

Sitzungsberichte

der

königl. bayerischen Akademie der Wissenschaften

zu München.

Jahrgang 1860.

München.

Druck von J. G. Weiss, Universitätsbuchdrucker.

1860.

—
In Commission bei G. Franz.

482

fürten Jahrgänge, so findet man, dass dieselben um wenig sich von einander unterscheiden. Es dürfte also für die Umgebung von Jerusalem eine Beobachtungsperiode von kaum einem Jahrzehnt jedenfalls ausreichen, um über die klimatische Temperatur dieser Gegend den gehörigen Aufschluss geben zu können. Selbst die vorliegenden Beobachtungsreihen würden schon genügende Anhaltspunkte hierüber liefern, wenn unter diesen wenigstens ein Jahrgang sich befinden würde, der den täglichen Gang der Temperatur vollständig erkennen liesse.

b) „Ueber die Vertheilung der Gewitter.“

Die Entstehungsweise der Gewitter ist noch bis zum heutigen Tage in ein räthselhaftes Dunkel eingehüllt, so dass kein Gebiet der physikalischen Forschung eine reichhaltigere Sammlung von Hypothesen aufzuweisen hat, als die Lehre von der Gewitterbildung. So verschiedenartig aber die sämmtlichen über die Entstehung der Gewitter aufgestellten Anschauungsweisen sind, so lassen sie sich dennoch auf zwei Classen zurückführen, von denen die der ersten Classe die Quelle für die Gewitterbildung in der Atmosphäre annehmen, jene der zweiten Classe die eigentliche Entstehungsquelle an oder in der Nähe der Erde zu suchen sich für berechtigt halten. Beide Classen kommen ferner darin miteinander überein, dass die Ausbildung eines Gewitters ohne die Anwesenheit von Wolken in der Atmosphäre nicht möglich sei.

Die charakterisirende Verschiedenheit dieser beiden Classen von Hypothesen über Gewitterbildung scheint mir darin zu liegen, dass im Allgemeinen jene Erklärungsweisen, welche das Gewitter in der Atmosphäre selbst nicht bloss ausbilden, sondern dasselbe auch hier erzeugen lassen, die während des Gewitters auftretende Elektricität unabhängig von der atmosphärischen erst in dem Augenblicke entstehend annehmen, in welchem die Umstände zur Bildung von Nebel- und Wasserformen in der Luft günstig sind, und jene Gewitterelektricität gleichsam als eine durch Wärme, Reibung etc. etc. entbundene Kraft, deren Wirkungen als Begleiter der übrigen Gewittererscheinungen auftreten, ansehen, während nach den Anschauungsweisen der zweiten Classe die Wolken selbst schon als Träger derjenigen Elektricitätsmengen, welche bei dem Aus-

brüche der Gewitter zur Ausgleichung kommen, zu betrachten sind, deren Keime an oder in der Nähe der Erdoberfläche sich bilden, und die von hier aus durch vertikal aufsteigende Luftströme in die Atmosphäre geführt werden, wo sie zu eigentlichen Gewitterwolken sich nach und nach ausbilden.

Es ist nicht meine Absicht bei dieser Gelegenheit auf eine Besprechung der sämmtlichen über das Gewitter bis jetzt zur Kenntniss gekommenen Hypothesen einzugehen; aber bemerken will ich, dass die Hypothesen der ersten Classe — mit Ausnahme der von Schönbein aufgestellten⁵, die eine nähere Untersuchung meines Wissens noch nicht gefunden hat — die geringste Anzahl von Thatsachen für sich haben, und dass die durch Versuche in dieser Richtung gewonnenen Resultate jene Anschauungsweisen als zweifelhaft erscheinen lassen.

Was die Hypothesen der zweiten Classe betrifft, so scheint es, dass diese für die Gewitterelektricität denselben Ursprung, wie für die atmosphärische annehmen, aber durch die Annahmen, welche sie der Entstehung der Gewitterelektricität zu Grunde legen, unterscheiden sich die Anschauungsweisen der zweiten Classe selbst wesentlich von einander. Da aber aus den Versuchen von Reich sowohl, sowie aus jenen von Riess hervorgeht, dass bei der Verdampfung von reinem oder andere Substanzen in Auflösung enthaltendem Wasser keine Elektricitätsentwicklung bemerkt werden kann, wenn nicht zugleich eine Reibung der Wasserdämpfe stattfindet, nach weiteren Versuchen von Riess die bei der Vegetation entwickelte Elektricität noch als zweifelhaft erscheinen muss⁶, und da ferner durch keine Versuche bis jetzt geprüft wurde, ob bei der Vermischung kalter und warmer Luftschichten, oder ob in Folge der Temperaturverschiedenheit der Enden einer hohen ungleich erwärmten Luftsäule Elektricität in der Menge erregt werden kann, wie sie bei Gewitterentladungen zum Vorschein kömmt, so hat man gegenwärtig die eigentliche Ursache der atmosphärischen Elektricität sowohl, sowie auch die der Gewitterelektricität als unbekannt zu betrachten. Unter solchen Umständen dürfte es

(5) Ueber den Ursprung der Wolkenelektricität und der Gewitter, Basel 1850.

(6) Ueber Reich's Untersuchungen sehe man: Abhandl. bei Begründung der Königl. Sächs. Gesellsch. der Wissenschaften, Jahr 1846, p. 197. Die Ansichten etc. von Riess findet man unter Anderem in Poggendorff's Annalen LXIX. 286.

daher als gerechtfertiget erscheinen, wenn man auf Hypothesen, wie sie schon im vorigen Jahrhunderte von Mylius, Beccaria, Read und Anderen aufgestellt wurden, zurückgreift, insbesondere auch deshalb, weil diese älteren Annahmen bezüglich der Entstehung der Wolkenelectricität durch Untersuchungen und Thatsachen der neuen Zeit eine Widerlegung nicht gefunden haben.

