

Ueber Gewitter.

Von

DR. J. HANN.

Vortrag, gehalten am 9. April 1869.

Ich habe mich selbst gefragt, ob ich nicht den Schein auf mich lade, die Erwartungen dieser hochgeehrten Versammlung beinahe absichtlich zu täuschen, indem ich aus der reichen Auswahl von Problemen, mit denen sich die Meteorologie in der letzten Zeit erfolgreich beschäftigt hat, gerade jenes mir zum Thema dieses Vortrages gewählt habe, durch welches die jüngsten Fortschritte naturwissenschaftlicher Erkenntnisse vielleicht am wenigsten repräsentirt werden. Es waren besonders zwei Umstände, die mich veranlassten, hier in einem Vereine, der die Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse sich zum Ziele gesetzt hat, über das Gewitter zu sprechen.

Es gibt keine andere atmosphärische Erscheinung, die ein allgemeineres Interesse beansprucht, ja geradezu sich erzwingt, und über welche irrige Ansichten selbst in wissenschaftlich gebildeten Kreisen so verbreitet sind. Beinahe alle anderen meteorologischen Fragen erfordern ferner einen allgemeineren Ueberblick über die bis jetzt erforschten Gesetze des Luftkreises überhaupt, so dass man kaum in der gemessenen Frist einer Stunde ihnen gerecht zu werden hoffen darf.

Wenn man Aufschlüsse über die Erscheinung der Gewitter zu geben ankündet, so erregt man die Erwartung, damit zugleich einen Fingerzeig zu geben über alle die vermeintlichen Einflüsse der Luft-Elektricität auf die atmosphärischen Prozesse überhaupt. Bei den ausserordentlichen Errungenschaften, mit welchen die Forschungen in der reinen Elektricitäts-Lehre auf technischen Gebieten gekrönt wurden, hat man eine Berechtigung zu der Meinung, es müsse dabei zugleich ein heller Lichtblick auf die Naturerscheinungen im Grossen gefallen sein.

Nachdem durch die Versuche von Dalibart in Frankreich, und durch Franklin in Nordamerika (1752) die elektrische Natur des Blitzes festgestellt worden war und hierauf die Elektricitäts-Lehre durch einen genialen Mann wie Volta gleichsam einen plötzlichen Sprung vorwärts gemacht hatte, was war natürlicher, als dass man glauben musste, nun in dem sicheren Besitz des Schlüssels zur Erklärung aller Gewittererscheinungen und damit der meisten Witterungserscheinungen überhaupt gekommen zu sein.

Die Täuschung war eben so gross als nachhaltig. Die Lehre von der Luft- und Wolkenelektricität hat seit jenen Zeiten relativ sehr geringe Fortschritte aufzuweisen; die Ursachen, die theils in der Schwierigkeit der Herstellung alle Anforderungen befriedigender Apparate, theils in jenen der Beobachtung selbst liegen, können hier nicht näher erörtert werden. Indem man aber trotz der ungenügenden empirischen

Grundlagen dennoch die Gewitter rein vom elektrischen Standpunkte aus zu erklären versuchte, kam man in die fatale Lage, aus dem Unbekannten das Unbekannte erklären zu müssen. So konnte es geschehen, dass noch in letzter Zeit ein sehr verdienter kürzlich verstorbener Physiker, dem die Meteorologie und besonders die angewandte Elektrizitäts-Lehre zu grossem Dank verpflichtet sind, bei dem Versuch die Gewitterbildung bloß durch die Elektrizität zu erklären, zu dem Geständniss gedrängt wurde, es scheine ihm nicht möglich, die grosse Häufigkeit der Gewitter in den Gebirgen zu erklären, wenn man nicht schon von vorne herein auf der Erde selbst die eigentliche Quelle der Gewitter in ungleicher Weise vertheilt annimmt. *)

Das Urtheil über eine solche Methode der Erklärung von Naturerscheinungen kann man jedem getrost selbst überlassen. Es gibt kein offeneres Geständniss der Unfähigkeit des angenommenen Erklärungsprincipes.

Die Aufgabe meines heutigen Vortrages ist es nun zu zeigen, wie durch eine richtige Methode der Naturforschung es trotzdem gelingt, den Entstehungs-Process und die Bildung der Gewitter in allen scheinbar unerklärlichen Fällen nachzuweisen, obgleich wir über die Art und Weise wie die atmosphärische Elektrizität hierbei mitspielt, noch sehr ungenügend unterrichtet sind. Ich werde sogar über letztere gänzlich schwei-

*) Sitzungsab. der k. bair. Akad. 1860.

gen, und darf dies um so eher thun, als einerseits das wenige hierüber Bekannte ohnehin in alle Lehrbücher der Physik übergegangen ist, andererseits wir über die Wolkenelektricität ein so vorzügliches Werk wie Arago's Abhandlung „Sur le tonnerre“ besitzen.

