

Beobachtungen der normalen atmosphärischen Elektricität auf dem Sonnblick

J. Elster und H. Geitel,

Oberlehrern am herzogl. Gymnasium zu Wolfenbüttel.

(Mit 10 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 2. November 1893.)

I. Ziel der Untersuchung.

Bekanntlich ist die Intensität des durch Wolken- und Niederschlagsbildung nicht gestörten elektrischen Feldes an der Erdoberfläche einer täglichen und einer jährlichen Periode unterworfen.

Dass der Grund dieser doppelten Schwankung nicht in einer Veränderlichkeit des Potentialniveaus des zusammenhängend leitenden Erdkörpers liegen kann, geht daraus hervor, dass die beiden Perioden für Orte beliebiger Lage auf der Erde nicht zeitlich zusammenfallen, vielmehr in gewisser Beziehung zur Insolation stehen. Man ist desshalb genöthigt, die Ursache des Wechsels oberhalb der Erdoberfläche zu suchen und sie für jeden Ort der Erde von der Tages- und Jahreszeit abhängig zu denken.

Man erhält eine der beobachteten angenähert entsprechende Periodicität unter der Voraussetzung, dass die Luft über dem Beobachtungsorte veränderliche Mengen negativer Elektricität von der Erdoberfläche zugeführt erhält, und zwar sind diese Mengen im Allgemeinen um so grösser anzunehmen, je intensiver die Bestrahlung durch die Sonne an dem betreffenden Orte ist.

Es erhebt sich nun die Frage: Wie kann man die Existenz solcher elektrischer Massen in der Luft erkennen und zugleich

ein Urtheil über ihre Entfernung von der Erdoberfläche gewinnen?

Setzt man voraus, was bei normal geschichteter Atmosphäre offenbar zutrifft, dass der Gehalt an freier negativer Elektrizität nur eine Function der Höhe über der Erdoberfläche ist, so muss, wie schon Herr F. Exner hervorhob, das elektrische Feld mit wachsender Höhe in dem Maasse zunehmen, wie der in der freien Luft gedachte Beobachtungsort die elektrischen Massen unter sich zurücklässt. Sobald er aus der obersten noch wirksamen Schicht emporgetaucht ist, bleibt das Potentialgefälle bei weiterer Erhebung nahe constant, so lange man nicht Höhen annimmt, die dem Erdradius vergleichbar sind. Schwankungen in der elektrischen Ladung jener Schichten werden unmittelbar das Potentialgefälle an der Erdoberfläche in Mitleidenschaft ziehen, für höhere Punkte der Atmosphäre dagegen wird sich dasselbe um so mehr einem constanten Werthe nähern, je vollständiger die veränderlichen Massen unter dem Beobachtungsorte liegen.

Es stellt sich demnach als wünschenswerth heraus, um über die verticale Erstreckung dieser elektrischen Schichten Erfahrungen zu sammeln, Messungen des Potentialgefälles in verschiedenen Höhen und zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten anzustellen.

Unmittelbar scheinen diesem Zwecke die Beobachtungen vermittelt fliegender Drachen oder vom Luftballon aus zu entsprechen. Allein abgesehen davon, dass im ersten Falle die Bestimmung der Höhe, auf welche die Resultate zu beziehen sind, unsicher ist, und im zweiten die — wahrscheinlich veränderliche — elektrische Eigenladung des Ballons die Herstellung reiner Bedingungen erschwert, sind diese Methoden nicht geeignet, ein zur Feststellung periodischer Veränderungen genügend reiches Material zusammenhängender Messungen zu liefern. Doch haben sie in den Händen der Herren L. Weber¹ und F. Exner² schon das bemerkenswerthe Resultat ergeben, dass die unteren atmosphärischen Schichten an den Beob-

¹ L. Weber, Elektrotechnische Zeitschrift, 10, S. 387, 1889.

² F. Exner, Rep. der Physik, XXII, S. 463.

achtungstagen thatsächlich freie negative Elektrizität enthielten. Man wird, da man auf eine systematische Erforschung des elektrischen Feldes der Erde in grösseren Höhen auf diesem Wege vorderhand noch verzichten muss, sich, wie auf anderen Gebieten der Meteorologie, auch hier mit den Aufzeichnungen der Gipfelstationen zu begnügen haben.

Allerdings ist das elektrische Feld an einer auf einem Berge gelegenen Station in noch weit höherem Maasse, als alle anderen meteorologischen Elemente, von localen Bedingungen abhängig und verschieden von dem ihm in gleicher Höhe über der Meeresfläche in der freien Atmosphäre entsprechenden Werthe.

Die fern vom Gebirge nahe äquidistant und dem Erdboden parallel verlaufenden elektrischen Niveaulinien drängen sich nämlich um die Bergspitzen eng zusammen und bewirken so eine von deren Form abhängige Steigerung der Feldstärke,¹ die sich der Berechnung entzieht. Eine Identificirung des auf einem Berggipfel gemessenen Potentialgefälles mit dem in gleicher Höhe in der Luft herrschenden ist deshalb unzulässig und auch für eine rechnerische Reduction fehlen die Grundlagen.

Ist so die Kenntniss der absoluten Werthe der elektrischen Kraft auf Bergspitzen nur von untergeordneter Bedeutung, so können doch die relativen, in willkürlichem Maasse gemessenen zu Untersuchungen über periodische Veränderungen des elektrischen Zustandes der Atmosphäre sehr wohl verwendet werden. Zwar werden die Curven, welche die beobachtete Veränderlichkeit des elektrischen Feldes über dem Berggipfel für ein bestimmtes Zeitintervall darstellen, den für die freie Atmosphäre und gleiche Höhe geltenden keineswegs geometrisch ähnlich sein, doch wird, wie eine einfache Betrachtung zeigt, der Sinn der Veränderungen für beide Fälle in groben Zügen übereinstimmen.

