©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at


# Messungen des normalen Potentialgefälles der atmosphärischen Elektricität in absolutem Maasse

von

**Julius Elster** und **Hans Geitel** in Wolfenbüttel.

(Mit 2 Textfiguren.)

## §. 1.

Das Potentialgefälle der atmosphärischen Elektricität bei heiterem Himmel ist bekanntlich im Laufe sowohl des Tages, wie des Jahres beträchtlichen Schwankungen ausgesetzt. Es kann mit einiger Wahrscheinlichkeit vermuthet werden, dass in diesen Veränderungen gewisse Einflüsse zur Erscheinung kommen, die sich auch in dem Gange anderer meteorologischer Elemente wiederspiegeln werden. Versuche, einen solchen Zusammenhang zu begründen, sind in neuerer Zeit mehrfach gemacht worden, wir beschränken uns hier auf die Theorien von Sohncke,[1] der die Höhe der Isothermenfläche von 0° C. über dem Erdboden, von F. Exner,[2] der die absolute Feuchtigkeit der Luft, und Arrhenius,[3] der die actinische Einwirkung des Sonnenlichtes als bestimmend für das an dem Erdboden beobachtete Potentialgefälle hinstellt. Gesetzt, es liesse sich eine Abhängigkeit des letzteren von irgend einem anderen meteorologischen Elemente wirklich nachweisen, so würden die starken Schwankungen des elektrischen Zustandes der Atmosphäre einen Index von vorzüg-

---

[1] Sohncke, Der Ursprung der Gewitterelektricität und der gewöhnlichen Elektricität der Atmosphäre. Jena, Verl. von Gustav Fischer 1885.

[2] Diese Berichte, Bd. 93, S. 222, 1886.

[3] Arrhenius, Meteorolog. Zeitschrift, August 1888, S. 297, und September 1888, S. 348.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

licher Empfindlichkeit für die Änderungen desselben abgeben. Bei genügend reichem Material an Beobachtungen der atmosphärischen Elektricität würde ein Versuch, die Höhe des elektrischen Potentialgefälles als von anderen Zuständen der Luft abhängig darzustellen, gewisse Aussicht auf Erfolg bieten.

Leider ist von derartigen, in absolutem oder allgemein vergleichbarem Maasse ausgeführten Messungen noch wenig vorhanden und von dem Ideale, an den grösseren meteorologischen Stationen selbstthätig arbeitende Registrirapparate für die Luftelektricität in Wirksamkeit zu sehen, sind wir noch weit entfernt. Jedenfalls ist die wissenschaftliche Discussion vorderhand noch auf Einzelbeobachtungen angewiesen.

Dieser Umstand hat uns bewogen, unsere in den letzten anderthalb Jahren gewonnenen, auf absolutes Maass bezogenen Messungen des an klaren Tagen herrschenden Potentialgefälles in tabellarischer Zusammenstellung im Folgenden zu veröffentlichen. Zugleich gedenken wir eine Verwerthung des Materiales nach verschiedenen Gesichtspunkten anzuschliessen.

Als wir unsere Beobachtungen begannen, war es uns nur um Sammlung von Thatsachen zur Prüfung der von F. Exner aufgestellten Theorie der atmosphärischen Elektricität zu thun.

Im Laufe unserer Arbeit drängte sich uns die Erscheinung der täglichen Variation der Luftelektricität so auffällig auf, dass wir auch diese, soweit unsere Zeit es gestattete, in den Kreis unserer Beobachtungen mit einbezogen.

Wir verkennen nicht die Lückenhaftigkeit unserer Ergebnisse, die gewisse Schlüsse noch mit einem Zweifel behaftet erscheinen lässt. Hoffentlich wird die Erleichterung, die den elektrischen Beobachtungen im Freien durch die von F. Exner angegebene Form[1] des Handelektroskopes zu Theil geworden ist, eine regere Betheiligung an diesem Zweige meteorologischer Untersuchungen zur Folge haben.

## §. 2.

Zur Beobachtung der atmosphärischen Elektricität dienten bei Messungen im Freien durchweg die oben erwähnten, von

[1] F. Exner. Diese Berichte, Bd. XCV, II. Abth., Mai-Heft, Jahrg. 1887, S. 1084.

F. Exner construirten transportablen Apparate, die im Verlaufe der anderthalb Jahre in jeder Beziehung zu unserer Zufriedenheit functionirt haben. Es möge bemerkt werden, dass die Lage unserer Wohnung eine für derartige Messungen günstige ist. Dieselbe befindet sich nämlich ziemlich isolirt gelegen im Norden Wolfenbüttels am Rande einer Wiese, welche sich von Wolfenbüttel circa 4 *km* nach Norden hin erstreckt. Als Standort für die Beobachtungen des Potentialgefälles auf freier Ebene erwählten wir einen Platz, der circa 200 *m* vom Südrande der Wiese entfernt liegt und der von unserer Wohnung in wenigen Minuten erreichbar ist.

In einer, in Exner's Repertorium der Physik[1] erschienenen Publication haben wir bereits darauf aufmerksam gemacht, dass mit den transportablen Apparaten an kalten Wintertagen in unserer Gegend ein Messen im Freien unmöglich war, da das Elektroskop gegenüber den zu dieser Zeit herrschenden hohen Werthen des Potentialgefälles viel zu empfindlich ist. An solchen Tagen wird man gezwungen, die Flamme so niedrig über dem Erdboden anzubringen, dass die Schwierigkeit einer genauen Höhenbestimmung der Flamme bei der Reduction des Potentialgefälles auf 1 *m* Höhe eine ganz beträchtliche Unsicherheit verursacht. Wir haben bereits im Winter 1887/88 diese Fehlerquelle dadurch vermieden, dass wir die Messung auf der Wiese durch eine solche in dem vor dem Hause gelegenen Garten ersetzten, indem wir durch Beobachtungen an Tagen mit geringerem Potentialgefälle den Factor bestimmten, mit welchem die Werthe gemessen im Garten zu multipliciren waren, um sie auf Werthe im freien Felde zu reduciren. Wir gedenken auf diese Bestimmungen des Reductionsfactors noch zurückzukommen.

Da wir uns so entschliessen mussten, den Ort unserer Beobachtungen vom freien Felde weg zu verlegen, gingen wir nun auch so weit, dass wir einem der Elektroskope einen gegen die Witterungseinflüsse geschützten Platz im Hause selbst anwiesen. Durch diese Abänderung wurden die Beobachtungen bedeutend erleichtert, so dass wir selbst stündliche Ablesungen in Angriff nehmen konnten. Das Elektroskop stand in unserem

[1] J. Elster u. H. Geitel, Rep. d. Phys., Bd. 24, S. 486, 1888.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

im Erdgeschosse gelegenen Laboratorium, aus welchem durch eine durchbrochene Blechscheibe im Fenster ein in einem 15 *cm* weiten Eisenrohre axial ausgespannter Draht nach einem in der Mitte des Gartens aufgestellten, verstellbaren Petroleumlämpchen führte, das von einem Mascart'schen isolirenden Stative getragen wurde. Letzteres war von einem Blechcylinder von 37 *cm* Weite umgeben, den wir, solange nicht beobachtet wurde, vermittelst eines cylindrischen Aufsatzes geschlossen hielten.

Das Standelektroskop war nach dem Exner'schen Princip construirt und von uns vermittelst einer Batterie von 200 Platinzinkwasserelementen calibrirt. Die 200 Elemente repräsentiren nach Exner eine elektromotorische Kraft von 212 Volt und verursachten an dem Elektroskop eine Divergenz von 22·1 Scalentheilen, während Ausschläge bis zu 40 Scalentheilen abzulesen waren. Selbstverständlich musste für diese neue Anordnung des Apparates der Reductionsfactor neu bestimmt werden.

Bei der Calibrirung des Elektroskopes zeigte sich, dass die Zunahme der Divergenz, wenn die Ladung der Blättchen von 25 zu 25 Volts fortschritt, nahezu linear verlief. Wir haben kein Bedenken getragen, nach diesem sich so ergebenden Gesetze der Zunahme der Divergenz auch Spannungen zu berechnen, die Divergenzen bis zu 35 Scalentheilen verursachten. Eine Rechtfertigung dieses Verfahrens liegt in folgendem Umstande. Beobachteten wir an Tagen mit so hoher Spannung, dass der Ausschlag des Standelektroskopes zwischen 22·1 und 35·0 Scalentheilen lag, und nahmen wir mittelst der Exner'schen transportablen Apparate eine Messung im Garten vor (allerdings in so geringer Höhe, dass das Instrument noch ausreichte), so mussten bei Reduction auf 1 *m* Höhen freien Standortes die Ablesungen nahezu gleiche Werthe ergeben. Wir überzeugten uns mehrfach davon, dass dies innerhalb der erreichbaren Grenzen der Fall war.

Um schliesslich auch Werthe zu messen, welche 2000 Volt nahekommen, wurde die Flamme so tief gestellt, dass sie nur eben aus dem umgebenden, zur Erde abgeleiteten Metallgehäuse emporragte.

Einige vergleichende Versuchsreihen zeigten, dass alsdann die so gemessenen Volt mit 1·5 zu multipliciren waren, um ein mit den üblichen Ablesungen vergleichbares Resultat zu liefern.

Derartige Controlbeobachtungen waren natürlich nur möglich an solchen Tagen, wo die Divergenz des Elektroskopes eine zwar sehr grosse war, sich aber aus dem auscalibrirten Theile der Elektroskopscala noch nicht entfernte.

Wir haben somit unsere Beobachtungen unter vier verschiedenen Bedingungen ausgeführt, nämlich:

*A.* Mittelst des Exner'schen Elektroskopes:

1. auf freier Wiese,
2. im Garten.

*B.* Mittelst des Standelektroskopes im Laboratorium:

1. bei aus dem Metallmantel hervorragender Flamme,
2. bei zurückgezogener Flamme.

Die zur Reduction der Beobachtungen auf freiem Standorte und 1 *m* Höhe nöthigen Factoren wurden durch gesonderte Beobachtungen bestimmt. Es kann nicht in Abrede gestellt werden, dass die Verwendung der Reductionsfactoren eine gewisse Unsicherheit in die Resultate hineinträgt. Wir bemerkten nämlich bald, dass dieselben an verschiedenen normalen Tagen keineswegs genau gleich ausfielen, so dass also erst der Mittelwerth aus einer grösseren Reihe von Beobachtungen an verschiedenen Tagen einiges Zutrauen verdient.

Im Allgemeinen zeigte sich nämlich, dass der Reductionsfactor zwischen Wiese—Garten um so höher wurde, je grösser die elektrische Spannung der Luft war. Eine Erklärung dieser Erscheinung dürfte durch die folgende Überlegung gegeben sein.

Man ist bei hohen Potentialwerthen gezwungen, die Flamme sehr niedrig über dem Erdboden anzubringen. Nun ist aber der Punkt, in welchem sich die Flamme in einzelne leitende Partikelchen auflöst, d. i. derjenige, dessen Potentialdifferenz gegen die Erde man beobachtet, gar nicht sicher bestimmbar. Liegt derselbe z. B. nur wenige Centimeter über der sichtbaren Flammenspitze und rechnet man die Höhe der Flamme über dem Erdboden nur bis zu dieser, so führt man eine zu geringe Höhe in die Rechnung ein und erhält demgemäss auch einen zu grossen Reductionsfactor.

Diese Thatsache hatten wir bei der Publication unserer Beobachtungen über atmosphärische Elektricität in Exner's Repertorium nicht berücksichtigt. Es stellte sich nachträglich heraus, dass wir in Folge dessen den Reductionsfactor höchst

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

wahrscheinlich zu gross angenommen hatten. Dieser Umstand hat uns bewogen, die dort schon publicirten Messungen nochmals unter Zugrundelegung eines verlässlicheren Werthes für den Reductionsfactor umzurechnen und den hier veröffentlichten einzuverleiben.

In der folgenden Tabelle haben wir die von uns vorgenommenen Bestimmungen der Reductionsfactoren für Wiese—Garten zusammengestellt.

## Tabelle I.

Reductionsfactoren für Wiese—Garten, 1888.

| Nr. | Tag | Stunde | Factor | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|
| | | | | Witterung: |
| 1 | 27./4. | 11 *a* | 2·13 | Fast normal. |
| 2 | 30./5. | 9 *a* | 1·66 | Ganz normal. |
| 3 | 12./8. | 9 *a* | 1·78 | Fast normal. |
| 4 | 20./9. | 6 *p* | 1·93 | Ganz normal. |
| 5 | 21./9. | $10\frac{3}{4}$ *a* | 1·79 | |
| 6 | 21./9. | $5\frac{1}{2}$ *p* | 1·85 | |
| 7 | 22./9. | $10\frac{1}{2}$ *a* | 1·97 | Fast normal. |
| 8 | 22./9. | 2 *p* | 1·67 | |
| 9 | 22./9. | $5\frac{1}{2}$ *p* | 1·72 | Ganz normal. |
| 10 | 23./9. | 11 *a* | 1·76 | Fast normal. |
| 11 | 27./9. | 11 *a* | 1·58 | Ganz normal. |
| 12 | 27./9. | $4\frac{1}{2}$ *p* | 1·69 | |
| 13 | 25./10. | 11 *a* | 1·63 | |
| 14 | 26./10. | 11 *a* | 1·75 | Heiter, Cirrus. |
| | Mittelwerth.. ..... | | 1·78 | |

Man sieht, dass die einzelnen Factoren innerhalb recht beträchtlicher Amplituden schwanken. Den Mittelwerth 1·78 haben wir allen nachfolgenden Berechnungen zu Grunde gelegt.

Wir bestimmten nun durch gleichzeitige Beobachtung den Reductionsfactor für: Messung im Garten — Messung im Laboratorium (*A*, 2 — *B*, 1, vergl. S. 913) und fanden hier Werthe, die zwischen 3·1 und 3·5 lagen. Die letzteren ergaben sich, wenn wir gezwungen waren, selbst im Garten in sehr niedriger Höhe zu messen; die ersteren, wenn sich die Flamme in circa 1 *m* Höhe über dem Erdboden befand. Wir hielten uns aus den oben entwickelten Gründen für berechtigt, mit dem ersteren Werthe, also 3·1, die Reduction der Beobachtungen vorzunehmen.

Neben den elektrischen Messungen führten wir noch Beobachtungen der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit aus. Nachdem wir uns überzeugt hatten, dass unsere Resultate eine befriedigende Übereinstimmung mit denen der meteorologischen Station II. Ordnung in Braunschweig zeigten, zogen wir es vor, die dort beobachteten, jedenfalls verlässlichen Werthe für unsere Tabellen zu verwenden.

Das Material stellte uns der Vorstand der Station, Herr Klages, bereitwilligst zur Verfügung, wofür wir ihm auch an dieser Stelle unseren Dank sagen.

Schliesslich möchten wir noch auf eine bisweilen eintretende Täuschung hinsichtlich des Zeichens der elektrischen Spannung hinweisen. Man bestimmt dasselbe bekanntlich nach Exner's Vorschrift dadurch, dass ein kleines Ebonitstück gerieben und dem Elektroskope genähert wird. Nun haben wir aber bemerkt, dass dieses Ebonitstück, namentlich wenn es sich in feuchter Atmosphäre befindet oder befunden hat, bisweilen durch Reiben positiv elektrisch wird. Diese Fehlerquelle haben wir bei den Standbeobachtungen dadurch ganz vermieden, dass wir ein Bohnenberger'sches Elektroskop mässiger Empfindlichkeit zur Hand hatten, das jederzeit leicht und sicher das Zeichen der elektrischen Spannung zu bestimmen gestattete.

Für Beobachtungen im Freien dürfte es sich empfehlen, eine kleine Zamboni'sche Säule von 600 Plattenpaaren mitzuführen, die nicht in eine Glashülle eingeschlossen ist, sondern deren Plattenpaare auf eine dünne Seidenschnur aufgezogen sind. Derartige Säulen, mit leichter Mühe herstellbar, zeigen Jahre lang eine zu vorliegenden Zwecken ausreichende Spannung.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

## §. 3.

Die ursprüngliche Aufgabe, die wir uns bei unseren Messungen gestellt hatten, war, wie erwähnt, nach dem Vorgange von F. Exner den Verlauf der Luftelektricität in ihrer Abhängigkeit von der absoluten Feuchtigkeit der Luft für unseren Wohnort festzustellen, um so einen Vergleich mit den von Exner ermittelten Werthen ausführen zu können.