Die Ursache, warum zu gewissen Zeiten und an gewissen Orten Gewitter überhaupt oder besonders häufig auftreten, konnte völlig unabhängig von der hypothetischen Entstehung der atmosphärischen Elektrizität vollständig erklärt werden, sobald man auf die richtige Theorie des Regens und Schneefalles und der wässrigen Meteore überhaupt gekommen war. Alle diese Ausscheidungen des Wassergehaltes der Luft in tropfbarer oder fester Form fasst man zusammen in den gemeinsamen Ausdruck „atmosphärischer Niederschlag“. Ein bestimmtes Volumen Luft kann bei einer bestimmten Temperatur nur eine genau angebbare grösste Menge Wasserdampf im unsichtbaren Gaszustande enthalten. Entzieht man ihm Wärme, so wird sogleich ein Theil des Wasserdunstes wieder tropfbar, erscheint als ein Thaubeschlag; erhöht man aber die Temperatur, so wird die Luft befähigt, neue Quantitäten Wasserdampf aufzunehmen. Diese Fähigkeit wächst aber in rascherem Verhältnisse als der Temperaturzuwachs, so dass z. B. der Feuchtigkeitsgehalt mit Wasserdampf gesättigter Luft von 20° R. (15. 9 Gran im Kubikfuss) mehr beträgt als das Doppelte völlig feuchter Luft von 10° R. (7. 9 Gran). Wo immer also feuchte Luft hinreichend abgekühlt wird,

müssen Niederschläge eintreten; der Thaubeschlag eines Glases mit kaltem Wasser im warmen Zimmer ist das nächstliegende Beispiel.

In der Atmosphäre werden diese Abkühlungen feuchter Luft in grossem Maassstabe besonders durch 3 Ursachen hervorgerufen: Durch das Emporsteigen der Luft („courant ascendant“), durch das Fortfliessen warmer Luft aus äquatornahen in kältere Erdstriche, durch das Zusammentreffen eines warmen mit einem kalten Luftstrom.

Es ist nöthig diese drei Fälle etwas näher in's Auge zu fassen.

Die Luft wird zum Emporsteigen genöthigt entweder dadurch, dass sie stark erwärmt wird, wodurch sie specifisch leichter wird und nun wie Kork im Wasser aufsteigen muss, oder dadurch, dass ein Wind direct gegen ein Gebirge weht. In beiden Fällen ist mit dem Emporsteigen eine Ausdehnung, eine Volumzunahme der Luft verbunden, und eine solche Volumzunahme ohne Wärmezufuhr ist stets (ausgenommen im leeren Raume) mit einer Abnahme der Temperatur, einer Abkühlung verbunden. Die Grösse dieser Abkühlung lässt sich für jeden gegebenen Fall leicht berechnen. Nehmen wir z. B. an, ein Luftstrom von 16° R. Wärme wehe über die Neustädter Ebene direct gegen das Gebirge und führe die Luft bis zum Gipfel des Schneebergs empor. Der Luftdruck beträgt unten, durch das Barometer gemessen, circa 730 Millim.; oben aber ist er auf 600 Millim. herabgesunken. Die

Luft dehnt sich deshalb aus, wie in einem schlaffen Ballon unter dem Recipienten der Luftpumpe, und zwar in unserem Falle im Verhältnisse von 60 zu 73. Diesem Maasse der Ausdehnung entspricht aber eine Abkühlung von 16° R. auf 3° R. War die Luft feucht, so konnte sie bei 16° im Kubikfuss 12·1 Gran Wasser enthalten, bei 3° kann sie nur mehr 4·6 Gran behalten, es müssen somit aus jedem Kubikfuss 7·5 Gran Wasser als Regen oder Schnee herausfallen. *) Man sieht hieraus, wie das freiwillige oder gezwungene Emporsteigen feuchter Luft zu starken Regengüssen Veranlassung geben muss.

Uebrigens ist noch eine zweite Ursache der Abkühlung in diesem Falle vorhanden, das ist die Vermengung der wärmeren aufsteigenden Luft mit den kälteren Schichten der Höhe.

Bekanntlich wird den Aequatorialgegenden durch die Passate beständig die kühlere Luft höherer Breitengrade zugeführt. Zum Ersatz derselben fliesst die in der Region der Windstillen durch die hohe Wärme dieser Zone zum Emporsteigen genöthigte Luft wieder zurück gegen die Pole, zuerst in der Höhe ober den Passaten. Etwa unter dem 30. Breitengrade aber erreicht diese Luftströmung die Erdoberfläche wieder und ist die Ursache der vorwiegend westlichen und

*) Wir sehen hiebei, wie auch im Folgenden, der Einfachheit wegen von der freiwerdenden Verdampfungswärme des Wassers ab; nehmen an, dass sie sogleich an die Umgebung verloren gehe.

südlichen Winde der gemässigten Zonen. Da diese Winde kälteren Gegenden zuströmen, verlieren sie beständig etwas von ihrer Wärme und werden so genöthigt allmählig ihren Wasserdampf niederzuschlagen. Sie veranlassen dadurch die gleichmässigen anhaltenden Regen, die man gewöhnlich Landregen nennt, zum Unterschiede der localen kürzeren Regengüsse, welche aus den eben erst erwähnten Ursachen ein aufsteigender Luftstrom liefert.

