

Beobachtungen über atmosphärische Elektrizität in den Tropen, I.

von

Prof. **Franz Exner**,
c. M. k. Akad.

Die Intensität der atmosphärischen Elektrizität unterliegt einer doppelten Periode: einer täglichen und einer jährlichen; als Maass derselben gilt das Potentialgefälle in Richtung des Erdradius, wie es über einem ebenen Stücke der Erdoberfläche bei normalem heiterem Wetter herrscht. In mehreren vorangegangenen Publicationen¹ habe ich mich mit der Erklärung der jährlichen Periode beschäftigt und dabei auf den Zusammenhang aufmerksam gemacht, der zwischen dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft und der Grösse des jeweiligen Potentialgefälles augenscheinlich besteht. Auch habe ich diesen Zusammenhang theoretisch untersucht unter der Voraussetzung, dass die Erde eine elektrische Ladung besitzt, von der jeweilig ein bestimmter Theil sich — vom Wasserdampfe mitgeführt — in der Atmosphäre befindet. Es ergibt sich so eine Curve, welche die Abhängigkeit des Potentialgefälles vom Dunstdruck darstellt, und welche innerhalb jener Dunstdruckintervalle, die in unseren Gegenden zu beobachten sind, auch durch die Messungen bestätigt wurde.

Eine genaue Kenntniss dieser Curve würde uns in den Stand setzen eine wichtige Constante der Erde, nämlich ihre elektrische Ladung und ihr Potential, zu bestimmen; dazu ist es aber nöthig, diese Curve wo möglich in ihren extremsten Partien zu kennen,

¹ Diese Berichte, Bd. 93 (1886), Bd. 96 (1887), Bd. 97 (1888).

d. h. Messungen bei möglichst tiefem und bei möglichst hohem Dunstdrucke auszuführen. In unseren Gegenden überschreitet letzterer selten die Grenzen von $2\cdot5\text{ mm}$, respective 13 mm . Zu einem wesentlich tieferen Werthe durch längere Zeit — und eine solche erfordern die Messungen — könnte man nur in den ausserordentlich trockenen Gegenden Innersibiriens gelangen;¹ nach oben dagegen ist die bisherige Grenze durch Messungen in tropischen Gegenden leicht um ein Bedeutendes zu überschreiten, da dort Dunstdrucke bis zu 23 mm bei normalem Wetter herrschen.

Ich habe derartige Messungen im Laufe des Winters 1888/89 an mehreren Punkten der Tropen, insbesondere aber auf der sehr günstig gelegenen Insel Ceylon ausgeführt; die Möglichkeit dazu wurde mir durch eine Unterstützung seitens der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien geboten, wofür ich derselben auch an dieser Stelle meinen Dank ausspreche.

Im Nachfolgenden ist ausschliesslich das gewonnene Beobachtungsmateriale wiedergegeben, indem die Discussion desselben einer demnächst folgenden Publication vorbehalten bleibt; in Folge der Constanz der Witterungsverhältnisse in den Tropen während gewisser Jahreszeiten war es möglich, im Ganzen 365 von einander unabhängige Messungen an 44 verschiedenen Tagen auszuführen. Von diesen entfallen 350 Messungen an 39 Tagen allein auf die Tropen.

Die Hauptaufgabe welche zu lösen war, war natürlich die Bestimmung des normalen Potentialgefälles; ausserdem aber wurde das Augenmerk auch noch auf die tägliche Periode gerichtet, insoweit dies eben auf einer Reise möglich ist, und auf die Bestimmung des Potentialgefälles in verschiedenen Höhen. Wie ich in einer der Eingangs citirten Abhandlungen gezeigt habe, lässt sich nämlich der Einfluss des Wasserdampfes in eminenter Weise durch Messungen in verschiedener Höhe über dem Erdboden nachweisen. Solche Messungen müssten eigentlich

¹ Nach einer Mittheilung des Herrn Directors Wild in St. Petersburg ist gegründete Aussicht vorhanden, dass im Laufe des nächsten Winters derartige Messungen in Irkutsk angestellt werden; die betreffenden Apparate sind bereits dorthin abgegangen.

im Luftballon ausgeführt werden, lassen sich jedoch unter gewissen Voraussetzungen auch durch Beobachtungen auf einem Hochplateau ersetzen; in letzterer Hinsicht wurden denn auch Messungen auf der Höhe des Mokatom bei Cairo, sowie auf dem Hochplateau von Newara Eliya in Inneren Ceylons ausgeführt.

Was die Beobachtungsweise anlangt, so kamen zu den elektrischen Messungen ausschliesslich die von mir beschriebenen¹ transportablen Apparate zur Verwendung, die sich auch auf dieser Reise vollständig bewährten. Die Messungen der Feuchtigkeit geschahen theils mit einem August'schen Psychrometer, theils mit einem Lambrecht'schen Hygrometer; die Correctur des letzteren wurde täglich durch Vergleich mit dem Psychrometer und durch Beobachtung in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume controlirt.

Viele der Messungen waren directe, d. h. solche, die thatsächlich auf einer Ebene ausgeführt wurden; da jedoch unter dem Einflusse der tropischen Sonne ein mehrstündiges Verweilen auf einem freien Platze ganz unmöglich wird, so mussten alle längeren Beobachtungsreihen als indirecte Messungen gewonnen werden, d. h. es wurde die Flamme an einem willkürlichen Orte in der Nähe eines Gebäudes aufgestellt, in dessen Inneren das Elektroskop angebracht war. Um aus den so gewohlenen Werthen die absoluten, für die Ebene giltigen, zu erhalten, war es nothwendig, für jeden Beobachtungsort eine Reduction vorzunehmen, was durch gleichzeitiges Beobachten an dem betreffenden Orte und in der Ebene ausgeführt wurde.

