

Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Klasse

der

K. B. Akademie der Wissenschaften

zu München.

Band XXXIII. Jahrgang 1903.

München.

Verlag der K. Akademie.

1904.

In Kommission des G. Franz'schen Verlags (J. Roth).

Drei von Herrn Wilhelm v. Bezold übersandte Berichte über die von Beamten des K. Preussischen meteorolo- gischen Instituts in den Jahren 1902 und 1903 ausgeführten luftelektrischen Arbeiten.

(Eingelaufen 13. Juni.)

1. Bericht über die luftelektrischen Arbeiten des Meteorologisch- Magnetischen Observatoriums zu Potsdam.

Erstattet von Professor Dr. **Sprung**.

Das Programm der luftelektrischen Arbeiten des Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums zu Potsdam erfuhr innerhalb des letzten Jahres insofern eine Erweiterung, als neben den regelmässigen Messungen des Potentialgefälles und den zahlreichen Bestimmungen der luftelektrischen Zerstreuung noch eine Reihe anderer Aufgaben in Angriff genommen wurden, deren Durchführung dem ständigen Mitarbeiter Dr. Lüdeling oblag.

Im Anschluss daran wurden von demselben, sowie von den Assistenten Dr. Marten und Dr. Linke — der jetzt in Göttingen tätig ist — auch mehrfach luftelektrische Beobachtungen bei Ballonfahrten angestellt.

Ausserdem führte Dr. Lüdeling während eines mehrwöchentlichen Aufenthaltes in Misdroy luftelektrische Untersuchungen in Verbindung mit Beobachtungen des Staubgehaltes der Atmosphäre nach den Angaben eines Aitkenschen Staubzählers aus.

Indem ich bezüglich der näheren Einzelheiten der Versuche und der gefundenen Ergebnisse auf den nachfolgenden ausführlichen Bericht des Herrn Dr. Lüdeling verweise, kann ich mich auf einige kurze Bemerkungen beschränken. Besondere Sorgfalt wurde der Reduktion der Angaben des Wasserkollektors im Turm auf ein ebenes Feld im Sinne Exners gewidmet. Durch die besondere Lage des Observatoriums auf einer Anhöhe wird die Schwierigkeit dieser Bestimmung beträchtlich gesteigert, da die meteorologischen Zustände unten und oben zuweilen merklich verschieden sind.

Zur Messung der Elektrizitätszerstreuung bezw. des Ionengehaltes besitzt das Observatorium jetzt neben vier Zerstreuungsapparaten von Elster und Geitel auch ein Aspirationsinstrument nach Ebert, welches zunächst ohne genauere Kenntnis der Konstanten in Gebrauch genommen wurde. Im Hinblick darauf, dass dieser Apparat auch bei Ballonfahrten Verwendung finden soll, wird beabsichtigt, die Konstante nicht nur unter normalen Verhältnissen im Anschluss an die bekannt gegebene Vorschrift, sondern auch unter Zuhilfenahme einer pneumatischen Kammer unter stark erniedrigtem Luftdruck festzustellen.

In der Anleitung des Herrn Ebert¹⁾ wird die Frage, wie sich die Förderung in der verdünnten Luft der Höhen zu derjenigen am Grunde der Atmosphäre verhalten mag, nicht aufgeworfen.

Mir würde es etwas gewagt erscheinen, wenn hiermit etwa von vornherein die Annahme einer gleichen Förderungs-Menge oder -Masse ausgesprochen sein sollte.

Andererseits ist es natürlich so gut wie selbstverständlich, dass die Förderungen nicht etwa auf gleiche Volumina hinauslaufen werden; in dünner Luft wird unbedingt die Förderung eine grössere sein, als diesem Gesetze entspreche.

Versuche darüber scheinen nun in der Tat sehr wenige vorzuliegen.

¹⁾ Illustrierte Aëronautische Mitteilungen 1903, S. 15.

In der Meteorologischen Zeitschrift 1898, Seite 303—306, findet sich darüber mehr beiläufig eine kurze Erörterung von Hergesell. Nach eigenen vorläufigen Versuchen und nach wenigen Angaben von Herrn Assmann würden folgende Druckwerte und Ventilationsgeschwindigkeiten einander entsprechen:

747 mm	400 mm	225 mm
2,8 m. p. s.	6,2 m. p. s.	10,3 m. p. s.