Neben diesem vom Aequator zurückkehrenden warmen Winde, dem sogenannten „rückkehrenden Passat“ bestehen aber in den gemässigten Zonen auch noch vom Pole kommende kalte Luftströmungen, welche dem Passatgürtel zufließen. Es sind das trockene Winde, da sie beständig in wärmeren Gegenden anlangen und dadurch ihre Fähigkeit, Wasserdampf aufzunehmen wächst. Da aber sowohl der rückkehrende Passat, als auch diese polaren Winde nicht wie Flüsse ein geregeltes Bett beständig einnehmen, sondern bald über diese, bald über jene Länderstriche ihre Herrschaft ausdehnen, so geschieht es häufig, dass die Luftmassen in den Grenzgebieten der beiden Ströme sich mengen und gleichsam mit einander streiten, bis der eine oder der andere die Herrschaft behauptet. Dies giebt die Veranlassung zu der dritten Classe von Niederschlägen, von denen ich gesprochen, als einer Folge der Vermengung kalter und warmer Luft, diese letzteren werden ihrem Ursprunge zu Folge, gleich denen des aufsteigenden Luftstromes, plötzlicher und heftiger auftreten,

als die des rückkehrenden Passates, sie können aber mit ihnen die grosse Ausdehnung gemeinsam haben.

Ich habe mir scheinbar eine weite Abschweifung von meinem Gegenstande erlaubt, und doch befinden wir uns mitten in demselben. Keinem aufmerksamen Beobachter der Gewitter kann es nämlich entgehen, dass das Auftreten der elektrischen Erscheinungen bei denselben stets verknüpft ist mit heftigen Regengüssen oder Schneefällen. Diese innige Verknüpfung ist so auffällig, dass die Landbewohner starke Platzregen ohne sicht- oder hörbare elektrische Vorgänge „stille Gewitter“ nennen. Da wir nun die Entstehung der Regen und Schneefälle, welche das Gewitter begleiten, stets auf eine der drei vorhin erwähnten Ursachen zurückzuführen im Stande sind, und ferner bis jetzt noch niemand nachzuweisen im Stande war, dass auf elektrischem Wege Niederschläge entstehen können, so müssen wir nothwendig schliessen: dass die elektrischen Vorgänge bei Gewittern nur begleitende Erscheinungen der plötzlichen und starken Condensation der Wasserdünste sind, dass sie aber keineswegs die ursächlichen primären Vorgänge darstellen.

Mit der Anerkennung dieses Satzes schwindet jedes Dunkel, in welches sonst die Beantwortung gewisser Fragen über die Ursache der Gewitter gehüllt bleibt. Es ist uns nun ein leichtes die Fragen zu beantworten, warum bei vulkanischen Ausbrüchen Gewitter entstehen, warum in der Tropenzone bei scheitelrechtem Sonnenstande eine Gewitterzeit eintritt,

warum die Gewitter in den Gebirgen viel häufiger auftreten als in der Niederung, und warum gerade um die Zeit der grössten Tageswärme die Gewitter am häufigsten ausbrechen. Auch die von heftigen Schneefällen begleiteten Wintergewitter erscheinen nicht mehr als sonderbare Phänomene, und wir erkennen in den weit verbreiteten über ganze Länder hinziehenden Gewittern nunmehr Erscheinungen, die den gemässigten Zonen eigenthümlich sind, jenen Erdstrichen, wo der rückkehrende Passat und polare Strömungen sich zeitweilig um die Herrschaft streiten.

Vulkanische Gewitter: Selbst zu Zeiten der Ruhe entsteigen den Kratern thätiger Vulkane weisse, mehr oder weniger dichte Dampfwolken. Die Erscheinung wird aber grossartig bei einem Ausbruche. Dann steigt die Dampfmasse in Säulenform auf, nimmt von der mitgerissenen vulkanischen Asche eine dunkle Färbung an und breitet sich oben zu einer weit ausgedehnten Wolkenschichte aus, die wie ein Schirmdach durch die unten unaufhörlich nachströmende Säule getragen zu werden scheint. Schon der jüngere Plinius verglich das Ganze passend mit der Form einer Pinie. Diese Wolke wird alsbald von zahlreichen Blitzen erleuchtet, die besonders von ihren Rändern ausgehen, wo die Condensation des Wasserdampfes am stärksten ist. Der unaufhörlich rollende Donner ist trotz dem Tosen des Berges oft deutlich vernehmbar, heftige Platzregen, bisweilen selbst Hagel stürzen aus den Wolken nieder, die Wasserströme zerreißen die Seiten

des Vulkanes und werden, indem sie die lose Asche mit sich rafften, zu Schlammströmen, die sich verheerend in die Niederungen ergiessen.

Diese Gewitter verdanken ihren Ursprung einem feuchten heissen aufsteigenden Luftstrom, der durch die ausserordentliche Erhitzung der Luft über dem Krater nothwendig entstehen muss. Die grossen Mengen heissen Wasserdampfes, die den vulkanischen Bergen während jeder Eruption entsteigen, werden durch ihn in die Höhe geführt und zu breiten, dichten Wolkenmassen condensirt, welche den Gewitterherd bilden.