Bei diesem Bestreben erkannten wir jedoch bald, dass die tägliche Variation des Potentialgefälles sich für Wolfenbüttel in ganz anderer Weise abspielt, als für Wien und St. Gilgen oder Venedig, an welchen Orten Exner bekanntlich seine Messungen anstellte. Nach den von Exner gegebenen Curven[1] beobachtete er in St. Gilgen täglich zwei ziemlich schnell verlaufende Maxima, welche er von der Tabelle der normalen Werthe ausschloss. Der singuläre Charakter dieser Maxima dürfte diesem Verfahren eine gewisse Berechtigung gewähren.

Ein ähnliches Vorgehen war bei unseren Beobachtungen nicht wohl angebracht. Die tägliche Variation stellte sich nämlich (bei Ausschluss der Wintermonate) als eine ganz andere heraus. Sie scheint identisch zu sein mit der, wie sie sich aus den Beobachtungen des Observatoriums zu Kew[2] ergeben hat. Dabei fand sich noch ein auffallender, unseres Wissens bislang nicht constatirter Unterschied im Verlaufe des Potentialgefälles in den Sommer-, Herbst- und Frühjahrsmonaten einerseits und den Wintermonaten December, Jänner, Februar anderseits. Während nämlich zu den ersteren Zeiten ein ausgesprochenes Maximum zwischen 8 und 9 *a* erscheint und ein tiefes Minimum zwischen 5 und 6 *p*, schwanken in den Wintermonaten die beobachteten Werthe im Allgemeinen um einen gewissen Mittelwerth, dabei treten aber zu verschiedenen Stunden des Tages, scheinbar ohne äussere Veranlassung, hohe Maxima auf.

Die hier ausgesprochenen Behauptungen möchten wir durch einige Zahlen belegen:

---

[1] F. Exner, Diese Berichte, Bd. XCVII, Abth. IIa., März-Heft, S. 297, Jahrg. 1888.

[2] Arrhenius, Meteorol. Zeitschrift, Heft 9, S. 356, 1888.

## Tabelle II.

Stündliche Beobachtungen von 7 *a* bis 9 *p*, an fünf normalen Herbst- und Frühlingstagen.

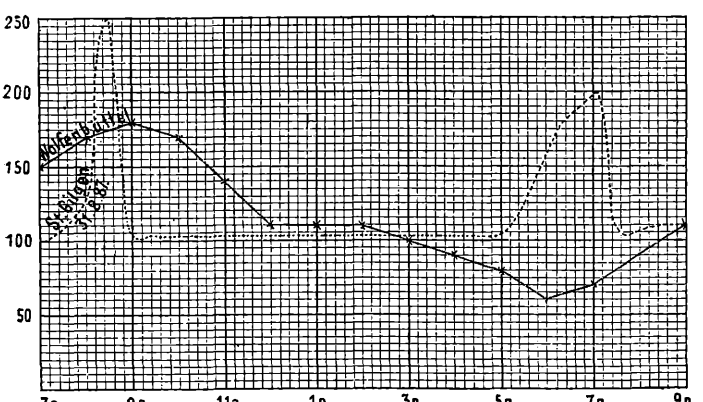
(Interpolirte Werthe sind durch * gekennzeichnet.)

| Datum | 7 *a* | 8 *a* | 9 *a* | 10 *a* | 11 *a* | 0 | 1 *p* | 2 *p* | 3 *p* | 4 *p* | 5 *p* | 6 *p* | 7 *p* | 9 *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24./9. 1888 | 180 | 247 | 113* | 113* | 113* | 113* | 105 | 95* | 85 | 71 | 62 | 28 | 116 | 120* |
| 27./9. 1888 | 176 | 157* | 139 | 130 | 178 | 139 | 167 | 121 | 107 | 134 | 133* | 132 | 103 | 103 |
| 28./9. 1888 | 28 | 88* | 88* | 135 | 103 | 39 | 71 | 116 | 115 | 114 | 84 | 50 | 51 | 77* |
| 5./4. 1889 | 204 | 200 | 215 | 267 | 200 | 164 | 150 | 205 | 145 | 85 | 70 | 80 | 45 | 157* |
| 6./5. 1889 | 148 | 140 | 336 | 231* | 126 | 93 | 40 | 40 | 43 | 59 | 40 | 20 | 68 | 106* |
| Mittel .. | **147** | **166** | **178** | **175** | **144** | **110** | **107** | **115** | **99** | **93** | **78** | **62** | **77** | **112** |

In Tab. II haben wir zunächst die stündlichen Beobachtungen von $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ von 7 *a* bis 9 *p* an fünf normalen Herbst- und Frühlingstagen verzeichnet.

Stellt man die sich aus den Stundenmitteln ergebende Potentialcurve in ihrer Abhängigkeit von den Stunden des Tages

Fig. 1.




dar (Fig. 1), so erhält man eine Linie, welche mit der von F. Exner zu St. Gilgen beobachteten nur das gemein hat (des besseren Vergleiches wegen ist auch diese Curve in Fig. 1 punktirt verzeichnet), dass auch sie ein ausgesprochenes Maximum in der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nähe von 9 *a* zeigt. Alsdann ist aber der Verlauf der beiden Curven ein total verschiedener. An Stelle des von Exner mit grosser Regelmässigkeit beobachteten Abendmaximums von ziemlich jähem Verlaufe tritt bei uns ein sehr tiefes Minimum zu fast der gleichen Zeit (6 *p*) auf. Um diese Zeit sinkt das Potential zuweilen auf einen geringen Bruchtheil seines Morgenwerthes herab (vergl. die Messungen vom 24./9. 1888 und 6./5. 1889, Tab. II).

Ein derartiges allmäliges Absinken des Potentialgefälles haben wir an allen normalen Herbst- und Frühlingstagen beobachtet. Da stündliche Beobachtungen nicht an allen Tagen durchgeführt werden konnten, dagegen von fast allen solchen Tagen vereinzelte Messungen von Morgen, Mittag und Abend vorlagen, so haben wir in Tab. III die Werthe vom $\frac{\partial V}{\partial n}$, bezogen auf mittlere Beobachtungszeiten, zusammengestellt. Aus den Mittelwerthen ergibt sich ebenfalls die Richtigkeit obiger Behauptung.

Die absolute Feuchtigkeit $p_0$, sowie die mittlere Bewölkung finden sich ebenfalls in der Tabelle verzeichnet.

## Tabelle III.

Werthe von $\frac{\partial V}{\partial n}$ an Herbst- und Frühlingstagen, bezogen auf mittlere Beobachtungszeiten.

| Nr. | Datum | Morgen 10 *a* | | Mittag 2 *p* | | Abend 5 *p* | | Mittlere Bewölkung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $p_0$ | |
| 1 | 19./9. 1888 | 242 | 5·9 | 99 | 6·8 | 90 | 7·3 | 0·0 |
| 2 | 21./9. 1888 | 242 | 7·3 | 185 | 7·5 | 137 | 7·6 | 0·0 |
| 3 | 22./9. 1888 | 244 | 7·7 | 112 | 9·3 | 100 | 8·7 | 0·3 |
| 4 | 23./9. 1888 | 185 | 6·8 | 126 | 8·1 | 77 | 8·9 | 0·3 |
| 5 | 24./9. 1888 | 247 | 6·9 | 112 | 9·5 | 116 | 9·5 | 0·7 |
| 6 | 28./9. 1888 | 115 | 4·6 | 71 | 6·2 | 55 | 6·3 | 1·3 |
| 7 | 24./10. 1888 | 143 | 6·3 | 158 | 6·3 | 96 | 5·1 | 3·0 |
| 8 | 5./4. 1889 | 267 | 4·1 | 205 | 4·1 | 75 | 4·9 | 0·3 |
| 9 | 5./5. 1889 | 137 | 8·4 | 49 | 7·8 | 43 | 8·2 | 0·3 |
| 10 | 6./5. 1889 | 231 | 8.1 | 40 | 7·0 | 40 | 7·7 | 0·3 |
| Mittel .... | | **205** | **6·6** | **116** | **7·3** | **83** | **7·4** | — |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Der Verlauf von $\frac{\partial V}{\partial n}$ in den Wintermonaten dagegen ist ein gänzlich anderer.

Als Beispiel haben wir den kältesten Tag des Jahres gewählt und die oben genannten meteorologischen Elemente mit in die Tab. IV eingetragen.

## Tabelle IV.

Variation von $\frac{\partial V}{\partial n}$ an einem normalen Wintertage.

Datum: 15. Jänner 1889.

Charakteristik des Tages: Ganz normaler, fast windstiller Wintertag. Von $4\,p$ ab am W-Horizont einige leichte Cirrostratus, sonst absolut klar bis auf eine plötzliche lichte Bewölkung um $7\,p$. Mittlere Bewölkung: 1·3, absolute Feuchtigkeit:

| $7\,a$ | $2\,p$ | $9\,p$ |
|---|---|---|
| 1·2 | 1·5 | 1·4 |

| Beobachtungszeit | $8\,a$ | $8\frac{1}{2}\,a$ | $9\,a$ | $9\frac{3}{4}\,a$ | $12\frac{1}{4}\,p$ | $1\frac{1}{4}\,p$ | $2\frac{1}{4}\,p$ | $3\frac{1}{2}\,p$ | $4\,p$ | $5\,p$ | $6\,p$ | $7\,p$ | $8\frac{1}{4}\,p$ | $9\,p$ | $10\,p$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{\partial V}{\partial n}$ | 347 | 394 | 490 | 353 | 356 | 350 | 213 | 251 | 257 | 360 | 471 | 766 | 409 | 422 | 428 |
| $t°$ C. | −14·4 | −14·7 | −14·6 | −13·7 | −11·1 | −11·0 | −10·3 | — | −11·1 | −12·0 | −12·5 | −12·4 | — | −13·4 | −13·6 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Ähnliche Beobachtungen haben wir an allen normalen Tagen, des Winter 1888/89 durchgeführt. Die Resultate unserer Messungen sind in Tab. V verzeichnet.

## Tabelle V.

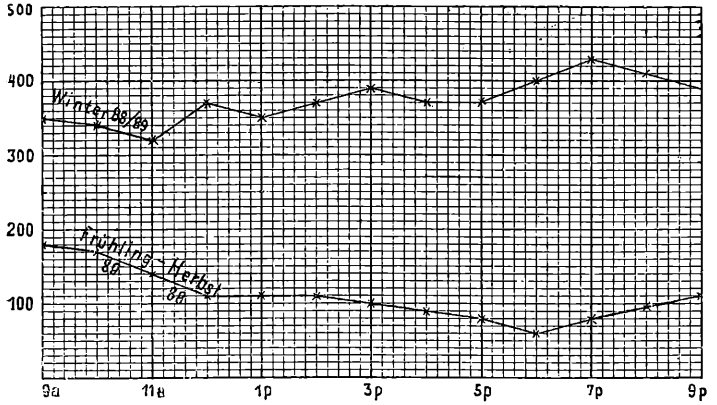
### Tabelle der stündlichen Beobachtungen in den Wintermonaten 1888/89.

(Interpolirte Werthe sind durch * gekennzeichnet.)

| Nr. | Datum | | 9 *a* | 10 *a* | 11 *a* | 12 *m* | 1 *p* | 2 *p* | 3 *p* | 4 *p* | 5 *p* | 6 *p* | 7 *p* | 8 *p* | 9 *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 8 | XII | 136 | 160* | 160* | 185 | 146 | 185 | 186 | 182 | 205 | 219 | 418 | 338 | 218* |
| 2 | 13 | XII | 243* | 287 | 268 | 206 | 199 | 230 | 200 | 194 | 194 | 217 | 249 | 265* | 282 |
| 3 | 14 | XII | 545 | 513* | 481 | 543 | 342 | 314* | 286 | 266 | 296 | 252 | 298 | 261 | 254 |
| 4 | 19 | XII | 262* | 262 | 262 | 251 | 240 | 256* | 273 | 423 | 465* | 508 | 420 | 370 | 447* |
| 5 | 29 | XII | 263 | 291* | 291* | 319 | 329 | 397 | 496 | 508 | 577 | 570 | 474 | 406 | 356 |
| 6 | 3 | I | 515 | 282 | 381 | 291 | 425 | 366 | 459 | 394 | 454* | 515 | 360 | 425 | 471 |
| 7 | 5 | I | 270 | 422 | 301 | 629 | 580 | 604 | 532 | 397 | 412 | 496 | 457* | 457* | 418 |
| 8 | 9 | I | 460* | 360 | 291 | 462 | 515 | 485* | 456 | 440 | 459 | 484 | 488* | 493 | 657 |
| 9 | 14 | I | 239 | 322 | 325 | 394 | 301 | 260 | 298 | 208 | 186 | 195 | 298 | 356 | 344 |
| 10 | 15 | I | 490 | 353 | 354* | 356 | 350 | 213 | 251 | 257 | 360 | 471 | 766 | 409 | 422 |
| 11 | 13 | II | 558 | 667 | 533 | 614 | 378 | 540 | 670 | 828 | 478 | 558 | 477 | 707 | 409 |
| 12 | 6 | III | 194* | 194* | 202 | 242 | 431* | 620 | 530 | 356 | 344* | 332 | 434 | 412 | 396 |
| Mittel.... | | | **347·9** | **342·7** | **320·7** | **374·3** | **353·0** | **372·5** | **386·4** | **371·1** | **369·2** | **401·4** | **428·2** | **408·2** | **389·5** |

Bildet man die Stundenmittel, so erhält man die in Fig. 2 dargestellte Curve, die um 11 *a* ein schwaches Minimum, um 7 *p* ein einigermassen ausgesprochenes Maximum zeigt. Auch hier ist die Curve der Mittelwerthe der Tab. II nochmals entworfen, um den grossen Unterschied zwischen Herbst- und Winterbeobachtungen zu Tage treten zu lassen.

Fig. 2.




Ausser den in Tab. V aufgeführten Serien haben wir auch an anderen Tagen Messungsreihen gewonnen, die, obgleich lückenhaft, doch noch zur Bildung eines brauchbaren Tagesmittels, sowie zur Festlegung der Zeiten der Maxima und Minima ausreichten. Dieselben sind vereinigt mit den aus Tab. V entnommenen in Tab. VI zusammengestellt.

Bei diesen Beobachtungen zeigte sich zugleich die von F. Exner aufgefundene Thatsache, nämlich die Zunahme des Potentialgefälles mit abnehmendem Dunstdruck, im Allgemeinen bestätigt. Die oben angegebenen meteorologischen Elemente der betreffenden Tage sind auch hier mit aufgeführt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