Denkt man sich, um die einfachste Vorstellung zu Grunde zu legen, einen Berg steil aus einer Ebene aufzulegen, und setzt zunächst voraus, dass die Luft frei von Elektrizität, die Erde aber auf ein constantes negatives Potentialniveau geladen sei,

¹ Exner, Rep. der Physik, XXII, S. 455.

so wird am Fusse des Berges, wie auf seiner Spitze je ein bestimmtes positives Potentialgefälle herrschen. Nimmt man nun an, dass die Erdoberfläche unterhalb des Berges ihre Ladung nahezu vollständig an die ihr aufliegende Luft abgibt und dass diese Elektrizität auf einer Ebene ausgebreitet bleibt, die der horizontalen Erdoberfläche parallel allmählig nach oben vorrückt, so wird die Wirkung auf die Bergspitze in elektrischer Beziehung nahe dieselbe sein, als ob die Höhe des Berges um die Strecke vermindert würde, um welche die elektrische Luftschicht sich hebt. Das Potentialgefälle auf dem Gipfel wird daher abnehmen müssen, und zwar zunächst sehr wenig, so lange die Höhe jener Luftschicht klein im Vergleiche zu der des Berges bleibt, während es in der Ebene nahe auf Null gesunken ist.

Erreicht sie die Höhe des Berges und erhebt sie sich über diesen, so erzeugt sie auch hier ein elektrisches Feld, das dem der Erde entgegengesetzt ist; sie bewirkt also eine entschiedene Abnahme des Potentialgefälles auf dem Gipfel, das nun bei weiterem Aufsteigen der elektrischen Schicht sich nicht mehr wesentlich ändert. So lange sie oberhalb des Berges liegt, wird jede Schwankung ihrer elektrischen Dichtigkeit eine proportionale des Potentialgefälles auf der Spitze wie in der Ebene bewirken, liegt sie dagegen weit unter dem Gipfel, so muss sich diese Veränderlichkeit sehr viel deutlicher in der Tiefe erkennen lassen.

Man kann sich von der Richtigkeit der Betrachtung ohne Rechnung dadurch überzeugen, dass man von der formellen Übereinstimmung Gebrauch macht, die zwischen den Gleichungen für die Temperatur in einem wärmeleitenden Mittel und dem Potential in einem elektrischen Felde besteht. Man hat nur der gesammten Erdoberfläche einschliesslich der des Berges eine constante Temperatur, dem Weltraume eine hiervon verschiedene und der Luft ein Wärmeleitungsvermögen (unter Ausschluss von Convectionsströmungen) zuzuschreiben. Man denke sich nun parallel der ebenen Erdoberfläche in der Luft eine Fläche gelegt, deren Temperatur zwischen dem ihr bei stationärem Wärmeflusse zukommenden Werthe bis zu der der Erde schwankt und vergegenwärtige sich die entsprechenden

Schwankungen des Temperaturgefälles auf dem Berge wie in der Ebene für die Fälle, dass jene Fläche veränderlicher Temperatur tief unterhalb des Gipfels oder oberhalb desselben liegt. Die für das Temperaturgefälle geltenden Ergebnisse sind dann den für das elektrische Potentialgefälle angegebenen analog. An der Betrachtung ändert sich nichts Wesentliches, wenn man statt der Fläche eine elektrische Luftschicht von endlicher Dicke annimmt.

Fassen wir das Ergebniss zusammen, so erhalten wir die Regel: Ist das Potentialgefälle auf einer Höhenstation Schwankungen unterworfen, deren Amplitude der in der Tiefe beobachteten etwa proportional ist, so liegt die Ursache dieser Veränderungen über dem Gipfel, ist es oben entweder constant oder verhältnissmässig weit weniger veränderlich, als unten, so ist dieselbe in den tieferen Luftschichten zu suchen. Ein genauerer Aufschluss über die Höhe und elektrische Dichtigkeit der Massen, von denen jene Wirkungen ausgehen, kann auf diesem Wege allerdings nicht erwartet werden, dazu würden Beobachtungen in der freien Atmosphäre erforderlich sein, doch ist nach dem Vorigen wohl zuzugeben, dass diese letzteren wenigstens zum Theil durch Aufzeichnungen von Höhenstationen ersetzbar sind.

Erwägungen wie diese bewegen uns, die Ausführung regelmässiger Messungen des Potentialgefälles der atmosphärischen Elektrizität an ungestörten Tagen auf dem Sonnblickgipfel zu veranlassen. Vereinzelte Beobachtungen dieser Art lagen bereits vor, so eine Messungsreihe des Herrn F. Exner vom Schafberge, aus der derselbe schon den Schluss zog, dass dieser Gipfel einen Theil der wasserdampfhaltigen Luftschicht überragt, die nach Herrn Exner der Träger der negativen Elektrizität in der Luft ist. Auch hatten wir selbst vor einigen Jahren während eines Aufenthaltes auf dem Sonnblick Gelegenheit, einige Beobachtungsreihen auszuführen. Umfangreicher sind die hierher gehörigen Aufzeichnungen des Herrn M. Smith¹ vom Dodabetta in Indien, auf die wir noch

¹ M. Smith, Transactions of the Royal Society of Edinburgh, 32, III, p. 583.

zurückkommen werden. Leider ist es, wie wir früher schon mittheilten, wegen der störenden Elektrisirung der Luft durch die Wasserfälle im Thale nicht möglich, das elektrische Potentialgefälle auf der Spitze des Sonnblick direct mit dem am Fusse herrschenden zu vergleichen, es bleibt uns nichts anderes übrig, als den Verlauf desselben auf dieser Höhenstation mit dem im Tieflande, in Wolfenbüttel, beobachteten zusammenzustellen. Dies ist der Zweck der vorliegenden Abhandlung.