Auf Island, wo die Gewitter sonst selten sind, erscheinen sie regelmässig zu Zeiten vulkanischer Ausbrüche. Am Abhange des Vulkans Katlagia wurden im October 1755 zwei Menschen und 11 Pferde vom Blitze getödtet. Auf der Insel Lancerota, wo man früher Gewitter kaum kannte, trat sogleich eines auf bei dem Ausbruche im Jahre 1731.

Die tropischen Gewitter: In der Tropenzone gibt es nur ausnahmsweise an Gebirgshängen gleichmässige, andauernde Regen, wie unsere „Landregen,“ weil eben ihre Ursache, der rückkehrende Passat, dort noch nicht existirt. Die Regenzeit besteht aus heftigen mehrstündigen Gewitterregen, die in der Regel um die heissesten Tagesstunden eintreten, Abends aufhören, so dass die Nacht hindurch wieder der gestirnte tropische Himmel in voller Pracht leuchtet. Die Regelmässigkeit, mit welcher diese Gewitter Tag

für Tag während der Regenzeit auftreten, ist eine vollkommene, und Caldecleugh erzählt, dass man sich in manchen Gegenden Brasiliens nicht wie bei uns zum Thee oder Kaffee, sondern vor und nach dem Gewitter einladet. Bei Sonnenaufgang, sagt Moriz Wagner über die Regenzeit im Mittelamerika, ist der Himmel tiefblau und wolkenlos, die Luft durchsichtig und ruhig. Die Wolkenbildung beginnt um 9^h Morgens. Nach der Culmination der Sonne rücken die Gewitterwolken an das Zenith und um 2^h bedecken sie den grössten Theil des Himmels. Die heftigen Gewitterregen dauern 3 bis 4 Stunden, in den Abendstunden sind schon wieder alle Wolken verschwunden. Aehnlich lauten die Schilderungen aller Reisenden.

Die tropische Regenzeit tritt bekanntlich ein, sobald die Sonne dem Zenithe des betreffenden Erdstriches sich nähert. Dann hört das Wehen des Passates auf, die Luftsäule über dieser Zone sättigt sich mit Wasserdampf, da sie nicht mehr vom Passate erneuert wird, und die ruhige stark erwärmte Luft beginnt emporzusteigen, wobei sie erkaltet und ihren Wassergehalt in Regengüssen fallen lässt. Diese aufsteigende Bewegung der Luft erfolgt naturgemäss am lebhaftesten zur Zeit der grössten Tageswärme, daher beginnen die Gewitterregen so regelmässig Nachmittags. Auf das Barometer haben die Gewitter unter den Tropen keinen Einfluss, obgleich sie viel heftiger sind als bei uns, eine Thatsache, die allgemein bestätigt wird. Es ist dies ein gemeinsamer Charakterzug der

Niederschläge, die dem aufsteigenden Luftstrome ihre Entstehung verdanken.

Die Nachmittagsgewitter in den Gebirgsthälern sind den tropischen Gewittern völlig analog, sowohl was ihre Entstehung, als ihren Verlauf betrifft. Wer im Gebirge oder in der Nähe desselben je gewohnt hat oder auch nur durch Ausflüge im Sommer mit den Naturverhältnissen der Berge vertrauter geworden, der weiss, wie oft in denselben Gewitter sich bilden, während ringsum im Flachlande die schöne Sommerwitterung ungestört bleibt. Er weiss auch, wie die hohen Gipfel und Kämme des Gebirges wahre Wolkensitze sind, ja wie man von der Ferne dem Gebirge sich nähernd, an den ruhig über denselben schwebenden weissen Wolkenkuppen (den sogenannten Haufenwolken, Cumuli) die Annäherung an das Gebirge schon gewahr wird, bevor noch der blaue Höhensaum deutlich aus dem Dunste des Horizontes selbst hervorzutreten beginnt.

Sind im Sommer nördliche oder östliche Winde herrschend geworden, so bringen sie oft viele Tage hindurch reinen, blauen Himmel und eine täglich sich steigernde Wärme. Ueber den Bergen erscheinen aber dann alsbald die weissschimmernden Kuppen der Haufenwolken, am Vormittage noch als kleine zerstreute weisse Flöckchen, die aber Nachmittags zu glänzenden Wolkenbällen anwachsen. Sie schweben scheinbar ruhig über dem Gebirge, lassen bei trockener Luft selbst hohe Gebirgsgipfel unter sich, und lösen

sich Abends allmählig wieder auf. Bei feuchter Atmosphäre aber, wenn in der Höhe schon der Südwestwind eingetreten ist, bilden sie sich in grossem Umfange aus, ruhen dann oft auf den Bergen selbst, sie zuweilen bis unter 4000' herab einhüllend. Sie wachsen dann mit der Zunahme der Tageswärme rasch an zu ausgedehnten, hochgipfeligen Massen, ihre Kuppen und Scheitel glänzen wie Schneewüsten, während ihre Basis tief dunkelblau erscheint. Ihre kühnen, immer wechselvollen Formen schmücken und beleben den Sommerhimmel, wenn er in der Hitze und Stille des Nachmittags dunstig lichtblau über der Landschaft ruht.

