



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik

Müller, Johann Heinrich Jacob

Braunschweig, 1894

258. Der Hagel

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

Verschönerung dieser zierlichen Gestalten beitragen, und welche in dem centralen Theile bald ein regelmässiges Sechseck, bald einen sechsseitigen Stern bilden, wie man dies in Fig. 384 sieht.

Die Eisnadeln und die aus solchen gebildeten Combinationen, wie man sie in Fig. 382 sieht, beobachtet man in der Regel, wenn die Temperatur der Luft während des Schneefalls nur wenig unter den Gefrierpunkt gesunken ist; bei niedrigeren Temperaturen werden die Eisblättchen und die aus ihnen gebildeten Combinationen, wie Fig. 384, häufiger. — Unter einer Temperatur von 12° findet wohl kaum mehr ein Schneefall statt.

Die bisher betrachteten Schneesternchen, Fig. 382 und Fig. 384, sind durchaus flächenhafte Gebilde, da sie senkrecht zur Ebene des Sternes nur sehr dünn sind. Körperhaftere Gestalten treten auf, wenn mehrere solcher Schneesternchen den Gesetzen der Zwillingsbildung entsprechend sich so verbinden, dass ihre Ebenen unter Winkeln von 60° sich schneiden, oder auch wenn zwei parallele Schneeblättchen durch eine auf ihrer Ebene senkrechte Säule oder Nadel verbunden sind. Gestalten dieser Art sind die beiden unteren in Fig. 383. Bei der ersten dieser Figuren sind zwei sechsseitige Eistäfelchen durch eine sechsseitige Säule verbunden; diese Form gehört jedenfalls zu den äusserst selten vorkommenden. Die unterste Combination der Fig. 383, bei welcher ein grösserer Schneestern mit einem kleineren Eistäfelchen durch eine Eisnadel verbunden ist, kommt anscheinend häufiger vor; die oberste dieser drei Gestalten, die sechsseitige Pyramide, welche an die gewöhnliche Form des Bergkrystalls erinnert, wurde von Scoresby beobachtet; diese Form ist aber gleichfalls eine höchst seltene.

Bei stürmischem Schneefall, wenn die Schneeflocken dicht fallen und in der Luft durcheinander wirbeln, lassen sich die oben besprochenen zierlichen Figuren nicht mehr beobachten; die unter solchen Umständen fallenden Schneeflocken bestehen aus unregelmässig zusammenhängenden Eisnadelchen.

Die Oberfläche des Schnees zeigt eine rein weisse Farbe; wo aber der reine Schnee zu etwas grossen Massen angehäuft ist, zeigt sich in Höhlungen und Spalten desselben eine schöne blaugrüne Färbung, welche namentlich deutlich hervortritt, wenn der Schnee durch theilweise Schmelzung etwas mit Wasser durchtränkt ist. Es ist dies dieselbe schöne Färbung, welche man in den Spalten und Höhlen des Gletschereises bewundert.

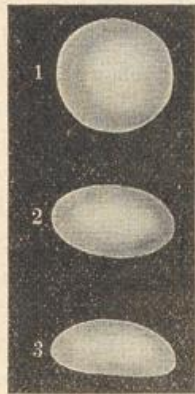
Die Niederschläge der stürmisch bewegten Uebergangszeit vom Winter in den Frühling oder auch vom Herbst zum Winter erscheinen oft in Form von Graupeln, d. h. in Form körnig zusammengeballter Eisnadelchen.

Der Hagel unterscheidet sich von den Graupelkörnern dadurch, 258 dass er nicht aus geballten Eisnadelchen, sondern aus dichtem, meist durchsichtigem Eise besteht.

Die gewöhnliche Grösse der Hagelkörner ist die einer Haselnuss; sehr häufig fallen kleinere, sie werden aber als weniger gefährlich nicht sonderlich beachtet; oft sind sie aber auch noch weit grösser und wirken verheerend auf die getroffenen Landstriche.

Halley erzählt, dass am 9. April 1697 Hagelkörner fielen, welche 10 Loth wogen; Robert Taylor hat am 4. Mai 1697 Hagelkörner gemessen, deren Durchmesser 4 Zoll betrug. Montignot sammelte den 11. Juli 1753 zu Toul Hagelkörner, welche 3 Zoll Durchmesser hatten.