II. Methode der Beobachtung.

Wir betrauten mit der Ausführung der elektrischen Messungen den ständigen Beobachter der Sonnblickwarte, Herrn Peter Lechner. Bei der Schwierigkeit elektrischer Messungen im Allgemeinen musste es unser Bestreben sein, die mechanischen Verrichtungen möglichst zu vereinfachen. Hierbei kam uns die natürliche Intensität des elektrischen Feldes auf dem Sonnblickgipfel zu Hilfe. Ein metallischer Conductor (der benutzte besteht aus einem geschlossenen Blechcylinder von etwa 10 *cm* Länge und 6 *cm* Durchmesser, es ist derselbe, der auch zur Vorzeichenbestimmung des Elmsfeuers dient) an einem isolirenden Griffe etwa 1 *m* weit aus dem Fenster der Station gehalten und nach momentaner Ableitung zur Erde zurückgezogen, erweist sich bei normalem Wetter stark genug elektrisirt, um an einem Exner'schen Elektroskope eine leicht ablesbare Divergenz hervorzubringen. (Bekanntlich ist diese Methode schon von Peltier vorgeschlagen; sie erfordert indessen bei Beobachtungen in der Ebene ein empfindliches Elektroskop.)

Um bei jeder Messung dieselbe Lage des Cylinders zu sichern, war an dem Halter desselben eine Marke (Marke *o*) angebracht, bis zu welcher dieser, einer bestimmten Ecke der nach Osten gerichteten Fensteröffnung des sogenannten Gelehrtenzimmers genau anliegend, ins Freie hinausgeschoben wurde. Für den Fall, dass diese Normalstellung ein über den Bereich des Elektroskops hinausgehendes Potential ergab (bei wolkenlosem, windstillem Wetter trat dies nie ein), waren an dem Halter noch Reservemarken (I, II, III) für kleinere Abstände des Cylinders von der Fensteröffnung angebracht, für welche

wir die Factoren zur Reduction auf die Normalstellung bestimmt hatten. Diese Umrechnung bezweckt demnach nur die Durchführung eines einheitlichen Maasses für alle auf dem Sonnblick gefundenen Feldstärken, die Einheit derselben ist von der elektrischen Capacität der Beobachtungsapparate, wie der örtlichen Beschaffenheit der Expositionsstelle abhängig, eine Vergleichung der so gefundenen Zahlen mit dem nach Herrn Exner's Vorgange auf die Einheit $\frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ bezogenen ist daher

nicht erlaubt. Die Beobachtungen (eine jede aus drei Ablesungen bestehend) wurden bei völlig oder nahe wolkenlosem Himmel in stündlichen Intervallen von 7 a. bis 8 p. ausgeführt. Zur Auswerthung der Skalentheile in Volt gaben wir dem Elektroskope eine Tabelle bei, doch wurden, um eine Controle zu ermöglichen, auch die abgelesenen Divergenzen selbst in die Beobachtungsprotocolle eingetragen. Das Vorzeichen des Potentialgefälles wurde an einem Bohnenberger'schen Elektroskope bestimmt, es erwies sich durchgehends als das positive.

Besondere Sorgfalt war auf die Isolation zu verwenden. Wir gaben desshalb die Anweisung, diese bei jeder Beobachtung zu prüfen, und für den Fall, dass sie ungenügend war, sowohl den Hals des Elektroskops, wie auch den Griff des beweglichen Conductors schwach zu erwärmen. Es ist natürlich unmöglich, eine Bürgschaft dafür zu übernehmen, dass hierdurch jene Fehlerquelle durchweg beseitigt wurde, besonders konnte in den Sommermonaten die Luftfeuchtigkeit schädlich wirken. Um die Sicherheit möglichst zu erhöhen, besuchten wir alljährlich im Juli die Sonnblickwarte zum Zwecke einer Prüfung des elektrischen Apparates. Da sich immer eine geringe Abnahme der Isolation des Elektroskops herausstellte (die aber durch Erwärmen vorübergehend zu beseitigen war), liessen wir jedesmal die Ebonitfassung desselben durch einen Mechaniker erneuern und entwarfen eine andere Reductionstabelle zur Umwandlung der Skalentheile in Volt. Durch den mit diesen Änderungen am Instrumente verbundenen Zeitverlust haben wir die Monate Juli, August und September für die Beobachtungen eingebüsst. Für diese Zeit war ohnehin keine reiche Ausbeute zu erwarten theils wegen der Seltenheit wolkenloser Tage in jenen

Monaten, theils wegen der Inanspruchnahme des Beobachters durch den Touristenverkehr.

Das gesammte uns vorliegende Material umfasst 185 Beobachtungstage mit 2073 Messungen, es stammt aus der Zeit vom October 1890 bis Juni 1893.

III. Resultate.

Um zu zeigen, welcher Art die von Peter Lechner gemachten Aufzeichnungen sind, legen wir zunächst die Proto-

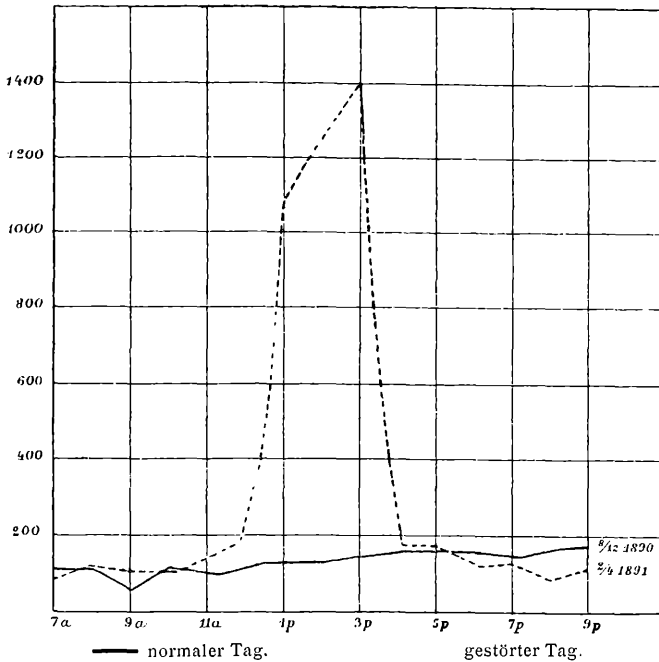


Fig. 1.