Wie schon erwähnt, habe ich nicht nur in den Tropen, sondern auch in Cairo in Unterägypten Messungen ausgeführt; letztere sind ihrer Zahl nach ziemlich beschränkt, da es bei der grossen Trockenheit des dortigen Klimas, verbunden mit der sandigen Umgebung schwer hält, schöne und doch staubfreie Tage zu finden.

Im Folgenden theile ich zunächst die Beobachtungsergebnisse aus den Tropen mit, über deren Vertheilung auf verschiedene Örtlichkeiten die untenstehende kleine Tabelle Aufschluss gibt.

¹ Diese Berichte, Bd. 95 (1887).

Beobachtungsort	Zahl der Messungen	Zahl der Tage
Indischer Ocean (Aden — Bombay).	66	6
Bombay	72	13
Mount Lavinia (Ceylon).	203	18
Newara Eliya (Ceylon)	9	2
Summe.	350	39.

I. Messungen in den Tropen.

A. Messungen im indischen Ocean zwischen Aden und Bombay an Bord des „Poseidon“.

Auf hoher See wurden bisher noch keine Messungen der Lufterlektrizität ausgeführt; ich habe daher die Gelegenheit ergriffen, um schon auf der Überfahrt nach Bombay solche anzustellen, was auch mit keinerlei Schwierigkeiten verbunden ist. Die ausserordentlich reine Luft, sowie die Abwesenheit sonstiger störender Einflüsse, denen man am Lande leider nur zu oft ausgesetzt ist, liess einen regelmässigen Gang der Erscheinung erwarten, der auch eintrat; die Übereinstimmung mit den Landbeobachtungen lehrt, dass diese Erscheinung nicht etwa an die locale Bodenbeschaffenheit gebunden ist.

Bei den Messungen auf der See müssen selbstverständlich gewisse Vorsichtsmassregeln ergriffen werden; so muss zunächst von einer Verwendung der Flamme Abstand genommen und dieselbe durch einen Wassercollector ersetzt werden. Der Punkt des Schiffes, an welchem derselbe angebracht ist, muss sich vorne am Bug befinden, damit der Apparat nicht den Einflüssen des Rauches der Maschine ausgesetzt ist; auch ist darauf zu achten, dass nicht in der Nähe Dampf von etwa in Thätigkeit befindlichen Dampfwinden ausströmt, da dieser stets sehr stark elektrisch ist und Messungen ganz unmöglich macht. Ich hatte den Wassercollector am Bug an einem der längs der Bordwand in einer Höhe von circa 2 m laufenden Drahtseile aufgehängt, natürlich durch Ebonit und Paraffinpapier gut isolirt. Der Ort zeigte sich als ganz passend gewählt, auch in Bezug auf die Grösse des erzielten Elektroskopausschlages; um letzteren auf die Ebene zu reduciren, wurden hinterher auf der Rhede von Bombay gleichzeitige Beobachtungen an Bord und in einem kleinen Kahne ausgeführt,

letztere in der gewöhnlichen Weise mittelst der Flamme. Der Reductionsfactor ergab sich zu 0·92, d. h. mit dieser Zahl waren die directen Ablesungen an Bord zu multipliciren, um das Potentialgefälle in der Ebene per Meter zu erhalten.

In Gegenden von so hohem Feuchtigkeitsgehalte wie die in Rede stehenden, muss auf gute Isolirung der Apparate ganz besondere Sorgfalt verwendet werden, doch kann man sich von dem guten Stande derselben jederzeit durch das Elektroskop selbst rasch überzeugen.

In der nachfolgenden Tabelle A findet sich die tägliche Position des Schiffes (um Mittag) verzeichnet, ausserdem die Beobachtungsstunden, die Temperatur (T) in Graden Celsius, die relative Feuchtigkeit (R. F.), die absolute Feuchtigkeit (A. F.) in Millimetern und das Potentialgefälle ($\frac{dV}{dn}$) per Meter und auf die Ebene reducirt. In der Rubrik „Anmerkung“ sind in allen folgenden Tabellen etwaige besondere Zustände in der Atmosphäre eingetragen, die die Messung beeinflussen können; wo sich in dieser Rubrik nichts bemerkt findet, hat man es mit normalem Wetter zu thun.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass sämmtliche Werthe von $\frac{dV}{dn}$ aus den Tropen das positive Vorzeichen haben, also dasselbe wie in unseren Gegenden bei normalem Wetter.

Tabelle A.

Messungen im indischen Ocean an Bord des „Poseidon“.