Die friedliche Scenerie hat jedoch keine Dauer. In den ausgedehnten, immer dunkler anschwellenden Wolken brütet ein Gewitterherd. Mit der Vergrösserung der Cumuli geht auch eine Formänderung vor sich. Ihre Kuppen, früher dicht geballt und abgerundet, verflachen sich, breiten sich aus und verwandeln sich in eine gleichförmige streifige, dünne, immer weiter nach allen Seiten sich erstreckende Wolkendecke, die über den dunkeln dichten Wolkenballen wie ein breiter Schirm ruht. Diese Cirrostratus-Decke bildet sich regelmässig über den sehr angeschwollenen Haufenwolken (cumulostratus), ihr Erscheinen ist der Vorbote des bald ausbrechenden Gewitters. Man sieht zunächst graue Regenstreifen aus den unteren Wolkenrändern niedergehen und alsbald beginnt dann auch das Rollen des Donners.

Die Stunden zwischen 2^h und 5^h Nachmittag sind die Zeit, um welche der Ausbruch dieser Gewitter am häufigsten erfolgt. Ihre Verbreitung ist meist beschränkt, oft auf einige Thäler, sie verweilen am öftesten ganz ruhig über dem Orte ihres Entstehens; wenn auch die tieferen Wolkenpartien von localen Luftströmen in rasche Bewegung versetzt werden, bleibt die höhere Wolkenschichte ruhig und das Gewitter tobt sich völlig über den betreffenden Gebirgstheilen aus. Nach Verlauf einiger Stunden rollt der Donner schon in längeren Pausen, der dunkle Regenschleier, der die Berge verhüllte, löst sich wieder in einzelne Streifen auf, die schweren dunklen Wolkenmassen sind in eine verwaschene eintönig graue Wolkendecke übergegangen, die bewegungslos bis zum Abende den Himmel trübt. Aber mit Einbruch der Nacht schimmern schon wieder die helleren Sterne durch die dünne Dunstschichte*).

Gar häufig bringt der nächste Tag eine genaue Wiederholung dieser Erscheinung, vielleicht zu einer etwas früheren Tagesstunde. Configliachi sah in Valle Molina, einem tief eingesenkten Thale der Südalpen, 14 Tage hintereinander um dieselbe Nachmittagsstunde regelmässig sich ein Gewitter bilden, bis von

*) Aehnlich schildert Bates die Gewitter am Amazonenstrom. „Diese Gewitter sind von keiner Dauer, sie lassen am Himmel bis in die Nacht unbewegliche blauschwarze Wolken, und am folgenden Morgen geht die Sonne wieder an einem wolkenlosen Himmel auf.“

Westen her ein starker Wind von einem allgemeineren Gewitter begleitet eine Witterungsänderung herbeiführte.

Diese localen Gewitter sind in der Regel von keinem allgemeineren Wetterwechsel gefolgt, und der Tourist im Gebirge kann wenigstens auf schöne Vormittage rechnen. Der Barometerstand wird durch sie nicht beeinflusst, sie erscheinen aber doch am häufigsten bei sinkendem Luftdruck. Man kann sagen, dass ein allgemeiner Witterungswechsel schon etliche Tage früher durch häufige locale Gewitterbildung in den Bergen angekündet wird.

Diese Eigenschaft des Gebirges schon geraume Zeit vorhinein an allgemein eintretendem Regenwetter zu participiren, die häufige Wolkenbildung über demselben, die man gerne als eine Anziehung der Wolken durch die Berge auffasste, hat man früher auch als ein Spiel elektrischer Kräfte angesehen, und dadurch in ein gewisses mysteriöses Dunkel gehüllt.

Die neuere vorurtheilsfreiere Anschauung sieht hierin nur die natürliche Folge der Begünstigung aufsteigender Luftströmungen durch das Gebirge. Das Gebirge stellt sich den Winden als ein Damm entgegen, der sie nöthigt in die Höhe zu steigen. Sind die Luftmassen feucht, so muss immer ein Niederschlag wenigstens eine Wolkenbildung, die Folge sein. Winde, die noch zu trocken sind, um über dem Flachlande, Wolken zu bilden, oder Regen zu erzeugen, erlangen diese Fähigkeit, sobald ein Gebirge sie zwingt empor-

zusteigen und sich dadurch abzukühlen. Dies gilt von der Seite des Gebirgszuges, die dem Winde entgegen steht, auf der andern Seite sinkt der Luftstrom wieder herab, und erwärmt sich dabei wieder, er wird hier weniger oder gar keinen Regen mehr liefern, da er schon einen gewissen Theil seiner Feuchtigkeit jenseits hat abgeben müssen. Darauf beruht die Wirkung der Gebirge als Wetterscheiden. Selbst geringe Höhenrücken können als solche wirksam werden, um so mehr, je geringer der Wassergehalt des regenbringenden Windes ist.