kolle zweier Tage vor. An dem ersten, dem 8. December 1890, war der Himmel wolkenlos, der Verlauf des Potentialgefälles, abgesehen von einer Schwankung um 9 a., im Ganzen regelmässig. An dem zweiten, dem 2 April. 1891, setzt gegen Mittag Schneetreiben ein, das von einer starken Steigerung des Potentials begleitet ist. Abends, nach Verlauf der Störung, ergeben sich wieder normale Werthe.

Tabelle I.

A. Beobachtungsprotokoll vom 8. December 1890.

Stunde	Skalentheile			Mittel	Marke	Zeichen	Volt	Volt reducirt auf Marke 0	Bemerkungen																														
7 a.	8 1	8·2	8·0	8·1	0	+	104	104	} Ringsum alles klar.																														
8	9·0	9·4	9·2	9·2	0	+	117	117																															
9	4·0	3·6	3·8	3·8	0	+	53	53																															
10	9·2	9·5	10·0	9·6	0	+	121	121																															
11	8·0	8·2	9·0	8·4	0	+	108	108																															
12	8·8	9·9	9·1	9·0	0	+	115	115																															
1 p.	11·0	11·2	11·4	11·2	0	+	137	137																															
2	10·5	10·8	11 0	10·8	0	+	133	133																															
3	11·5	12·0	12·0	11·8	0	+	142	142																															
4	13·2	13·3	13·6	13·4	0	+	156	156																															
5	13·4	13·6	14·0	13·7	0	+	159	159																															
6	11·6	12·0	12·4	11·9	0	+	143	143																															
7	11·0	11·1	11·2	11·1	0	+	136	136																															
8	13·8	13·7	14·0	13·8	0	+	160	160																															
9 p.	14·0	14·0	14·1	14 0	0	+	161	161																															
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Temperatur ° C.</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Mittlere Bewölkung: 0·0</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Relative Feuchtigkeit</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7 a.</td> <td style="text-align: center;">2 p.</td> <td style="text-align: center;">9 p.</td> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: center;">7 a.</td> <td style="text-align: center;">2 p.</td> <td style="text-align: center;">9 p.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">—12·8</td> <td style="text-align: center;">—12·0</td> <td style="text-align: center;">—12·2</td> <td colspan="4"></td> <td></td> <td style="text-align: center;">54</td> <td style="text-align: center;">49</td> </tr> </table>										Temperatur ° C.			Mittlere Bewölkung: 0·0				Relative Feuchtigkeit			7 a.	2 p.	9 p.					7 a.	2 p.	9 p.	—12·8	—12·0	—12·2						54	49
Temperatur ° C.			Mittlere Bewölkung: 0·0				Relative Feuchtigkeit																																
7 a.	2 p.	9 p.					7 a.	2 p.	9 p.																														
—12·8	—12·0	—12·2						54	49																														

B. Beobachtungsprotokoll vom 2. April 1891.

Stunde	Skalentheile			Mittel	Marke	Zeichen	Volt	Volt reducirt auf Marke 0	Bemerkungen																																	
7 a.	7·4	7·2	7·6	7·4	0	+	96	96	Im SW—S Cirrusstreifen am Horizont, sonst klar.																																	
8	10·0	10·2	10·5	10·2	0	+	128	128	Ringsum am Horizont dunstig; hier und da Verdunstungsschichten; sonst klar.																																	
9	9·0	9·0	9·1	9·0	0	+	115	115	Im S Nebel am Horizont, sonst klar.																																	
10	8·6	9·0	9·0	8·9	0	+	114	114	Schneetreiben, sonst dasselbe.																																	
11	10·0	9·9	10·0	10·0	0	+	126	126	Starkes Schneetreiben, sonst dasselbe.																																	
12	16·6	16·6	16·9	16·7	0	+	183	183	} Starkes Schneetreiben; im S und SW obere Schichtenwolken am Horizont.																																	
1 p.	12·4	14·0	13·2	13·2	III	+	154	1078																																		
2	16·4	16·0	16·0	16·1	III	+	178	1256	} Schwaches Schneetreiben. Im S und SW obere Schichtenwolken; sonst klar.																																	
3	18·4	19·6	18·6	18·9	III	+	199	1400																																		
4	14·2	14·6	14·3	14·4	0	+	165	165																																		
5	15·0	15·0	14·9	15·0	0	+	170	170																																		
6	12·6	13·0	13·0	12·9	0	+	152	152	Schneetreiben vorbei; klar.																																	
7	10·0	10·4	10·6	10·3	0	+	129	129	Im SW und S obere Schichtenwolken; sonst klar.																																	
8	6·0	6·2	6·2	6·1	0	+	82	82	} Ringsum klar.																																	
9 p.	8·0	7·9	7·8	7·9	0	+	102	102																																		
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td colspan="4" style="text-align: center;">Temperatur ° C.</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Mittlere Bewölkung: 0·7</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Relative Feuchtigkeit in ‰</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7 a.</td> <td style="text-align: center;">2 p.</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">9 p.</td> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: center;">7 a.</td> <td style="text-align: center;">2 p.</td> <td style="text-align: center;">9 p.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">-19·6</td> <td style="text-align: center;">-16·4</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">-15·4</td> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: center;">67</td> <td style="text-align: center;">89</td> <td style="text-align: center;">77</td> </tr> </table>										Temperatur ° C.				Mittlere Bewölkung: 0·7				Relative Feuchtigkeit in ‰			7 a.	2 p.	9 p.						7 a.	2 p.	9 p.	-19·6	-16·4	-15·4						67	89	77
Temperatur ° C.				Mittlere Bewölkung: 0·7				Relative Feuchtigkeit in ‰																																		
7 a.	2 p.	9 p.						7 a.	2 p.	9 p.																																
-19·6	-16·4	-15·4						67	89	77																																

Der Verlauf an beiden Tagen ist in Fig. 1 graphisch dargestellt. Wir wählten den zweiten aus, um zu zeigen, dass Anomalien durch die Beobachtungsmethode in unzweideutiger Weise aufgedeckt werden. Selbstverständlich sind Störungen wie diese bei der Bearbeitung des Materials ausgeschlossen.