In welchem Zusammenhange nun die im Folgenden vorgeführten Bemerkungen mit der hier angeregten Frage stehen, werde ich später zu erörtern suchen. Vor allem erlaube ich mir hier einige Resultate der Untersuchungen über das Gewitter, die mich während einer längeren Zeit beschäftigten, vorzuführen, und es wolle mir gestattet sein, hiebei mich auf jene Untersuchungen, welche ich dem I. Abschnitte meiner angewandten Electricitätslehre einverleibt habe, mich beziehen zu dürfen, wo ich die Art und Weise, wie das nöthige Material gewonnen und verarbeitet wurde, auseinander gesetzt habe.

Aus der Darstellung des Ganges der Gewittererscheinungen im Laufe des Jahres, wie ich eine solche für viele Punkte der nördlichen und für einige Punkte der südlichen Hemisphäre zusammenzustellen mich bemühte, ergibt sich nämlich sogleich, wenn man nur solche Stationen in Rücksicht bringt, von welchen langjährige Beobachtungen bekannt geworden waren, dass bei weitem für die meisten Punkte die Gewitter nur in den Monaten April bis September vorkommen, und dass für diese die Zahl der Gewitter vom April bis zum Juli zunimmt, in diesem Monate ihr Maximum erreicht, und von hier an langsam bis zum September wieder abnimmt, während nur wenige Orte sich aufzählen lassen, wo die Gewitterzahl in einem andern Monate als Juli ein Grösstes wird. Schon dieses einzige, übrigens schon aus früheren Untersuchungen bekannte Resultat, zeigt einen Zusammenhang des Ganges der Gewittererscheinungen mit dem der Wärme.

Um aber diesen Zusammenhang noch besser wahrnehmen zu können, wollen wir die Vertheilung der Gewitter von Nord gegen Süd hin betrachten, und sehen, zu welchen Behauptungen uns die verhältnissmässig geringe Zahl von Beobachtungsreihen berechtigen. Die zusammengestellten Reihen reichen nicht aus, um die Veränderung der Zahl der Gewitter für jeden Breitengrad beurtheilen zu können. Vereinigt man aber die Beobachtungsergebnisse aller Punkte der Nordhälfte der Erde von 5 zu 5° Breite, so erhält man die nachstehende Vertheilung der Gewitter von Norden gegen Süden:

Zone.	Mittlere Jahressumme der Gewitter.
65°—60° Breite	6,1 ⁷
60 —55 „	13.0 ¹³
55 —50 „	18.0 ³¹
50 —45 „	21.5 ⁵³
45 —40 „	30.1 ⁵
Unter 40° Breite	48.0 ⁶

Wenn nun auch die für die verschiedenen Zonen hier aufgefundenen Werthe der jährlichen Gewitter eine absolute Zuverlässigkeit nicht für sich in Anspruch nehmen können, da die Zahl der Stationen im Norden sowohl, als auch im Süden viel zu gering ist, um aus diesen die jeder Zone angehörende normale Gewitterzahl sicher bestimmen zu können, so geht doch wenigstens aus den vorstehenden Werthen hervor, dass die Gewitter von den Polargegenden zum Aequator hin zunehmen, dass ferner diese Zunahme bis zum 45ten Breitengrad eine ganz allmähliche ist, während die Häufigkeit der Gewitter sehr rasch zuzunehmen scheint, wenn man sich weiter gegen Süden begibt. Die Grenze im Norden anzugeben, wo die Gewitter nicht mehr vorkommen, ist aus den bis jetzt bekannt gewordenen Beobachtungen nicht möglich, da selbst die ausserhalb des 60ten Breitengrades hier angegebenen Gewitter nicht dem Innern des Continents, sondern den Küstengegenden angehören. Aber so viel ist gewiss, dass selbst innerhalb des Polarkreises die Gewitter noch vorkommen können. So hat Leopold von Buch zu Kielwig auf Mageroe unter dem 72ten Breitengrad, v. Beer unter dem 74ten Breitengrad mitten auf Nowaja-Semlja ein Gewitter beobachtet, und endlich soll selbst jenseits des 75ten Grades n. Br. auf Spitzbergen innerhalb sechs Jahren ein Gewitter wahrgenommen worden sein.

Stellt man die für den europäischen Continent gefundenen Resultate der Häufigkeit der Gewitter in der Art zusammen, dass die jedem Landestheil angehörige Gewitterzahl sich zu erkennen gibt, und berücksichtigt dabei den Gang des Gewitters in der Weise, dass die im Winter und Sommer vorkommenden Gewitter von einander getrennt, und in Procenten der mittleren Jahressumme ausgedrückt erscheinen, so erhält man die folgenden mittleren Werthe für die Häufigkeit der Gewitter in Europa:

	Mittlere Jahressumme.	Wintergewitter (Octbr. mit März)	Sommergewitter. (April mit Septemb.)
I. Skandinavien . . .	6.7	23.3 Proc.	76.7 Proc.
II. Russland	16.9	1.2 „	98.8 „
III. Mittel-Europa . .	20.4	4.6 „	95.4 „
IV. Nederl. u. Frankreich	18.1	17.2 „	82.8 „
V. Schweiz (für 3 Pkte.)	21 3	8.3 „	91.7 „
VI. Italien und Türkei	40.6	19.6 „	80.4 „

Auch diese Zahlen geben zu erkennen, dass ein Zusammenhang zwischen der Vertheilung der Wärme und jener der Gewitter unzweifelhaft stattfindet, da aus denselben hervorgeht, dass nicht bloss die Zahl der Gewitter von Nord gegen Süd, sondern auch von Osten gegen Westen hin zunimmt. Hier zeigt sich aber weiter, dass diese Zunahme bloss bis zum Innern des Continentes stattfindet, während von da an gegen die Küsten hier wieder eine Abnahme der Häufigkeit der Gewitter stattfindet. Was ferner die Wintergewitter betrifft, so kommen diese im östlichen Theile, wie im Innern von Europa selten vor, während dieselben sowohl im Norden, als auch im südlichen Theile von Europa an den Westküsten am häufigsten erscheinen. Diese Zunahme der Frequenz der Gewitter vom östlichen Europa nach dem mittleren Theile des Continentes, ferner deren Abnahme gegen die Westküsten hin, und endlich die grössere Häufigkeit der Wintergewitter, wenn man von Ost gegen West hin sich begibt, tritt noch deutlicher aus der folgenden Zusammenstellung hervor:

	Mittlere Jahressumme.	Wintergewitter.	Sommergew.
Oestliches Europa	16.9	1.2 Proc.	98.8 Proc.
Mittel- und Süd-Europa . . .	22.3	6.2 „	93.8 „
Westliches Europa (Skandin., Nederl. und Frankreich)	14.8	19.2 „	80.8 „

Schon die bisher erwähnten Ergebnisse zeigen, dass das Auftreten der Gewitter, wenn auch eine gewisse Periodicität im jährlichen Gange und ein gewisse Regelmässigkeit in der Vertheilung der Frequenz der Gewitter auf einen grösseren Theil des Continents angenommen werden kann, von der Configuration des Landes nicht unabhängig ist. Noch deutlicher tritt dieser Einfluss hervor, wenn man die jährliche Vertheilung, sowie die Zahl der Gewitter, wie sie an den verschiedenen Beobachtungsorten ermittelt worden ist, näher betrachtet.

Ich kann jedoch die Bemerkung nicht unterdrücken, dass nicht alle

Beobachtungsergebnisse, die ich meinen Erörterungen zu Grunde lege, eine solche Zuverlässigkeit darbieten, um alle jene charakteristischen Merkmale genau erkennen zu lassen, von welchen die Entstehungs- und Ausbreitungsweise der Gewitter begleitet wird. Zu den Beobachtungen, welche das grösste Vertrauen verdienen, gehören die aus Kämtz Meteorologie in meine Betrachtungen übergegangenen, während ich selbst die jährliche Vertheilung der Gewitter von vielen Orten unmittelbar aus den meteorologischen Beobachtungen zusammengestellt habe; die Beobachtungsergebnisse der übrigen in meinen Zusammenstellungen aufgeführten Punkte aber sind nicht alle unter Beachtung eines gleichmässigen Systems erhalten worden, indem manche Beobachter sowohl einzelne Blitzerscheinungen, als auch ferne Donner zu den Gewittererscheinungen rechnen, und von anderen bloss die Tage mit Gewittern in ihren Resultaten angegeben werden. Diese Ungleichmässigkeit in der Bezeichnungsweise der Gewittererscheinungen verdeckt in den erhaltenen Resultaten theilweise den Einfluss der Lokalwirkungen.

Die lokalen Einflüsse sind vor allem aus der Zahl der Gewitter zu erkennen, wie sie im Mittel für verschiedene Orte gefunden wurden, wenn man Orte, die unter gleichen und verschiedenen Polhöhen liegen, mit einander vergleicht.

In dem Folgenden finden sich zu diesem Zwecke derartige Resultate zusammengestellt:

Orte mit kleiner Gewitterzahl.	Orte mit grosser Gewitterzahl.
Stockholm 9.6	Catherinenburg . . 37.5
Petersburg 12.9	Barnaul 26.8
Bogoslowsk 15.8	Nertschinsk . . . 23.4
Baltischport 9.9	Lougan 29.6
Fellin 8.0	Tiflis 55.2
Poltava 9.4	Zappelau 23.4
Odessa 8.6	Königgrätz 32.5
Schneekoppe 9.0	Freising 22.9
Würzburg 14.1	München 24.6
Nürnberg 14.1	Kremsmünster . . . 27.0
Passau 8.3	Andechs 27.8
Kempten 13.0	Salzburg 33.0
Stift Wilden 15.4	Hohenpeissenberg . 27.0
Sistrans 15.5	Tegernsee 30.0
Brüssel 14.0	Gratz 29.1

Orte mit kleiner Gewitterzahl.

Paris	13.6
Marseille	9.2
Cherburg	4.4
Hundwil bei Zürich . .	14.8
Bevers im Engadin . .	4.0
Polpero	10.0
Sitka	1.5

u. s. w.

Orte mit grosser Gewitterzahl.

Triest	25.1
St. Trond	32.4
Namur	26.3
Zürich	21.9
Bern	27.2
Udine	49.2
Padua	41.1
Janina	45.0

u. s. w.

Hiebei ist von aussereuropäischen Orten abgesehen worden, von denen manche im südlichen Asien und Amerika während vier bis sechs Monaten fast jeden Tag ein Gewitter aufzuweisen haben. Man sieht schon aus den wenigen hier mitgetheilten Zahlen (die aus der allgemeinen Gewittertabelle ausgehoben worden sind), wie Punkte, deren Breite um mehr als 10 Grad verschieden ist, gleiche Zahl von Gewittern haben, während Punkte unter gleicher Polhöhe, deren Distanz gering ist, bezüglich des Auftretens der Gewitter bedeutende Unterschiede zeigen.