Aber noch auf eine andere Weise begünstigen die Berge die Entwicklung der emporsteigenden Luftbewegung und ihrer Niederschläge. Auch über dem Flachlande entstehen aufsteigende Luftströmungen, welche die Feuchtigkeit in die Höhe führen, und zu Wolkenbildungen und localen Gewittern Veranlassung geben. Aber diese Gewitter sind nicht so häufig als im Gebirge und kommen meist nur zu Stande, wenn schon feuchte westliche Luftströmungen herrschen. Das Gebirge hat aber seine eigenen auf- und niedersteigenden Luftströmungen. In allen grösseren Thälern weht von den Vormittagsstunden an bis zum Abende ein Luftzug vom Eingange des Thales zu seinem Hintergrunde, am späteren Abende bis zum früheren Morgen weht der Wind das Thal hinab. Diese Gebirgswinde sind wohlbekannte Erscheinungen und haben deshalb meistens ganz bestimmte Localnamen. Vielleicht hat schon Mancher aus dieser hochgeehrten

Versammlung sich auf dem Traunsee am Nachmittage durch das vom „Unterwind“ geschwellte Segel über den prächtig blauen mässig aufgeregten Seespiegel nach Ebensee tragen lassen, um dann in der milden Sommernacht beim schwächeren Hauche des „Oberwindes“ im traumhaften Sternlichte die Rückfahrt nach Gmunden anzutreten.

Die Thalbewohner prophezeien dem Touristen schlechtes Wetter, wenn dieser Rhythmus der Luftbewegung ausbleibt; mit einem gewissen Rechte, denn es ist ein Beweis, dass heftigere allgemeinere Winde schon die Atmosphäre in Aufregung versetzen, und bald einen Wetterumschlag zum schlimmen verursachen werden.

Fournet hat zuerst mit diesen „Thalwinden“ des Gebirges sich beschäftigt und ihre Ursachen ergründet. Sobald die Sonne die Berggipfel zu beleuchten anfängt, bewirkt sie eine Erwärmung ihrer Oberflächen und demzufolge eine Verdünnung der dieselbe berührenden Luftschichte; diese erhebt sich um der nächsten Platz zu machen, die demselben Gesetze folgt, so dass die Aufsaugung in den Morgenstunden nach und nach sich bis zur Ebene fortpflanzt. Da die Bergwände sich auch in den spätern Tagesstunden stark erwärmen und der anliegenden Luftschichte eine höhere Temperatur ertheilen, als sie eine in gleicher Höhe befindliche in freier Atmosphäre haben kann, so entsteht ein fortwährendes Aufsteigen und demgemäss ein Wind in die Höhe, der beständig über

die Oberflächen der Gebirge hinwegstreicht. Während die über dem flachen Lande aufsteigende Luftsäule nur die von ihrer Basis gelieferten Dünste mit sich in die Höhe führt, hat die über den Gebirgen aufsteigende Luft Gelegenheit sich reichlicher mit Dünsten zu sättigen, wenn sie während ihres Weges über die vegetationsreiche feuchte Thalsole und über die Berghänge mit ihren stark ausdünstenden Waldmassen hinstreicht. So concentrirt sich über den Gebirgshöhen die Feuchtigkeit der umgebenden Waldhänge und Thalgründe, und hierin liegt die Ursache der reichlichen Wolkenbildung über den Gebirgsgipfeln bei schönstem ruhigen Sommerwetter. Unter allen Zonen bewähren sich die Berge als Condensatoren der atmosphärischen Feuchtigkeit. Die glänzenden Cumuli, die sich über jeder Insel des stillen Oceans bei Tage sammeln, erregen die Bewunderung und das Entzücken der Schiffer, sie zeigen ihnen das Land viel früher, als das Loth und das Fernrohr.

Auch auf dem platten Lande sind die aufsteigenden Luftströme die Veranlassung der meisten Gewitter im Sommer, doch bilden sie sich hier nicht so regelmässig als im Gebirge, gewöhnlich erst dann wenn schon feuchtere südwestliche und westliche Winde wehen, mit denen sie dann fortziehen, ohne aber eine weite Verbreitung zu erlangen. Bei ihrem Fortschreiten machen sich vorzugsweise jene örtlichen Einflüsse geltend, die man Wetterscheiden nennt. Sie lösen sich auf, sobald sie über einer stark erwärmten

trockenen Grundfläche anlangen, über heissen ebenen oder entwaldeten Bergen. Ein sinkender Luftdruck geht ihnen zumeist voraus.

Die interessanteste Classe der Gewitter in unseren Breiten, besonders durch ihre weite Verbreitung ist jene, welche dem früher erwähnten rückkehrenden Passat, besonders wenn er mit den kühleren polaren Strömungen zusammentrifft, ihre Entstehung verdankt. Sie steht auch in einer ganz ersichtlichen Beziehung zur Bewegung des Barometers. Sobald die weissen langgestreckten oft gekräuselten Wolkenfäden (Cirri, Federwolken) am vorhin blauen Himmel erscheinen, sinkt das Barometer; es sind dies die Symptome, dass in der Höhe schon der feuchte warme Wind weht. Sein Eintreten wird zuweilen durch ein Gewitter vermittelt, während dessen das Barometer fort und fort sinkt. Die weissen Federwolken umspinnen dann allmählig völlig den Himmel mit einer gleichförmigen grauen Decke (Cirrostratus), die sich merkbar tiefer und tiefer herab senkt. Unter ihr bilden sich allmählig dichtere dunkle Wolkenbänke meist in parallelen Zonen, die scheinbar gegen Südwest hin convergiren und allmählig heraufrücken. Bald fällt der Regen in grossen, klatschenden Tropfen, und gleichzeitig beginnen die elektrischen Entladungen. Wo die Wolken am dunkelsten, ihre Masse am grössten, der Regen in den dichtesten Strömen niederstürzt, dort folgt sich Blitz auf Blitz in den kürzesten Intervallen.