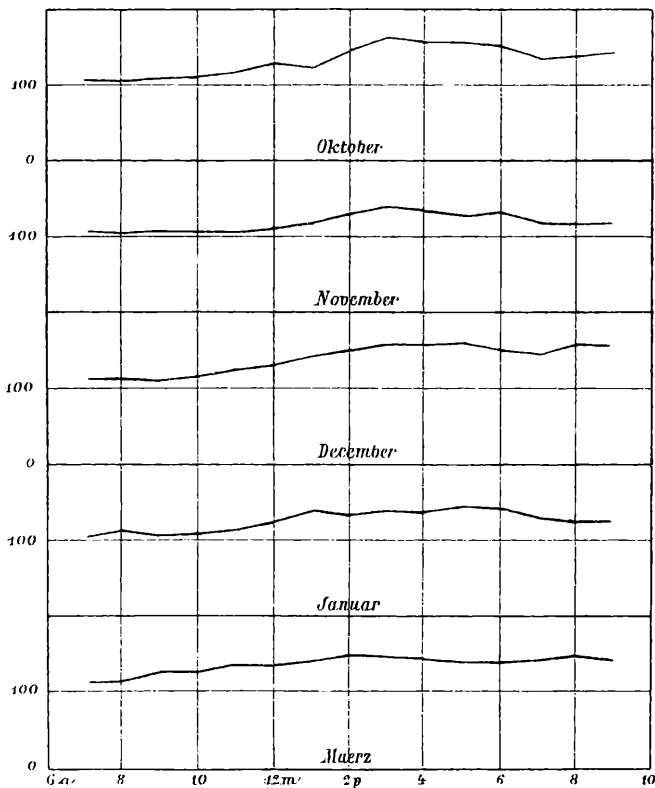


Fig. 2 a. Tägliche Variation.

Wir stellen nun die tägliche Schwankung des Potentialgefälles für die Monate October bis Juni zusammen (Tabelle II). Hierzu gehören die graphischen Darstellungen Fig. 2 a und 2 b. Man erkennt, dass im Allgemeinen das elektrische Feld auf dem Sonnblick gegen Mittag hin an Intensität zunimmt und ein Maximum zwischen 1 p. bis 6 p. erreicht; ein durchgreifender Einfluss der Jahreszeit auf den Verlauf ist nicht zu erkennen; die am meisten von den übrigen abweichende Curve vom

Tabelle II.

Monate	Anzahl der		7 a.	8	9	10	11	12	1 p.	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkungen
	Beobachtungs- tage	Einzel- beobach- tungen																
X	7	105	105	104	106	107	116	128	124	149	162	159	154	150	135	139	145	21 Werthe interpolirt. ¹
XI	10	150	105	101	105	104	100	102	112	125	131	130	127	130	120	116	118	
XII	20	300	114	119	110	116	121	130	142	148	158	159	155	144	148	156	154	
I	14	210	103	111	105	109	114	122	134	134	137	138	142	141	127	123	123	1 Werth interpolirt.
III	10	150	113	113	124	125	132	132	140	147	146	144	140	140	141	146	140	1 Werth interpolirt.
IV	10	150	111	118	118	119	131	135	146	159	161	164	161	159	147	136	120	2 Werthe interpolirt.
V	3	45	121	123	129	123	131	138	164	169	183	195	190	199	190	158	134	1 Werth interpolirt.
VI		30	134	132	134	140	129	127	144	135	138	135	134	138	141	139	140	

¹ Im October 1890 konnte nur

Stunden beobachtet werden; die fehlenden Werthe wurden interpolirt.

Monat Juni verliert dadurch an Gewicht, dass sie aus nur zwei Beobachtungstagen abgeleitet ist.

Zieht man nun zum Vergleiche die Wolfenbüttler Beobachtungen heran, so findet man (unter Ausschluss der Zeit vom Juli bis September, für welche, wie bemerkt, vom Sonnblick kein Material vorliegt) in den Monaten October, April, Mai, Juni keinerlei Übereinstimmung. Im Tieflande liegt das

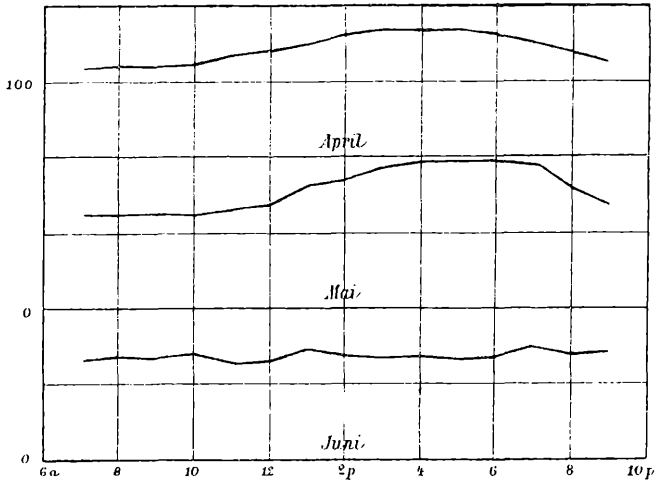


Fig. 2 b. Tägliche Variation.

