



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik

Müller, Johann Heinrich Jacob

Braunschweig, 1894

259. Erklärung des Hagels

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

Mündungen der Hochgebirgsthäler vorzugsweise dem Hagel ausgesetzt, während es auf den Höhen selten hagelt. Clermont, ganz nahe am Gebirge liegend, wird häufig vom Hagel verwüstet, während es zwischen Mont d'Or und Puy de Dome, wenige Kilometer von Clermont entfernt, aber 400 m höher, in 23 Jahren nur einmal gehagelt hat. Burgofranco, am Ausgange des Aostathales, wird fast in jedem Jahre vom Hagel heimgesucht und in den Aemtern Mendrisio und Lugano, am südlichen Abfall der Alpen, wird bei allen Berechnungen von Pachtzinsen u. s. w. vorausgesetzt, dass jährlich $\frac{1}{10}$ aller Landesproducte durch den Hagel zerstört wird.

Der Fuss der Karpathen wird häufiger vom Hagel getroffen als die polnischen Ebenen.

Kein Land der Erde wird wohl häufiger von Hagelstürmen der heftigsten Art getroffen, als die Abhänge des Kaukasus. So wurde z. B. Bjeloi-Kliutsch, in der Nähe von Tiflis, im Sommer 1869 dreimal durch Hagelwetter verwüstet und zwar am 27. Mai, am 9. Juni und am 24. August und bei jedem dieser Hagelwetter fielen Eissteine von der in Fig. 389 dargestellten Grösse.

Die zunehmende Entwaldung des Kaukasus soll nach Abich wesentlich dazu beitragen, dass die Hagelwetter daselbst einen immer heftigeren Charakter annehmen.

Aus alle dem geht nun hervor, dass die Bodengestaltung einen wesentlichen Einfluss auf Häufigkeit und Heftigkeit der Hagelwetter ausübt, ohne dass es jedoch bis jetzt gelungen wäre, über die Art dieses Einflusses auch nur einigermaassen sichere Anhaltspunkte zu gewinnen.

259 Erklärung des Hagels. Wie der Hagel einerseits eine der grössten Geisseln für den Landwirth ist, so ist auch seine Erklärung eine peinliche Frage für die Naturforscher.

Volta meinte, dass die Sonnenstrahlen an der oberen Grenze der dichten Wolke fast vollständig absorbirt würden, was eine rasche Verdunstung zur Folge haben müsse, namentlich wenn die Luft über den Wolken sehr trocken ist; durch diese Verdunstung solle nun so viel Wärme gebunden werden, dass das Wasser in den tieferen Wolkenschichten gefriert. Wenn aber die Verdunstung des Wassers in den oberen Wolkenschichten durch die Wärme der Sonnenstrahlen veranlasst wird, so ist nicht einzusehen, warum durch die Verdunstung den tieferen Wolkenschichten so viel Wärme entzogen werden soll.

Ferner nahm Volta an, dass zwei mächtige, mit entgegengesetzter Elektrizität geladene Wolkenschichten über einander schweben. Wenn nun die noch sehr kleinen Hagelkörner auf die untere Wolke fallen, so werden sie bis zu einer gewissen Tiefe eindringen und sich mit einer neuen Eisschicht umgeben; sie werden sich aber auch mit der Elektrizität der unteren Wolke laden und von dieser zurückgestossen, während die obere sie anzieht; sie steigen also trotz ihrer Schwere wieder zu der

oberen Wolke in die Höhe, wo sich derselbe Vorgang wiederholt; so fahren sie eine Zeit lang zwischen den beiden Wolken hin und her, bis sie endlich herabfallen, wenn sie zu schwer werden und die Wolken ihre Elektrizität verlieren. — Gegen diese Ansicht lässt sich einwenden, dass es schwer denkbar ist, wie die Elektrizität ohne eine plötzliche Wirkung, also ohne einen Entladungsschlag, so grosse Eismassen in die Höhe zu heben vermag, und dass, wenn wirklich die elektrische Ladung der beiden Wolken auch so stark sein sollte, die Elektrizität augenblicklich von einer zur andern übergehen müsste, namentlich da ja die Hagelkörner eine leitende Verbindung zwischen ihnen herstellen.