I. 6. December 1888. Breite = +13° 5'; Länge = -48° 34'.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
10 $\frac{1}{2}$ a.	25·5	83	20·1	73—106	Morgenmaximum? } Sonnenuntergang, Abendmaximum?
2 p.	26·0	83	20·8	65	
3	26·0	82	20·4	57	
4	26·0	83	20·8	57	
5	26·0	83	20·8	57	
5 $\frac{1}{4}$	26·0	83	20·8	73—90	
5 $\frac{1}{2}$	26·0	83	20·8	73—90	
5 $\frac{3}{4}$	26·0	83	20·8	73—90	
6	26 0	83	20·8	57	
6 $\frac{1}{4}$	25·5	82	20·0	54	

II. 7. December 1888. Breite = +14° 6'; Länge = -52° 56'.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
6 $\frac{1}{2}$ a.	25·0	81	19·1	47	{ Sonnenuntergang, Abendmaximum? }
8	25·0	81	19·1	42	
9	25·2	81	19·2	47	
10	25·2	80	19·0	50	
1 p.	25·3	83	20·0	65	
4	25·5	82	19·9	65	
4 $\frac{1}{2}$	25·5	82	19·9	65	
5	25·5	82	19·9	65	
5 $\frac{1}{4}$	25·5	82	19·9	90—126	
5 $\frac{1}{2}$	25·5	82	19·9	65	
6	25·0	79	18·5	65	

III. 8. December 1888. Breite = +15° 10'; Länge = -57° 15'.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
7 $\frac{1}{2}$ a.	25·0	82	19·3	57	Morgenmaximum?
9	25·0	82	19·3	54	
9 $\frac{1}{2}$ 10 ^m	25·0	82	19·3	73—106	
9 $\frac{1}{4}$	25·0	82	19·3	57	
9 $\frac{1}{2}$	25·0	82	19·3	54	
10 $\frac{1}{2}$	25·3	81	19·2	50	
12	25·3	81	19·2	54	
2 p.	25·5	81	19·5	54	
4	25·5	81	19·5	50	
4 $\frac{1}{2}$	25·5	84	20·3	47	
5	25·5	84	20·3	47	
5 $\frac{1}{4}$	25·5	84	20·3	47	
5 $\frac{1}{2}$	25·0	83	19·5	47	
5 $\frac{3}{4}$	25·0	83	19·5	47	

IV. 9. December 1888. Breite = +16° 7'; Länge = -61° 25'.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
8 a.	25·0	85	20·1	50	
9 $\frac{1}{2}$	25·0	85	20·1	54	
11	25·5	83	20·1	50	
1 p.	25·5	81	19·5	54	
3	25·5	80	19·3	42	
4 $\frac{1}{2}$	25·5	78	18·8	47	

V. 10. December 1888. Breite = +17° 3'; Länge = -65° 43'.

Stunde	<i>T</i>	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
9 a.	24·5	80	18·3	50	} Federwolken.
10 ^{1/2}	24·5	80	18·3	57	
11	25·0	76	17·8	57	
12	25·0	76	17·8	57	
1 p.	25·0	76	17·8	57	
2	25·0	76	17·8	57	
3	25·0	76	17·8	57	
4	25·0	80	18·8	60	
4 ^{1/2}	25·0	80	18·8	47	
5	25·0	80	18·8	42	
5 ^{1/2}	25·0	80	18·8	0	
6	25·0	83	19·5	0	

VI. 11. December 1888. Breite = +18° 0'; Länge = -70° 1'.

Stunde	<i>T</i>	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
7 a.	26·0	86	21·6	42	
8	26·0	86	21·6	42	
9	26·0	86	21·6	47	
10	26·0	86	21·6	42	
11	26·2	83	20·8	47	
12	26·2	83	20·8	47	
1 p.	26·3	85	21·4	50	
2	26·3	85	21·4	42	
3	27·0	80	21·1	47	
4	27·0	80	21·1	42	
5	27·0	80	21·1	42	
5 ^{1/2}	27·0	80	21·1	42	
6	27·0	76	20·1	42	

B. Directe Messungen in Bombay.

Diese wurden im Centrum eines grossen Wiesencomplexes ausgeführt, der sich in unmittelbarer Nähe des Meeres befindet und bei Seewind von den Einflüssen der grossen Stadt ganz frei ist.

Tabelle B.

Messungen in Bombay; directe Beobachtungen in der Ebene.

Datum	Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
13. XII. 1888	8 a.	23 0	68	14·2	128	Rauch?
13. XII. 1888	9	23·0	68	14·2	80	
13. XII. 1888	10	24·0	57	12·6	112	
13. XII. 1888	1	25·0	71	16·7	64 ¹	
14. XII. 1888	12	27·0	44	11·6	97	
15. XII. 1888	12	26·0	49	12·2	76	
8. I. 1889	12 ¹ / ₂ p.	27·5	66	18·0	50	
10. I. 1889	1 ¹ / ₂	27·2	71	19·1	91	
11. I. 1889	4	26·2	85	21·2	71	
12. I. 1889	3	25·5	86	20·9	60	

C und D. Indirecte Messungen in Bombay.

Bei meinem zweimaligen Aufenthalte in Bombay habe ich eine grössere Reihe von Beobachtungen an einem willkürlichen Punkte eines hoch und ziemlich frei gelegenen Hauses vorgenommen. Der Reductionsfactor auf die Ebene betrug für die erste Reihe (C) 1·09; für die zweite (D) wurde derselbe an mehreren Tagen bestimmt und ergaben sich dabei die folgenden Werthe:

Datum	Reductions-factor
8. I. 1889..	1·36
10. I. 1889.	1·30
11. I. 1889.	1 32
12. I. 1889.	1·37
Mittel.	<u>1·34.</u>

In Bombay werden die Beobachtungen mitunter durch den raschen Wechsel von Land- und Seewind unsicher gemacht, der sich auch durch plötzliche Schwankungen der Psychrometerangaben

¹ Diese Messung wurde nicht in Bombay selbst, sondern auf der benachbarten Insel Elephanta vorgenommen.

manifestirt; dessgleichen erfordert der in einer grossen Stadt zu gewissen Zeiten unvermeidliche Rauch eine erhöhte Aufmerksamkeit.