## Tabelle VI.

### Tagesmittel von $\frac{\partial v}{\partial n}$ im Winter 1888/89.

| Nr. | Jahr | Tag | $\frac{\partial V}{\partial n}$ (Tagesmittel) | $\frac{\partial V}{\partial n}$ Maximum | $\frac{\partial V}{\partial n}$ Minimum | Zeit des Maximum | Zeit des Minimum | $p_0$ | $t°$ C. | $n$ Anzahl der Beobachtungen | Bewölkung | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1888 | 23./9. | 127 | 187 | 57 | 9 $p$ | 6 $p$ | 8·0 | + 9·8 | 10 | 0·3 | Absolut wolkenloser windstiller Tag. |
| 2 | 1888 | 24./9. | 113 | 247 | 28 | $8\frac{1}{2}$ $a$ | 6 $p$ | 7·5 | +10·2 | 10 | 0·7 | |
| 3 | 1888 | 27./9. | 142 | 178 | 109 | 11 $a$ | 3 $p$ | 6·5 | + 9·7 | 10 | 0·0 | Bis 5 $p$ normaler wolkenloser Tag. |
| 4 | 1888 | 18./10. | 231 | 286 | 104 | 2 $p$ | 4 $p$ | 4·8 | + 4·9 | 11 | 4·0 | Von 2 $p$ ab normaler wolkenloser Tag. |
| 5 | 1888 | 19./10. | 252 | 368 | 143 | $8\frac{1}{2}$ $a$ | 9 $p$ | 3·8 | + 1·1 | 10 | 0·0 | Bis 11 $a$ normal, dann bis 6 $p$ verschleiert, dann wieder normal. |
| 6 | 1888 | 8./12. | 218 | 418 | 136 | $7\frac{1}{2}$ $p$ | 9 $a$ | 4·2 | + 2·6 | 10 | 0·3 | Morgens Bodennebel, sonst normal. |
| 7 | 1888 | 12./12. | 330 | 553 | 283 | 5 $p$ | $10\frac{1}{3}$ $a$ | 3·9 | − 1·8 | 7 | 5·0 | Heiteres, sehr dunstiges, windstilles Frostwetter. |
| 8 | 1888 | 13./12. | 243 | 333 | 194 | 10 $p$ | 4 $p$ | 3·2 | − 2·6 | 13 | 4·7 | Morgens ziemlich lebhafter E-Wind, sonst normal. |
| 9 | 1888 | 14./12. | 341 | 545 | 226 | $9\frac{1}{3}$ $a$ | 10 $p$ | 2·5 | − 2·7 | 13 | 0·3 | Ganz normaler Tag. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 1888 | 19./12. | 346 | 524 | 240 | 10 *p* | 1½ *p* | 4·1 | + 1·1 | 11 | 1·7 | Von 5¾ *p* ab ganz normal, vorher viel Dunst. |
| 11 | 1888 | 29./12. | 427 | 577 | 263 | 5 *p* | 9½ *a* | 4·6 | + 1·8 | 12 | 0·7 | Heiteres, zur trockenen Nebelbildung neigendes Wetter. |
| 12 | 1889 | 3./1. | 406 | 515 | 282 | 6 *p* | 10 *a* | 2·0 | — 9·2 | 13 | 0·3 | |
| 13 | 1889 | 4./1. | 425 | 608 | 263 | 2 *p* | 7 *a* | 2·2 | — 6·2 | 14 | 3·0 | |
| 14 | 1889 | 5./1. | 452 | 629 | 270 | 12 *m* | 9 *a* | 2·4 | — 6·2 | 12 | 0·7 | |
| 15 | 1889 | 6./1. | 349 | 434 | 177 | 11 *a* | 4½ *p* | 2·5 | — 5·7 | 8 | 0·0 | |
| 16 | 1889 | 7./1. | 329 | 459 | 186 | 2½ *p* | 10 *a* | 2·8 | — 4·3 | 6 | 3·3 | Heiteres, zur trockenen Nebelbildung neigendes Wetter, doch öfter starke Cirri. |
| 17 | 1889 | 9./1. | 460 | 657 | 291 | 9 *p* | 11½ *a* | 3·8 | — 1·4 | 11 | 0·7 | Heiteres dunstiges Frostwetter. |
| 18 | 1889 | 14./1. | 293 | 394 | 208 | ½ *p* | 4 *p* | 1·9 | — 9·5 | 8 | 1·7 | Bis 4 *p* normaler Wintertag. |
| 19 | 1889 | 15./1. | 391 | 766 | 213 | 7 *p* | 2¼ *p* | 1·4 | —13·3 | 15 | 1·3 | Ganz normal, gegen Abend jedoch vorübergehende Bewölkung. |
| 20 | 1889 | 17./1. | 425 | 570 | 304 | 2 *p* | 9¼ *a* | 2·3 | — 6·8 | 13 | 2·3 | Bis 4 *p* normal, dann viel Cirri. |
| 21 | 1889 | 27./1. | 310 | 446 | 174 | 2 *p* | 5 *p* | 4·3 | — 0·5 | 6 | 3·7 | Luft sehr durchsichtig; normal bis 4½ *p*, dann Trübung. |
| 22 | 1889 | 3./2. | 210 | 478 | 109 | 6 *p* | 2 *p* | 3·6 | — 2·8 | 9 | 3·7 | Morgens Schneefall; 11 *a* Ausheiterung, Abends Cirri. |
| 23 | 1889 | 13./2. | 581 | 828 | 378 | 4 *p* | 12¾ *p* | 1·5 | —11·8 | 15 | 4·0 | Morgens Rauhreif, Bodennebel, dann normal. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| Nr. | Jahr | Tag | $\frac{\partial V}{\partial n}$ (Tagesmittel) | $\frac{\partial V}{\partial n}$ Maximum | $\frac{\partial V}{\partial n}$ Minimum | Zeit des Maximum | Zeit des Minimum | $p_0$ | $t°$ C. | $n$ Anzahl der Beobachtungen | Bewölkung | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24 | 1889 | 28./2. | 237 | 397 | 93 | $2\,p$ | $12\,m$ | 2·8 | — 4·8 | 6 | 6·3 | Stark verschleierter, dunstiger Frosttag, viel Cirri und Stratus am Horizont. |
| 25 | 1889 | 3./3. | 395 | 645 | 147 | $12\,m$ | $9\frac{1}{4}\,a$ | 2·1 | — 7·8 | 10 | 4·0 | Bis $4\,p$ normaler, dunstiger Frosttag; von $4\,p$ ab Cirri. |
| 26 | 1889 | 6./3. | 378 | 620 | 186 | $2\frac{1}{2}\,p$ | $7\frac{1}{2}\,a$ | 2·3 | — 6·9 | 11 | 3·0 | Wolkenloser dunstiger Frosttag. |
| 27 | 1888 | 5./4. | 157 | 267 | 45 | $10\,a$ | $7\,p$ | 4·4 | + 3·6 | 12 | 0·3 | Fast ganz normal; nur im E lichter Wolkenstreif. |

Man beachte bei dieser Tabelle auch, dass im Winter die Zeiten der Hauptmaxima und -Minima ganz ungemein variiren.

Aus dem bislang angeführten Beobachtungsmaterial dürfte hervorgehen, dass im Winter jede beliebige Messung, zu einer Tageszeit angestellt, welche es auch sei, mit jeder anderen des gleichen Tages gleichberechtigt ist. Es ist unzulässig, hier gewisse Tageszeiten auszuschliessen, vorausgesetzt, dass die Witterung ihren normalen Charakter beibehält.

Im Sommer zeigt die Curve des Potentialgefälles einen so stetigen Verlauf, dass bestimmte Zeiten auch hier nicht ausgeschlossen werden können.

## §. 4.

Wie es bei dem täglichen Verlaufe des elektrischen Potentialgefälles misslich erschien, irgend welche unter normalen Witterungsverhältnissen gewonnenen Beobachtungen auszuschliessen, so haben wir auch bei der Zusammenstellung jener Beobachtungen, welche sich durch einen Zeitraum von anderthalb Jahren hindurchziehen und welche angestellt wurden, um den Zusammenhang des Potentialgefälles $\left(\frac{\partial V}{\partial n}\right)$ mit dem Dunstdrucke $p_0$ für unsere Gegenden nach Exner's Theorie zu prüfen, jeden willkürlichen Eingriff in das gesammelte Material vermieden.

Die von Exner in seiner Theorie geforderte Bedingung, dass der Messung eine Reihe schöner Tage bereits vorangegangen sein muss, ist allerdings für unsere Gegenden höchst selten erfüllt. Wird das Verlangen gestellt, dass die Witterung dieser Bedingung genügt, so würde das Beobachtungsmaterial ausserordentlich spärlich ausfallen. Selbst an den schönsten Wintertagen treten Cirrusbildungen, plötzliche lichte Bewölkungen, die dann schnell vorübergehen, ferner Dunst- und Nebelbildungen zu irgend einer Zeit fast regelmässig ein. Wir haben daher die Grenzen für die Aufnahme einer Beobachtung in die Haupttabelle etwas weiter gezogen und alle Werthe beibehalten, die bei heiterem oder wolkenlosem Himmel beobachtet wurden.

In dem oben erwähnten Zeitraume haben wir 236 Einzelmessungen ausgeführt, von denen nur neun, nämlich die Nummern: 22, 88, 89, 96, 110, 114, 115, 140 und 212 der Tabelle VIII nachträglich verworfen wurden, weil uns an den betreffenden Tagen die Witterung als keine normale erschien.

In derselben haben wir auch die mittlere Bewölkung des Tages für Braunschweig mit angegeben als ungefähres Maass für die Zuverlässigkeit der betreffenden Messungen. Es ist wohl kaum nöthig, daran zu erinnern, dass diese Bewölkungsziffer, da sie nur das Mittel aus drei Beobachtungen ist ($7a$, $2p$, $9p$), durch Zufall eine sehr hohe sein kann, während doch in den Zwischenzeiten klarer Himmel geherrscht hat. Um Missverständnisse auszuschliessen, ist desshalb hinter jeder Messung die Witterung während der Beobachtung kurz gekennzeichnet.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



## Tabelle VII (Haupttabelle).

Bestimmung des Potentialgefälles an normalen Tagen vom 23. August 1887 bis zum 5. April 1889.

| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ | $t°$ C. | Absolute Feuchtigkeit $p_0$ | Windrichtung | Mittlere Bewölkung | Witterung während der Beobachtung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1887 | 23./8. | $6\frac{1}{2}\,p$ | 40 | 14·4 | 8·1 | SW | 2·7 | Fast normal. |
| 2 | 1887 | 25./8. | $4\frac{3}{4}\,p$ | 80 | 26·6 | 9·4 | SE | 0·3 | Normal. |
| 3 | 1887 | 26./8. | $5\,p$ | 76 | 24·6 | 10·1 | SE | 1·7 | Im W schwach bewölkt, sonst klar. |
| 4 | 1887 | 27./8. | $5\,p$ | 86 | 27·7 | 12·0 | S | 5·0 | Heiter, Horizont dunstig. |
| 5 | 1887 | 28./8. | $5\,p$ | 78 | 29·2 | 10·4 | SE | 2·3 | Normal. |
| 6 | 1887 | 3./9. | $5\,p$ | 84 | 20·0 | 8·7 | SW | 1·0 | |
| 7 | 1887 | 8./9. | $5\,p$ | 64 | 12·1 | 7·9 | NW | 8·7 | |
| 8 | 1887 | 9./9. | $5\,p$ | 81 | 13·7 | 7·7 | SE | 6·7 | Horizont bewölkt, sonst klar. |
| 9 | 1887 | 17./9. | $6\,p$ | 37 | 15·4 | 7·9 | W | 3·7 | Normal, absolut windstill, Nebel auf den Wiesen. |
| 10 | 1887 | ? | $5\,p$ | 66 | 13·4 | 8·0 | N | ? | Normal. |
| 11 | 1887 | 26./10. | $3\,p$ | 222 | 4·2 | 3·9 | SW | 0.7 | |
| 12 | 1887 | 3./11. | $4\,p$ | 189 | 10·8 | 5·8 | S | 4·3 | Heiter, Horizont umflort, Cirri. |
| 13 | 1887 | 5./11. | $3\,p$ | 85 | 10·5 | 5·7 | S | 1·7 | Normal. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 14 | 1887 | 7./11. | 2 *p* | 212 | 10·3 | 6·1 | E | 3·7 | Normal. |
| 15 | 1887 | 16./11. | 9 *a* | 263 | — 6·0 | 2·5 | S | 3·3 | Windstill; leicht bedeckt; Schneedecke. |
| 16 | 1887 | 17./11. | 12 *m* | 219 | — 3·8 | 2·2 | SE | 0·3 | Normal; Schneedecke. |
| 17 | 1888 | 1./1. | 3 *p* | 810 | — 6·5 | 2·3 | S | 4·0 | Normal, ganz windstill. |
| 18 | 1888 | 2./1. | 4 *p* | 790 | — 5·5 | 2·3 | S | 1·0 | |
| 19 | 1888 | 13./1. | 5 *p* | 208 | — 2·1 | 3·4 | W | 1·3 | Ganz klar, doch Horizont umflort, Wind ziemlich lebhaft. |
| 20 | 1888 | 30./1. | 5 *p* | 461 | —13·5 | 1·8 | SE | 1·7 | Klar, doch dichter Nebel auf den Wiesen. |
| 21 | 1888 | 31./1. | 12 *m* | 262 | —10·4 | 1·5 | SE | 0·0 | Klar, fast windstill; Schneedecke. |
| 22 | 1888 | 24./2. | 6 *p* | 307 | — 5·6 | 1·8 | NE | 9·0 | Halb heiter; Wolkenbänke am Horizont; Schneedecke. |
| 23 | 1888 | 25./2. | 6 *p* | 605 | — 8·5 | 1·9 | E | 0·3 | Klar, dunstig; Schneedecke. |
| 24 | 1888 | 27./4. | 11 *a* | 188 | 6·6 | 3·2 | W | 6·7 | Fast klar; Cirrusschleier. |
| 25 | 1888 | 2./5. | 6 *p* | 83 | 14·6 | 6·0 | S | 3·3 | Normal, vereinzelte Cirri. |
| 26 | 1888 | 15./5. | 2 *p* | 100 | 13·8 | 4·0 | S | 1·7 | Klar, einzelne Cirri, windstill. |
| 27 | 1888 | 17./5. | 5 *p* | 56 | 25·5 | 8·7 | SW | 3·3 | Cirri, Horizont dunstig. |
| 28 | 1888 | 19./5. | 8 *a* | 182 | 22·6 | 9·2 | S | 4·7 | Heiter. |
| 29 | 1888 | 22./5. | ? | 76 | 13·4 | 4·8 | NE | 1·7 | Normal, doch ziemlich lebhafter Wind. |
| 30 | 1888 | 23./5. | 7½ *p* | 154 | 12·5 | 5·0 | NE | 2·3 | Heiter, Cirri im E, fast windstill. |
| 31 | 1888 | 24./5. | 8 *a* | 123 | 17·3 | 7·8 | N | 4·0 | Heiter, Dunst, ziemlich lebhafter Wind; Höhenrauch. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ | $t°$ C. | Absolute Feuchtigkeit $p_0$ | Windrichtung | Mittlere Bewölkung | Witterung während der Beobachtung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 32 | 1888 | 28./5. | 8 *a* | 118 | 13·8 | 5·3 | SE | 0·7 | Normal, Horizont umflort. |
| 33 | 1888 | 30./5. | 9 *a* | 81 | 20·0 | 8·5 | SE | 7·0 | Normal, Horizont dunstig. |
| 34 | 1888 | 4./6. | $6\frac{1}{2}$ *p* | 58 | 21·6 | 9·4 | NW | 5·7 | |
| 35 | 1888 | 11./6. | $6\frac{1}{2}$ *p* | 56 | 17·5 | 7·2 | SE | 1·3 | |
| 36 | 1888 | 12./6. | $6\frac{1}{2}$ *p* | 52 | 23·5 | 9·7 | S | 1·0 | Normal. |
| 37 | 1888 | 22./6. | $10\frac{1}{2}$ *a* | 38 | 25·4 | 10·5 | E | 1·7 | Heiter, doch lebhafter Wind. |
| 38 | 1888 | 22./6. | $7\frac{3}{4}$ *p* | 39 | 22·7 | 11·0 | E | 1·7 | Heiter, Horizont bewölkt. |
| 39 | 1888 | 24./6. | $9\frac{1}{2}$ *a* | 97 | 24·1 | 10·1 | E | 1·0 | Heiter, lebhafter Wind. |
| 40 | 1888 | 24./6. | $10\frac{1}{2}$ *a* | 54 | 24 1 | 10·1 | E | 1·0 | |
| 41 | 1888 | 25./6. | 8 *a* | 115 | 22·1 | 7·8 | E | 1·0 | Normal. |
| 42 | 1888 | 9./8. | $9\frac{3}{4}$ *a* | 88 | 20·1 | 12·6 | SW | 1·0 | Hormal, Horizont umflort. |
| 43 | 1888 | 10./8. | $11\frac{1}{2}$ *a* | 84 | 27·0 | 13·5 | SW | 6·3 | Heiter, am Horizont Cirri. |
| 44 | 1888 | 11./8. | 9 *a* | 89 | 26 9 | 14·6 | SW | 2·7 | Heiter, ziemlich lebhafter Wind. |
| 45 | 1888 | 12./8. | 9 *a* | 90 | 21·5 | 12·4 | NW | 5·0 | Heiter, einzelne Cirri. |
| 46 | 1888 | 15./8. | 10 *a* | 163 | 14·6 | 7·1 | NW | 7·0 | Heiter, Cirri. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 47 | 1888 | 24./8. | 10 *a* | 150 | 21·1 | 9·8 | SE | 1·3 | Heiter, Cirrusschleier; vereinzelte Cumuli im S. |
| 48 | 1888 | 25./8. | 11 *a* | 108 | 22·1 | 10·1 | SE | 0·3 | Normal, Wind ziemlich lebhaft. |
| 49 | 1888 | 31./8. | 5 *p* | 54 | 15·5 | 8·1 | SW | 1·0 | Heiter, windstill, im NW lichte Wolken. |
| 50 | 1888 | 1./9. | 5 *p* | 53 | 15·6 | 8·3 | E | 3·7 | Normal. |
| 51 | 1888 | 2./9. | 11½ *a* | 105 | 17·6 | 7·1 | N | 1·3 | Heiter vereinzelte Cumuli. |
| 52 | 1888 | 7./9. | 6 *p* | 39 | 15·6 | 7·9 | SW | 1·7 | Fast normal. |
| 53 | 1888 | 12./9. | 10 *a* | 88 | 15·3 | 8·6 | SW | 4·3 | Normal, doch ziemlich lebhafter Wind. |
| 54 | 1888 | 13./9. | 5½ *p* | 91 | 15·6 | 8·6 | NE | 4·0 | Heiter, Horizont dunstig, Cirri. |
| 55 | 1888 | 14./9. | 5 *p* | 78 | 17·6 | 7·9 | SE | 1·0 | Normal. |
| 56 | 1888 | 15./9. | 11½ *a* | 173 | 19·3 | 8·4 | SE | 2·7 | Heiter, Cirruswand im SW. |
| 57 | 1888 | 15./9. | 5½ *p* | 153 | 17·8 | 9·3 | SE | 2·7 | |
| 58 | 1888 | 18./9. | 2 *p* | 157 | 15·2 | 6·8 | E | 1·0 | |
| 59 | 1888 | 18./9. | 5 *p* | 134 | 15·6 | 7·0 | SE | 1·0 | Normal. |
| 60 | 1888 | 19./9. | 9½ *a* | 242 | 12·9 | 6·3 | SE | 1·7 | |
| 61 | 1888 | 19./9. | 2½ *p* | 99 | 17·3 | 6·8 | SE | 1·7 | |
| 62 | 1888 | 19./9. | 5¾ *p* | 90 | 14·6 | 7·0 | SE | 1·7 | |
| 63 | 1888 | 20./9. | 9½ *a* | 105 | 13·6 | 7·8 | E | 3·7 | Normal; leicht verschleiert. |
| 64 | 1888 | 20./9. | 6 *p* | 114 | 15·3 | 8·1 | E | 3·7 | Absolut klar. |
| 65 | 1888 | 21./9. | 10¾ *a* | 242 | 15·0 | 7·4 | SE | 0·0 | |
| 66 | 1888 | 21./9. | 2 *p* | 185 | 19·5 | 7·5 | SE | 0·0 | Normal. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ | $t°$ C. | Absolute Feuchtigkeit $p_0$ | Windrichtung | Mittlere Bewölkung | Witterung während der Beobachtung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 67 | 1888 | 21./9. | $5\frac{1}{2}\,p$ | 137 | 17·8 | 7·6 | SE | 0·0 | Normal. |
| 68 | 1888 | 22./9. | $10\frac{1}{2}\,a$ | 244 | 16·0 | 7 7 | SE | 0·3 | Normal; etwas Dunst. |
| 69 | 1888 | 22./9. | $2\,p$ | 112 | 21·0 | 9·3 | SE | 0·3 | |
| 70 | 1888 | 22./9. | $5\frac{1}{2}\,p$ | 100 | 19·0 | 8·7 | SE | 0·3 | |
| 71 | 1888 | 23./9. | $10\frac{3}{4}\,a$ | 185 | 19·1 | 7·4 | SE | 0·3 | Normal. |
| 72 | 1888 | 23./9. | $2\,p$ | 126 | 22·3 | 8·1 | SE | 0·3 | |
| 73 | 1888 | 23./9. | $5\,p$ | 77 | 21·1 | 8·5 | E | 0·3 | |
| 74 | 1888 | 24./9. | $8\frac{1}{2}\,a$ | 247 | 13·4 | 8·2 | SE | 0·7 | |
| 75 | 1888 | 24./9. | $1\frac{1}{2}\,p$ | 105 | 22·7 | 9·5 | SW | 0·7 | |
| 76 | 1888 | 24./9. | $7\,p$ | 116 | 12·5 | 9·5 | SW | 0·7 | |
| 77 | 1888 | 24./9. | $10\,p$ | 116 | 8·6 | 9·5 | SW | 0·7 | |
| 78 | 1888 | 26./9. | $11\frac{1}{4}\,a$ | 91 | 12·5 | 6·1 | SE | 4·0 | Halb heiter, Wind ziemlich lebhaft. |
| 79 | 1888 | 26./9. | $4\frac{1}{2}\,p$ | 73 | 13·5 | 6·2 | SE | 4·0 | Wolkenlos, windstill. |
| 80 | 1888 | 26./9. | $10\,p$ | 167 | 4·9 | 5·2 | SE | 4·0 | |
| 81 | 1888 | 27./9. | $10\frac{1}{3}\,a$ | 125 | 12·4 | 5·6 | SE | 0·0 | Normal. |
| 82 | 1888 | 27./9. | $4\frac{1}{2}\,p$ | 134 | 15·5 | 6·5 | SE | 0·0 | |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 83 | 1888 | 27./9. | $10\frac{1}{2}$ *p* | 104 | 2·5 | 6·3 | SE | 0·0 | Normal. |
| 84 | 1888 | 28./9. | $10\frac{1}{2}$ *a* | 119 | 10·6 | 5·5 | SE | 1·3 | Klar, in der Ferne Nebel. |
| 85 | 1888 | 28./9. | 1 *p* | 71 | 14·5 | 6·2 | E | 1·3 | Normal. |
| 86 | 1888 | 28./9. | 6 *p* | 50 | 7·6 | 6·2 | E | 1·3 | |
| 87 | 1888 | 28./9. | $11\frac{1}{4}$ *p* | 103 | 8·5 | 6·3 | E | 1·3 | |
| 88 | 1888 | 29./9. | 11 *p* | 102 | ? | 10·8 | SW | 9·0 | Sternklare Nacht nach trübem Tage. |
| 89 | 1888 | 8./10. | $8\frac{1}{2}$ *a* | 173 | 3·4 | 5·0 | W | 6·7 | Klar, Nebel in der Ferne. |
| 90 | 1888 | 18./10. | $2\frac{1}{2}$ *p* | 282 | 8·4 | 4·2 | E | 4·0 | Klar, im S Cirri. |
| 91 | 1888 | 18./10. | 5 *p* | 185 | 6·1 | 4·2 | E | 4·0 | Absolut klar. |
| 92 | 1888 | 18./10. | 10 *p* | 261 | 2·1 | 4·1 | E | 4·0 | |
| 93 | 1888 | 19./10. | 7 *a* | 268 | — 1·5 | 4·0 | SE | 2·0 | Normal. |
| 94 | 1888 | 19./10. | 9 *a* | 340 | 1·4 | 3·8 | SE | 2·0 | Normal, vereinzelte Cirri. |
| 95 | 1888 | 20./10. | 7 *a* | 180 | — 1·9 | 3·6 | S | 6·0 | Heiter, fast normal. |
| 96 | 1888 | 21./10. | 9 *a* | 197 | 2·6 | 4·5 | NW | 9·3 | Heiter, windstill, verschleiert. |
| 97 | 1888 | 24./10. | $11\frac{3}{4}$ *a* | 143 | 11·7 | 6·3 | W | 3·0 | Heiter, dunstig, windstill. |
| 98 | 1888 | 24./10. | 2 *p* | 158 | 12·8 | 6·3 | SW | 3·0 | Heiter, dunstig; Wind ziemlich lebhaft. |
| 99 | 1888 | 24./10. | 5 *p* | 96 | 8·5 | 5·7 | S | 3·0 | Ganz klar. |
| 100 | 1888 | 25./18. | 11 *a* | 92 | 11·1 | 6·1 | SW | 0·7 | Heiter, dunstig. |
| 101 | 1888 | 25./10. | 4 *p* | 131 | 10·5 | 6·5 | SW | 0·7 | Ganz klar, doch Wind ziemlich lebhaft. |
| 102 | 1888 | 26./10. | $11\frac{1}{2}$ *a* | 124 | 16·5 | 7·8 | S | 1·7 | Halb heiter; lebhafter Wind. |
| 103 | 1888 | 28./10. | 1 *p* | 153 | 19·1 | 9·6 | W | 3·3 | Cirri, lebhafter Wind, heiter. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ | $t°$ C. | Absolute Feuchtigkeit $p_0$ | Windrichtung | Mittlere Bewölkung | Witterung während der Beobachtung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 104 | 1888 | 28./10. | $4\frac{1}{3}\ p$ | 139 | 17·3 | 9·3 | SW | 3·3 | Heiter, Cirri im W. |
| 105 | 1888 | 28./10. | $7\frac{1}{2}\ p$ | 144 | 15·6 | 9·6 | SW | 3·3 | Ganz klar, doch lebhafter Wind. |
| 106 | 1888 | 5./11. | $5\ p$ | 164 | 0·5 | 2·9 | E | 3·7 | |
| 107 | 1888 | 14./11. | $9\frac{1}{2}\ a$ | 263 | — 3·3 | 2·4 | SE | 3·7 | Halb heiter, fast windstill. |
| 108 | 1888 | 14./11. | $2\ p$ | 222 | 0·9 | 2·5 | SE | 3·7 | Heiter, Wind ziemlich lebhaft. |
| 109 | 1888 | 14./11. | $9\ p$ | 215 | — 3·2 | 2·7 | S | 3·7 | Ganz klar. |
| 110 | 1888 | 16./11. | $8\frac{1}{2}\ a$ | 162 | 2·6 | 4·9 | SW | 8·3 | Halb heiter, windstill. |
| 111 | 1888 | 16./11. | $4\frac{1}{2}\ p$ | 183 | 7·4 | 5·6 | SW | 8·3 | Heiter. |
| 112 | 1888 | 18./11. | $9\ a$ | 130 | 5·4 | 5·5 | SW | 5·7 | Vollständig klar, Wind ziemlich lebhaft. |
| 113 | 1888 | 18./11. | $12\frac{1}{4}\ p$ | 153 | 7·8 | 5·5 | W | 5·7 | Fast vollständig klar, Wind ziemlich lebhaft. |
| 114 | 1888 | 22./11. | $10\frac{1}{2}\ a$ | 214 | 5·0 | 5·1 | SW | 7·0 | Heiter, verschleiert, ziemlich lebhafter Wind. |
| 115 | 1888 | 23./11. | $8\frac{1}{2}\ a$ | 176 | 8·8 | 7·8 | SW | 10·0 | Heiter, Horizont dunstig. |
| 116 | 1888 | 1./12. | $12\ a$ | 290 | 7 2 | 6·1 | SW | 4·3 | Heiter, im S lichte Bewölkung. |
| 117 | 1888 | 1./12. | $2\frac{3}{4}\ p$ | 290 | 7·6 | 6·2 | SW | 4·3 | Fast ganz klar. |
| 118 | 1888 | 1./12. | $3\frac{3}{4}\ p$ | 221 | 5·5 | 6·1 | SW | 4·3 | Fast ganz klar und windstill. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 119 | 1888 | 1./12. | $4\frac{1}{2}$ *p* | 215 | 5·0 | 5·7 | SW | 4·3 | Fast ganz klar, windstill. |
| 120 | 1888 | 4./12. | $9\frac{3}{4}$ *a* | 231 | 3·7 | 4·7 | SW | 4·0 | Fast klar, nur Cirri im E. |
| 121 | 1888 | 4./12. | 12 *m* | 235 | 7·0 | 4·7 | SW | 4·0 | Fast normal. |
| 122 | 1888 | 4./12. | 2 *p* | 251 | 7·2 | 4·7 | SW | 4·0 | Heiter, viel Cirri. |
| 123 | 1888 | 4./12. | 3 *p* | 233 | 6·7 | 4·7 | SW | 4·0 | Partielle leichte Bewölkung, windstill. |
| 124 | 1888 | 5./12. | 10 *a* | 285 | 3·6 | 5·1 | SW | 6·0 | Normal. |
| 125 | 1888 | 5./12. | $11\frac{1}{2}$ *a* | 311 | 5·5 | 5·1 | SW | 6·0 | |
| 126 | 1888 | 5./12. | $\frac{5}{4}$ *p* | 260 | 7·2 | 5·4 | SW | 6·0 | Partielle lichte Bewölkung, windstill. |
| 127 | 1888 | 8./12. | 9 *a* | 136 | 3·2 | 4·3 | SW | 0·3 | Normal. |
| 128 | 1888 | 8./12. | 2 *p* | 185 | 4·8 | 4·8 | SW | 0·3 | |
| 129 | 1888 | 8./12. | 6 *p* | 219 | 3·2 | 4·4 | SW | 0·3 | |
| 130 | 1888 | 11./12. | $4\frac{1}{2}$ *p* | 208 | 0·0 | 4·1 | W | 4·7 | |
| 131 | 1888 | 12./12. | 3 *p* | 290 | — 1·0 | 3·9 | E | 5·0 | Fast ganz klar, windstill, dunstig. |
| 132 | 1888 | 13./12. | $10\frac{1}{2}$ *p* | 294 | — 0·9 | 3·3 | E | 4·7 | Wolkenlos, starker Dunst. |
| 133 | 1888 | 13./12. | 12 *m* | 206 | 0·1 | 3·1 | SE | 4·7 | Wolkenlos, etwas Dunst. |
| 134 | 1888 | 13./12. | 3 *p* | 200 | 0·2 | 3·1 | SE | 4·7 | Wolkenlos, etwas Dunst; Cirri. |
| 135 | 1888 | 13./12. | 10 *p* | 333 | — 4·0 | 3·0 | SE | 4·7 | Normal. |
| 136 | 1888 | 13./12. | 8 *p* | 379 | — 6·6 | 2·3 | S | 0·3 | |
| 137 | 1888 | 14./12. | 12 *m* | 543 | — 1·8 | 2·3 | SW | 0·3 | |
| 138 | 1888 | 14./12. | 3 *p* | 286 | — 0·9 | 2·3 | SW | 0·3 | |
| 139 | 1888 | 14./12. | 10 *p* | 226 | — 2·6 | 2·8 | SW | 0·3 | |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ | $t°$ C. | Absolute Feuchtigkeit $p_0$ | Windrichtung | Mittlere Bewölkung | Witterung während der Beobachtung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 140 | 1888 | 18./12. | 2 *p* | 279 | 1·0 | 4·5 | W | 7·8 | Wolkenlos, starker Dunst. |
| 141 | 1888 | 19./12. | 6 *p* | 508 | 1·2 | 4·2 | SW | 1·7 | Normal. |
| 142 | 1888 | 29./12. | 2 *p* | 397 | 3·2 | 5·0 | S | 0·7 | Wolkenlos, Cirri, windstill, Dunst. |
| 143 | 1888 | 29./12. | 9 *p* | 356 | 0·6 | 4·4 | S | 0·7 | Sternklar, windstill, Dunst. |
| 144 | 1888 | 31./12. | 10 *p* | 511 | — 0·4 | 4·0 | NW | 6·3 | Fast normal. |
| 145 | 1889 | 1./1. | $8\frac{1}{2}$ *a* | 191 | — 4·0 | 3·9 | W | 8·3 | |
| 146 | 1889 | 3./1. | $9\frac{1}{4}$ *a* | 515 | —10·8 | 1·8 | E | 0·3 | Klar, windstill, Morgennebel. |
| 147 | 1889 | 3./1. | 2 *p* | 366 | — 5·9 | 2·3 | E | 0·3 | Klar, windstill, doch dunstig. |
| 148 | 1889 | 3./1. | 8 *p* | 425 | — 9·7 | 2·0 | E | 0·3 | Sternklar, doch dunstig. |
| 149 | 1889 | 3./1. | $10\frac{1}{2}$ *p* | 394 | —10·2 | 1·9 | E | 0·3 | Sternklar. |
| 150 | 1889 | 4./1. | 8 *a* | 366 | —10·2 | 1·9 | S | 3·0 | Heiter, doch dunstig. |
| 151 | 1889 | 4./1. | 2 *p* | 608 | — 2·0 | 2·5 | S | 3·0 | |
| 152 | 1889 | 4./1. | 8 *p* | 369 | — 7·0 | 2·3 | S | 3·0 | Sternklar, doch Bodennebel. |
| 153 | 1889 | 4./1. | 12 *p* | 425 | — 8·0 | 2·3 | S | 3·0 | Sternklar. |
| 154 | 1889 | 5./1. | 9 *a* | 270 | — 9·1 | 2·0 | S | 0·7 | Heiter, doch dunstig. |
| 155 | 1889 | 5./1. | 2 *p* | 604 | — 1·1 | 3·0 | S | 0·7 | |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 156 | 1889 | 5./1. | 6 *p* | 496 | — 4·4 | 2·6 | S | 0·7 | Wolkenlos, doch verschleiert. |
| 157 | 1889 | 5./1. | 10 *p* | 366 | — 6·2 | 2·3 | S | 0·7 | |
| 158 | 1889 | 6./1. | 9½ *a* | 319 | — 7·8 | 2·3 | S | 0·0 | Windstill, wolkenlos, Bodennebel. |
| 159 | 1889 | 6./1. | 2 *p* | 412 | — 2·2 | 2·9 | SE | 0·0 | |
| 160 | 1889 | 6./1. | 7 *p* | 409 | — 5·4 | 2·8 | S | 0·0 | |
| 161 | 1889 | 7./1. | 10 *a* | 186 | — 6·8 | 2·6 | SW | 3·3 | |
| 162 | 1889 | 7./1. | 1 *p* | 279 | — 1·7 | 3·2 | SW | 3·3 | |
| 163 | 1889 | 7./1. | 9 *p* | 440 | — 5·5 | 3·0 | SW | 3·3 | Klar, nach vorausgegangener kurzer Bewölkung. |
| 164 | 1889 | 9./1. | ½ *p* | 462 | — 0·4 | 3·8 | SE | 0·7 | Heiter, Dunst, windstill. |
| 165 | 1889 | 9./1. | 4½ *p* | 440 | — 0·8 | 3·8 | S | 0·7 | Klar, windstill, Dunst. |
| 166 | 1889 | 9./1. | 10½ *p* | 446 | — 2·8 | 3·5 | SE | 0·7 | Fast ganz klar und windstill. |
| 167 | 1889 | 10./1. | 10½ *a* | 372 | 0·0 | 4·3 | S | 4·7 | Heiter, Dunst, Cirri. |
| 168 | 1889 | 11./1. | 9 *a* | 352 | — 7·8 | 2·4 | E | 7·0 | Wolkenlos, starker Dunst; bald bewölkt. |
| 169 | 1889 | 12./1. | 9½ *p* | 239 | — 1·6 | 3·6 | SE | 6·7 | Ganz klar und windstill. |
| 170 | 1889 | 13./1. | 1 *a* | 174 | — 4·1 | 3·1 | E | 10·0 | |
| 171 | 1889 | 14./1. | 9 *a* | 239 | — 9·3 | 2·1 | NE | 1·7 | |
| 172 | 1889 | 14./1. | ½ *p* | 394 | — 7·0 | 2·1 | E | 1·7 | Wolkenlos, etwas Dunst. |
| 173 | 1889 | 14./1. | 4 *p* | 208 | — 7·0 | 1·9 | E | 1·7 | Klar bis auf Cirrostratus im N. |
| 174 | 1889 | 15./1. | 8 *a* | 347 | —14·4 | 1·3 | E | 1·3 | Normal, doch etwas Dunst. |
| 175 | 1889 | 15./1. | 9 *a* | 490 | —14·6 | 1·3 | E | 1·3 | |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ | $t°$ C. | Absolute Feuchtigkeit $p_0$ | Windrichtung | Mittlere Bewölkung | Witterung während der Beobachtung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 176 | 1889 | 15./1. | $\frac{1}{4}$ *p* | 356 | —11·1 | 1·5 | E | 1·3 | Normal, doch etwas Dunst. |
| 177 | 1889 | 15./1. | $2\frac{1}{4}$ *p* | 213 | —10·3 | 1·5 | E | 1·3 | |
| 178 | 1889 | 15./1. | 5 *p* | 360 | —12·0 | 1·4 | E | 1·3 | Klar bis auf Cirri im W. |
| 179 | 1889 | 15./1. | 6 *p* | 471 | —12·5 | 1·4 | E | 1·3 | Klar bis auf Cirri im SW (Schirm). |
| 180 | 1889 | 15./1. | $9\frac{3}{4}$ *p* | 428 | —13·6 | 1·4 | E | 1·3 | Klar, etwas Cirri. |
| 181 | 1889 | 17./1. | $9\frac{1}{4}$ *a* | 304 | —10·1 | 2·0 | SE | 2·3 | Normal, doch Dunst. |
| 182 | 1889 | 17./1. | 1 *p* | 459 | — 5·4 | 2·5 | S | 2·3 | |
| 183 | 1889 | 17./1. | 4 *p* | 471 | — 4·6 | 2·5 | S | 2·3 | |
| 184 | 1889 | 17./1. | $11\frac{1}{4}$ *p* | 418 | — 8·4 | 2·4 | W | 2·3 | Wolkenlos, aber verschleiert, windstill. |
| 185 | 1889 | 23./1. | $10\frac{1}{4}$ *a* | 248 | — 4·4 | 2·7 | NW | 7·3 | Ganz klar, bald bewölkt. |
| 186 | 1889 | 27./1. | 11 *a* | 347 | — 0·2 | 4·3 | W | 3·7 | Fast normal. |
| 187 | 1889 | 27./1. | 1 *p* | 446 | — 0·2 | 4·3 | W | 3·7 | Ganz klar, Luft sehr durchsichtig. |
| 188 | 1889 | 27./1. | 2 *p* | 397 | — 0·3 | 4·2 | W | 3·7 | |
| 189 | 1889 | 3./2. | 11 *a* | 186 | 0·2 | 4·1 | W | 3·7 | Klar, nach voranfgegangenem Schneefall. |
| 190 | 1889 | 3./2. | 12 *m* | 183 | 1·2 | 4·1 | W | 3·7 | Normal. |
| 191 | 1889 | 3./2. | 6 *p* | 478 | — 4·3 | 2·8 | W | 3·7 | |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 192 | 1889 | 5./2. | $8\frac{1}{4}\,a$ | 552 | —14·8 | 1·4 | SW | 2·3 | Klar, Rauhreif, schwache Bodennebel. |
| 193 | 1889 | 5./2. | $8\frac{3}{4}\,a$ | 605 | —13·4 | 1·6 | SW | 2·3 | |
| 194 | 1889 | 5./2. | $7\frac{1}{4}\,p$ | 326 | — 6·5 | 2·3 | SW | 2·3 | Normal. |
| 195 | 1889 | 7./2. | $8\,p$ | 453 | — 3·1 | 3·5 | W | 4·7 | Normal (Abends). |
| 196 | 1889 | 7./2. | $9\,p$ | 620 | 4·0 | 3·4 | W | 4·7 | |
| 197 | 1889 | 12./2. | $10\,p$ | 820 | —14·8 | 1·3 | N | 8·3 | Normal, doch Dunst, Reif. |
| 198 | 1889 | 13./2. | $9\frac{1}{2}\,a$ | 558 | —11·8 | 1 5 | W | 4·0 | Normal, schwache Bodennebel. |
| 199 | 1889 | 13./2. | $10\frac{3}{4}\,a$ | 533 | — 9·8 | 1·8 | W | 4·0 | |
| 200 | 1889 | 13./2. | $11\frac{3}{4}\,a$ | 614 | — 8·4 | 1·5 | W | 4·0 | Normal, schwacher Bodennebel und Dunst. |
| 201 | 1889 | 13./2. | $\frac{3}{4}\,p$ | 378 | — 7·5 | 1·5 | W | 4·0 | Normal, schwacher Bodennebel. |
| 202 | 1889 | 13./2. | $2\frac{1}{4}\,p$ | 698 | — 6·1 | 1·9 | SW | 4·0 | |
| 203 | 1889 | 13./2. | $3\,p$ | 670 | — 6·1 | 1 7 | SW | 4·0 | Normal, schwacher Bodennebel; Dunst verschwunden. |
| 204 | 1889 | 13./2. | $4\,p$ | 828 | — 6·9 | 1·7 | SW | 4·0 | |
| 205 | 1889 | 13./2. | $6\,p$ | 558 | —11·6 | 1·6 | SW | 4·0 | Normal, schwacher Bodennebel; wieder dunstig. |
| 206 | 1889 | 13./2. | $7\,p$ | 477 | —13·2 | 1·5 | SW | 4·0 | |
| 207 | 1889 | 13./2. | $8\,p$ | 707 | —15·7 | 1·2 | S | 4·0 | Wolkenlos, doch verschleiert, Nebel auf der Wiese. |
| 208 | 1889 | 21./2. | $8\,a$ | 124 | — 1·1 | 3·8 | NW | 7·0 | Normal, in der Höhe N-Wind. |
| 209 | 1889 | 21./2. | $10\,a$ | 270 | — 0·1 | 3·5 | NW | 7·0 | |
| 210 | 1889 | 28./2. | $10\frac{1}{2}\,a$ | 155 | — 2·9 | 2·9 | E | 6·3 | Wolkenlos; starker Dunst. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ | $t°$ C. | Absolute Feuchtigkeit $p_0$ | Windrichtung | Mittlere Bewölkung | Witterung während der Beobachtung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 211 | 1889 | 28./2. | 9 *p* | 363 | — 7·2 | 2·4 | NE | 6·3 | Sternklar. |
| 212 | 1889 | 1./3. | 10 *a* | 385 | — 6·4 | 2·9 | E | 8·7 | Klar, doch dunstig. |
| 213 | 1889 | 2./3. | $9\frac{1}{2}$ *p* | 657 | —13·8 | 2·1 | NE | 3·3 | Reif, Nebelbank im N, sonst klar. |
| 214 | 1889 | 3./3. | $8\frac{1}{4}$ *a* | 490 | —15·4 | 1·3 | NE | 4·0 | |
| 215 | 1889 | 3./3. | 11 *a* | 406 | — 8·4 | 1·7 | NE | 4·0 | |
| 216 | 1889 | 3./3. | 1 *p* | 564 | — 5·4 | 2·8 | NE | 4·0 | Wolkenlos, doch dunstig. |
| 217 | 1889 | 3./3. | 2 *p* | 425 | — 4·6 | 2·7 | NE | 4·0 | |
| 218 | 1889 | 3./3. | 3 *p* | 288 | — 4·8 | 2·5 | NE | 4·0 | |
| 219 | 1889 | 4./3. | $11\frac{1}{2}$ *a* | 295 | — 3·5 | 2·9 | W | 7·3 | |
| 220 | 1889 | 4./3. | $4\frac{1}{4}$ *p* | 601 | — 2·7 | 3·0 | W | 7·3 | Fast ganz klar, kein Dunst. |
| 221 | 1889 | 4./3. | $5\frac{1}{4}$ *p* | 552 | — 3·1 | 2·9 | W | 7·3 | Heiter, am Horizont leicht bewölkt. |
| 222 | 1889 | 6./3. | 6 *p* | 332 | — 5·1 | 2·5 | SE | 3·0 | |
| 223 | 1889 | 6./3. | 7 *p* | 434 | — 7·1 | 2·4 | SE | 3·0 | |
| 224 | 1889 | 6./3. | 8 *p* | 412 | — 7·4 | 2·3 | SE | 3·0 | Wolkenlos, doch Dunst. |
| 225 | 1889 | 6./3. | 9 *p* | 396 | — 7·7 | 2·4 | SE | 3·0 | |
| 226 | 1889 | 6./3. | $11\frac{1}{2}$ *p* | 450 | — 9·2 | 2·0 | SE | 3·0 | |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 227 | 1889 | 9./3. | 3 *p* | 124 | 7·9 | 4·3 | SW | 9·0 | Klar, nur im SE Cirri. |
| 228 | 1889 | 9./3. | 4 *p* | 93 | 6·0 | 4·3 | SW | 9·0 | |
| 229 | 1889 | 4./4. | 7 *a* | 303 | 0·4 | 4·5 | S | 1·7 | Ganz wolkenlos, leichter Dunst, Cirri im W. |
| 230 | 1889 | 4./4. | 8 *a* | 246 | ? | 4·3 | S | 1·7 | |
| 231 | 1889 | 4./4. | $9\frac{1}{3}$ *p* | 200 | 4·0 | 4·1 | SE | 1·7 | Normal. |
| 232 | 1889 | 5./4. | 7 *a* | 204 | 0·0 | 4·1 | E | 0·3 | |
| 233 | 1889 | 5./4. | 10 *a* | 267 | 4·8 | 4·1 | E | 0·3 | |
| 234 | 1889 | 5./4. | 2 *p* | 205 | 9·6 | 4·1 | NE | 0·3 | Klar, doch Cirri im NE. |
| 235 | 1889 | 5./4. | 5 *p* | 70 | ? | 4·5 | E | 0·3 | Lichtes Gewölke am S-Horizont, sonst klar. |
| 236 | 1889 | 5./4. | 6 *p* | 80 | ? | 4·5 | E | 0·3 | |