Eine andere Theorie über die Entstehung des Hagels, welche Fr. Vogel im Jahre 1849 aufgestellt hat, geht von der Voraussetzung aus, dass der Bläschendampf, welcher die Wolken bildet, weit unter den Schmelzpunkt des Eises erkalten könne, wie man dies bekanntlich auch beim tropfbar flüssigen Wasser beobachtet. Wenn nun aus einer höheren Wolkenschicht Graupelkörner durch eine in diesem Zustande befindliche Wolke herabfallen, so muss auf ihnen sich Wasser niederschlagen, welches augenblicklich erstarrt. Der niedrigen Temperatur der Wolke wegen kann auf diese Art in ganz kurzer Zeit eine massenhafte Eisbildung stattfinden.

Eine Bestätigung der eben vorgetragenen Theorie der Hagelbildung lieferte die am 27. Juli 1850 von Barral und Bixio zu Paris unternommene Luftfahrt. — Der Himmel, welcher bis Mittag vollkommen rein gewesen, begann um 1 Uhr, als die Füllung des Ballons beendet war, sich mit Wolken zu überziehen und alsbald trat Regen ein, welcher bis 3 Uhr in Strömen herabfiel. Erst um 4 Uhr, als der Himmel noch ganz bedeckt war, konnte die Fahrt begonnen werden.

Folgendes sind einige Temperaturbeobachtungen, welche in den beigetzten, durch das Barometer bestimmten Höhen beobachtet wurden:

Nr. 1 . . .	16 ^o C. . . .	750 m
„ 2 . . .	9	1950 „
„ 3 . . .	0,5	3320 „
„ 4 . . .	— 7,0	5000 „
„ 5 . . .	— 10,0	6170 „
„ 6 . . .	— 15,0	6350 „
„ 7 . . .	— 39,0	6840 „

Kurz nach dem Aufsteigen sahen sich die Luftschiffer in einen leichten Nebel eingehüllt; bei der Beobachtung Nr. 2, also in einer Höhe von ungefähr 1950 m, hatten sie bereits eine Wolkenschicht unter sich, welche Paris verdeckte.

Bei der Beobachtung Nr. 4, also in einer Höhe von 5000 m, wurde der Nebel so dicht, dass ihnen die Erde vollständig verschwand. Bei Nr. 5 wurde der Nebel etwas dünner, so dass man ein weisses blasses Sonnenbild sehen konnte, zugleich fielen äusserst feine Eisnadelchen nie-

der; kurz darauf erhoben sie sich aus der Wolkenschicht, wobei das Thermometer rasch um 24°C . fiel. Bei den Beobachtungen Nr. 6 und Nr. 7 war der Himmel vollkommen heiter.

Barral und Bixio durchstiegen also eine Nebelschicht von wenigstens 4000 m Höhe. Von einer Höhe von ungefähr 3300 m an sank das Thermometer unter den Gefrierpunkt, und doch ging der Nebel erst in einer Höhe von nahe 6000 m bei einer Temperatur von -10° in Schneewolken (Eisnadelchen) über, es war also eine ungefähr 2700 m hohe Wolke vorhanden, in welcher der Bläschendampf unter den Gefrierpunkt erkaltet war.

Im Jahre 1862 veröffentlichte Mohr eine neue Hageltheorie, welche die Hagelbildung auf das Hereinbrechen kalter Luftmassen aus den höheren Luftregionen in tiefere, mit Wasserdampf gesättigte Luftschichten zurückzuführen sucht.

Der gleiche Grundgedanke liegt auch einer schon im Jahre 1844 von Schwaab in Kassel veröffentlichten Hageltheorie zu Grunde.

Einen besonderen Werth erhält die als Inauguraldissertation bei Burckhardt in Kassel erschienene Schwaab'sche Abhandlung durch eine Zusammenstellung der Hagel-Literatur.

Die Grundidee Schwaab's ist folgende: Bei der Hagelbildung muss ein kalter Luftstrom in die Gewitterregion eindringen, wobei eine Vermischung der verschieden erwärmten Luftschichten vor sich geht. Hierdurch wird der Wassergehalt derselben condensirt, es bilden sich Schneeflocken und Graupeln, welche bei ihrer Fortbewegung vergrößert (indem auf ihrer Oberfläche beständig Dampf niedergeschlagen wird, der dann ebenfalls gefriert), zuletzt als Hagelkörner herabfallen.