Tabelle C.

Bombay (erster Aufenthalt); Beobachtungen an willkürlichem Orte und auf die Ebene reducirt.

I. 15. December 1888.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
12	26·0	49	12·2	76	
1 p.	28·5	39	11·3	61	
2	29·0	36	11·0	65	
3	26·5	65	16·7	65	
4	26·5	66	16·9	85	
4 $\frac{3}{4}$	26·0	71	17·6	76	
5 $\frac{1}{4}$	25·8	67	16·5	70	
5 $\frac{3}{4}$	25·5	73	17·7	65	

II. 16. December 1888.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
6 $\frac{3}{4}$ a.	23·8	66	14·4	76	
7 $\frac{1}{4}$	23·8	70	15·2	76	
7 $\frac{3}{4}$	24·3	73	16·5	70	
8 $\frac{1}{4}$	25·8	68	16·8	89	
8 $\frac{1}{2}$	25·8	68	16·8	65	
9	26·2	57	14·3	89	
10	26·5	56	14·3	61	
10 $\frac{3}{4}$	28·0	58	16·3	148	Maximum? Rauch?
11	27·5	59	16·1	76	
12	28·5	53	15·3	65	
1 p.	29·3	48	14·6	70	
2	29·8	42	13·3	59	
3	30·0	43	13·7	53	
4	28·6	62	18·0	80	
4 $\frac{1}{2}$	28·3	64	18·2	80	

Tabelle D.

Bombay (zweiter Aufenthalt); Beobachtungen an willkürlichem Orte und auf die Ebene reducirt.

I. 8. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
12 $\frac{1}{2}$ p.	27·5	64	17·4	51	Himmel noch ganz klar. Viele Federwolken.
1 $\frac{1}{2}$	29·5	56	17·1	56	
2	29·0	62	18·3	205	
4 $\frac{1}{2}$	28·3	74	21·1	96	
4 $\frac{3}{4}$	28·3	74	21·1	111	

Später sehr viel gekreuzte Federwolken; Abends 8^h stark (elektrisch?) leuchtende Wolkenbank in NO.

II. 9. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
8 $\frac{1}{2}$ a.	25·5	74	18·2	> 200	Viel Federwolken. Rauch?
3 p.	27·8	68	18·9	78	
4	27·5	73	19·8	78	

III. 10. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
10 $\frac{1}{4}$ a.	27·8	66	18·2	51	
12	27·5	74	20·0	63	
1 $\frac{1}{2}$ p.	27·2	71	19·2	93	
2	27·2	69	18·6	78	
3 $\frac{1}{2}$	27·0	64	16·9	51	

IV. 11. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
12 $\frac{3}{4}$ p.	27·0	79	20·9	71	
1 $\frac{3}{4}$	27·0	79	20·9	56	
4	26·2	85	20·8	71	

V. 12. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
12 $\frac{3}{4}$ p.	25·8	80	19·7	51	
1 $\frac{3}{4}$	26·5	81	20·8	56	
3	25·5	86	20·9	56	
4	25·6	86	21·0	63	
4 $\frac{1}{2}$	25·5	87	21·1	53	
5	25·0	88	20·5	93	
5 ^h 5 ^m	25·0	88	20·5	102	} Abendmaximum?
5 10	25·0	88	20·5	97	
5 20	25·0	85	20·0	80	
5 30	25·0	86	20·2	102	
5 35	25·0	86	20·2	102	
5 45	25·0	89	20·7	51	} Sonnenuntergang.
5 55	25·0	89	20·7	51	
6 5	24·8	89	20·6	56	

VI. 13. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
12 $\frac{1}{2}$ p.	25·8	77	19·0	80	

VII. 14. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
11 $\frac{1}{2}$ a.	26·0	71	17·6	51	
12 $\frac{1}{4}$	25·0	78	18·4	71	
1	26·0	70	17·4	51	
2	26·0	74	18·5	51	

VIII. 15. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
1 p.	24·5	68	15·5	51	
3	25·0	70	16·5	51	

IX. 16. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
12	24·8	73	17·0	51	
1 p.	25·8	70	17·1	71	

E. Directe Messungen in Mount Lavinia (Ceylon).

Leider war es des trüben Wetters wegen nicht möglich, auf der Überfahrt von Bombay nach Ceylon in gleicher Weise zu beobachten, wie zwischen Aden und Bombay; so wie man sich Ceylon nähert, steigt die Luftfeuchtigkeit rapid und damit natürlich auch die Bewölkung des Himmels. Die einzige Zeit des Jahres, in der man mit Sicherheit auf schönes und constantes Wetter rechnen kann, ist für den westlichen, feuchten Theil Ceylons, der eben hier in Betracht kam, die Zeit von Mitte Jänner bis Mitte Februar. Ich war bemüht, diese Zeit nach Thunlichkeit auszunützen.

In Colombo selbst habe ich gar nicht beobachtet, sondern nur in dem äusserst günstig gelegenen Mount Lavinia, eine Stunde südlich von Colombo, am Wege nach Point de Galle. Es ist dies ein vollkommen isolirtes und frei am Meere gelegenes Gebäude, in dessen Nähe die Reinheit der Luft gar nichts zu wünschen übrig liess.