Da die Temperaturen hierbei natürlich stillschweigend als gleich angenommen werden, so müssen die Produkte der zusammengehörigen Zahlen, abgesehen von einem konstanten Faktor, die Förderungsmengen darstellen; man findet dabei beziehungsweise:

2092	2480	2318
------	------	------

Hiernach würden die vom Aspirator geförderten Mengen in verdünnter Luft sogar erheblich grösser sein als in dichter Luft, ein Ergebnis, das wenig wahrscheinlich ist.

Aber die erwähnten Angaben nach Herrn Assmann bestehen darin, dass bei der Tourenzahl 22 die Ventilationsgeschwindigkeit 2,4 m. p. s., bei der Tourenzahl 30 aber 5,2 m. p. s. beträgt. Das ist für weittragende Schlussfolgerungen offenbar kein ausreichendes Beobachtungsmaterial.

Für die Bedürfnisse des Herrn Assmann erwies sich daselbe als ausreichend, weil es bei seinem Aspirations-Psychrometer nur darauf ankommt, dass ein gewisser Grenzwert der Ventilationsgeschwindigkeit überschritten werde, während beim Ebertschen Apparate von der Förderungsmenge Alles abhängt.

2. Bericht über luftelektrische Arbeiten.

Von Dr. **Lüdeling**, ständiger Mitarbeiter am Meteorologisch-Magnetischen Observatorium in Potsdam.

I. In Potsdam.

1. Messungen des Potentialgefälles.

Die regelmässigen Beobachtungen an den meteorologischen Terminen um 7^a, 2^p, 9^p wurden fortgesetzt. Verschärfte Beobachtungen fanden an den Termintagen der Südpolar-Expedition und der Birkeland-Expedition statt, ausserdem aber auch an solchen Tagen, an denen Ballonfahrten zum Zweck luftelektrischer Messungen unternommen wurden, und endlich noch im Anschluss an die regelmässigen Zerstreuungsmessungen.

Die Versuche, den Reduktionsfaktor der Beobachtungen am Turm des Observatoriums auf freies Feld zu bestimmen, wurden mehrfach wiederholt und ergaben einen nicht viel von 1,0 verschiedenen Wert, d. h. die Werte am Turm entsprechen ziemlich denjenigen auf ebenem Gelände. Die Bestimmungen sollen jedoch auch künftig noch häufiger angestellt werden.

Des Weiteren ist eine genaue Untersuchung einer bei jenen Bestimmungen aufgefallenen Erscheinung ins Auge gefasst, die auf einen Transport elektrischer Massen mit dem Winde hindeuten. Bei der graphischen Darstellung der gleichzeitigen Beobachtungen am Observatorium und an den beiden, auf freiem Felde gelegenen Stationen, zeigten sich nämlich mehrfach Partien von auffallender Ähnlichkeit in den Kurven. Diese korrespondierenden Stellen traten jedoch an den drei Stationen nicht zu gleicher Zeit ein, sondern die Eintrittszeiten verschoben sich je nach der Windrichtung und -Stärke,

sie waren also verschieden um diejenige Zeit, die der Wind gebrauchte, um von einer Station zur anderen zu gelangen. Genauere Beobachtungen über diese Erscheinung sollen nun auf möglichst weitem, freiem Felde angestellt werden, an zwei Stationen, die einmal in der Windrichtung um eine bestimmte Strecke von einander entfernt, dann aber auch beide in gleicher Weise senkrecht zum Winde liegen.

Über Versuche, ein Marckwald'sches Polonium-Stäbchen von 9 cm Länge und 4 mm Dicke als Kollektor zu gebrauchen, wird an anderer Stelle Näheres mitgeteilt (s. Reisebeobachtungen, II 1^b).

In allerneuester Zeit wurden auch noch die von Herrn Ebert empfohlenen sogenannten Aktino-Elektroden ausprobiert, und zwar in Gestalt von gut abgeschmirgelten, frisch amalgamierten quadratischen Zinkplatten von ca. 16 cm Seitenlänge. Dieselben zeigten auch fast momentane Ausschläge, selbst bei bedecktem Himmel.

Vergleichende Messungen mit Flammen- oder Wasserkollektoren haben jedoch noch nicht zur Genüge stattgefunden, so dass ein Urteil über das exakte Funktionieren noch nicht abgegeben werden kann. Sie sollen jedoch baldigst erfolgen, da beabsichtigt wird, derartige Zink-Kollektoren bei den luftelektrischen Messungen im Ballon zu gebrauchen.