Exner[1] stellt bekanntlich die Abhängigkeit des Potentialgefälles $\frac{\partial V}{\partial n}$ vom Dunstdrucke $p_0$ dar durch die Formel:

$$\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{A}{1+kp_0},$$

wo $k$ eine Constante, $A$ das Potentialgefälle per Meter bei Abwesenheit allen Wasserdampfes bedeutet. Nach Exner ist: $k = 1 \cdot 31$, $A = 1300$.

[1] F. Exner, Diese Berichte, Bd. XCVI, II. Abth., Juli-Heft, S. 441, Jahrg. 1887.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Theilt man nun nach dem Vorgange von Exner die Beobachtungen der Haupttabelle in Dunstdruckgruppen ein, in der Art, dass

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Gruppe I | umfasst das Intervall von | 0·0 | bis | 1·9 *mm* |
| II | | 2·0 | | 2·9 |
| III | | 3·0 | | 3·9 |
| IV | | 4·0 | „ | 4·9 |
| V | „ | 5·0 | | 5·9 |
| VI | | 6·0 | | 6·9 |
| VII | | 7·0 | | 8·9 |
| VIII | „ | 9·0 | | 13·0 |

nebst den dazugehörigen beobachteten Potentialwerthen, so erhält man die folgende Zusammenstellung.

## Tabelle VIII.

(Tabelle der Exner'schen Dunstdruckgruppen.)

| Nummer der Beobachtung | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | Nummer der Beobachtung | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | Nummer der Beobachtung | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gruppe I.** $p_0$ von 0·0 bis 1·9 *mm*. | | | 192 | 1·4 | 552 | **Gruppe II.** $p_0$ von 2·0 bis 2·9 *mm*. | | |
| | | | 193 | 1·6 | 605 | | | |
| | | | 197 | 1·3 | 820 | | | |
| | | | 198 | 1·5 | 558 | | | |
| 20 | 1·8 | 461 | 199 | 1·8 | 533 | 15 | 2·5 | 263 |
| 21 | 1·5 | 262 | 200 | 1·5 | 614 | 16 | 2·2 | 219 |
| 23 | 1·9 | 605 | 201 | 1·5 | 378 | 17 | 2·3 | 810 |
| 146 | 1·8 | 515 | 202 | 1·9 | 698 | 18 | 2·3 | 790 |
| 149 | 1·9 | 394 | 203 | 1·7 | 670 | 106 | 2·9 | 164 |
| 150 | 1·9 | 366 | 204 | 1·7 | 828 | 107 | 2 4 | 363 |
| 173 | 1·9 | 208 | 205 | 1·6 | 558 | 108 | 2·5 | 222 |
| 174 | 1·3 | 347 | 206 | 1·5 | 477 | 109 | 2·7 | 215 |
| 175 | 1·3 | 490 | 207 | 1·2 | 707 | 136 | 2·3 | 379 |
| 176 | 1·5 | 356 | 214 | 1·3 | 490 | 137 | 2·3 | 543 |
| 177 | 1·5 | 213 | 215 | 1·7 | 406 | 138 | 2·3 | 286 |
| 178 | 1·4 | 360 | | | | 139 | 2·8 | 226 |
| 179 | 1·4 | 471 | Mittel: | | | 147 | 2·3 | 366 |
| 180 | 1·4 | 428 | $n = 29$ | 1·6 | 496 | 148 | 2·0 | 425 |

| Nummer der Beobachtung | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ |
|---|---|---|
| 151 | 2·5 | 608 |
| 152 | 2·3 | 369 |
| 153 | 2·3 | 425 |
| 154 | 2·0 | 270 |
| 156 | 2·6 | 496 |
| 157 | 2·3 | 366 |
| 158 | 2·3 | 319 |
| 159 | 2 9 | 412 |
| 160 | 2·8 | 409 |
| 161 | 2·6 | 186 |
| 168 | 2·4 | 352 |
| 171 | 2·1 | 239 |
| 172 | 2·1 | 394 |
| 181 | 2·0 | 304 |
| 182 | 2·5 | 459 |
| 183 | 2·5 | 471 |
| 184 | 2·4 | 418 |
| 185 | 2·7 | 248 |
| 191 | 2·8 | 478 |
| 194 | 2·3 | 326 |
| 210 | 2·9 | 155 |
| 211 | 2·4 | 363 |
| 213 | 2·1 | 657 |
| 216 | 2·8 | 564 |
| 217 | 2·7 | 425 |
| 218 | 2·5 | 288 |
| 219 | 2·9 | 295 |
| 221 | 2·9 | 552 |
| 222 | 2·5 | 332 |
| 223 | 2·4 | 434 |
| 224 | 2·3 | 412 |
| 225 | 2·4 | 396 |
| 226 | 2·0 | 450 |
| Mittel: $n = 47$ | 2·4 | 386 |