Maximum in der Nähe von 8 a. bis 9 a., während das Minimum in den Nachmittagsstunden, gegen Sonnenuntergang, eintritt. Um bei der Verschiedenheit des Maassstabes (den Wolfenbüttler Zahlen liegt die absolute Einheit $\frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ zu Grunde) den

Verlauf an beiden Orten vergleichbar zu machen, führten wir für jede Reihe als neue Einheit das Tagesmittel ein und erhielten für die Monate October, April, Mai, Juni folgende Zusammenstellung:

Tabelle III.

Monat	Orte	Tagesmittel	7 a.	8	9	10	11	12	1 p.	2	3	4	5	6	7	8	9	Bemerkungen
October	Sonnblick	132·2	0·79	0·79	0·80	0·81	0·88	0·97	0·94	1·13	1·23	1·20	1·17	1·13	1·02	1·05	1·10	October 1890—1892
	Wolfenbüttel	200·0	1·10	1·50	1·06	1·07	0·99	1·03	0·97	0·97	1·04	0·81	0·88	0·84	0·94	1·02	0·92	
April	Sonnblick	139·0	0·80	0·85	0·85	0·86	0·94	0·97	1·05	1·14	1·16	1·18	1·16	1·14	1·05	0·98	0·86	April 1891, 1892 und 1893
	Wolfenbüttel	109·5	1·29	1·55	1·45	1·36	1·13	1·01	1·01	0·95	0·91	0·92	0·81	0·61	0·55	0·68	0·74	
Mai	Sonnblick	156·0	0·81	0·79	0·82	0·80	0·83	0·95	1·05	1·08	1·15	1·26	1·17	1·19	1·17	1·05	0·91	Gleichzeitige Beob- achtungen vom 25. bis 28. Mai 1893
	Wolfenbüttel	61·2	1·83	2·37	1·63	1·21	0·62	0·57	0·61	0·87	0·74	0·62	0·67	0·92	0·74	0·57	1·04	
Juni	Sonnblick	136·0	0·99	0·97	0·99	1·03	0·95	0·93	1·06	0·99	1·02	0·99	0·99	1·02	1·04	1·02	1·03	Juni 1891, 1892 und 1893 Zwei wolkenlose Ta- ge (10. und 28.) des Jahres 1892.
	Wolfenbüttel	57·1	0·70	2·18	1·89	1·80	1·14	0·88	0·75	0·86	0·81	0·75	0·89	0·89	0·51	0·47	0·46	

Hierzu die Curven Fig. 3 a, 3 b, 3 c und 3 d. Der Vergleich für den Monat Mai bietet noch das besondere Interesse,

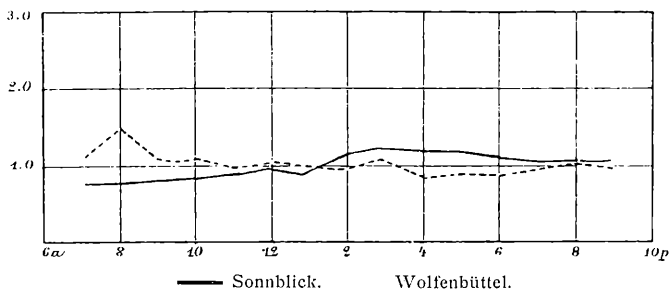


Fig. 3 a. Tägliche Variation im October.

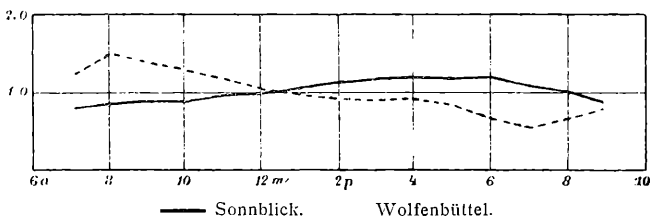


Fig. 3 b. Tägliche Variation im April.

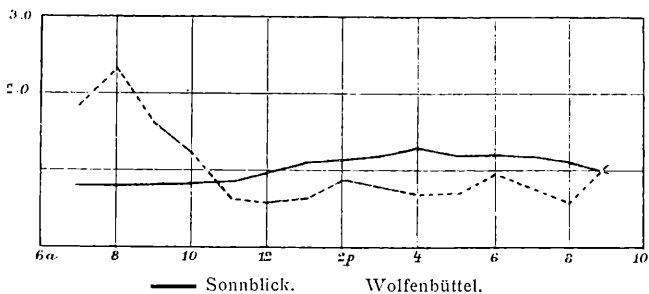


Fig. 3 c. Tägliche Variation im Mai.

dass er sich auf Beobachtungen stützt, die an beiden Stationen an identischen Tagen erhalten sind.

Viel kleiner wird der Gegensatz des Verlaufes, wenn man das Gesamtmaterial vom Sonnblick mit den Beobachtungen combinirt, die in Wolfenbüttel nur in den Wintermonaten

November—März) gesammelt wurden. Siehe Tabelle VI. (Vergl. die Curven Fig. 4.)