Die directen Messungen geschahen natürlich nicht in dem etwas erhöht gelegenen Gebäude selbst, sondern auf einer ebenen Fläche in der Nähe des Strandes; dieselben konnten nur bei ruhiger See ausgeführt werden, da der von der Brandung her-

rührende Wasserstaub einen merklichen Einfluss auf die Angaben des Elektroskopes übte, und zwar in dem Sinne, dass die positiven Potentiale bedeutend vergrössert erschienen.

Leider konnte weiter landeinwärts kein passender Platz gefunden werden, um derartige directe Messungen in grösserer Entfernung vom Meere auszuführen, da die üppige Vegetation nirgends Plätze von genügender Ausdehnung frei liess.

Indessen konnten doch an acht Tagen mit vollkommen ruhiger See verlässliche directe Messungen gewonnen werden, die in der folgenden Tabelle verzeichnet sind.

Tabelle E.

Messungen in Mount Lavinia (Ceylon). Directe Beobachtungen in der Ebene.

Datum	Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
21. I. 1889	11 a.	28·0	80	22·4	58	
31. I. 1889	8	24·8	95	22·0	71	
2. II. 1889	9 ³ / ₄	25·5	84	20·2	47	
4. II. 1889	7 ¹ / ₂	22·8	87	17·8	81	
5. II. 1889	9	24·0	90	19·8	59	
6. II. 1889	6 ¹ / ₂	23·0	94	19·4	58	
6. II. 1889	8 ¹ / ₂	24·8	90	20·8	52	
7. II. 1889	11 ¹ / ₂	26·0	80	19·8	41	
8. II. 1889	8	23·8	82	17·9	43	

F. Indirecte Messungen in Mount Lavinia (Ceylon).

Die weitaus grösste Zahl der Beobachtungen wurde in Mount Lavinia durch Reduction eines willkürlichen Ortes auf die Ebene gewonnen. Diese Reduction wurde möglichst oft vorgenommen, um einen verlässlichen Reductionsfactor zu erhalten; ich gebe in der folgenden kleinen Tabelle die gewonnenen Einzelwerthe wieder, weil man daraus den Grad der Genauigkeit entnehmen kann.

Tag	Factor
31. I. 1889	.0·60
2. II. 1889	.0·60
4. II. 1889	.0·59
5. II. 1889	.0·61
6. II. 1889	.0·58
6. II. 1889	.0·62
7. II. 1889	.0·59
8. II. 1889	.0·59
Mittel.	<u>.0·60.</u>

Es stimmen hier die gewonnenen Einzelwerthe viel besser unter einander als jene von Bombay, was wohl der reineren Luft in Mount Lavinia, also der Abwesenheit localer Störungen zuzuschreiben ist.

Die Beobachtungen konnten sich nur in Ausnahmefällen auch auf die Nachtstunden erstrecken, da in Folge der grossen Feuchtigkeit der Himmel während der Nacht fast immer mit einem Dunstschleier bedeckt war; nur eine einzige Nacht war vollkommen klar, was durch das helle Leuchten des Zodiacallichtes und der südlichen Wolken sehr auffallend hervortrat.

Die Isolation der Ebonittheile am Apparate machte unter Tags keinerlei Schwierigkeiten, in den Nachtstunden dagegen war es oft nöthig, den Ebonit durch Bestreichen mit der Flamme zu trocknen. Auffallende Thaubildung fand niemals statt.

Tabelle F.

Mount Lavinia (Ceylon). Messungen an willkürlichem Orte und auf die Ebene reducirt.

I. 25. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
11 $\frac{1}{2}$ a.	26·2	87	21·7	68	
1 p.	26·8	84	21·8	60	

II. 26. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
9 a.	25·5	88	21·2	64	
11 $\frac{1}{2}$	27·5	78	21·2	64	
9 p.	24·8	92	21·2	58	
9 $\frac{3}{4}$	24·8	92	21·2	58	
10 $\frac{1}{2}$	24·8	93	21·4	64	
11	24·8	93	21·4	61	

III. 27. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
8 a.	25·0	89	20·8	68	
8 $\frac{1}{2}$	25·2	90	21·3	72	
9 $\frac{1}{2}$	26·5	86	22·0	64	
11 p.	25·5	90	21·7	61	
11 $\frac{1}{2}$	25·5	90	21·7	64	
12	25·5	89	21·5	64	
12 $\frac{1}{2}$ a.	25·5	89	21·5	64	

IV. 28. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
12	27·0	79	21·0	64	
1 p.	27·5	80	21·8	64	
2	28·0	80	22·2	66	

V. 29. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
7 $\frac{1}{2}$	23·8	89	19·4	64	
8	23·8	89	19·4	64	
9	25·0	85	19·9	61	

VI. 30. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
5 a.	24·5	95	21·5	53	
5 $\frac{1}{2}$	24·5	95	21·5	55	
6	24·5	95	21·5	55	
8 $\frac{1}{2}$	25·2	92	21·8	66	
10	26·0	89	22·0	68	
10 $\frac{1}{2}$	26·0	89	22·0	66	
11	26·2	90	22·6	64	

VII. 31. Jänner 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
6 $\frac{1}{2}$ a.	24·0	95	20·9	53	
7	24·2	94	20·9	58	
7 $\frac{1}{2}$	24·5	95	21·5	64	
8	24·8	95	21·9	69	
8 $\frac{1}{2}$	25·0	94	21·9	64	
9	25·0	94	21·9	66	
9 $\frac{1}{2}$	25·3	94	22·4	55	