Ich habe bei einer anderen Gelegenheit zu erörtern gesucht, in welcher Weise die lokalen Einflüsse hervortreten, wie schon bei der Bildung der Gewitterwolken dieser Einfluss thatsächlich nachgewiesen werden kann, dass dieser insbesondere in der Nähe von Thälern, die von Gebirgsketten gebildet werden, deutlich hervortritt, dass er selbst in der Ebene zuweilen wahrgenommen wird, dass aber sein Wesen und die Natur desselben durch keine der bis jetzt gewonnenen Erfahrungen genügend erklärt werden kann. So viel jedoch lässt sich annehmen, dass zur Erzeugung der meisten Gewitter ein aufsteigender Luftstrom unbedingt nothwendig ist, und dass durch diesen das s. g. Gewittermaterial der Atmosphäre zugeführt wird. Die Bedingungen zur Entstehung aufsteigender Luftströme sind genügend bekannt; letztere sind vorwiegend auf das feste Land beschränkt, und ihre Intensität ist um so grösser, je stärker die örtliche Erwärmung, und je grösser die Temperaturdifferenz zwischen dem erwärmten Boden und den höheren Luftschichten ist. Dass in diesem aus Luft und Dampfsäulen bestehenden vertikalen Strome auch Wasser in Nebel —, dann feste Substanzen in feinst vertheilter Form mit in die Höhe geführt werden, kann man thatsächlich nachweisen. Die Stärke dieses aufsteigenden Stromes ist aber unter sonst gleichen Umständen auf einem ebenen und wenig geneigten Stücke

Land grösser, als an Abhängen; wenn daher die durch den aufsteigenden Luftstrom bewirkten Vorgänge, sowie die Ursachen, die ihn erzeugen, die alleinigen Bedingungen zur Gewitterbildung wären, so müsste die Häufigkeit der Gewitter auf ausgedehnten Ebenen von geringer Böschung grösser sein, als an Orten, die in der Nähe oder an bedeutenden Hängen und Gebirgsketten liegen. Nun findet aber gerade die grösste Häufigkeit der Gewitter in der Nähe von Gebirgen und an diesen selbst statt, es möchte daher diese Terrainbeschaffenheit für die Erzeugung von Gewitterwolken eine nicht unwesentliche Bedingung sein. Manche Thatsachen möchten sogar dafür sprechen, dass selbst die Bodenbeschaffenheit nicht ohne Einfluss auf die Gewitterbildung ist. Die für derartige Einwirkungen bis jetzt aufgestellten Ansichten reichen nach der mir angeeigneten Ueberzeugung nicht aus, um die Ungleichheit der Gewitter an verschiedenen Theilen des Continents genügend erklären zu können. Es scheint mir überhaupt, dass es nicht möglich sein dürfte, diese Erscheinungen in genügender Weise aufhellen zu können, wenn man nicht schon von vorne herein auf der Erde selbst die eigentliche Quelle der Gewitter in ungleicher und veränderlicher Weise vertheilt annimmt. In wie weit eine solche Annahme, die insbesondere von Beccaria herrührt, als gerechtfertiget erscheint, kann ich bei dieser Gelegenheit nicht zu erörtern versuchen; aber die Aufführung noch einiger Thatsachen, welche eine derartige Annahme unterstützen dürften, möchte ich nicht unterlassen.

Die oben in Erwähnung gebrachte Zusammenstellung der Gewittererscheinungen verschiedener Orte der Erde zeigt uns nämlich weiter, dass die Zahl der Gewitter an einem und demselben Orte grossen Veränderungen unterworfen ist. Unter Anderem kann diess die nachstehende Tabelle aufweisen, in welcher für mehrere Punkte verschiedener Breiten die Abweichungen der Gewitterzahlen von dem diesen Orten angehörigen durch mehrjährige Beobachtungen bestimmten normalen Mittel aufgeführt sind:

O r t.	Mittlere Jahres- summe der Gewitter	Abweichungen einzelner Jahre															
		1844	1845	1846	1847	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854	1855	1856	1857	1858	1859
Petersburg	12.9	.	.	4.3	2.1	3.1	3.1	3.1	3.1	- 7.9	- 1.9	- 3.9	- 1.9	- 4.9	.	.	.
Bogoslowsk	15.8	.	.	- 7.6	3.0	- 1.8	2.8	- 0.8	7.2	0.2	1.2	6.2	- 7.8	- 1.8	.	.	.
Catherinenburg	37.5	.	.	7.5	5.5	-10.5	2.5	- 3.5	22.5	1.5	- 7.5	4.5	-14.5	-15.5	.	.	.
Slaaousté	19.8	.	.	9.2	- 2.8	- 0.8	- 4.8	- 6.8	9.2	8.2	0.2	4.2	0.2	- 7.8	.	.	.
Gorki	16.0	.	.	- 2.0	- 2.0	- 2.0	1.0	- 2.0	7.0	- 3.0	2.0	2.0	.	.	.	.	.
Barnaul	26.8	.	.	1.2	0.2	2.2	-14.8	4.2	1.2	9.1	- 4.8	0.2	6.2	- 4.8	.	.	.
Nertschinsk	23.4	.	.	.	1.6	14.4	- 3.4	- 0.4	- 1.6	- 3.4	0.6	14.6	9.6	4.6	.	.	.
Lougan	29.6	.	.	-11.6	- 1.6	11.6	- 3.6	13.4	4.4	8.2	- 0.6	1.4	6.4	- 4.6	.	.	.
Pekin	31.4	.	.	- 1.4	-20.4	-17.4	-14.4	- 8.4	9.6	0.6	21.6	10.6	18.6	.	.	.	.
Prag	21.3	5.7	2.7	- 1.3	- 9.3	- 1.3	- 0.3	4.7	- 4.3	.	.	.	.	.	.	.	.
Krakau	23.4	11.0	8.0	2.6	1.6	0.6	- 3.4	1.6	14.6	5.6	.	.	.	.	.	.	.
Trier	17.2	- 2.2	3.8	- 0.2	2.8	2.8	4.8	- 2.2	- 4.2	8.8	2.8	- 0.2	4.8	.	.	.	.
Stuttgart	21.3	- 5.3	- 7.3	0.7	- 4.3	- 0.3	- 9.3	- 1.3	6.7	13.7	- 6.3	- 1.3	.	.	.	.	.
Wien	19.3	17.7	11.7	15.7	0.7	8.7	14.7	4.7	7.7	- 0.3	.	.	.	.	.	.	.
München	24.6	3.5	10.4	4.4	- 9.6	2.4	- 5.6	-15.6	- 7.6	- 5.6	- 0.6	- 1.6	- 3.6	8.4	13.4	5.4	11.4
Kremsmünster	27.0	- 4.3	- 1.3	1.0	0.0	2.0	- 2.0	- 4.0	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Salzburg	33.0	-11.0	- 3.0	6.0	3.0	13.0	- 7.0	- 2.0	9.0	3.0	.	.	.	.	.	.	.
Hohenpeissenberg	27.0	0.0	- 5.2	- 2.2	2.0	8.0	- 3.2	-20.2	- 3.2	- 0.2	- 4.2	-11.2	- 3.2	0.8	3.8	5.8	11.8
Triest	25.7	5.3	1.3	13.3	14.3	- 3.7	-12.7	- 9.7	- 2.7	.	.	.	.	.	.	.	.
Brüssel	13.7	5.3	5.3	9.3	- 0.7	- 2.7	1.3	0.3	1.3	7.3	2.3	- 2.7	- 3.7	.	.	.	.
Mailand	25.3	- 9.2	3.2	0.7	- 4.3	-12.3	- 4.3	0.7	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Anmerkung. Die vorstehenden Zahlen sind dadurch entstanden, dass man die normale Gewitterzahl von der des betreffenden Jahres abgezogen hat.