Fig. 385.



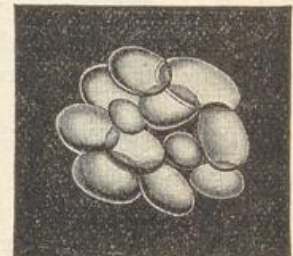
Volta versichert, dass man unter den Hagelkörnern, welche in der Nacht vom 19. auf den 20. August 1787 die Stadt Como und ihre Umgebungen verwüsteten, einige gefunden habe, welche 18 Loth wogen. Nach Nöggerath fielen während des Hagelwetters vom 7. Mai 1822 zu Bonn Hagelkörner, welche 24 bis 26 Loth wogen. Darwin erzählt von einem Hagelsturm in den Pampas von Südamerika, bei welchem Hagelkörner in der Grösse von Aepfeln fielen, durch welche Hirsche, Strausse und andere Thiere getödtet wurden. Sykes schreibt von einem Hagelwetter, welches im April 1822 in Bengalen stattfand und bei welchem Hagelkörner von solcher Grösse fielen, dass dadurch viel Vieh getödtet wurde.

Die Form der Hagelkörner ist sehr verschieden. Meistens sind die Hagelkörner nicht kugelförmig, wie Nr. 1 in Fig. 385, sondern mehr ellipsoidisch wie Nr. 2, oder auch abgeplattet, wie Nr. 3. Ihre Ober-

Fig. 386.



Fig. 387.



fläche ist entweder platt, oder mehr oder weniger mit warzenförmigen Erhöhungen besetzt.

Harting hat die bei einem Hagelwetter, am 9. September 1846, zu Utrecht gefallenen Körner näher untersucht und giebt folgende Beschreibung derselben. Spaltete man einen Hagelstein mit einem scharfen Messer, so zeigte sich in der Mitte des Kornes ein weisser undurchsichtiger Kern, welcher, durch ein Vergrösserungsglas betrachtet, aus kleinen Eiskryställchen und eingeschlossenen Luftbläschen zusammengesetzt erschien. Rings um diesen Kern befand sich eine aus dichterem glasigen Eise bestehende Schicht, welche den grössten Theil des Steines

ausmachte. Bei näherer Betrachtung entdeckte man, dass diese Eismasse aus einer Anzahl verschiedener Schichten bestand, welche wie die Schalen einer Zwiebel den Kern meistens nicht ganz umgeben, wie dies in Fig. 386 dargestellt ist. Jedes Korn war endlich wiederum von einer weissen undurchsichtigen Schicht umgeben, die im Bau mit der des Kernes übereinkam und zahlreiche Luftbläschen einschloss.

Manche Hagelsteine enthalten zwei, Fig. 386, oder auch drei Kerne.

Bringt man ein Hagelkorn unter das Mikroskop, so nimmt man nach Harting, während es langsam schmilzt, wahr, dass das Eis aus 0,2 bis 0,1 mm im Durchmesser haltenden Kügelchen besteht, die theilweise

Fig. 388.

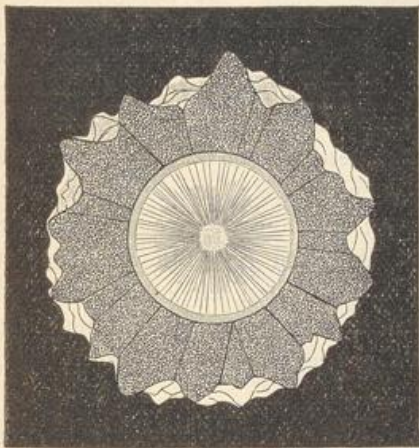
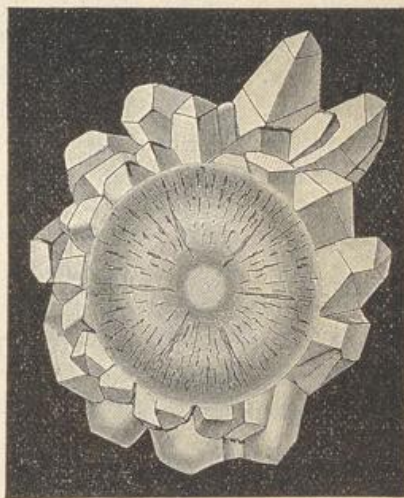


Fig. 389.



ganz rund, theilweise aber auch länglich sind, Fig. 387, und zwischen denen man hier und da kleine Luftbläschen beobachtet.