Von weiteren, in nächster Zeit in Angriff zu nehmenden Untersuchungen mögen noch erwähnt werden:

die Bestimmung des täglichen Ganges an klaren Tagen (zusammen mit demjenigen der Zerstreuung),

die Einrichtung einer Registrierung des Potentialgefälles, sobald das in Aussicht genommene Benndorf'sche Quadranten-Elektrometer eingetroffen ist, und

Messungen im Fesselballon zur genaueren Erforschung der Verhältnisse in den unteren 5—600 Metern.

2. Messungen der Zerstreuung.

Dieselben erfolgten mit Apparaten nach Elster und Geitel möglichst regelmässig zwischen 10^a und 1^p vor einem Nordfenster des Beobachtungsraumes im Turm.

Zu gleicher Zeit wurden auch Messungen des Potentialgefälles angestellt und seit März ds. Js. noch solche des Staubgehaltes der Luft. Verschärfte Beobachtungen fanden wie bei den regelmässigen Potentialgefälle-Messungen an den verschiedenen Termintagen und bei einigen luftelektrischen Ballonfahrten statt. Als Jahresmittel ergibt sich

$$\left. \begin{array}{l} a_+ = 0.97\% \\ a_- = 1.29\% \end{array} \right\}, \text{ demnach } q = 1.36,$$

also eine ausgesprochen polar verschiedene Zerstreuung, wie auch bei der Lage des Beobachtungsortes von vornherein zu erwarten war. In den Monatsmitteln treten die grossen Werte von April und Mai deutlich hervor, die offenbar mit den um diese Zeit häufigen Böen zusammenhängen. Die grösste Zerstreuung fand sich am 23. April 1902 mit

$$\begin{array}{l} a_+ = 2.46\% \\ a_- = 4.45\% \end{array},$$

an einem sehr klaren Tage mit frischem Ostwinde, die kleinste dagegen am 26. Februar 1902 mit

$$\begin{array}{l} a_+ = 0.18\% \\ a_- = 0.44\% \end{array},$$

bei stark dunstigem Wetter und schwachem nordwestlichen Winde.

Neben diesen regelmässigen Zerstreuungsmessungen fanden noch zum Teil recht umfangreiche und eingehende Vergleichsbeobachtungen der drei im Observatorium vorhandenen Zerstreuungsapparate gleicher Art statt, ferner Untersuchungen über Schutzzylinder aus Drahtnetz von verschiedener Maschenweite, über den Einfluss der Windstärke, der Bestrahlung des Elektroskops, eines geerdeten oder isolierten Schutzdaches u. s. w. Hierüber wird ausführlich in der Publikation des meteorologischen Observatoriums berichtet werden.

(Über eine am 29. Juli 1902 eingetretene Infektion der Zerstreuungsapparate und des Beobachtungsraumes durch ein Polonium-Stäbchen S. II, 1^b).

Seit Mitte März ds. Js. sind auch Messungen mit dem Ebert'schen Aspirationsapparat im Gange, und zwar tunlichst gleichzeitig mit einem Zerstreuungsapparat nach Elster und Geitel. Eine Bestimmung der Konstanten des Apparates hat sich noch nicht vornehmen lassen, doch wird sie erfolgen, sobald einige hierfür bestellte Hilfsmittel angelangt sind. Es soll dann auch die Fördermenge des Aspirators in verdünnter Luft besonders festgestellt werden, durch Messungen in einer pneumatischen Kammer. Eine derartige Sonderbestimmung erscheint im Hinblick auf die Verwendung des Apparates in grossen Höhen sehr wünschenswert. Legt man zur vorläufigen Berechnung der von Herrn Ebert bei Beschreibung seines Aspirationsapparates angegebenen Reduktionsfaktor $f = \frac{1}{30}$ zu Grunde, so würde man aus den im Observatorium zu Potsdam angestellten, annähernd 50 Messungen im Mittel eine Elektrizitätsmenge von rund $\frac{1}{4}$ elektrost. Einheiten pro 1 cbm Luft gefunden haben, also beträchtlich weniger, als Herr Ebert in München. Ausserdem zeigte sich, dass das Verhältnis der freien positiven Elektrizität zur freien negativen Elektrizität fast genau $= 1$ ist. Ein Überwiegen der freien positiven Elektrizität, wie wohl eigentlich nach den Zerstreuungsmessungen mit den Elster- und Geitel'schen Apparaten zu erwarten war und wie auch Herr Ebert fand, ist jedenfalls bislang nicht zu konstatieren gewesen. Da in nächster Zeit noch ein zweiter Aspirationsapparat wird in Anwendung kommen können, so ist damit Gelegenheit zu weiteren, genaueren Untersuchungen geboten. Einstweilen sind die Beobachtungen noch zu wenig zahlreich und auch zu wenig durchgearbeitet, besonders mit Rücksicht auf die begleitenden meteorologischen Verhältnisse, als dass man schon weitere Schlüsse ziehen dürfte. —