Obgleich die vorstehenden Reihen bedeutende Unregelmässigkeiten im Auftreten der Gewitter an allen hier genannten Orten zeigen, so scheint doch eine Thatsache aus denselben hervorzuleuchten, die wenigstens eine Beachtung verdient. Für diejenigen der hier angeführten Orte, an welchen die Gewitteraufzeichnungen nach einem gewissen Systeme geschehen, zeigen nur selten die Abweichungen mehrerer aufeinander folgender Jahre ungleiche Zeichen, sondern es sind gewöhnlich mehrere aufeinander folgende Jahre mit einem Ueberschuss, und andere mit Zurückbleiben unter dem Mittel wahrnehmbar. Es hat daher fast den Anschein, als ob eine gewisse Periodicität im Auftreten der Gewitter während einer gewissen Anzahl von Jahren stattfinde. Diese Vermuthung wird auch nicht widerlegt, wenn man die Zahl der Gewitter solcher Orte, aus welchen langjährige und zuverlässige Beobachtungen bekannt geworden sind, näher betrachtet. Eine solche Beobachtungsreihe bieten die Aufzeichnungen zn Hohenpeissenberg aus einer 63jährigen Periode dar, wie sie in dem 1. Supplementbande der Annalen der k. Sternwarte zn Bogenhausen veröffentlicht worden sind. Theilt man jene Beobachtungsreihen in Perioden, von denen jede die Beobachtungen von 9 Jahren umfasst, so erhält man für Hohenpeissenberg die folgenden Gewittersummen und Jahresmittel:

Neunjährige Perioden.	Gewittersumme.	Entsprechendes Jahresmittel.	Differenz.
1792 bis 1802 (1793 u. 1799 fehlen)	342	38.0	
			— 3.5
1803 — 1813 (1811 u. 1812 fehlen)	311	34.5	
			— 1.7
1814 — 1823 (1817 fehlt)	295	32.8	
			— 9.3
1824 — 1832	211	23.5	
			— 8.9
1833 — 1841	131	14.6	
			+ 5.3
1842 — 1850	179	19.9	
			+ 8.2
1851 — 1859	235	26.1	

Man ersieht hieraus, wie seit dem Jahre 1792 (wenn es gestattet ist, diejenigen Jahre, deren Beobachtungen fehlen, hier ganz ausser Beachtung zu lassen) die Zahl der Gewitter bis zur fünften Periode abgenom-

men hat, während von hier an eine Zunahme stattfindet. Dass eine solche Zunahme auch in den letzten zwei Perioden eingetreten ist, geht aus den Gewitterbeobachtungen für München ebenfalls hervor.

Die achtzehnjährigen Beobachtungen der hiesigen Sternwarte zeigen nämlich Folgendes:

1842 — 1850	201 Gewitter, also im Mittel 22.3 für das Jahr.
1851 — 1859	241 „ „ „ „ 26.8 „ „ „

Ob nun wirklich eine solche langjährige Periode im Auftreten der Gewitter, wie sie nach dem Vorstehenden vermuthet werden möchte, stattfindet, und von welcher Dauer dieselbe ist, darüber können die mir bekannt gewordenen Gewitterbeobachtungen einen sichern Aufschluss jetzt noch nicht geben.

Was nun die eigentliche Entstehungsquelle der in den Wolken vorkommenden Gewitterelektricität betrifft, so erlaube ich mir zu bemerken, dass eine derartige gesetzmässige Vertheilungsweise, wie sie die Gewitter zeigen, wenn man grössere Landesstrecken unter sich vergleicht, nicht hervortreten könnte, wenn nicht eine und dieselbe Ursache, die ausschliesslich an der Erde und nicht in der Atmosphäre wirkt, angenommen werden kann. Uebrigens sprechen auch andere Thatsachen für eine solche Annahme, deren Aufzählung (da sie schon längst bekannt sind) hier als überflüssig erscheinen muss.

Durch welche Einwirkungen aber die Erde die so grosse Elektricitätsmenge erhält, ob die Erde schon an und für sich als elektrisch angenommen werden kann, oder ob die Elektricität im Innern oder an ihrer Oberfläche in Folge des regelmässigen Auftretens gewisser Vorgänge erzeugt wird, darüber geben die bis jetzt bekannten Forschungen keine genügenden Aufschlüsse. Dass aber die Vertheilung der Wärme an den verschiedenen Theilen der Erdoberfläche mit der Vertheilung und dem Auftreten der Gewitter im Zusammenhang steht, kann nicht abgesprochen werden; aber es möchte gewagt sein, unter den gegenwärtigen Umständen der Wärme allein, die bekanntlich bei der Ausbildung sowohl, wie bei dem Ausbruche der Gewitter den wesentlichsten Einfluss ausübt, jene mächtige Einwirkung zuzuschreiben.