VIII. 1. Februar 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
7 a.	24·2	94	20·9	64	
7 $\frac{1}{2}$	24·5	94	21·2	64	
8	24·8	95	21·9	61	
8 $\frac{1}{2}$	24·8	95	21·9	58	
9	26·5	90	23·0	55	
10	26·0	89	22·1	68	
11	26·2	88	22·2	47	
12	26·2	88	22·2	47	
1 p.	26·8	87	22·7	53	
1 $\frac{1}{2}$	26·8	87	22·7	47	
2	27·0	86	22·7	55	
4	27·0	89	23·5	64	
5 $\frac{1}{2}$	26·8	92	24·0	50	
9	26·5	93	23·8	58	
9 $\frac{1}{2}$	26·5	93	23·8	55	
11	26·0	96	23·8	55	
12	26·0	96	23·8	50	

IX. 2. Februar 1889.

Stunde	<i>T</i>	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
7 $\frac{1}{2}$ a.	23·5	90	19·2	68	
9 $\frac{1}{4}$	25·0	84	19·7	72	
10	25·5	84	20·4	47	
12	27·8	79	21·8	53	

X. 3. Februar 1889.

Stunde	<i>T</i>	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
8 $\frac{1}{2}$ a.	23·0	79	16·6	66	} Maximum?
9 $\frac{1}{4}$	24·2	77	17·2	66	
10	25·5	75	18·2	82	
10 $\frac{1}{2}$	25·5	75	18·2	77	
11 $\frac{1}{4}$	26·0	72	17·9	93	
11 $\frac{3}{4}$	26·0	74	18·5	58	
12 $\frac{3}{4}$ p.	26·5	72	18·4	58	
1 $\frac{1}{2}$	26·5	72	18·4	53	
2	26·8	72	18·8	61	
3 $\frac{1}{2}$	26·8	77	20·1	58	
5	26·8	82	21·0	58	

XI. 4. Februar 1889.

Stunde	<i>T</i>	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
6 $\frac{1}{2}$ a.	22·8	87	17·7	47	} Maximum?
7	22·8	87	17·7	72	
7 $\frac{1}{2}$	22·8	87	17·7	82	
8	22·8	88	17·9	75	
8 $\frac{1}{2}$	23·5	85	18·2	88	
9	23·5	85	18·2	96—104	
9 $\frac{1}{2}$	24·2	88	19·6	72—96	
10	25·0	88	20·4	96	
10 $\frac{1}{4}$	25·0	88	20·4	61	
11	25·0	89	20·6	66	
11 $\frac{1}{2}$	25·2	86	20·3	61	
12	25·5	85	20·6	72	
12 $\frac{1}{2}$ p.	25·5	85	20·6	76	
1	25·8	84	20·7	68	
3	26·2	82	20·6	68	
4 $\frac{1}{2}$	26·8	79	20·5	72	
5 $\frac{1}{2}$	26·8	82	21·0	53	
9	26·0	86	21·3	72	

XII. 5. Februar 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
6 $\frac{3}{4}$ a.	23·0	88	18·3	72	} Maximum?
7	23·0	88	18·3	68	
7 $\frac{1}{2}$	23·0	92	19·1	76	
8	23·5	90	19·3	68	
8 $\frac{1}{2}$	24·0	89	19·7	53	
9	24·0	90	19·8	58	
9 $\frac{1}{2}$	24·5	88	20·0	42	
10 $\frac{1}{4}$	24·8	87	20·2	68	
10 $\frac{3}{4}$	25·2	84	20·0	76	
11 $\frac{1}{4}$	25·2	84	20·0	96	
12	25·2	84	20·0	96	
1 p.	26·0	80	20·0	64	
1 $\frac{3}{4}$	26·5	78	20·1	50	
3	26·8	82	21·2	42	
3 $\frac{3}{4}$	26·8	84	21·9	53	
4 $\frac{3}{4}$	26·8	87	22·7	45	
5 $\frac{1}{2}$	26·8	87	22·7	47	
6 $\frac{1}{2}$	26·0	88	22·0	42	
7 $\frac{1}{2}$	26·0	88	22·0	42	
9	26·0	89	22·2	37	
11	25·5	92	22·1	58	
11 $\frac{1}{2}$	25·2	93	22·0	66	
12	25·0	93	21·8	53	

XIII. 6. Februar 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
6 a.	23·0	94	19·5	64	} Maximum?
6 $\frac{1}{2}$	23·0	94	19·5	68	
7	23·2	93	19·6	70	
7 $\frac{1}{2}$	23·3	92	19·7	66	
8	24·0	92	20·3	50	
8 $\frac{1}{2}$	24·8	90	20·8	50	
9	25·0	89	20·8	50	
9 $\frac{1}{2}$	25·2	87	20·6	50	
10	25·2	86	20·4	58	
10 $\frac{1}{2}$	25·2	85	20·1	100	
11	25·5	81	19·5	58	
11 $\frac{1}{2}$	25·7	79	19·3	82	
12	25·7	79	19·3	64	
1 p.	26·5	73	18·7	76	
2	27·0	71	18·7	76	
3	27·5	71	19·2	76	
4	27·5	76	20·6	61	
7	27·0	88	23·0	53	