Sobald es die Umstände erlauben, sollen auch Bestimmungen des täglichen Ganges der Zerstreuung versucht werden und zwar mit beiden Apparaten, sowohl dem nach Elster und Geitel, wie auch dem Ebert'schen Aspirations-Apparat. Ausserdem sind für den Sommer einige Beobachtungsreihen in Wäldern, auf den Havelseen und den sumpfigen Wiesen in der Nähe Potsdams sowie endlich im Fesselballon geplant.

II. Reisebeobachtungen.

An der Ostseeküste bei Misdroy, in der Zeit vom 21. August bis 15. September 1902.

a) Messungen des Potentialgefälles.

Zum Messen des Potentialgefälles dienten die transportablen Exner'schen Apparate. Als Kollektoren wurden sowohl Exner'sche Lampen wie auch ein Marckwald'sches Polonium-Stäbchen gebraucht, welch letzteres bei mehrfachen, im Freien angestellten Voruntersuchungen in Potsdam eine ausserordentlich rasche und dabei genaue Wirkung als Elektrode zeigte. Dieselbe gute Übereinstimmung zwischen Flammen-Kollektor und Polonium-Stäbchen fand sich auch in Misdroy. Freilich schien die Wirkung des Poloniums schon in den ersten drei bis vier Wochen nach Empfang desselben insofern etwas nachzulassen, als die Ladung nicht mehr so rasch wie anfänglich erfolgte. Spätere, in Potsdam wiederholte Versuche ergaben in der Tat auch einen weiteren Rückgang in der Schnelligkeit der Ladung. Denn während bei dem ganz neuen Stäbchen die Ladezeit nur etwa $\frac{1}{2}$ Minute betrug, nach einem Monat $\frac{3}{4}$ Minuten, erreichte sie nach sechs Monaten schon den Betrag von reichlich einer Minute.

Bezüglich der absoluten Werte des Potentialgefälles am Strande von Misdroy ist zu bemerken, dass dieselben nach den Beobachtungen an den beiden einzigen klaren Tagen, an denen gemessen werden konnte, im Mittel ca. 150 Volt/Meter betrugen, also nicht viel mehr als im Binnenlande.

Die tägliche Periode mit einiger Sicherheit festzustellen, gelang leider nicht, da das Wetter zu ungünstig hierfür war. Das Einzige, das sich nach dieser Richtung hin aus den Werten vielleicht entnehmen lässt, ist eine Zunahme des Potentialgefälles in den ersten Nachmittagstunden und gegen 6 bis 7 Uhr Nachmittags.

An dem einen der beiden Tage wurde auch auf das eventuelle Eintreten des Exner'schen Springmaximums beim Sonnenuntergang geachtet. Es zeigten sich nun auch in der Tat bei den Beobachtungen von Minute zu Minute um Sonnen-Untergang erhöhte Werte, doch in so verhältnismässig geringem Masse, etwa 50—60 Volt/Meter, dass von einem eigentlichen Springmaximum kaum die Rede sein kann. Gleich danach trat eine konstante, ziemlich rasche Abnahme ein.

b) Messungen der Zerstreuung.

Die Messungen wurden mit einem Zerstreuungsapparat nach Elster und Geitel ausgeführt, bei dem eine auf dem Stiele des Zerstreuungskörpers verschiebbare, über den Hals des Elektroskops greifende Kappe aus Messingblech als eine Art Windschutz diente und das in frischem Winde oft sehr störende Schwanken der Elektroskopblättchen erheblich verminderte. Ausserdem wurde das Elektroskop durch eine besondere Vorrichtung stets sorgsam gegen Sonnenstrahlung geschützt. Der Apparat war mehrere Monate lang mit zwei anderen Zerstreuungsapparaten verglichen worden und es hatte sich eine genügende Übereinstimmung gezeigt. Nun wurde kurz vor der Abreise, am 29. Juli, ein Marekwald'sches Poloniumstäbchen auf kurze Zeit in denjenigen Raum des Meteorologischen Observatoriums gebracht, in welchem auch die Zerstreuungsapparate aufbewahrt werden. Wenn die Zeit, während welcher das Stäbchen frei wirken konnte, auch nur einige Minuten betrug, so hatte sie doch genügt, sowohl die beiden im Raume befindlichen Zerstreuungsapparate selbst, wie wahrscheinlich auch das ganze Zimmer in hohem Masse zu infizieren. Die nachstehend mitgeteilten Werte der regelmässigen Zerstreuungsmessungen vor und nach dem 29. Juli lassen darüber wohl keinen Zweifel bestehen.