Zum Schlusse erlaube ich mir zu erwähnen, dass das Auftreten der meisten Gewitter, in so ferne dieselben als Lokalerscheinungen zu betrachten sind, sich genügend erklären lässt, wenn man die eigentliche Erzeugungsquelle der Gewitter, sowie der atmosphärischen Elektricität, nicht in der Atmosphäre, sondern an der Erde annimmt, und dass diese

Erklärungsweise selbst darzulegen geeignet ist, dass Gewitter und atmosphärische Elektricität (Wolken- und Luft-Elektricität) in den meisten Zeiten des Jahres — nur mit Ausnahme einiger besonderer Fälle — einen und denselben Ursprung haben.

Jene Erklärungsweise steht nicht bloss mit der bekannten Erfahrung, vermöge welcher die Stärke der atmosphärischen Elektricität im Winter (im Allgemeinen) grösser, als im Sommer ist, nicht in Widerspruch, sondern es folgt aus derselben sogar, dass diese Vorgänge so sein müssen und nicht anders sein können⁷. Es kann jedoch nicht unbemerkt

(7) Der Erklärungsweise, auf welche hier hingedeutet wird, liegen die von Beccaria aufgestellten (in seinem Werke: „*Elettricismo atmosferico, Lettere de Giambattista Beccaria. Edizione seconda. Bologna 1758, p. 101—237*“ ausführlich behandelten, und im Auszuge in Priestley's Geschichte d. Elektr. p. 231 u. f. enthaltenen) Principien zu Grunde.

Beccaria nahm nämlich an, dass Gewitter- und Regenwolken in gleicher Weise und zwar durch Einwirkung der Elektricität entstehen. Vor dem Regen soll nämlich eine Quantität elektrischer Materie aus der Erde an solchen Orten, wo sich dieselbe im Ueberflusse vorfindet, in die Atmosphäre übergehen, und bei ihrer Verbreitung nach den höheren Regionen eine grosse Quantität Dünste sammeln, und mit fortführen. Durch dieselbe Einwirkung soll sodann auch an den Orten, wo bedeutende Dunstmassen sich ansammeln, eine Verdichtung derselben erfolgen, so dass jene Dünste in Tropfenform verwandelt, nunmehr Wolkengebilde darstellen, die als eigentliches Gewittermaterial auftreten etc. etc.

Hält man nun die Ideen Beccaria's in so ferne aufrecht, dass das Material für die Gewitterwolken an der Erde seine Entstehungsquelle habe, und dass diese durch andauernde, aber sehr veränderliche Einwirkungen in den elektrischen Zustand versetzt werde, vermöge welchen eine von Lokal-Umständen und anderen Einflüssen abhängige Vertheilung der Elektricität über die Oberfläche der Erde eintrete, so möchte beiläufig die nachstehende Erklärungsweise der Gewittererscheinungen einige befriedigende Aufschlüsse über das Gewitter und sein Auftreten zu geben vermögen.

Zur Erzeugung des Gewitters sind (vorausgesetzt, dass die hiefür erforderlichen Materialien an der Erde in ausreichender Quantität sich vorfinden) vor allem aufsteigende Luftströme von grosser Intensität unbedingt nothwendig (s. S. 26). Diese vertical aufsteigenden Luftströme können nun unter günstigen Umständen das Wasser nicht bloss in Dampf-, sondern auch, und zwar vorzugsweise in Bläschenform (nämlich in einer

bleiben, dass unter Voraussetzung genannter Umstände zwar die Entstehung der Sommer- und mancher Wintergewitter genügend erklärt

der eigentlichen Wasserform nahen, und vielleicht auch in dieser selbst), zuweilen auch sogar feste Substanzen in feinst vertheilter Staubform in die Höhe führen. Eine jede derartige Luftsäule kann daher als eine aus geeigneten Substanzen zusammengesetzte Leitungsstrecke betrachtet werden, die die Elektricität von den betreffenden Theilen der Erdoberfläche in die Atmosphäre bis zu grösseren oder geringeren, unter Anderem von der Stärke des aufsteigenden Dunst- und Luftstromes abhängigen Höhen führen, wo entweder eine allmähliche oder eine rasche Verdichtung der emporgetriebenen Dunstmassen zu Wolken eintreten kann, oder doch jedenfalls ein Ansammeln derselben stattfinden wird, wenn nicht anderweitige gleichzeitig auftretende Umstände ein Herabführen jener Nebelmassen gegen die Erde wieder bewirken.

Hört nun der aufsteigende Strom auf, oder wird derselbe durch horizontale Luftströme durchschnitten, so wird jene Leitungssäule zwischen Erde und Atmosphäre unterbrochen, und die in letzterer angesammelten Nebelmassen sind nunmehr, wenn abwärts gerichtete Bewegungen keine vorhanden sind, als isolirte und mit Elektricität geladene Körper zu betrachten.

Durch weitere hiefür geeignete Umstände, wie durch das Hinzukommen neuen Materiales, oder durch plötzliche Abkühlungen in den höheren Schichten der Atmosphäre, oder, und zwar insbesondere durch das Eintreten von entgegengesetzten horizontalen Luftströmen kann nunmehr eine derartige Verdichtung jener Nebelmassen eintreten, dass die als Gewitterwolken auftretenden Wolkengebilde nach und nach zu Stande kommen.

