unterschied elektrischer Kräfte bei aufgeladenen Körpern.