1902, Juli 18.	$\alpha = 0.66\%$	Juli 30.	$\alpha = 5.31\%$
" 19.	1.46	August 1.	3.40
" 21.	0.55	" 4.	3.32
" 22.	1.13	" 4.	3.32
" 14.	0.94	" 5.	3.15
" 25.	0.63	" 6.	2.48
" 26.	0.95	" 7.	2.86
" 28.	1.57	" 8.	2.90
		" 9.	3.26
		" 11.	3.70

Nachdem diese grosse Störung am 30. Juli bemerkt war, wurde sofort versucht, dieselbe durch gründlichste, oft wiederholte Säuberung der Apparate und beständiges Lüften des ionisierten Raumes zu beseitigen. Allein es blieb noch eine sehr beträchtliche Störung zurück, die auch erst nach Monaten verschwand. Man sieht daraus, wie ausserordentlich vorsichtig man auch mit den Poloniumpräparaten sein muss.

Bei gleichzeitigen Messungen des Potentialgefälles und der Zerstreuung sind daher radioaktive Elektroden nicht anzuwenden. Wenn die Fernwirkung eines Radium- oder Poloniumkollektors i. A. auch ausserordentlich rasch abnimmt und schon in verhältnismässig geringer Entfernung kaum noch nachweisbar ist, so kann sie unter Umständen doch dadurch erheblich zunehmen, dass die von der radioaktiven Substanz ausgehenden Teilchen einer gasförmigen Emanation, materielle Teilchen, die selbst stark radioaktiv sind, durch Luftströmung oder Windbewegung von der Substanz fort und an die Zerstreuungsapparate getragen werden. Sie würden dann also nicht nur die zwischenliegende Luft ionisieren, sondern auch auf den Zerstreuungsapparaten Radioaktivität induzieren. Wo daher gleichzeitige Messungen des Potentialgefälles und der Zerstreuung angestellt werden sollen, kann nicht dringend genug von der Anwendung radioaktiver Präparate abgeraten, mindestens die allergrösste Vorsicht empfohlen werden. Aus denselben Gründen muss leider darauf hingewiesen werden, dass auch bei Ballonbeobachtungen die an sich äusserst bequemen und daher gerade hierfür sehr praktischen Radium- oder Poloniumkollektoren aufs

Strengste zu vermeiden sind, sofern man nicht beabsichtigt, den Ballon ein für alle Male ausschliesslich zu Messungen des Potentialgefälles und nicht auch zu solchen der Zerstreuung zu gebrauchen!

Es lässt sich nun nicht leugnen, dass die mit dem stark infizierten Zerstreuungsapparate in Misdroy erhaltenen Werte nicht ganz einwandfreie sind. Allein es dürfte gelungen sein, einen ziemlich richtigen Reduktionsfaktor zu bestimmen, mit welchem die in Nachfolgendem mitgeteilten Werte denn auch alle bereits reduziert sind.

Bei den Messungen, die ohne Ausnahme mit dem von Elster und Geitel empfohlenen Schutzdach vorgenommen wurden, trug man stets Sorge dafür, dass die Ableitung zur Erde eine gute war. Es geschah dies deshalb, weil von Herrn Ebert darauf hingewiesen war, dass nach den Untersuchungen von Herrn Ruf eine völlige Umkehrung der Zerstreuungswerte für positive und negative Ladung eintritt, je nachdem der Apparat geerdet ist oder nicht. Freilich hatte eine Reihe von eigens zu diesem Zweck in Potsdam ausgeführten Messungen mit mehreren Apparaten eine Bestätigung dieser Behauptung nicht ergeben, vielmehr zeigte sich bei geerdetem und isoliertem Gestell kein Unterschied. Immerhin wurde der Vorsicht wegen stets auf gute Erdung geachtet.

Die Messungen fanden meist am Strande statt, jedoch auch in den nahen Wäldern und auf einigen, zum Teil ca. 6 km landeinwärts gelegenen Binnenseen. Versuche, mit dem Zerstreuungsapparat auch auf offener See im Boote Messungen anzustellen, misslangen vollständig, da die Aluminiumblättchen stets in solchem Masse schwankten, dass an eine Ablesung gar nicht zu denken war. Um nun aber wenigstens einige Zerstreuungswerte in möglichst reiner Seeluft zu erhalten, wurde noch eine längere Reihe von Messungen auf der äussersten, ungefähr $1\frac{1}{2}$ km in die See hinausführenden Spitze der Ostmole bei Swinemünde angestellt, und zwar an einem Tage, an dem fast direkter Seewind herrschte.