In Folge der nun immer mehr zunehmenden Annäherung der Wolkenpartikel und der nach und nach eintretenden Umwandlung aller in Dampf- und Bläschenform in dem Wolkengebilde enthaltenen Flüssigkeitsmassen muss also — vorausgesetzt, dass jenes in der Atmosphäre ganz und gar isolirt bleibt — die Dichte der angesammelten Elektricität in hohem Grade zunehmen. Gleichzeitig vermehrt sich aber das Bestreben der Wolkenmasse den Luftwiderstand zu überwinden und der Einwirkung der Schwere zu folgen, um die in ihr enthaltenen Niederschläge der Erdoberfläche zuzuführen. Würden daher nicht beständig Einwirkungen auf dieselbe stattfinden, durch welche im Innern und an ihrer Oberfläche Aenderungen vor sich gehen müssen, so müsste sich nunmehr jene Wolkenmasse sowohl bezüglich ihrer elektrischen Ladung, als auch bezüglich ihrer Niederschläge in einem labilen Zustande befinden, so dass

werden kann, dass aber über die Entstehungsweise der eigentlichen Wintergewitter im Allgemeinen eine ausreichende Erklärung noch nicht

die geringste Veranlassung eine Veränderung dieser Zustände herbeizuführen vermögend wäre.

Dürften wir nun annehmen, dass eine auf die genannte Weise zu Stande gekommene Gewitterwolke in einen solchen von allen anderen Einwirkungen freien Zustand komme, so dass also eine Veränderlichkeit in der Dichte der an ihr angesammelten Elektrizität, sowie in der Dichte ihrer Masse durch anderweitige Ursachen nicht herbeigeführt würde, so müssten durch die gegenseitige elektrische Einwirkung von Erde und Wolke nach und nach Influenzerscheinungen zu Stande kommen. Jede gegen irdische Objecte eintretende elektrische Entladung müsste aber dann auch eine Fortführung des Wassergehaltes der Wolke gegen die Erde in Form der gewöhnlichen Niederschläge zur Folge haben. Umgekehrt kann aber auch die elektrische Ausgleichung zwischen Wolke und Erde bewirkt werden, wenn die Entladung derselben von ihrem Wassergehalte früher als das Auftreten der Influenzerscheinungen, wie wir dieselben bei gewöhnlichen Gewittern wahrnehmen, eintreten kann. (Es möchte hier im Vorübergehen zu bemerken gestattet werden, dass die in Rede stehende Hypothese selbst die Erklärung mancher der räthselhaften Erscheinungen, wie sie während der Gewitter zuweilen wahrgenommen werden, noch offen lässt, so dass es z. B. nicht unmöglich sein dürfte, mit Hilfe derselben auf eine naturgemässe Erklärungsweise der s. g. kugelförmigen Blitze zu kommen.)

Ein solcher Zustand, wie ich ihn hier betrachtet habe, findet aber bei einer Gewitterwolke niemals statt. Ein derartiges — wie überhaupt jedes — Wolkengebilde ist fortwährenden Aenderungen in seinem Innern sowohl, sowie auch in seiner äusseren Form und Ausdehnung unterworfen, und diesen Aenderungen, sowie den anderweitigen Einwirkungen, welchen eine solche frei in der Atmosphäre schwebende Nebelmasse unterworfen ist, mag es zuzuschreiben sein, dass die Gewittererscheinungen nicht in der regelmässigen Weise erfolgen, wie wir sie uns hier vorgestellt haben. Vor allem sammeln sich nämlich die in Gewitterwolken sich umwandelnden Nebelmassen nicht unmittelbar über dem Orte, von welchem aus sie durch den aufsteigenden Strom in die Höhe geführt werden, sie werden vielmehr durch die herrschenden Winde nach anderen Orten geführt. Würden nun weitere Aenderungen in Folge dieser Bewegung nicht eintreten, so würde daraus nur gefolgert werden dürfen, dass der eigentliche Ausbruch des Gewitters nur selten an dem Orte stattfindet, an welchem dasselbe erzeugt worden ist, und

vorhanden ist. Es steht jedoch zu vermuthen, dass jene Wintergewitter, die sich der allgemeinen Erklärungsweise nicht unterordnen, nicht loka-

diese Folgerung stimmt auch mit der Erfahrung überein. — Aber durch jene Bewegungen können auch die Gewittererscheinungen wesentlich abgeändert, sie können nämlich in manchen Fällen verstärkt werden, hingegen wieder in anderen ganz und gar ausbleiben. Jenes könnte eintreten, wenn die zur Vereinigung mehrerer Gewitterwolken günstigen Umstände vorhanden sind, etc.; dieses wird z. B. vorkommen, wenn die Wolkenmassen durch die in verschiedenen Luftschichten herrschenden Strömungen zerstreut werden, oder auch dann, wenn eine mit Elektrizität geladene Wolkenmasse mit einer anderen von verschiedener elektrischer Spannung oder mit einer unelektrischen Wolke zur Vereinigung kommt etc. etc., so dass die Wolkendecke eine grosse Ausdehnung annimmt, und es ist auch wirklich aus Erfahrung bekannt, dass bei trübem Wetter und bei gleichförmiger Bedeckung der Atmosphäre ein Gewitter niemals zu Stande kommt. — Ausserdem können auch zuweilen partielle Entladungen — in geräuschloser Weise — erfolgen, wenn eine Gewitterwolke in die Nähe einer Gebirgskette, etc. kommt, und endlich müssen starke Bewegungen der Atmosphäre der Erzeugung von Gewittererscheinungen immer hindernd in den Weg treten.

Wenn wir nun in der eben angedeuteten Weise — dabei jedoch von der Stärke und Vertheilung der zu verschiedenen Zeiten an einem und demselben Orte, und zu gleichen Zeiten an verschiedenen Orten der Erdoberfläche angesammelten Elektrizität, sowie von der Entstehungsquelle der letzteren ganz und gar absehend — die gewöhnlichen Gewittererscheinungen in einer einigermaßen befriedigenden Weise zu erklären im Stande sein dürften, so möchte es nunmehr noch gestattet sein, über das Auftreten des Gewitters in verschiedenen Jahreszeiten — unter der Voraussetzung sonst gleicher Umstände — einige Erörterungen versuchsweise geben zu dürfen.