**Gruppe III.**

$p_0$ von 3·0 bis 3·9 *mm*.

| Nummer der Beobachtung | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ |
|---|---|---|
| 11 | 3·9 | 222 |
| 19 | 3·4 | 208 |
| 24 | 3·2 | 188 |
| 94 | 3·8 | 340 |
| 95 | 3·6 | 180 |
| 131 | 3·9 | 290 |
| 132 | 3·3 | 294 |
| 133 | 3·1 | 206 |
| 134 | 3·1 | 200 |
| 135 | 3·0 | 333 |
| 145 | 3·9 | 191 |
| 155 | 3·0 | 604 |
| 162 | 3·2 | 279 |
| 163 | 3·0 | 440 |
| 164 | 3·8 | 462 |
| 165 | 3·8 | 440 |
| 166 | 3·5 | 446 |
| 169 | 3·6 | 239 |
| 170 | 3·1 | 174 |
| 195 | 3·5 | 453 |
| 196 | 3·4 | 620 |
| 208 | 3·8 | 124 |
| 209 | 3·5 | 270 |
| 220 | 3·0 | 601 |
| Mittel: $n = 24$ | 3·4 | 325 |

**Gruppe IV.**

$p_0$ von 4·0 bis 4·9 *mm*.

| Nummer der Beobachtung | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ |
|---|---|---|
| 26 | 4.0 | 100 |
| 29 | 4·8 | 76 |
| 90 | 4·2 | 282 |
| 91 | 4·2 | 185 |
| 92 | 4·1 | 261 |
| 93 | 4·0 | 268 |

| Nummer der Beobachtung | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ |
|---|---|---|
| 120 | 4·7 | 231 |
| 121 | 4·7 | 235 |
| 122 | 4·7 | 251 |
| 123 | 4·7 | 233 |
| 127 | 4·3 | 136 |
| 128 | 4·8 | 185 |
| 129 | 4·4 | 219 |
| 130 | 4·1 | 208 |
| 141 | 4·2 | 508 |
| 143 | 4·4 | 356 |
| 144 | 4·0 | 511 |
| 167 | 4·7 | 372 |
| 186 | 4·3 | 347 |
| 187 | 4·3 | 446 |
| 188 | 4·2 | 397 |
| 189 | 4·1 | 186 |
| 190 | 4·1 | 183 |
| 227 | 4·3 | 124 |
| 228 | 4·3 | 93 |
| 229 | 4·5 | 303 |
| 230 | 4·3 | 246 |
| 231 | 4·1 | 200 |
| 232 | 4·1 | 204 |
| 233 | 4·1 | 267 |
| 234 | 4·1 | 205 |
| 235 | 4·5 | 70 |
| 236 | 4·5 | 80 |
| Mittel: $n = 33$ | 4·3 | 241 |

**Gruppe V.**

$p_0$ von 5·0 bis 5·9 *mm*.

| Nummer der Beobachtung | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ |
|---|---|---|
| 12 | 5·8 | 189 |
| 13 | 5·7 | 85 |
| 30 | 5·0 | 154 |
| 32 | 5·3 | 118 |
| 80 | 5·2 | 167 |
| 81 | 5·6 | 125 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

| Nummer der Beobachtung | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ |
|---|---|---|
| 84 | 5·5 | 119 |
| 99 | 5·7 | 96 |
| 111 | 5·6 | 183 |
| 112 | 5·5 | 130 |
| 113 | 5·5 | 153 |
| 119 | 5·7 | 215 |
| 124 | 5·1 | 285 |
| 125 | 5·1 | 311 |
| 126 | 5·4 | 260 |
| 142 | 5·0 | 397 |
| Mittel: $n = 16$ | 5·4 | 187 |

**Gruppe VI.**

$p_0$ von 6·0 bis 6·9 *mm*.

| | | |
|---|---|---|
| 14 | 6·1 | 212 |
| 25 | 6·0 | 83 |
| 58 | 6·8 | 157 |
| 60 | 6·3 | 242 |
| 61 | 6·8 | 99 |
| 78 | 6·1 | 91 |
| 79 | 6·2 | 73 |
| 82 | 6·5 | 134 |
| 83 | 6·3 | 104 |
| 85 | 6·2 | 71 |
| 86 | 6·2 | 50 |
| 87 | 6·3 | 103 |
| 97 | 6·3 | 143 |
| 98 | 6·3 | 158 |
| 100 | 6·1 | 92 |
| 101 | 6·5 | 131 |
| 116 | 6·1 | 290 |
| 117 | 6·2 | 290 |
| 118 | 6·1 | 221 |
| Mittel: $n = 19$ | 6·3 | 144 |

**Gruppe VII.**

$p_0$ von 7·0 bis 8·9 *mm*.

| | | |
|---|---|---|
| 7 | 7·9 | 64 |
| 8 | 7·7 | 81 |
| 9 | 7·9 | 37 |
| 31 | 7·8 | 123 |
| 35 | 7·2 | 56 |
| 41 | 7·8 | 115 |
| 46 | 7·1 | 163 |
| 51 | 7·1 | 105 |
| 52 | 7·9 | 39 |
| 55 | 7·9 | 78 |
| 59 | 7·0 | 134 |
| 62 | 7·0 | 90 |
| 63 | 7·8 | 105 |
| 65 | 7·4 | 242 |
| 66 | 7·5 | 185 |
| 67 | 7·6 | 137 |
| 68 | 7·7 | 244 |
| 71 | 7·4 | 185 |
| 102 | 7·8 | 124 |
| 1 | 8·1 | 40 |
| 6 | 8·7 | 84 |
| 10 | 8·0 | 66 |
| 27 | 8·7 | 56 |
| 33 | 8·5 | 81 |
| 49 | 8·1 | 54 |
| 50 | 8·3 | 53 |
| 53 | 8·6 | 88 |
| 54 | 8·6 | 91 |
| 56 | 8·4 | 173 |
| 64 | 8·1 | 114 |
| 70 | 8·7 | 100 |
| 72 | 8·1 | 126 |
| 73 | 8·5 | 77 |
| 74 | 8·2 | 247 |
| Mittel: $n = 34$ | 7·9 | 110 |

**Gruppe VIII.**

$p_0$ von 9·0 bis 13·0 *mm*.

| | | |
|---|---|---|
| 2 | 9·4 | 80 |
| 28 | 9·2 | 182 |
| 34 | 9·4 | 58 |
| 36 | 9·7 | 52 |
| 47 | 9·8 | 150 |
| 57 | 9·3 | 153 |
| 69 | 9·3 | 112 |
| 75 | 9·5 | 105 |
| 76 | 9·5 | 116 |
| 77 | 9·5 | 116 |
| 103 | 9·6 | 153 |
| 104 | 9·3 | 139 |
| 105 | 9·6 | 144 |
| 3 | 10·1 | 76 |
| 5 | 10·4 | 78 |
| 37 | 10·5 | 38 |
| 39 | 10·1 | 97 |
| 40 | 10·1 | 54 |
| 48 | 10·1 | 108 |
| 4 | 12·0 | 86 |
| 38 | 11·0 | 39 |
| 42 | 12·6 | 88 |
| 43 | 13·5 | 84 |
| 44 | 14·6 | 89 |
| 45 | 12·4 | 90 |
| Mittel: $n = 25$ | 10·4 | 99 |

Stellen wir nun die Mittelwerthe zusammen, so ergibt sich

**Tabelle IX.**

Die Mittelwerthe der Haupttabelle.

| Anzahl der Beobachtungen $n$ | Dunstdruck in Millimeter $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ Beobachtet | $\frac{\partial V}{\partial n}$ Berechnet |
|---|---|---|---|
| 29 | 1·6 | 496 | 420 |
| 47 | 2·4 | 386 | 314 |
| 24 | 3·4 | 325 | 238 |
| 33 | 4·3 | 241 | 196 |
| 16 | 5·4 | 187 | 161 |
| 19 | 6·3 | 144 | 140 |
| 34 | 7·9 | 110 | 115 |
| 25 | 10.4 | 99 | 89 |

In der vierten Columne sind die nach Exner's Theorie berechneten Werthe für $\frac{\partial V}{\partial n}$ aufgeführt. Wie man sieht, sind unsere Werthe fast durchgehends höher, als die von Exner aus seinen Beobachtungen abgeleiteten theoretischen Werthe.

In ähnlicher Weise lassen sich auch die Beobachtungen über die tägliche Variation in Dunstdruckgruppen zerfällen (vergl. Tab. VI). Man erhält so:

**Tabelle X.**

Die Dunstdruckgruppen, gewonnen aus den Tagesmitteln.

| Nr. | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | Nr. | 0 | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | Nr. | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gruppe I** (0—1·9 *mm*). | | | **Gruppe II** (2·0—2·9 *mm*). | | | 15 | 2·5 | 349 |
| | | | | | | 16 | 2·8 | 329 |
| | | | | | | 20 | 2·3 | 425 |
| 18 | 1·9 | 293 | 9 | 2·5 | 341 | 24 | 2·8 | 237 |
| 19 | 1·4 | 391 | 12 | 2·0 | 406 | 25 | 2·1 | 395 |
| 23 | 1·5 | 581 | 13 | 2·2 | 425 | 26 | 2·3 | 378 |
| Mittel.. | 1·6 | 422 | 14 | 2·4 | 452 | Mittel.. | 2·4 | 374 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

| Nr. | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | Nr. | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | Nr. | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gruppe III** (3·0—3·9 *mm*). | | | **Gruppe IV** (4·0—4·9 *mm*). | | | **Gruppe V** (6·0—8·0 *mm*). | | |
| 5 | 3·8 | 252 | 4 | 4·8 | 231 | 1 | 8·0 | 127 |
| 7 | 3·9 | 330 | 6 | 4·2 | 218 | 2 | 7·5 | 113 |
| 8 | 3·2 | 243 | 10 | 4·1 | 346 | 3 | 6·5 | 142 |
| 17 | 3·8 | 460 | 11 | 4·6 | 427 | Mittel.. | 7·1 | 127 |
| 22 | 3·6 | 210 | 21 | 4·3 | 310 | | | |
| Mittel.. | 3·7 | 299 | 27 | 4·4 | 157 | | | |
| | | | Mittel.. | 4·4 | 281 | | | |

Hieraus folgt als Tabelle der Mittelwerthe aus den täglichen Variationen:

**Tabelle XI.**

| Anzahl der Beobachtungstage | Anzahl der Einzelbeobachtungen | Dunstdruck in Millimeter | $\frac{\partial V}{\partial n}$ Beobachtet | $\frac{\partial V}{\partial n}$ Berechnet |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 38 | 1·6 | 422 | 420 |
| 10 | 106 | 2·4 | 374 | 314 |
| 5 | 50 | 3·7 | 299 | 222 |
| 6 | 63 | 4·4 | 281 | 192 |
| 3 | 30 | 7·1 | 127 | 126 |

Es zeigen hier die Werthe, welche aus mehr als drei Beobachtungstagen abgeleitet sind, mit den Mitteln der Haupttabelle eine ziemlich befriedigende Übereinstimmung.

Man könnte den Versuch machen, durch eine Modification der Constanten in Exner's Formel eine bessere Darstellung unserer Beobachtungen zu erreichen. Für den mittleren Dunstdruck 2·4 liegen allein 106 Einzelbeobachtungen vor. Der hieraus resultirende Mittelwerth von $\frac{\partial V}{\partial n}$ (nämlich 374) dürfte daher wohl derjenige sein, der das meiste Zutrauen verdient. Behält man die Constante 1·31 bei, so liefert jene Beobachtung:

$$A = 1550.$$

Berechnet man dementsprechend der Verlauf von:

$$\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{1550}{1+1\cdot 31\, p_0},$$

so zeigt sich, dass die Mittelwerthe der Haupttabelle für niedere Dunstdrucke besser mit den so theoretisch berechneten Werthen zusammenfallen. Man erhält nämlich:

| | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | |
|---|---|---|
| $p_0$ | beobachtet | berechnet |
| 1·6 | 496 | 501 |
| 2·4 | 386 | 374 |
| 3·4 | 325 | 284 |
| 4·3 | 241 | 234 |
| 5·4 | 187 | 192 |
| 6·3 | 144 | 168 |
| 7·9 | 110 | 137 |
| 10·4 | 99 | 106 |

## §. 5.

Wie ein Blick auf die derselben Dunstdruckgruppe zugehörigen Werthe des Potentialgefälles zeigt, schwanken die letzteren innerhalb recht weiter Grenzen.

Es liegt daher nahe, die Beobachtungen von dem Gesichtspunkte ausgehend zu ordnen, dass auch noch andere Factoren neben dem Dunstdrucke das Potentialgefälle bestimmen können.

Wir haben versucht, den etwaigen Einfluss der Jahreszeit und der Temperatur aus den Beobachtungen darzustellen. Hiezu ist besonders geeignet die Dunstdruckgruppe IV, da in ihr Werthe des Dunstdruckes vereinigt sind, die sowohl an kühlen Herbst- und Frühlingstagen, wie auch an relativ warmen Wintertagen auftreten.

Ordnet man demgemäss die Gruppe IV nach Monaten des Jahres, indem man die Monate V bis XI des Jahres 1888 zusammenfasst, dann XII folgen lässt, dann I des Jahres 1889 und alsdann II bis IV desselben Jahres, so erhält man die folgende Zusammenstellung:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

## Tabelle XII.

Eintheilung der Gruppe IV nach verschiedenen Abschnitten des Jahres.

| Monate: V—XI Jahr: 1888 IV*a* | | Monat: XII Jahr: 1888 IV*b* | | Monat: I Jahr: 1889 IV*c* | | Monate: II—IV Jahr: 1889 IV*d* | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $p_0$ |
| 100 | 4·0 | 231 | 4·7 | 372 | 4·7 | 186 | 4·1 |
| 76 | 4·8 | 235 | 4·7 | 347 | 4·3 | 183 | 4·1 |
| 282 | 4·2 | 251 | 4·7 | 446 | 4·3 | 124 | 4·3 |
| 185 | 4·2 | 233 | 4·7 | 397 | 4·2 | 93 | 4·3 |
| 261 | 4·1 | 136 | 4·3 | | | 303 | 4·5 |
| 268 | 4·0 | 185 | 4·8 | | | 246 | 4·3 |
| | | 219 | 4·4 | | | 200 | 4·1 |
| | | 208 | 4·1 | | | 204 | 4·1 |
| | | 508 | 4·2 | | | 267 | 4·1 |
| | | 356 | 4·4 | | | 205 | 4·1 |
| | | 511 | 4·0 | | | 70 | 4·5 |
| | | | | | | 80 | 4·5 |
| Mittel: **179** | **4·21** | **280** | **4·5** | **390** | **4·4** | **180** | **4·25** |

Wie man sieht, sind die Mittel aus IV*a* und IV*d* identisch, in den Monaten December und Jänner findet aber eine ganz bedeutende Steigerung des Werthes von $\frac{\partial V}{\partial n}$ statt.

Stellt man sich auf den Boden der Exner'schen Theorie, so erhält man für die vier Untergruppen der Gruppe IV in runden Zahlen folgende zugehörigen Werthe der Constante $A$, wenn $k$ wie oben gleich 1·31 gesetzt wird.

| IV*a* | IV*b* | IV*c* | IV*d* |
|---|---|---|---|
| $A = 1170$ | 1930 | 2640 | 1180. |

Eine solche Veränderung in dem Potentialgefälle bei Abwesenheit aller Feuchtigkeit je nach den Jahreszeiten unserer Halbkugel ist jedenfalls an sich kaum wahrscheinlich.

Ein ähnlicher durchgreifender Unterschied ergibt sich auch bei Eintheilung derselben Dunstdruckgruppe nach Temperaturen über und unter 0° C. Um ein einigermassen gleichmässig vertheiltes Beobachtungsmaterial zu erhalten, vereinigten wir in IV$\alpha$ alle Werthe von $\frac{\partial V}{\partial n}$, beobachtet bei Temperaturen $> 2 \cdot 1°$ C., in IV$\beta$ alle Werthe der Gruppe IV, für welche die Temperatur $\leqq 2 \cdot 1°$ C. war. Für alle beobachteten Temperaturen der Gruppe IV$\beta$ darf man wohl voraussetzen, dass in nicht allzugrosser Höhe über dem Erdboden in der That eine Temperatur von 0° herrschte.