In eine mit Wasserdampf gesättigte und dadurch gleichsam für das Gewitter vorbereitete Atmosphäre kann nun ein kalter Luftstrom entweder dadurch eindringen, dass sich die kalten Luftschichten aus den oberen Regionen senken, oder dadurch, dass ein eisiger Luftstrom aus der nördlichen Zone heranstürmt. Im ersteren Falle wird sich, wie Schwaab sagt, die kalte Luft über den mit Wasserdampf gesättigten Schichten ausbreiten und nach und nach in denselben einsinken; im zweiten Falle aber wird der kalte Luftstrom die mit Wasserdampf gesättigten Schichten durchbrechen und sich schneller oder langsamer mit ihnen mischen oder auch mehr unter denselben in den tieferen Regionen näher der Erde hinströmen.

Ohne weiter in das Detail der Schwaab'schen Entwicklungen einzugehen, muss nur noch bemerkt werden, dass er die Wärmemenge, welche bei der Condensation des Wasserdampfes und dem Gefrieren der in der Luft schwebenden Wassermassen frei wird, für so gering hält, dass sie bei der Betrachtung vernachlässigt werden könne, eine Behauptung, gegen die sich allerdings Manches einwenden lässt.

Andere Theorien über die Hagelbildung, z. B. von Ferrel, schreiben sie der Wirkung von Luftwirbeln zu, in denen ein stark aufwärts

gerichteter Luftstrom im Stande ist, bereits gebildete Eiskörner in die Höhe zu treiben. Es wird dann angenommen, dass sie, theilweise nach Aussen geschleudert, wieder herabsinken, aber dann wiederum nach der Axe des Wirbels gezogen und aufwärts getrieben werden. Durch dieses abwechselnde Passiren kälterer und wärmerer Luftschichten wird das ausserordentliche Anwachsen der Eisstücke erklärt.

Am Wahrscheinlichsten erscheint es wohl, dass nicht ausschliesslich eine einzige der vielen aufgestellten Theorien der Hagelbildung, auf die wir hier nicht einzeln eingehen können, den Hagel wirklich verursacht, sondern dass wohl bald die eine, bald die andere Ursache in Wirkung tritt.

Wetterprognosen. In welcher Weise die Windrichtungen mit 260 den barometrischen Maximis und Minimis zusammenhängen, ist in einem früheren Paragraphen gezeigt worden. Wir wollen jetzt sehen, wie durch Luftdruckdifferenzen die ganze Wetterlage beeinflusst wird.

Eine warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen, als eine kalte; wenn also eine warme feuchte Luft in eine Gegend kommt, wo ihre Temperatur abgekühlt wird, so muss sich ein Theil ihrer Feuchtigkeit niederschlagen; es tritt Wolken-, Nebel- und Regenbildung ein. Umgekehrt wird eine kalte Luft, welche in eine wärmere und feuchte Gegend kommt, dort erwärmt und dadurch in den Stand gesetzt werden, mehr Feuchtigkeit in sich aufzunehmen. Die Folge davon ist, dass im nördlichen Europa der Südwestwind, welcher von dem durch den Golfstrom erwärmten Atlantischen Ocean herweht, regniges Wetter verursacht, während beim Nordostwind die Luft sich gewöhnlich aufklärt. Auf den Erfahrungen über die Regenwahrscheinlichkeit bei Winden gewisser Richtung, sowie über die Zugstrassen der barometrischen Depressionen beruhen hauptsächlich die modernen Witterungsprognosen. In Kürze zusammengestellt, sind nach v. Bebbber's Darstellung die Witterungserscheinungen beim Vorüberziehen einer barometrischen Depression folgende:

„Nehmen wir zunächst den Fall an, dass das Minimum nördlich an uns vorübergeht, etwa von den britischen Inseln ostwärts über die Nordsee und das Skagerrak hinaus nach Südschweden hin, so lassen sich die Aenderungen in Wind und Wetter für das nordwestliche Deutschland etwa in folgender Weise darstellen. Bei Annäherung der Depression fängt mit nach Südost umgehendem und unter langsamem Auffrischen nach Süd, nachher nach Südwest drehendem Winde und vorübergehend heiterem Wetter das Barometer an zu fallen; bald darauf zeigen sich am westlichen Horizonte langgestreckte oder schleierförmige Cirruswolken, langsam zum Zenithe heraufziehend und dasselbe überschreitend, die ersten Vorboten schlechten Wetters, welches weiter nach Westen hin bereits allenthalben eingetreten ist. Wegen der geringeren Reibung ziehen diese Wolken stark nach Rechts abgelenkt vom Unterwind. Nach