Diesen Gewittern folgt Regenwetter, wenn der Westwind anhält. Zum öftesten tritt aber bei herabsteigenden SW-Wind der Regen gleich anfänglich langsam ein, ohne elektrische Entladungen, denn die weit verbreiteten sanften Regen, Landregen, die aus einer einförmig grauen Wolkendecke herabfallen, sind höchst selten mit Gewittern verbunden. Schon Beccaria hat die Beobachtung gemacht, dass der Blitz niemals aus rauchartigen Wolken kommt, d. h. aus Wolken-schichten, die durch Gleichförmigkeit ihrer Zusammensetzung und die Regelmässigkeit ihrer Oberfläche ausgezeichnet sind. Plötzliche Condensation reichlicher Wasserdämpfe scheint stets das Wesentlichste bei der Gewitterbildung zu sein, welcher daher immer massenhafte Wolkenbildung von unregelmässigen, auffallenden Formen vorangeht.

Die imposantesten Gewitter sind jene, die an der Grenze und so zu sagen auf dem Kampfplatze der zwei entgegengesetzten Luftströmungen, des vom Aequator kommenden und des nördlichen Windes durch die Vermengung ihrer ungleich warmen feuchten Luftmassen entstehen. Sie kommen bei uns fast immer von Westen herauf, tiefer Luftdruck geht ihnen voraus, während des Gewitters steigt das Barometer und sinkt die Temperatur, der Wind dreht sich mehr nach Norden. Beharrt er bei dieser Drehung, so hellt sich der Himmel auf, springt er nach West zurück, so bekommen wir kühles, unfreundliches Regenwetter. Die Gewitter, welche diesen Witterungswechsel ein-

leiten, sind häufig von heftigen Stürmen und Hagel-fällen begleitet; sie künden sich an zuerst durch eine dichte bläuliche Cirrostratus-Wand, die von Westen heraufrückt, allmählig das Zenith erreicht, während sich unter ihr finstere Wolkenberge heranwälzen, über welche lichte Nebelschleier herabhängen, die sie von oben „wie ein Wasserfall die Felswand“ einhüllen. Durch seine hellgraue, oft ins Gelbe und Röthliche spielende Farbe hebt sich dieser Nebelvorhang selt-sam von dem finster dräuenden Hintergrunde ab, und wird nicht mit Unrecht als der Vorbote eines Hagel-schlages angesehen.

Gewitter dieser Art lassen sich gar oft von den West-Küsten Europa's tief ins Innere bis nach Russ-land hinein verfolgen, sie bilden die Abschlüsse, oder besser die Uebergänge entgegengesetzter Witterungs-perioden für einen grossen Theil Europa's.

Im Winter entstehen die Gewitter stets nur auf die eben erörterte Weise, indem entweder der warme Aequatorialstrom plötzlich mildes Wetter bringt, oder umgekehrt nach längerem warmen, feuchten Wetter rasch ein kalter Wind, meist von Nord-West herein-bricht. Im ersten Falle begleitet sie sinkender Luft-druck, steigende Wärme und Regengüsse, im letzteren Falle erhebt sich das Barometer rasch; wenn es an-fänglich noch geregnet, geht der Regen bald in Graupel und dichten Schneefall über, die Temperatur sinkt plötzlich. Stürme sind fast immer in ihrem Gefolge, besser gesagt, sie sind die Ursache dieser Gewitter

durch die rasche Vermengung sehr kalter, mit ungewöhnlich warmen feuchten Luftmassen.

Ueberraschend ist die grosse geographische Verbreitung der Gewitter dieser Art. Schon in Gehler's Lexikon findet man ein Gewitter angeführt, welches am 11 Jän. 1821 von den Niederlanden aus über die ganze Breite von Deutschland von Nordwest nach Südost sich erstreckte und an vielen Orten einschlug. Das interessanteste Beispiel dieser Art ist aber das Gewitter vom 20. Jän. 1863, über welches wir eine schöne Abhandlung von Dove besitzen. Der Jänner war ungewöhnlich milde gewesen, in Folge fortwährender Herrschaft des Südwestwindes. Am 20. Jänner trat ein heftiger Nordwest-Sturm ein, der von der Nordseeküste sich durch ganz Deutschland erstreckte und an den meisten Orten von einem Gewitter mit Regen und Schnee begleitet war. Das Gebiet, in welchem diese Gewitter beobachtet wurden, bildet einen breiten Streifen in der Richtung von NW nach SO, die südwestliche Grenze desselben bildet ungefähr eine Linie von Utrecht zum Bodensee, die nordöstliche von der Mitte Holsteins nach Rzeszow in Galizien. Die Gewitter wurden um so später beobachtet, je weiter ein Ort von den Küsten des Nordsee ab gegen Ungarn hin lag. An allen Orten war ihnen ein starkes Fallen des Barometers vorangegangen, nach dem Gewitter fand überall ein schnelles Steigen des Luftdruckes statt.