Hierzu ist allerdings die Bemerkung erforderlich, dass die mittlere Tagescurve für den Winter in Wolfenbüttel (wie wir

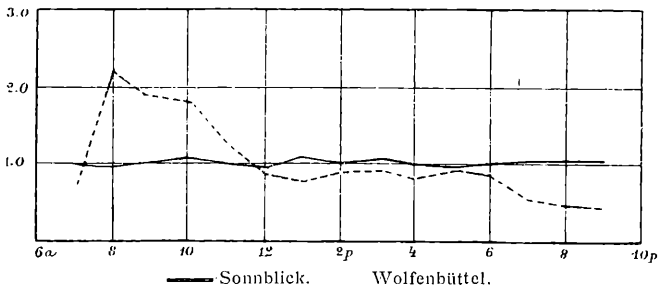


Fig. 3 d. Tägliche Variation im Juni.

schon an anderer Stelle ausgesprochen haben) keineswegs den wahrscheinlichen Verlauf an einem Wintertage wieder-

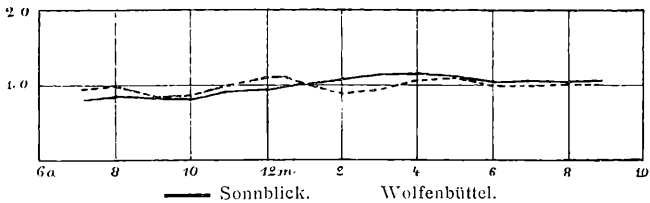


Fig. 4. Tägliche Variation in den Wintermonaten.

gibt, dass vielmehr die Maxima und Minima um diese Jahreszeit anscheinend regellos auftreten, nur das Bestreben,

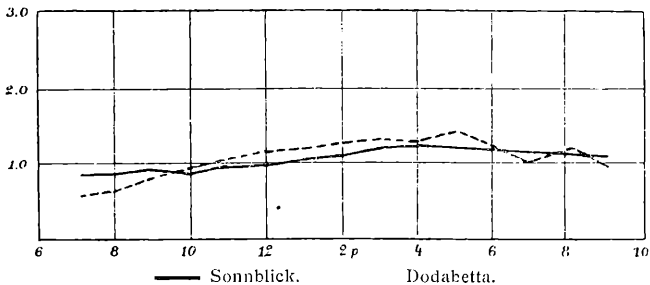


Fig. 5. Tägliche Variation.

gegen Abend anzusteigen, ist wohl im Allgemeinen den Tagescurven gemeinsam.

Tabelle IV

Orte	Tagesmittel	7 a.	8	9	10	11	12	1 p.	3	4	6	7	8	9	Bemerkungen		
Sonnblick	132·1	0·83	0·86	0·85	0·86	0·91	0·95	1·03	1·09	1·14	1·14	1·12	1·10	1·05	1·04	1·02	Wintermonate 1890, 1891, 1892. Wintermonate 1889 bis 1891, 27 Tage mit 344 Beobach- tungen.
Wolfenbüttel	363·4	0·85	0·95	1·00	0·88	0·88	1·08	1·11	1·03	0·90	0·97	1·06	1·11	1·04	1·04	1·10	

Tabelle V

Orte	Mittel	7 a.	8	9	10	11	12	1 p.	2	4	6	7	8	9		
Sonnblick	132·1	0·83	0·86	0·85	0·86	0·91	0·95	1·03	1·09	1·14	1·14	1·12	1·10	1·05	1·04	1·02
Dodabetta ¹	82·5	0·53	0·60	0·78	0·86	1·02	1·10	1·15	1·20	1·24	1·19	1·38	1·19	0·99	1·15	0·91

Zu den Beobachtungen von Dodabetta ist zu bemerken, dass während der Nachmittagsstunden Nebelbildung vorkam.

Wir fügen zum Vergleich noch die vom Herrn M. Smith auf dem Dodabetta erhaltenen Beobachtungen, ebenfalls auf das Tagesmittel als Einheit bezogen, bei. (Siehe Tabelle V und Fig. 5.)

Man sieht, dass auch auf dem Dodabetta das Maximum in die Nachmittagsstunden fällt, die Extreme sind im Ganzen etwas mehr verschieden als auf dem Sonnblick. Bemerkenswerth ist, dass Herr Exner in Ceylon eine Tagescurve beobachtete, die der für die Sommermonate in Wolfenbüttel sehr ähnlich ist, sie zeigt das Morgenmaximum um 9 a., es scheint demnach in den Tropen derselbe Gegensatz hinsichtlich der

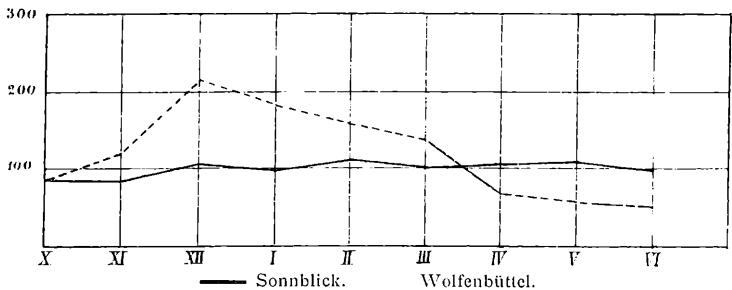


Fig. 6. Jährliche Variation October bis Juni.

Tagesperioden zwischen Höhen- und Tiefenstationen zu bestehen wie in Mitteleuropa.

In der folgenden Tabelle (VI) sind die Tagesmittel des Potentialgefälles auf dem Sonnblick für die Monate October bis Juni in den drei Beobachtungsjahren mitgetheilt. Von anderen meteorologischen Elementen fügten wir die Temperaturen, die Dampfdrucke und die mittleren Bewölkungsziffern bei. In Tabelle VII stellten wir die jährliche Variation (wiederum mit Ausschluss der Zeit von Juli bis September), bezogen auf das Jahresmittel als Einheit mit dem in gleicher Weise behandelten Verlaufe für Wolfenbüttel zusammen. (Vergl. hierzu die Curve Fig. 6.)

Sieht man von dem auffallend niedrigen Werthe für den November 1890 ab (der nach Ausweis der hohen Bewölkungsziffer wohl nicht störungsfrei ist), so bemerkt man, dass die jährliche Schwankung des Potentialgefälles auf dem Sonnblick, wie die tägliche im Vergleiche mit der in Wolfenbüttel beobachteten sehr gering ist.