Es wurde nämlich oben erwähnt, dass die Leitungsstrecke zwischen Wolke und Erde unterbrochen, dass jene isolirt sein müsse, wenn ein Gewitter zu Stande kommen soll. Auch dieser Bedingung wird nicht zu allen Zeiten im Laufe des Jahres (und selbst nicht an allen Orten zu gleichen Zeiten) Genüge geleistet. — Es können zwar zu verschiedenen Jahreszeiten, selbst im Winter die Umstände zur Entstehung aufsteigender Luftströme günstig sein, gleichzeitig können aber auch andere Umstände, und zwar diese weit häufiger, wie jene, auftreten, welche die Bildung von eigentlichen Gewitterwolken unmöglich machen. So werden, namentlich im Winter, wenn der relative Feuchtigkeitsgehalt

len Ursprungs sein dürften, sondern als Erscheinungen angesehen werden müssen, die auf grössere Strecken gleichzeitig sich verbreiten, für

der Atmosphäre einen hohen Grad erreicht, niemals Gewittererscheinungen zu Stande kommen können. Während eines nicht geringen Theiles der Herbst- und Wintermonate befinden wir uns nämlich, selbst im Innern des Continents, in einer dem Sättigungspunkte sehr nahen, zuweilen sogar in einer Nebelatmosphäre, und während einer solchen Zeit gibt sich die Sättigung dadurch zu erkennen, dass uns beständig die Atmosphäre gleichsam von einer Nebeldecke begrenzt erscheint. Unter solchen Umständen kann daher der Uebergang der (wahrscheinlich in geringer Menge zu den genannten Jahreszeiten an der Erde angehäuften) Elektrizität von der Erde zur Atmosphäre zwar stattfinden, aber es ist auch dann zu derselben Zeit die Leitungsstrecke zwischen Erde und Atmosphäre nicht aufgehoben, sondern vielmehr auf bedeutend grosse Ausdehnungen hergestellt. Ein in einer solchen Nebelatmosphäre befindliches (über der Erde angebrachtes) Elektrometer kann daher einen (relativ) hohen Grad elektrischer Spannung zeigen, einen weit höheren, wie bei heiterem Himmel, aber das Zustandekommen von Gewitterwolken zu solchen Zeiten muss unmöglich werden. — Ebenso kann es vorkommen, dass den aufsteigenden Luftströmen abwärts gerichtete folgen; es können diese sogar zuweilen ausschliesslich auftreten: auch zu solchen Zeiten wird das Eintreten von Gewittererscheinungen ausbleiben müssen. Wenn wir daher auch von dem Umstande absehen dürften, dass im Winter bei sehr niedriger Temperatur die Bedingungen, welche zur Entstehung von Gewitterwolken erforderlich sind, ganz und gar fehlen, so würden wir schon aus den genannten Gründen das Auftreten von Gewittern zu solchen Zeiten in Zweifel stellen müssen. — Endlich werden zu jenen Zeiten im Laufe des Jahres, in welchen die Windstärke bedeutend ist — was namentlich in den Frühlingsmonaten stattfindet, in welchen übrigens auch die von oben nach unten gerichteten Ströme häufig auftreten — die Umstände zur Erzeugung von Gewittererscheinungen nach den aus der genannten Hypothese gemachten Folgerungen ungünstig sein. Ob aber während bedeutender Stürme — selbst in den Wintermonaten — nicht zuweilen dennoch starke elektrische Entladungen zu Stande kommen können, möchte mit jener Hypothese nicht unvereinbar sein.

In wie weit nun das im Vorstehenden Erwähnte ausreichen kann, um mittelst der hier angedeuteten Hypothese das Auftreten der Gewitter in den Sommer-, das Ausbleiben derselben in den übrigen Monaten des Jahres erklären zu können, wenn man vorläufig von der Ver-

welche, den vorhandenen Erfahrungen gemäss, ein und derselbe Entstehungsort mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen sein dürfte.

2) Herr A. Wagner trug vor:

I.

Bemerkungen über die Arten von Fischen und Sauriern, welche im untern wie im obern Lias zugleich vorkommen sollen.

Es ist jetzt durch zahlreiche und sorgfältige Untersuchungen festgestellt, dass in dem untern Stockwerke des Schichtencomplexes des Lias eine ganze grosse Gruppe von wirbellosen Thieren sich einfindet, an deren Stelle im obern Stockwerke nach einer fast ausnahmslosen Regel andere Typen eintreten und umgekehrt. Um so befremdlicher ist es, dass man diese Kenntniss des Wechselverhältnisses, in welchem die Schichten-Abtheilungen zu ihren Einschlüssen an wirbellosen Thieren stehen, gerade beim Lias nicht weiter verfolgt und die Aufmerksamkeit darauf gelenkt hat, ob man nicht ebenfalls für die Wirbelthiere aus dieser Formation ein ähnliches Abhängigkeits-Verhältniss ermitteln könne. Selbst solche Palaeontologen, welche sich die wesentlichsten Verdienste um die Ausfindigmachung der Gesetzmässigkeit in der Vertheilung der wirbellosen Thiere je nach dem Höhenniveau der Schichtencomplexe erworben, haben dieses wichtige Resultat, sobald sie an die Wirbelthiere des Lias kamen, ausser Augen gelassen, und ohne alles Bedenken in einer Art Exemplare zusammen gestellt, die aus den beiden verschiedenen, durch eine Mittellage getrennten Stockwerken abstammten. Dass in den älteren Arbeiten über Wirbelthiere des Lias, auch in den meinigen,

theilung etc. der Elektricität an der Erde absieht, kann ich, da ich die Grenzen meines Vortrages ohnehin schon überschritten habe, nicht näher darzulegen wagen. Ausserdem muss ich zu bemerken mir erlauben, dass die mir bekannt gewordenen Beobachtungsmaterialien, sowie die aus Erfahrungen abgeleiteten Resultate bis jetzt noch nicht ausreichen, um den in Rede stehenden Gegenstand in erklecklicher Weise und seiner ganzen Ausdehnung nach schon gegenwärtig zur Erledigung bringen zu können.