## Tabelle XIII.

Eintheilung der Gruppe IV nach Temperaturen über und unter +2·1° C.

| IV$_\alpha$ Temperaturen $> 2 \cdot 1°$ C. | | | | IV$_\beta$ Temperaturen $\leqq 2 \cdot 1°$ C. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nummer der Haupttabelle | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $t°$ C. | Nummer der Haupttabelle | $p_0$ | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $t°$ C. |
| 26 | 4·0 | 100 | 13·8 | 92 | 4·1 | 261 | 2·1 |
| 29 | 4·8 | 76 | 13·4 | 93 | 4·0 | 268 | —1·5 |
| 90 | 4·2 | 282 | 8·4 | 130 | 4·1 | 208 | 0·0 |
| 91 | 4·2 | 185 | 6·1 | 141 | 4·2 | 508 | 1·2 |
| 120 | 4·7 | 231 | 3·7 | 143 | 4·4 | 356 | 0·6 |
| 121 | 4·7 | 235 | 7·0 | 144 | 4·0 | 511 | —0·4 |
| 122 | 4·7 | 251 | 7·2 | 167 | 4·3 | 372 | 0·0 |
| 123 | 4·7 | 233 | 6·7 | 186 | 4.3 | 347 | —0·2 |
| 127 | 4·3 | 136 | 3·2 | 187 | 4·3 | 446 | —0·2 |
| 128 | 4·8 | 185 | 4·8 | 188 | 4·2 | 397 | —0·3 |
| 129 | 4·4 | 219 | 3·2 | 189 | 4·1 | 186 | 0·2 |
| 227 | 4·3 | 124 | 7·9 | 190 | 4·1 | 183 | 1·2 |
| 228 | 4·3 | 93 | 6·0 | 229 | 4·5 | 303 | 0·4 |
| 229 | 4·1 | 200 | 4·0 | 232 | 4·1 | 204 | 0·0 |
| 233 | 4·1 | 267 | 4·8 | | | | |
| 234 | 4·1 | 205 | 9·6 | | | | |
| Mittel: $n = 16$ | **4·4** | **187** | **+6·7** | Mittel: $n = 14$ | **4·2** | **321** | **+0·22** |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Berechnet man hier ebenfalls aus den Mittelwerthen die zugehörigen Werthe der Constante $A$, so ergibt sich in runden Zahlen für eine mittlere Temperatur von:

| | |
|---|---|
| $+6{\cdot}7°$ C. | $A = 1265$ |
| $+0{\cdot}22°$ C. | $A = 2090$ |

Für höhere Temperaturen ergibt sich also nahezu der aus Exner's Beobachtungen abgeleitete Werth 1300, während für niedere Temperaturen ein bei weitem höherer Werth erforderlich wäre.

Hierin liegt unseres Erachtens auch der Grund, wesshalb unsere Beobachtungen im Allgemeinen höhere Mittelwerthe als die Exner'schen liefern. Es überwiegen in unserem Beobachtungsmateriale die Winterwerthe, während solche in dem von Exner gesammelten Materiale gegen die Sommerwerthe zurücktreten.

Wir glauben hiedurch wahrscheinlich gemacht zu haben, dass noch ein anderer Factor bestimmend auf den jährlichen Gang der Luftelektricität einwirkt, der veranlasst, dass mit dem Herabsinken der Temperatur unter 0° eine ziemlich jähe Änderung des Potentialgefälles eintritt. Es steht hiemit vielleicht die Thatsache im Zusammenhange, dass sowohl Exner, wie auch wir für einen Dunstdruck von $3{\cdot}8$ *mm*, der im Durchschnitte bei einer Temperatur von 0° herrschen dürfte, Mittelwerthe für $\frac{\partial V}{\partial n}$ fanden, die sich aus dem Verlaufe der theoretischen Curve ausordneten.

Eine Deutung dieser Erscheinung könnte vielleicht in folgender Weise vermuthet werden.

Frosttage ohne leichten Nebel oder Dunst gehören zu grossen Seltenheiten. Im verflossenen Winter haben wir einen dunstfreien Tag kaum gehabt. Namentlich sind die Morgen- und Abendbeobachtungen fast immer während Anwesenheit von leichtem Nebel oder Dunst gewonnen.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass das Vorhandensein von Nebel die normalen Werthe von $\frac{\partial V}{\partial n}$ häufig bedeutend ver-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ändert. Bei überkältetem Nebel wurden meist sehr hohe Werthe für $\frac{\partial V}{\partial n}$ ermittelt. Eine Anzahl von uns bei Nebel ausgeführten Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

**Tabelle XIV.**

Bestimmung von $\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{\text{Volt}}{\text{Meter}}$ bei Nebel.

| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $t°$ C. | $p_0$ | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1888 | 7./12. | $8\frac{1}{2}$ *a* | + 705 | — 1·5 | 4·1 | Dichter Nebel und Glatteis. |
| 2 | 1888 | 7./12. | 4 *p* | + 529 | — | — | |
| 3 | 1888 | 7./12. | 6 *p* | + 926 | — 1·0 | 3·9 | Sehr dichter Nebel; eine Messung im Garten gab +936. |
| 4 | 1888 | 18./12. | $5\frac{1}{2}$ *p* | +1000 | — 2·0 | 4·0 | Sehr dichter Nebel; Fünkchen beim Anschlagen der Aluminiumblättchen des Elektroskopes. |
| 5 | 1888 | 18./12. | 7 *p* | +1000 | — | — | |
| 6 | 1888 | 20./12. | 8 *a* | + 702 | — 3·2 | 3·6 | Dichter Nebel. |
| 7 | 1888 | 20./12. | $9\frac{1}{2}$ *a* | + 381 | — 2·4 | 3·8 | Nebel lichtet sich, bisweilen ist blauer Himmel zu sehen. |
| 8 | 1888 | 20./12. | $12\frac{1}{2}$ *a* | + 536 | — 1·2 | 4·2 | Nebel ziemlich dicht, doch lichter als 8 *a*. |
| 9 | 1888 | 20./12. | $2\frac{1}{2}$ *p* | + 465 | — 1·8 | 4·0 | Ebenso, Messung auf der Wiese. |
| 10 | 1888 | 20./12. | 6 *p* | + 728 | — 1·8 | 4·0 | Dichter Nebel. |
| 11 | 1888 | 23./12. | $9\frac{1}{2}$ *a* | + 102 | + 0·6 | 4·8 | Feuchter Nebel. |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $t°$ C. | $p_0$ | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 1889 | 1./1. | $1\frac{1}{2}\,p$ | +434 | — 0·8 | 4·2 | Ziemlich dichter Nebel. |
| 13 | 1889 | 1./1. | $3\,p$ | +511 | — | — | Dichter Nebel. |
| 14 | 1889 | 5./2. | $9\frac{3}{4}\,a$ | +952 | —11·7 | 1·7 | Wolkenlos, Rauhreif, Bodennebel. |
| 15 | 1889 | 6./3. | $7\frac{1}{2}\,a$ | +186 | —11·0 | 1·9 | Rauhreif, Nebel, verschleiert. |
| 16 | 1889 | 5./3. | $9\,a$ | +183 | —13·8 | 1·5 | Rauhreif, Bodennebel, Eiskrystalle in der Luft, doch wolkenlos. |

Am 18. December 1888 war die elektrische Spannung so hoch, dass die Aluminiumblättchen des Standelektroskopes an die Wandungen desselben unter Lichterscheinungen anschlugen.

Auch bei Rauhreif treten bisweilen (Nr. 14 der Tabelle) abnorm hohe Werthe für $\frac{\partial V}{\partial n}$ auf, jedoch durchaus nicht immer, wie aus Beobachtung Nr. 15 und 16 zu ersehen ist.

Es ist demnach gegenüber diesem Einflusse des Nebels nicht ausgeschlossen, dass der fast stets vorhandene Dunst die normalen Werthe an Frosttagen etwas erhöht. Da übrigens der Nebel auch zuweilen mit niedrigen Potentialwerthen in Verbindung erscheint (Nr. 11, 15, 16), so dürfte es doch sein Bedenken haben, die bei constantem Dunstdrucke und abnehmender Temperatur erfolgende Steigerung derselben allein auf den Einfluss des Nebels zurückzuführen.

Eine deutliche Einwirkung der Cirri, solange sie nur vereinzelt, hie und da, nicht als Schirm auftreten, war nicht an unseren Instrumenten wahrzunehmen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



Anhangsweise sei noch bemerkt, dass die jähe Temperaturänderung, welche am 7. März 1889 bei anfangs wolkenlosem Himmel eintrat, das normale Potentialgefälle in höchst auffallender Weise veränderte. An diesem Tage stieg nämlich die Temperatur von $-10{\cdot}1°$ C. (7 *a*) im Laufe des noch ziemlich normalen Morgens bis auf $+2{\cdot}2$. Die während des ganzen Tages am Standelektroskop beobachteten Werthe waren so abnorm,[1] dass wir ihre Publication nicht zurückhalten möchten. Wir setzen desshalb das Beobachtungsprotokoll von dem genannten Tage hieher:

## Tabelle XV.

### Temperatursturz am 7. März 1889.

Charakteristik des Tages: Um 8 *a* wolkenlos, doch starker Dunst, der bis 10 *a* bedeutend zunimmt. Um 11 *a* Cirrusschirm im SW, der sich um 5 *p* über den ganzen Himmel ausgebreitet hat; von da ab lichte Bewölkung über den ganzen Himmel, die sich bis zum Morgen des 8. März ziemlich constant erhält.

| | 7 *a* | 2 *p* | 9 *p* |
|---|---|---|---|
| Absolute Feuchtigkeit ..... | 1·9 | 3·1 | 3·1 |
| Temperatur ... | −10·1 | +2·2 | +0·8. |

| Beobachtungszeiten | 8 *a* | $9\frac{2}{3}$ *a* | $10\frac{1}{4}$ *a* | $10\frac{1}{2}$ *a* | $11\frac{1}{2}$ *a* | 12 *a* | $\frac{1}{2}$ *p* | 1 *p* | $1\frac{1}{2}$ *p* | 2 *p* | 3 *p* | 4 *p* | 5 *p* | $11\frac{5}{6}$ *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{\partial V}{\partial n}$ | +412 | +744 | +874 | +735 | +1302 | 1739 | 1860 | 1860 | 1049 | 1433 | −1232 | −1232 | −880 | −883 |

[1] Vergeblich haben wir uns bemüht, neben dem auffallenden Temperatursprunge irgend eine erhebliche Anomalie in der Wetterlage Centraleuropas an diesem Tage aufzufinden. Nur von dem fernen Alexandrien wird vom 6. März starker Sturm mit dichtem Staubfalle gemeldet (vergl. Meteorolog. Zeitschrift: Pirona, Staubfälle in Alexandrien, Mai-Heft 1889, S. 197). Es möge an dieser Stelle die Frage angeregt werden, ob die von uns beobachtete elektrische Störung auch an anderen Orten bemerkt ist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



| Nr. | Jahr | Tag | Stunde | $\frac{\partial V}{\partial n}$ | $t°$ C. | $p_0$ | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | 1889 | 1./1. | $1\frac{1}{2}\,p$ | +434 | — 0·8 | 4·2 | Ziemlich dichter Nebel. |
| 13 | 1889 | 1./1. | $3\,p$ | +511 | — | — | Dichter Nebel. |
| 14 | 1889 | 5./2. | $9\frac{3}{4}\,a$ | +952 | —11·7 | 1·7 | Wolkenlos, Rauhreif, Bodennebel. |
| 15 | 1889 | 6./3. | $7\frac{1}{2}$ | +186 | —11·0 | 1·9 | Rauhreif, Nebel, verschleiert. |
| 16 | 1889 | 5./3. | $9\,a$ | +183 | —13·8 | 1·5 | Rauhreif, Bodennebel, Eiskrystalle in der Luft, doch wolkenlos. |

Am 18. December 1888 war die elektrische Spannung so hoch, dass die Aluminiumblättchen des Standelektroskopes an die Wandungen desselben unter Lichterscheinungen anschlugen.

Auch bei Rauhreif treten bisweilen (Nr. 14 der Tabelle) abnorm hohe Werthe für $\frac{\partial V}{\partial n}$ auf, jedoch durchaus nicht immer, wie aus Beobachtung Nr. 15 und 16 zu ersehen ist.

Es ist demnach gegenüber diesem Einflusse des Nebels nicht ausgeschlossen, dass der fast stets vorhandene Dunst die normalen Werthe an Frosttagen etwas erhöht. Da übrigens der Nebel auch zuweilen mit niedrigen Potentialwerthen in Verbindung erscheint (Nr. 11, 15, 16), so dürfte es doch sein Bedenken haben, die bei constantem Dunstdrucke und abnehmender Temperatur erfolgende Steigerung derselben allein auf den Einfluss des Nebels zurückzuführen.

Eine deutliche Einwirkung der Cirri, solange sie nur vereinzelt, hie und da, nicht als Schirm auftreten, war nicht an unseren Instrumenten wahrzunehmen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



Anhangsweise sei noch bemerkt, dass die jähe Temperaturänderung, welche am 7. März 1889 bei anfangs wolkenlosem Himmel eintrat, das normale Potentialgefälle in höchst auffallender Weise veränderte. An diesem Tage stieg nämlich die Temperatur von $-10{\cdot}1°$ C. (7 *a*) im Laufe des noch ziemlich normalen Morgens bis auf $+2{\cdot}2$. Die während des ganzen Tages am Standelektroskop beobachteten Werthe waren so abnorm,[1] dass wir ihre Publication nicht zurückhalten möchten. Wir setzen desshalb das Beobachtungsprotokoll von dem genannten Tage hieher:

## Tabelle XV.

### Temperatursturz am 7. März 1889.

Charakteristik des Tages: Um 8 *a* wolkenlos, doch starker Dunst, der bis 10 *a* bedeutend zunimmt. Um 11 *a* Cirrusschirm im SW, der sich um 5 *p* über den ganzen Himmel ausgebreitet hat; von da ab lichte Bewölkung über den ganzen Himmel, die sich bis zum Morgen des 8. März ziemlich constant erhält.

| | 7 *a* | 2 *p* | 9 *p* |
|---|---|---|---|
| Absolute Feuchtigkeit ..... | 1·9 | 3·1 | 3·1 |
| Temperatur ... | −10·1 | +2·2 | +0·8. |

| Beobachtungszeiten | 8 *a* | $9\frac{2}{3}$ *a* | $10\frac{1}{4}$ *a* | $10\frac{1}{2}$ *a* | $11\frac{1}{2}$ *a* | 12 *a* | $\frac{1}{2}$ *p* | 1 *p* | $1\frac{1}{2}$ *p* | 2 *p* | 3 *p* | 4 *p* | 5 *p* | $11\frac{5}{6}$ *p* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $\frac{\partial V}{\partial n}$ | +412 | +744 | +874 | +735 | +1302 | 1739 | 1860 | 1860 | 1049 | 1433 | −1232 | −1232 | −880 | −883 |

[1] Vergeblich haben wir uns bemüht, neben dem auffallenden Temperatursprunge irgend eine erhebliche Anomalie in der Wetterlage Centraleuropas an diesem Tage aufzufinden. Nur von dem fernen Alexandrien wird vom 6. März starker Sturm mit dichtem Staubfalle gemeldet (vergl. Meteorolog. Zeitschrift: Pirona, Staubfälle in Alexandrien, Mai-Heft 1889, S. 197). Es möge an dieser Stelle die Frage angeregt werden, ob die von uns beobachtete elektrische Störung auch an anderen Orten bemerkt ist.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Leider wurde verabsäumt, in den Zeiten von 12 bis 2 $p$ das Vorzeichen der Luftelektricität zu bestimmen, so dass der Zeitpunkt, in welchem der Übergang der hohen positiven Werthe in noch grössere negative erfolgte, nicht festgestellt worden ist.

Am Morgen des 8. März war die Störung vorüber; eine Messung ergab hier bei licht bewölktem Himmel den Werth: $\frac{\partial V}{\partial n} = +300$.

## §. 6.

Bekanntlich wirken in noch weit höherem Grade als die Nebelbildung die atmosphärischen Niederschläge auf das Potentialgefälle der Luftelektricität verändernd ein. Nicht nur der absolute Betrag, auch der Sinn desselben ist unregelmässigen, augenscheinlich von der Ergiebigkeit und Art der Niederschläge abhängigen Schwankungen ausgesetzt. Offenbar wirken die Niederschläge selbst, sowie die Wolken, denen sie entströmen, influenzirend auf die aufsaugende Flamme ein; dass den ersteren in der That eine gewisse Spannungsdifferenz gegenüber dem Erdkörper zukommt, haben wir vor einiger Zeit[1] nachzuweisen gesucht und gedenken in Kurzem neuere darauf bezügliche Beobachtungen zu veröffentlichen.