XIV. 7. Februar 1889.

Stunde	<i>T</i>	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
7 a.	24·0	87	19·3	61	
8	24·5	86	19·6	38	
8 $\frac{1}{2}$	24·5	86	19·6	53	
9	25·0	83	19·5	53	
9 $\frac{1}{2}$	26·0	77	19·2	50	
10	26·0	79	19·6	58	
11	26·0	80	19·8	50	
11 $\frac{1}{2}$	26·0	80	19·8	42	
12	27·0	79	20·8	45	
12 $\frac{1}{2}$ p.	27·2	78	20·9	42	
1	27·5	77	20·7	45	
1 $\frac{1}{2}$	27·5	77	20·7	42	
2	27·5	79	21·2	45	
2 $\frac{3}{4}$	27·8	81	22·3	47	
3 $\frac{1}{4}$	27·4	84	22·7	42	
3 $\frac{3}{4}$	27·0	86	22·7	45	
5	26·8	89	23·2	42	

XV. 8. Februar 1889.

Stunde	<i>T</i>	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
6 $\frac{1}{2}$ a.	23·8	81	17·7	42	
7	23·5	83	17·8	47	
7 $\frac{1}{2}$	23·3	85	18·0	53	
8	23·8	82	18·0	45	
8 $\frac{1}{2}$	25·0	78	18·4	47	
9	25·5	76	18·4	61	
9 $\frac{1}{2}$	26·0	73	18·2	64	
10	26·0	75	18·7	66	
10 $\frac{1}{2}$	26·2	77	19·4	76	
11	26·2	77	19·4	66	
11 $\frac{1}{2}$	26·2	79	19·9	64	
12	26·2	80	20·1	53	
12 $\frac{1}{2}$ p.	26·5	82	21·0	47	
1	26·8	82	21·5	47	
1 $\frac{1}{2}$	26·8	82	21·5	45	
3	26·8	85	22·2	42	
11	25·8	92	22·3	58	

Maximum?

XVI. 9. Februar 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
7 a.	24·5	94	21·3	37	} Maximum?
7 $\frac{1}{2}$	24·5	94	21·3	37	
8	25·0	92	21·5	42	
8 $\frac{1}{2}$	25·5	90	21·7	42	
9	25·8	88	21·6	53	
9 $\frac{1}{2}$	26·0	86	21·4	68	
10	26·0	87	21·6	68	
10 $\frac{1}{2}$	25·8	88	21·5	72	
11	25·8	88	21·5	58	
11 $\frac{1}{2}$	25·8	88	21·5	53	
12	25·8	87	21·3	58	
12 $\frac{1}{2}$ p.	25·8	87	21·3	61	
1	26·0	85	21·4	45	
1 $\frac{1}{2}$	26·2	84	21·1	47	
2	26·5	83	21·2	53	

XVII. 10. Februar 1889.

Stunde	T	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
7 a.	25·0	88	20·5	53	
7 $\frac{1}{2}$	25·2	88	20·8	58	
8	25·2	89	21·0	53	
8 $\frac{1}{2}$	25·5	86	20·7	47	
9	25·8	85	20·9	42	
9 $\frac{1}{2}$	25·8	86	21·1	53	
10	25·8	86	21·1	58	
10 $\frac{1}{2}$	26·0	85	21·1	58	
11	26·5	84	21·5	61	
11 $\frac{1}{2}$	26·5	84	21·5	64	
12	26·5	83	21·2	72	
12 $\frac{1}{2}$ p.	26·5	82	21·0	64	
1	26·5	82	21·0	58	
1 $\frac{1}{2}$	26·8	85	22·2	42	
3	27·0	86	22·7	42	
4	27·0	87	22·9	42	
4 $\frac{1}{2}$	27·5	86	23·4	42	
5	27·8	85	24·0	39	
6	27·0	89	23·5	42	

G. Messungen in Newara Eliya.

Ungefähr im Centrum Ceylons befindet sich ein ausgedehntes hügeliges Hochplateau, dessen Ränder namentlich nach Westen, Süden und Osten steil zur Tiefebene abfallen. Die durchschnittliche Höhe dieses Plateaus beträgt 2000 *m*, bei einer Längs- und Quererstreckung von 70 *km*. Nahezu in der Mitte desselben, in einer Höhe von 2100 *m* liegt der aus einzelnen über Wiesen zerstreuten Häusern bestehende Ort Newara Eliya. Es war mir daselbst wegen der Ungunst der Witterung nur an zwei Tagen möglich, Messungen auszuführen; dieselben waren directe und wurden in der Mitte eines grossen Wiesenplanes vorgenommen, der die Sohle des breiten, von Hügelketten umgebenen Thales von Newara Eliya bildet. Die Temperaturschwankungen während eines Tages waren auffallend gross und im Zusammenhange damit auch die Veränderungen der Luftfeuchtigkeit; in den Morgen- und Abendstunden trat starker Thau auf.

Tabelle G.

Directe Messungen in Newara Eliya.

Datum	Stunde	<i>T</i>	R. F.	A. F.	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
19. II. 1889	7 <i>a.</i>	14·8	69	8·6	95	{ Darauf Wind und Bewölkung.
19. II. 1889	12	20·2	60	10·6	65	
20. II. 1889	7 <i>a.</i>	12·8	70	7·7	70	
20. II. 1889	7½	13·0	64	7·1	108	
20. II. 1889	8	14·0	69	8·2	92	
20. II. 1889	9¼	16·0	60	8·2	79	
20. II. 1889	10	17·5	60	8·8	81	
20. II. 1889	11	19·5	60	10·1	64	
20. II. 1889	1 <i>p.</i>	19·5	62	10·5	76	

II. Messungen bei Cairo (Ägypten).

Obwohl Beobachtungen in Ägypten bei der grossen dort herrschenden Trockenheit der Luft mit dem eigentlichen Ziele der Untersuchung nichts zu thun haben, so benützte ich doch

den Aufenthalt daselbst zu Messungen in verschiedener Hinsicht. Cairo war bisher der einzige Ort auf der Erde, wo — allerdings nur in einer vereinzeltten Beobachtung — ein negatives Potentialgefälle gemessen wurde; die naheliegende Vermuthung, dass dasselbe durch den Staub der Luft bedingt wurde, hat sich durch meine Messungen vollkommen bestätigt, indem ich bei normalem Wetter immer nur + Elektrizität, dagegen bei starkem Wind auch einmal — Elektrizität fand.