Gleichzeitige Messungen von Zerstreuung und Potentialgefälle wurden vermieden, hauptsächlich deshalb, um die für letztere erforderlichen Instrumente, die alle dem Poloniumstäbchen mehr oder weniger nahe gekommen waren, nicht mit dem Zerstreuungsapparat zusammenzubringen.

Von den Resultaten, die an anderer Stelle (Meteorologische Zeitschrift) demnächst ausführlicher mitgeteilt werden sollen, mögen hier ganz kurz folgende erwähnt werden:

1. Aus im Ganzen 136 Zerstreuungsmessungen ergibt sich im Mittel ein Wert von

$$\left. \begin{array}{l} a_+ = 0.84\% \\ a_- = 1.33\% \end{array} \right\} \text{ demnach } q = 1.58,$$

also starkes Überwiegen der positiven Elektronen.

2. Das Maximum der Zerstreuung fand sich am 21. August 1902 zu

$$\left. \begin{array}{l} a_+ = 1.23\% \\ a_- = 2.32\% \end{array} \right\} q = 1.88,$$

bei antizyklonaler Wetterlage, lebhaftem Nordwest, also Seewind, mässiger Feuchtigkeit, hellem Sonnenschein und klarer, fernsichtiger Luft;

das Minimum am 1. September zu

$$\left. \begin{array}{l} a_+ = 0.59\% \\ a_- = 0.84\% \end{array} \right\} q = 1.42,$$

bei zyklonaler Wetterlage, schwachem nördlichen Winde, meist bedecktem Himmel, hoher Feuchtigkeit und stark verschleierter Fernsicht.

3. Die tägliche Periode an klaren Tagen zu bestimmen, gestatteten die ungünstigen Witterungsverhältnisse nicht. Immerhin ist soviel aus dem Beobachtungsmaterial zu entnehmen, dass unter sonst gleichen Bedingungen die Zerstreuung am Nachmittage grösser ist als am Vormittage und dass auch q dasselbe Verhalten zeigt.

4. Die grössten Werte treten im Allgemeinen bei antizyklonaler, die kleinsten bei zyklonaler Wetterlage ein.

5. Bei hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft zeigen sich sehr kleine Werte der Zerstreuung.

6. Bei zunehmender Windstärke nehmen die Zerstreuungswerte unter sonst gleichen Verhältnissen zu.

7. Die auf der Ostmole in Swinemünde, also über möglichst freiem Wasser erhaltenen Werte unterscheiden sich nicht von denjenigen am Strande in Misdroy.

8. Die etwa 6 km landeinwärts in und auf Binnenseen gemessenen Zerstreuungen sind ebenfalls von fast derselben Größenordnung wie an der Küste.

9. In Wäldern wurde die Zerstreuung für beide Vorzeichen nahezu gleich gross gefunden, jedenfalls war die polare Verschiedenheit bei weitem nicht so gross, wie am Strande. Die absoluten Beträge dagegen zeigten sich nicht wesentlich verschieden von denen am Wasser.

10. Für die von Herrn Ebert mitgeteilte Anomalie, dass sich an den Ufern still stehender sumpfiger Seen besonders grosse Zerstreuungen der negativen Ladung finden sollen, konnte keine Bestätigung erhalten werden.

III. Ballonbeobachtungen.

Es wurden bei zwei Fahrten, am 2. April und 7. Mai, luftelektrische Messungen im Ballon angestellt, und zwar mit dem Ebert'schen Aspirationsapparat. Zum Studium der normalen luftelektrischen Verhältnisse war das Wetter beide Male nicht günstig, da bei zyklonaler Wetterlage gefahren wurde und mehrere Wolkenschichten passiert werden mussten. Es zeigte sich jedoch im Wesentlichen bestätigt, worauf schon Herr Ebert hinwies: Die sprungweise Änderung im Elektronengehalt bei jedesmaligem Eintritt des Ballons in eine neue Luftschicht, mit anderem Mischungsverhältnis. Freilich blieben die absoluten Werte beträchtlich hinter den von Herrn Ebert mitgeteilten zurück. Unter der Voraussetzung, dass die bereits erwähnte Konstante des Aspirationsapparates $f = \frac{1}{30}$ nahezu richtig ist, wurde bei der ersten Fahrt als Maximalwert eine