Tabelle VI.

Monat	Jahr	Anzahl der		Mittlere Tempe- ratur ° C.	Mittlerer Dampfdruck	Mittlere Bewölkung	Volt
		Beob- ach- tungstage	Einzel- beobach- tungen				
October	1890	12	65	— 1·8	2·5	1·8	107
	1891	4	40	— 6·5	1·9	3·0	152
	1892	6	75	— 2·9	2·7	1·5	112
Mittel und Summen. .		22	180	— 3·7	2·4	2·1	117
November	1890	6	64	— 9·0	2·0	4·5	87
	1891		61	—10·2	1·6	2·3	146
	1892	13	146	— 8·3	1·5	1·8	112
Mittel und Summen. .		24	271	— 9·2	1·7	2·9	112
December	1890	14	190	—15·2	0·9	0·9	141
	1891	7	76	— 6·2	1·8	2·1	144
	1892	12	145	—11·0	1·1	2·3	138
Mittel und Summen. .		33	411	—10·8	1·3	1·8	141
Jänner	1891	11	139	—13·4	1·0	1·1	122
	1892	6	83	—11·7	1·1	1·5	148
	1893	8	95	—13·0	1·3	1·9	134
Mittel und Summen. .		25	317	—12·7	1·1	1·5	132
Februar	1891	—	—	—	—	—	—
	1892	2	19	— 9·3	2·2	4·4	165
	1893	4	49	—12·6	1·6	1·2	146
Mittel und Summen. .		6	68	—10·9	1·9	2·8	152

Monat	Jahr	Anzahl der		Mittlere Tempe- ratur ° C.	Mittlerer Dampfdruck	Mittlere Bewölkung	Volt
		Beob- ach- tungstage	Einzel- beobach- tungen				
März	1891	5	66	8·1	1·6	1·7	138
	1892	10	132	— 15·5	1·3	1·9	134
	1893	9	113	— 9·9	1·7	1·5	132
Mittel und Summen		24	311	— 11·2	1·5	1·7	134
April	1891	9	82	— 11·5	1·5	3·5	132
	1892	10	135	— 5·2	2·2	1·4	151
	1893	9	104	— 6·8	1·8	1·9	143
Mittel und Summen . .		28	321	— 7·8	1·8	2·3	142
Mai	1891	9	59	— 2·5	3·0	5·3	136
	1892	6	79	+ 1·4	4·0	1·4	155
	1893	1	7	— 0·7	3·9	6·3	134
Mittel und Summen . .		10	145	— 0·6	3·6	4·3	143
Juni	1891	5	20	— 1·8	3·8	6·4	134
	1892	—	—	—	—	—	—
	1893		29	+ 0·4	4·0	1·2	136
Mittel und Summen .		7	49	— 0·7	3·9	3·8	135

Tabelle VII.

Orte	Jahres- mittel	Monate									
		X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	
Sonnblick	134.1	0.87	0.84	1.05	0.98	1.13	1.00	1.06	1.07	1.01	
Wolfenbüttel	221.4	0.85	1.17	2.12	1.77	1.53	1.33	0.62	0.50	0.46	

Das ungestörte elektrische Feld der Erde zeigt also im Allgemeinen die Neigung, sich auf dem Sonnblick einem constanten Werthe zu nähern.

Aus der im Vergleich zu den Wolfenbüttler Beobachtungen sowie den von anderen im Tieflande gelegenen Stationen sehr geringen täglichen Variabilität des Potentialgefälles auf dem Sonnblick glauben wir den Schluss ziehen zu dürfen, dass in der wärmeren Jahreszeit an wolkenlosen Tagen veränderliche negativ elektrische Massen in den unteren Luftschichten vorhanden sind, welche das Niveau von etwa 3000 *m* nicht erreichen und in der Tiefe die tägliche Periode der atmosphärischen Elektrizität bedingen. Auch für die winterlichen Schwankungen an tiefgelegenen Orten haben wir die Ursachen in der Nähe des Erdbodens zu suchen, und zwar sind sie hier wegen des unregelmässigen Charakters jener Veränderungen wahrscheinlich auf Luftmassen von geringem Umfange beschränkt.

Auffallend ist die vollständige Unabhängigkeit, ja der Gegensatz im Verlaufe der täglichen Periode zwischen der Höhen- und Tiefenstation. Es liegt nahe, an die oft hervorgehobene Übereinstimmung in dem Gange des Luftdrucks und des Potentialgefälles zu denken, vielleicht liegt auch hier ein Fall jenes noch räthselhaften Parallelismus vor.

Aus der geringen Veränderlichkeit des Potentials im Laufe eines Jahres auf dem Sonnblick geht hervor, dass der grössere Gehalt an freier negativer Elektrizität, den die Atmosphäre im Allgemeinen während der Sommermonate zeigt, gleichfalls über das Niveau von etwa 3000 *m* nicht vordringt.

Man darf sagen, dass die Beobachtungen vom Sonnblick keiner der Theorien der atmosphärischen Elektrizität wider-

sprechen, die von einer gegebenen negativen Ladung des Erdkörpers ausgehen und die Änderungen des Potentialgefälles an der Erdoberfläche auf den Übergang elektrischer Massen von dieser aus in die Luft zurückführen.

Ob dieser Übergang mittelbar oder unmittelbar durch die Insolation bewirkt wird, ob nämlich entweder eine Convection mit dem Dampfe des durch die Sonnenwärme vergasten Wassers im Sinne Herrn Exners, oder eine lichtelektrische Wirkung der Sonnenstrahlen vorliegt, darüber vermögen die Beobachtungen keine Entscheidung zu geben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [102_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Elster Julius, Geitel Hans

Artikel/Article: [Beobachtungen der normalen atmosphärischen Elektrizität auf dem Sonnblick. 1295-1316](#)