Auch wurde das niedrige, aber ausgedehnte Plateau des Mokatum zu Messungen über die Zunahme des Potentialgefälles mit der Höhe benützt.

An drei Tagen mit nicht normalem Wetter wurden die folgenden Beobachtungen gemacht.

16. November 1888. Windstill, aber der Himmel leicht verschleiert. Es wurde durch directe Messung am Fusse der grossen Pyramide ein Potentialgefälle von $+36 \frac{V}{m}$ gefunden; unmittelbar vorher ergab sich auf der Spitze selbst ein Gefälle von $+1100 \frac{V}{m}$. Die Spitze der Pyramide wird durch ein kleines Plateau von circa 3 m im Gevierte gebildet, in dessen Mitte sich noch eine kleine Erhöhung von Blöcken befindet. Im Centrum der letzteren wurde beobachtet.

17. November 1888. Ebene von Sakkarah am Rande der lybischen Wüste. Der Himmel war klar, aber ein starker Wind wirbelte fortwährend Staub auf. Die Angaben des Elektroskopes waren sehr schwankend, die beobachteten Potentialgefälle variirten von $+55$ bis $+115 \frac{V}{m}$.

18. November 1888. Höhe des Mokatum. Himmel klar, aber sehr starker Wind und viel Staub in der Luft. In windstilleren Pausen zeigte das Elektroskop + Ladung an, die aber durch jeden heftigen Windstoss, respective durch den betreffenden Staub, vermindert wurde und sogar in — Ladung übergieng. Die Angaben schwankten von $+47$ bis -77 innerhalb weniger Minuten. Sand, der in der Nähe der Flamme mit der Hand in die Höhe geworfen wurde, drückte das + Potential gleichfalls momentan herab, oder verwandelte es in ein negatives.

Bei den folgenden, an normalen Tagen ausgeführten Messungen ergab sich immer nur ein positives Potentialgefälle.

Die Höhe des Mokatom fällt gegen Cairo zu fast senkrecht ab und ist unten von einer vollkommenen Ebene umgeben, auf welcher sich die sogenannten Chalifen- und Mamelukengräber befinden. Es sollte die Messung in möglichst kurzem Zeitintervall auf der Ebene und auf der Höhe des Mokatom-Plateaus ausgeführt werden. Die Höhendifferenz beider wurde mit dem Aneroid zu 100 *m* bestimmt, und zwar mehrmals in ganz übereinstimmender Weise. Die Beobachtungspunkte auf der Ebene lagen so weit vom Fuss des Mokatom ab, dass dessen Einfluss vernachlässigt werden konnte; die Entfernung des Beobachtungspunktes am Plateau vom Rande desselben betrug 200 *m*. Wetter ganz normal.

22. November 1888.

	Ebene (Chalifen- gräber)	Höhe des Mokatom
Stunde	3 <i>p.</i>	3 ¹ / ₂ —3 ³ / ₄
<i>T</i>	21·0	19·0
R. F.	54	58
A. F.	9·9	9·6
$\frac{dV}{dn}$	85	108
		120
		108
		108

Es zeigt sich hier eine deutliche Zunahme des Potentialgefälles mit der Höhe, wie aus den vier Werthen für das Plateau, verglichen mit jenem für die Ebene hervorgeht.

Dieselbe Beobachtung wurde nochmals, zwei Tage später, ausgeführt, ebenfalls bei ganz normalem, windstillem Wetter.

Die Resultate derselben sind in der folgenden Tabelle wiedergegeben.

24. November 1888.

	Ebene (Mameluken- gräber	Mokatam
Stunde	4¼ p.	4 p.
T	21·2	21·5
R. F.	51	50
A. F.	9·3	9·5
$\frac{dV}{dn}$	67	87

Anschliessend an die vorstehende Beobachtung in der Ebene wurden noch weitere Ablesungen mit Rücksicht auf ein etwaiges Maximum zur Zeit des Sonnenunterganges angestellt. Ein solches zeigte sich auch ganz deutlich, wie aus der nachfolgenden Zusammenstellung hervorgeht.

24. November 1888.

Ebene der Mamelukengräber		
Stunde	$\frac{dV}{dn}$	Anmerkung
4 ^h 15 ^m p.	67	
4 30	97	
4 40	90—97	
5 0	64—90	Sonnenuntergang.
5 15	67	
5 30	64	

Das Vorzeichen der Potentialgefälle war bei normalem Wetter stets das positive.

Im Vorstehenden sind lediglich die auf meiner Reise erhaltenen Beobachtungsergebnisse wiedergegeben; eine ausführliche Discussion derselben im Zusammenhange mit den verschiedenen Theorien der atmosphärischen Elektrizität ist dem zweiten Theile dieser Publication vorbehalten.

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: 1889

Band/Volume: [98_2a](#)

Autor(en)/Author(s): Exner Franz

Artikel/Article: [Beobachtungen über atmosphärische Elektrizität in den Tropen, L 1004-1027](#)