Mit dem eben beschriebenen Bau der kleineren und mittelgrossen Hagelkörner stimmen im Wesentlichen die Beschreibungen anderer Naturforscher vollkommen überein.

Fig. 388 stellt in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse den Durchschnitt von Hagelsteinen dar, wie sie Delcros am 4. Juli 1819 zu La Braconnière im Departement Mayenne beobachtete. Den kleinen centralen Kern umschloss ein grösserer, aus einer strahligen, weissen, undurchsichtigen Masse bestehender, welcher wieder von einer Schicht durchsichtigen Eises umgeben war. Die äussere Oberfläche wurde durch zahlreiche, pyramidenförmige, mit den Spitzen nach Aussen gekehrte Stücke gebildet, welche aus dichtem durchsichtigen Eise bestanden, in dem strahlenartige Streifen sichtbar waren; diese äussere Zone durchsichtigen Eises ist in unserer Figur durch dunklere Schattirung ausgezeichnet.

Mit diesen haben die Hagelsteine mannigfache Aehnlichkeit, welche Abich (Ueber krystallinischen Hagel u. s. w. Tiflis 1871) am 9. Juni 1869 in der Nähe von Tiflis beobachtete und von denen einer in Fig. 389

in natürlicher Grösse abgebildet ist. Der centrale Theil des Hagelkornes stellt einen sphäroidalen, in der Mitte gleichmässig von beiden Seiten her eingedrückten Körper von reinem, aber wegen eingeschlossener Luftblasen undurchsichtigem Eise dar, dessen Aequatorialdurchmesser gegen 3 cm betrug. Auf diesem Centralkörper erhoben sich nun und zwar vorzugsweise innerhalb des grössten Kreises des Sphäroids, theils vereinzelt, theils zusammengedrängte Krystalle von durchsichtigem Eise, deren Kanten durch Schmelzung nur schwach abgerundet waren. Das rhomboëdrische System erschien in diesen Krystallen in mannigfaltigen Abänderungen deutlich repräsentirt.

Ueber die Polarisationsverhältnisse des Hageleises ist ausser einigen vorläufigen Versuchen, welche Joh. Müller bei Gelegenheit eines am 31. August 1871 zu Freiberg i. B. stattgefundenen Hagelwetters machte (Pogg. Ann. CXLIV), wenig bekannt geworden. Als derselbe 2 bis 3 mm dicke, mit parallelen Flächen versehene Platten von Hageleis auf das mittlere Tischchen des Nörrembergischen Polarisationsapparates gelegt hatte und sie durch ein Nicol betrachtete, dessen Schwingungsebene rechtwinklig stand zu der des Polarisationspiegels, erschien die ganze Oberfläche gesprenkelt, d. h. sie erschien in kleine, unregelmässig begrenzte, schwach aber ungleich gefärbte Fleckchen getheilt. Das Ansehen der Platte blieb im Wesentlichen dasselbe, wie man auch das Nicol um seine Axe oder die Platte in ihrer Ebene drehen mochte. Es fanden dabei an den verschiedenen Stellen der Oberfläche unbedeutende Aenderungen der Helligkeit und der Farbe statt.

In dünneren, ungefähr nur $\frac{1}{2}$ mm dicken Platten von Hageleis erschienen bei gekreuzten Nicols einzelne grössere, lebhafter gefärbte (Farben 2. und 3. Ordnung) Stellen durch breite dunkle Zwischenräume getrennt, ohne dass jedoch irgend eine scharfe Begrenzung stattgefunden hätte. Die farbigen Partien verhielten sich wie gespaltene Gypsplättchen. — Daraus geht aber hervor, dass die Hagelkörner keineswegs aus amorphem Eise bestehen, sondern dass sie aus krystallisirten Eisstücken zusammengesetzt sind, welche bunt durch einander nach den verschiedensten Richtungen orientirt sind.