Elektrizitätsmenge von reichlich einer elektrostat. Einheit pro 1 cbm gefunden, und zwar um 1^p, in einer Höhe von 3300 m, über allen Wolken. Gegen 5^p fand man in ca. 5000 m Höhe, ebenfalls über allen Wolken, nur noch $\frac{1}{2}$ elektrostat. Einheit. Dabei ist zu bemerken, dass sich durchweg etwas grössere Werte für negative Ladungen des Zerstreuungskörpers ergaben. Es möge noch hinzugefügt werden, dass die ebenfalls vorgenommenen Staubbmessungen bei beiden Fahrten in grossen Höhen nur ganz verschwindend kleine Werte zeigten.

Bei der nächsten Fahrt sollen auch die Ebert'schen Zinkelektroden zur Anwendung kommen.

3. Bericht über einige Messungen der Elektrizitätszerstreuung auf dem Meere.

Von Dr. W. Meinardus in Berlin.

Die Teilnahme an einer Terminfahrt des deutschen Reichsdampfers „Poseidon“, der seit 1902 im Dienste der internationalen Erforschung der nordeuropäischen Meere vierteljährlich bestimmte Punkte der Nord- und Ostsee aufsucht, gab mir Gelegenheit, nach dem von Elster und Geitel vorgeschlagenen Verfahren¹⁾ Messungen über Elektrizitätszerstreuung im südlichen Teil der Ostsee auszuführen.

Der von mir benutzte Apparat, dessen Einrichtung aus der von Elster und Geitel a. a. O. gegebenen Beschreibung ersehen werden kann, stammt von der Firma Günther und Tegetmeyer in Braunschweig und ist Eigentum des K. Meteorologisch-Magnetischen Observatoriums zu Potsdam. Die Bestimmung der Konstanten und die Aichung des Apparates wurde vor der Reise von Herrn Dr. Lüdeling in Potsdam vorgenommen. Derselbe hatte auch die Güte, eine für Luftballonfahrten konstruierte kardanische Aufhängung, die in bekannter Weise die Schwankungen der Unterlage des Apparats möglichst auszugleichen bestimmt ist, für meine Zwecke ausbessern und ergänzen zu lassen.

Der Dampfer machte auf seiner Fahrt von Kiel nach Memel mehrere Umwege, um die für die Meeresuntersuchungen festgelegten Stationen in der vorgeschriebenen Reihenfolge zu absolvieren. Die Rückfahrt von Memel nach Kiel erfolgte nahezu auf dem kürzesten Wege. Die ganze Reise dauerte 9 Tage, nämlich vom 7. bis 15. Mai 1903.

¹⁾ Ann. d. Phys. Bd. 2. 1900. S. 425—446.

Im Laufe der Reise stellte sich heraus, dass bei stärkerem Seegang (mehr als 3 der neunteiligen Skala) trotz der kardatischen Aufhängung zuverlässige Messungen am Elektroskop wegen zu heftiger Bewegung der Blättchen nicht ausgeführt werden konnten. Da auf der Hinfahrt nach Memel östlich des Meridians von Kopenhagen frische nordöstliche Winde einen ziemlich lebhaften Seegang erzeugten, so mussten auf diesem Teil der Fahrt, zwischen Rügen und Memel, elektrische Messungen unterbleiben. Jedoch gelang es, auf der Rückfahrt zwischen Memel und Bornholm auf hoher See einige zuverlässige Werte zu gewinnen (Beobachtungssätze IV^a, IV^b und V der Tabelle). Die meisten Beobachtungen liessen sich in dem geschützteren Teil der südwestlichen Ostsee erhalten.

Die Aufstellung des Apparats an Bord des Dampfers konnte im Windschutze einer überragenden Segeltuchverkleidung des Geländers auf der Kommandobrücke erfolgen. Hier, in 8 m Höhe über dem Meeresspiegel, war der Apparat gegen Spritzwasser ausreichend geschützt und die Zufuhr reiner, vom Dampfer unbeeinflusster Meeresluft am meisten gewährleistet. Ausser bei der ersten Beobachtungsreihe wurden sämtliche Messungen an der bezeichneten Stelle vorgenommen. An der ersten Station stand der Apparat auf Deck vor dem Steuerhaus in 3 m Seehöhe. Dieser Platz erwies sich aus mehreren Gründen nicht als günstig, wenn das Schiff in Fahrt war.