Ähnliche Gewitter aus jüngster Zeit waren jene vom 6 Jän. 1865, durch die zahlreichen zündenden

Blitzschläge wohl noch im Gedächtniss Mancher (Brand der Lorenzkirche in Nürnberg, von Hohenrechberg, u. s. w.), und jene vom 6. und 7. Dec. 1868, welche einen der heftigsten Südweststürme begleiteten, der je über Mitteleuropa hinweggebraust.

Zündende Blitzschläge sind bei den Wintergewittern auffallend häufig, wahrscheinlich weil die Wolken im Winter viel niedriger ziehen als im Sommer, wo die Blitzschläge häufiger nur zwischen den Wolken selbst stattfinden. Arago hat ermittelt, dass viel mehr Schiffe im Winter durch Blitzschläge getroffen werden, als im Sommer. Das Gewitter, das am 19. Febr. 1860 Abends 6 bis 10 Uhr über Belgien und einen Theil Rheinpreussens zog, schlug in 22 Kirchen ein und veranlasste 24 Feuersbrünste.

Die Gewitter in der ersten Frühlingshälfte haben meistens noch den Charakter der Wintergewitter, es folgt ihnen in der Regel eine empfindliche Abkühlung und ein Nachwinter tritt hemmend dem raschen Lauf des Frühlings in den Weg.

Bei den Wintergewittern sieht man recht deutlich, wie ihre Entstehung durch das Vorhandensein reichlicher Wasserdünste in der Luft bedingt ist. Je weiter man von den Meeresküsten in das Innere der Continente hineingeht, desto ärmer wird die Luft an Wasserdämpfen und desto seltener werden die Gewitter im Winter.

Im westlichen Europa betragen die Wintergewitter noch 9 Procent der Gesamtzahl im Jahre, in Deutsch-

land nur mehr 1·4 Procent davon und im Inneren Europa's fehlen sie ganz, und es erscheinen dort die Gewitter nur in der warmen Jahreszeit. Und doch ist die Wärmedifferenz der Winde im Innern Europa's weit grösser als in West-Europa, es kann somit nur der geringere absolute Dunstgehalt derselben die Ursache sein, dass ihr Zusammentreffen keine Gewitter erzeugt. Wo eine Steilküste an der Windseite ein warmes Meer vor sich hat, wie in Norwegen, werden die Gewitter im Winter hingegen relativ sehr häufig, in Bergen machen die Wintergewitter 45 Procent aller Gewitter aus, aber jenseits des Gebirgszuges, z. B. zu Stockholm, fehlen sie ganz.

Wenn wir schliesslich noch einen Blick auf Verhältnisse der geographischen Verbreitung der Gewitter werfen, so wird aus dem vorhin Gesagten ohne weiteres geschlossen werden dürfen, dass überall zur Zeit des häufigsten Regenfalles auch die Gewitter am häufigsten auftreten werden. Und in der That verhält es sich so. Wenn mit der Tropenzone bei scheinbarem Sonnenstande der Passat erstirbt und eine lebhaft aufsteigende Bewegung der Luft eintritt und die Regenzeit verursacht, beginnt auch die Zeit der Gewitter. An die Tropen schliesst sich zunächst ein Erdgürtel, welcher im Sommer noch in die Tropenzone aufgenommen wird, wo dann nur polare trockene Winde wehen und Regenmangel herrscht. Im Winter hingegen, unter der Herrschaft des rückkehrenden Passates fallen häufige Regen und die Gewitter sind am

zahlreichsten. Dies ist z. B. der Fall in Spanien, in Süd-Italien. In der eigentlichen gemässigten Zone endlich wiegt der Sommerregen vor und damit auch die Zahl der Sommergewitter. In Polarländern sind Gewitter überhaupt ein seltenes Phänomen. So wie der absolute Dunstgehalt der Luft vom Aequator gegen die Pole abnimmt, so nimmt auch die jährliche Zahl der Gewitter ab.

Es wird gut sein, zum Schlusse zu überblicken, was unsere Erklärung der Entstehung der Gewitter geleistet hat und wo sie eine Schranke gefunden. Man kann sich nach allem vorhin Gesagten der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass überall das Auftreten der Gewitter an die Bedingungen der Erstehung heftiger plötzlicher Niederschläge der atmosphärischen Feuchtigkeit gebunden ist, und dass hiedurch alle Fragen über die Ursachen der Gewitterbildung sich erledigen lassen. Man muss aber eingestehen, dass noch die Frage erübrigt, wie durch die Condensation der atmosphärischen Wasserdünste eine so hohe elektrische Spannung zu Stande kommt. Diese Frage ist gegenwärtig noch nicht befriedigend beantwortet.

Wenn man gegenwärtig in einer naturwissenschaftlichen Disciplin genöthigt ist, mit einem Hinweis auf eine offene Frage zu schliessen, so ist dies kein Geständniss ihrer Schwäche; man bezeichnet hiedurch blos die nächste Richtung, in welcher die Forschung neue Erkenntnisse zu geben verspricht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1869

Band/Volume: [9](#)

Autor(en)/Author(s): Hann Julius von

Artikel/Article: [Ueber Gewitter. 159-185](#)