Der Hagel geht gewöhnlich den Gewitterregen voran, oder er begleitet sie. Nie, oder wenigstens fast nie, folgt der Hagel auf den Regen, namentlich wenn der Regen einige Zeit gedauert hat.

Das Hagelwetter dauert meistens nur einige Minuten, selten dauert es $\frac{1}{4}$ Stunde lang. Die Menge des Eises, welches in so kurzer Zeit den Wolken entströmt, ist ungeheuer; die Erde ist manchmal mehrere Zoll hoch damit bedeckt.

Der Hagel fällt häufiger bei Tage als bei Nacht. Die Wolken, welche ihn bringen, scheinen eine bedeutende Ausdehnung und eine bedeutende Tiefe zu haben; denn sie verbreiten in der Regel eine grosse Dunkelheit. Man glaubt bemerkt zu haben, dass sie eine eigenthümliche

grauröthliche Farbe besitzen, dass an ihrer unteren Grenze grosse Wolkenmassen herabhängen und dass ihre Ränder vielfach zerrissen sind.

Die Hagelwolken scheinen meistens sehr niedrig zu schweben. Die Bergbewohner sehen öfter unter sich die Wolken, welche die Thäler mit Hagel überschütten.

Einige Augenblicke vor dem Beginne des Hagelwetters hört man ein eigenthümliches, rasselndes Geräusch. Endlich ist der Hagel stets von elektrischen Erscheinungen begleitet.

Welch enorme Ausdehnung die Hagelstürme manchmal erreichen, mögen folgende Beispiele darthun:

Ein furchtbares Hagelwetter durchzog Frankreich am 13. Juli 1738. Es verbreitete sich in zwei parallelen Streifen, welche durch einen im Durchschnitt $3\frac{1}{4}$ Meilen breiten Zwischenraum getrennt waren, auf welchem es bloss regnete, mit einer Geschwindigkeit von 16 Meilen in der Stunde von den Pyrenäen, wo es seinen Anfang genommen zu haben scheint, bis zum Baltischen Meere, wo man seine Spur verlor.

Der Hagel fiel nur sieben bis acht Minuten lang; die Hagelkörner waren theils rund, theils zackig; die schwersten wogen 16 Loth.

Die Zahl der in Frankreich verwüsteten Pfarrdörfer betrug 1039; der Schaden, welchen das Wetter anrichtete, wurde nach officiellen Angaben auf 24 690 000 Franken geschätzt.

Wesselowski berichtet von einem Hagelwetter, welches am 27. Mai 1834 Russland verheerte und vom Baltischen bis zum Schwarzen Meere sich über einen Raum von 15 Längengraden und 10 Breitengraden erstreckte.

Selten jedoch haben die Hagelwetter eine so enorme Ausdehnung, meist sind sie auf schmale, oft ziemlich scharf begrenzte Landstriche beschränkt.

Am häufigsten tritt der Hagel in der gemässigten Zone auf und zwar vorzugsweise in den Zeiten, in welchen überhaupt die heftigsten Regengüsse stattfinden. In höheren Breiten werden die Hagelwetter seltener und schwächer. In der heissen Zone sind sie zwar auch seltener, aber auch um so heftiger.

Manche Gegenden sind häufig von Hagelwettern heimgesucht, während benachbarte Orte, unter anscheinend ganz ähnlichen Verhältnissen, weit seltener von denselben getroffen werden. So hat z. B. Karsten (Beiträge zur Landeskunde von Schleswig-Holstein, Berlin 1872) durch Benutzung des statistischen Materials der seit 1834 zu Kiel bestehenden Hagelversicherungs-Gesellschaft nachgewiesen, dass auf ein Hagelwetter in Schleswig deren zwölf im Bezirk von Itzehoe, neun in Lauenburg und je fünf zu Kiel und Neumünster stattfinden.

In den Niederungen der Tropengegenden ist der Hagel äusserst selten, häufiger dagegen auf Höhen, welche einige Hundert Toisen über dem Meere liegen. Gerade das Gegentheil findet in Europa statt; hier sind die Hügelregionen am Fusse hoher Gebirge und namentlich die

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