Die Messungen geschahen im Allgemeinen nach einem von Herrn Dr. Lüdeling entworfenen Schema, das auf den Vorschlägen Elsters und Geitels basiert. Zuerst wurde eine Isolationsprobe mit positiver Ladung in der Weise ausgeführt, dass zwei Minuten nach der Ladung und einer vorläufigen Ablesung der Blättchendivergenz die erste definitive Ablesung erfolgte und nach 15 Minuten die zweite. Darauf wurde der Zerstreuungskörper aufgesetzt, mit positiver Ladung versehen, dann eine vorläufige und nach 2 Minuten eine definitive Ablesung vorgenommen, der die zweite wiederum nach 15 Minuten folgte. Dasselbe Messverfahren wurde darauf mit negativer

Ladung eingehalten, und die ganze Beobachtungsreihe mit einer Isolationsprobe auf negative Elektrizität beschlossen. Der allgemeine Witterungscharakter und der Zustand der Luft wurden gleichzeitig notiert.

Die Reduktion der elektrischen Messungen erfolgte nach den von Elster und Geitel abgeleiteten Formeln unter Einführung der Konstanten des Apparats. In der nachstehenden Zusammenstellung der Resultate bezeichnen

a_+ und a_- die in 1 Minute vom Zerstreuungskörper neutralisierte Elektrizitätsmenge in Prozenten der ursprünglichen positiven bzw. negativen Ladung, unabhängig von den Dimensionen des Apparats und der Höhe der Anfangsladung,

$q = \frac{a_-}{a_+}$ das Mass für die Unipolarität der beobachteten

Leitfähigkeit der Luft.

Die Werte a_- und q sind bei der ersten Station unsicher, da gegen Schluss der Beobachtungen der Apparat, der bis dahin beschattet war, von der Sonne getroffen wurde. Der Wert q in der Reihe VI ist vielleicht anfechtbar, weil die Messungen der positiven und negativen Zerstreuung durch einen einstündigen Zwischenraum von einander getrennt waren.

Als Mittelwert ergibt sich aus den Reihen II bis V für q 1.43.

Nummer und Lage der Station	Datum Mai	Stunde	a_+	a_-	q	Luft- Temperatur	Luft- feuch- tigkeit		Wind	Bewölkung	Bemerkungen
							abs.	rel.			
I Nördl. v. Fehmarn	8.	10—11 ¹ / ₂ ^a	0.46	(0.64)	(1.39)	9.0	7.6	89	SSW 1 —SSE 1	1 ⁰ Cu, A Str.	☉ ¹ ∞ ⁰ Gegen Schluss Apparat von der Sonne bestrahlt.
II Östl. v. Fehmarn	8.	2—3 ¹ / ₄ ^p	0.26	0.35	1.35	9.8	7.6	84	ESE 1	3 ¹ Cu, A Cu	☉ ¹ , Hor. ∞ ⁰ Wegen fast glatter See ohne kard. Aufhängung.
III Nördl. v. Wismar	8.	6 ¹ / ₂ —7 ³ / ₄ ^p	1.26	1.40	1.11	9.4	6.7	76	ENE 3	2 ⁰ Ci	☉ ¹ klar Wolkenbank im NW, Nachts ≡ ² bei E 5—7.
IV ^a 55°6 N. 19°5 O.	13.	4—5 ¹ / ₂ ^p	0.61	1.07	1.75	6.4	6.4	90	W 1	1 am Hor.	☉ ² klar. Horizont sehr scharf. Wind auf- frischend.
IV ^b 55°5 N. 18°7 O.	13.	7 ¹ / ₂ —8 ¹ / ₂ ^p	0.75	1.24	1.65	5.6	5.6	83	W 3—4	1 am Hor.	☉ Unterg. sehr klar. 7 ⁴⁵ ^p Sonnenunterg während der Messung.
V 55°2 N. 16°7 O.	14.	4 ¹ / ₂ —6 ^a	0.74	0.96	1.30	6.1	6.1	87	W 2	1	☉ ² , sehr klar. Zunehmende Bewölkung. Nachm. bedeckt und leichter Regen.
VI Zwischen Fehmarn und Laaland	15.	12 ¹ / ₄ —2 ¹ / ₂ ^p	0.73	0.68	(0.93)	{ 9.5 8.0 91 11.8 7.4 72			WSW 4 W 5	10 ¹ Str. Cu A Str.	Hor. trübe. Wegen Schlingern d. Schiffes zunächst Ablesung erschwert, später ruhigere See. Zuletzt Sonne schwach durch A Str. durchschimmernd.