In Betreff der hier in Rede stehenden Veränderungen der sogenannten Schönwetterelektricität liegt nun die Vermuthung nahe, dass Störungen des normalen Potentialgefälles, wie sie in Niederschlagsgebieten auftreten, sich vielleicht auch kundgeben werden in Gebieten, in denen noch keine Bewölkung eingetreten ist. Wir glauben öfter bemerkt zu haben, dass nach relativ geringen Werthen des Potentialgefälles im Laufe eines Tages Trübungen des Himmels und Niederschläge eintreten.[2] Hiemit im Einklange stand die Angabe Palmieri's,[3] dass er negative Werthe der Luftelektricität nur dann beobachtet habe, wenn ent-

---

[1] J. Elster u. H. Geitel, Meteorolog. Zeitschrift, V, S. 95, 1888.

[2] Vergl. auch die Beobachtungen Exner's: Diese Ber., Bd. XCVII, Abth. II. a., März 1888, S. 292 ff.

[3] Luigi Palmieri, Die atmosphärische Elektricität, übersetzt von Discher, S. 30, Hartleben's Verlag, 1884.

weder am Beobachtungsorte selbst oder in der Umgebung (bis 70 *km*) Niederschlag fiel. Wir haben auch von diesem Gesichtspunkte aus unser Material zu verwerthen gesucht.

Von Seite der Direction der kaiserlichen Seewarte in Hamburg sind uns freundlicher Weise die autographirten Wetterberichte mit den synoptischen Wetterkarten für die Zeit zur Verfügung gestellt, in welche unsere Beobachtungen fallen; wir verfehlen nicht, unserem ergebenen Danke Ausdruck zu geben.

Wir fügten nun allen den in der Haupttabelle verzeichneten und noch einigen anderen, aus den täglichen Beobachtungen entnommenen Messungen eine Zahl hinzu, durch welche die Entfernung der nächsten Station, von welcher Niederschlag zur Zeit unserer Messung gemeldet war, von unserem Beobachtungsorte Wolfenbüttel angegeben wurde. Diese Zahlen erhielten wir, indem wir mittelst des Zirkels diese Entfernung auf der grösseren Wetterkarte abmassen und in Millimetern ausdrückten. Die gewonnenen Millimeter ergaben unter Berücksichtigung des Massstabes der Karte die wahren Entfernungen in Kilometern. War die Beobachtungszeit nicht dieselbe, so wurde die Zeitdifferenz in Stunden beigefügt. Leider weichen die von uns eingehaltenen Beobachtungszeiten für die Sommermonate stark von den auf den meteorologischen Stationen üblichen ab, so dass eine genaue Zeitübereinstimmung nur für eine einigermassen grosse Anzahl von Winterbeobachtungen bestehen bleibt.

Wir fanden nun, dass eine nahezu gleichmässige Vertheilung des Beobachtungsmateriales eintritt, wenn man dasselbe ordnet, je nachdem Niederschläge in einer Entfernung $r$ von weniger oder mehr als 500 *km* (genauer 490) gemeldet wurden. Diese Zahl haben wir daher zu Grunde gelegt.

Es ergab sich nun für den Winter (Monat X bis III):

*A.* Aus simultanen Beobachtungen:

*a)* Regen und Schnee nicht getrennt:

| | | Anzahl der Beobachtungen |
|---|---|---|
| $r \leqq 500$ | $\frac{\partial V}{\partial n} = 353$ | $n = 28$ |
| $r > 500$ | $\frac{\partial V}{\partial n} = 350$ | $n = 43$ |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

*b)* Regen allein:

$$r \leqq 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 320 \qquad n = 14$$

$$r > 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 338 \qquad n = 32$$

*c)* Schnee allein:

$$r \leqq 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 385 \qquad n = 14$$

$$r > 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 384 \qquad n = 11$$

Lässt man eine Zeitdifferenz von $\pm 3$ Stunden zwischen unserer Messung und der Beobachtung der fernen Station zu, so erhält man:

*B.* Nicht simultane Beobachtungen; Differenz $\pm 3$ Stunden.

I. Sommer:

$$r \leqq 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 80 \qquad n = 17$$

$$r > 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 112 \qquad n = 40$$

II. Winter:

1. Regen:

$$r \leqq 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 269 \qquad n = 23$$

$$r > 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 323 \qquad n = 51$$

2. Schnee:

$$r \leqq 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 393 \qquad n = 25$$

$$r > 500 \qquad \frac{\partial V}{\partial n} = 363 \qquad n = 17$$

Die Zahlen der letzten Tabellen deuten in der That darauf hin, dass die Nähe von Niederschlagsgebieten, in denen Regen fällt, ein Sinken des Potentialgefälles sowohl im Winter wie im Sommer hervorbringt.

Schnee zeigt diese Wirkung nicht, sondern dürfte vielleicht im Gegentheil die Werthe von $\frac{\partial V}{\partial n}$ etwas steigern.

Bei einem grösseren Werthe für den Abstand des Niederschlagsgebietes wird die Vertheilung des Zahlenmaterials ungleichartig, doch äussert sich der Einfluss der Regenbildung auch bei einer Trennung der Beobachtungen in Bezirke von unter und über 800 *km* Radius in gleichem Sinne. Eine Verkürzung des Radius unter 500 *km* ist desshalb unthunlich, weil Regenfälle in geringem Abstande von Wolfenbüttel zur Zeit der Beobachtungen sehr selten sind; wurden doch die Messungen bei heiterem Himmel vorgenommen.

Man könnte versucht sein, dieses Sinken des Potentialgefälles in der Nähe von Regengebieten nur als einen anderen Ausdruck der von Exner gefundenen Thatsache aufzufassen, dass eine höhere Tension des Wasserdampfes eine Verminderung der elektrischen Spannung bewirkt; doch bliebe hiebei die Unwirksamkeit der Schneefälle unaufgeklärt.

Wir versuchten auch die Beobachtungen zu ordnen, je nachdem sie bei Barometerständen über oder unter einer bestimmten Grenze oder bei steigendem, beziehungsweise fallendem Luftdruck gewonnen waren. Auch die Luftdruckvertheilung über Centraleuropa haben wir in Betracht gezogen. Alle diese Versuche haben kein sicheres Resultat ergeben. Allerdings trafen zuweilen Maximalwerthe des Potentialgefälles mit hohen Barometerständen zusammen, und besonders traten solche hervor, wenn über Deutschland eine anticyklonale Luftbewegung herrschte. Doch ist hier der Vergleich dadurch sehr erschwert, dass das zur Beobachtung erforderliche heitere Wetter ja selbst vorzugsweise in den Gebieten der Luftdruckmaxima auftritt.

## §. 7.

Das im Vorigen zusammengestellte und discutirte Beobachtungsmaterial reicht bei Weitem nicht aus, um zu Gunsten einer der im Eingange erwähnten Theorien der atmosphärischen Elektricität zu entscheiden, doch werden sich gewisse Argumente für oder wider dieselben mit dem nöthigen Vorbehalte daraus

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

entnehmen lassen. Da jene Theorien mit Rücksicht auf gewisse Seiten der zu erklärenden Erscheinungsgruppe aufgestellt sind, so darf es nicht überraschen, dass eine jede derselben unter unseren Resultaten solche herauszufinden vermag, die sie für sich verwerthen kann.

Was zunächst die von Exner aufgestellte anbetrifft, so ist hier ein Vergleich mit dem gewonnenen Material am leichtesten, da dieselbe in einer zahlenmässig fixirten Formel ihren Ausdruck findet. Man muss anerkennen, dass dieselbe in erster Näherung die Beobachtungsmittel darstellt. Dagegen ist die Theorie nicht im Stande, von der täglichen Variation Rechenschaft zu geben. Den täglichen Schwankungen im Potentialgefälle müssten nach Exner's Formel Änderungen im Dunstdrucke entsprechen, wie sie in der Natur nicht vorkommen. Auch der Gegensatz zwischen den Sommer- und Winterbeobachtungen, der zu verschiedenen Werthen des Potentialgefälles für absolut trockene Luft im Sommer und Winter führt, würde der Theorie Schwierigkeiten bereiten. Wir müssem zudem gestehen, dass die derselben zu Grunde liegende Annahme, nach welcher eine Convection der negativen Eigenelektricität der Erde während des Verdampfungsprocesses des Wassers erfolgt, deren experimentelle Bestätigung augenblicklich noch Gegenstand einer Controverse ist, nach unserer Meinung schwerlich Aussicht auf Anerkennung hat. Indessen halten wir die theilweise Bestätigung der berechneten Werthe durch die Beobachtung für eine sehr beachtenswerthe Leistung der Theorie, durch welche sich dieselbe Anspruch auf eingehende Berücksichtigung erzwingt. Der Grundgedanke Exner's, dass der Wasserdampfgehalt der Luft so wirkt, als ob durch denselben der Übertritt der Elektricität von der Erdoberfläche in die Atmosphäre ermöglicht wird, kann vielleicht ohne Bedenken anerkannt werden. Wir haben dabei allerdings, wie bemerkt, nicht eine unmittelbare Convection der Elektricität bei der Verdunstung im Sinne.

Nach den neuen Untersuchungen über die elektrischen Eigenschaften der Gase scheint es nahezu sicher, dass bei gewöhnlicher Temperatur ein Gas im Allgemeinen ein vollkommener Isolator ist für Potentialdifferenzen bis zu einem bestimmten, von der Natur und Dichtigkeit desselben abhängigen, sehr hohen

Betrage. Soll in einem Gase eine Elektricitätsbewegung möglich sein, so muss es entweder leitende Partikelchen enthalten oder seine Moleküle müssen wenigstens theilweise eine Dissociation erfahren haben. Staub ist bekanntlich in der Atmosphäre zu allen Zeiten enthalten. Die Wirkung desselben kann sehr wohl von dem Feuchtigkeitsgehalte der Luft abhängen. Die folgende Anschauung von diesem combinirten Einflusse des Wasserdampfes und des Staubgehaltes auf ihren elektrischen Zustand verdanken wir einer brieflichen Mittheilung des Herrn Dr. Linss in Darmstadt. Das Leitungsvermögen der Partikelchen des Staubes wird wesentlich davon abhängen, ob sie mit einer Feuchtigkeitsschichte überzogen oder trocken sind. Bei hohem Feuchtigkeitsgehalte der Luft ist das erstere der Fall, und die Elektricität findet so geeignete Vehikel vor, um in die Atmosphäre einzudringen. Bei niederem Feuchtigkeitsgehalte ist das Leitungsvermögen der Staubtheilchen geringer und der Elektricität wird der Eintritt in die Luft erschwert, das Potentialgefälle muss steigen, vorausgesetzt, dass ein Zurückführen der Elektricität (durch Niederschläge) inzwischen stattgefunden hat.

Mit dieser Anschauung im Einklange steht die geringe Wirksamkeit des Wasserdampfes bei Temperaturen unter 0° Reines, trockenes Eis ist ein Isolator, daher wird der Einfluss des Wassergehaltes der Luft mehr und mehr zurücktreten, sobald der Feuchtigkeitsüberzug in festen Zustand übergeht.

Hiemit wäre die Wirkung des Wasserdampfes im Allgemeinen gekennzeichnet. Er wirkt nur, insofern er den Zerstreuungscoëfficienten der Elektricität erhöht. Allerdings ist es nicht möglich, diesen Einfluss des Wasserdampfes in einer Formel auszudrücken, der Verlauf der Erscheinung wird aber ähnlich wie nach Exner's Gesetze erfolgen.

Aus einer Reihe von zwei Jahre lang fortgesetzten Beobachtungen hat Linss[1] die Zerstreuungscoëfficienten ($z$) der Luft zu verschiedenen Jahreszeiten bestimmt. Wir haben die von Linss gefundenen Zahlen in der unten angegebenen Tabelle (Tab. XVI) für die einzelnen Monate des Jahres neben den Mittelwerthen von $\frac{\partial V}{\partial n}$ mit aufgeführt; man sieht, dass der Gang von

[1] Linss, Meteorol. Zeitschrift, IV. p. 345, 1887.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

$\frac{\partial V}{\partial n}$ im Wesentlichen umgekehrt, wie der des Zerstreuungscoëfficienten verläuft.

Man würde indessen zu weit gehen, wenn man den Zerstreuungscoëfficienten der Luft oder ihre Leitungsfähigkeit als allein von ihrem Staub- und Wasserdampfgehalte abhängig denken wollte. Auch die zweite mögliche Bedingung dafür, dass ein Gas als Leiter auftreten kann, eine wenigstens theilweise Dissociation seiner Moleküle, kann bei der atmosphärischen Luft zutreffen. Wir gelangen damit zur Theorie von Arrhenius.

Indem derselbe die experimentell erwiesene Thatsache zu Grunde legt, dass bei Bestrahlung mit ultraviolettem Lichte die Elektricität von einem in Luft befindlichen Leiter entweicht, schreibt er den Sonnenstrahlen die Eigenschaft zu, die Erdatmosphäre in elektrolytisch leitenden Zustand zu versetzen. Der von ihm hervorgehobene Zusammenhang zwischen den am Aktinometer und Elektrometer gemessenen Zahlenreihen, nach welchen eine erhöhte Sonnenstrahlung ein vermindertes Potentialgefälle zur Folge hat, ist in der That sehr auffallend und findet auch in der für Wolfenbüttel gefundenen täglichen und jährlichen Variation seinen Ausdruck, wie aus untenstehender Zusammenstellung hervorgeht.

**Tabelle XVI.**

| Nr. | Monat und Jahr | Anzahl der normalen Tage | $\frac{\partial V}{\partial n}$ Mittel der Tagesmittel | $z$ Zerstreuungscoëfficient nach Linss[1] | Aktinometer nach Quetelet[2] | Absolute Feuchtigkeit $p_0$ | $A$ Potentialgefälle für $p_0 = 0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 9, 1888 | 3 | 127·3 | 0·0136 | 21·65 | 7·33 | 1349 |
| 2 | 10, 1888 | 2 | 241·5 | 0·0081 | 15·85 | 4·30 | 1602 |
| 3 | 12, 1888 | 6 | 317·5 | 0·0057 | 8·15 | 3·75 | 1877 |
| 4 | 1, 1889 | 10 | 381·5 | 0·0043 | 8·37 | 2·62 | 1691 |
| 5 | 2, 1889 | 3 | 342·5 | 0·0053 | 13·57 | 2·63 | 1523 |
| 6 | 3, 1889 | 2 | 386·5 | 0·0089 | 17·29 | 2·20 | 1500 |
| 7 | 4, 1889 | 1 | 157·0 | 0·0130 | 20·49 | 4·40 | 1062 |

[1] Meteorolog. Zeitschrift, IV, S. 345, 1887.
Dieselbe, V, S. 304, 1888.

Die in derselben aufgeführten Werthe von $\frac{\partial V}{\partial n}$ sind aus der Tabelle der Tagesmittel (Tab. VI) abgeleitet. Zum Vergleiche sind die Mittel des Dunstdruckes und, wie oben erwähnt, die Zerstreuungscoëfficienten $z$ nach Linss beigefügt. Um den Einfluss des Dunstdruckes wenigstens in erster Annäherung zu eliminiren und so den etwaigen Antheil der Bestrahlung stärker hervortreten zu lassen, haben wir die Exner'sche Formel:

$$\frac{\partial V}{\partial n} = \frac{A}{1+k p_0}$$

als richtig angenommen und mit Zugrundelegung des Werthes $k = 1 \cdot 31$ die Constante $A$ für die einzelnen Monate bestimmt. Hiedurch ergaben sich die in der mit $A$ überschriebenen Columne verzeichneten Zahlen, welche das auf die Abwesenheit jeder Feuchtigkeit bezogene Potentialgefälle des betreffenden Monates angeben. Die aktinometrischen Messungen zeigen mit ihnen verglichen in auffallender Weise einen entgegengesetzten Verlauf.

Die Zustandsänderungen, denen die Moleküle der Luft vorzugsweise in den höheren atmosphärischen Schichten im Laufe des Tages und Jahres in Folge der Sonnenstrahlung periodisch ausgesetzt sind, würden sich nach Arrhenius' Auffassung in den täglichen und jährlichen Variationen des Potentialgefälles wiederspiegeln.

Es erscheint von diesem Standpunkte jedenfalls lohnend, dem ausser Anderen auch von Hann[1] kürzlich hervorgehobenen Zusammenhange zwischen der täglichen Oscillation des Barometers und dem täglichen Verlaufe des normalen Potentialgefälles zu verschiedenen Jahreszeiten und an verschiedenen Erdorten nachzuforschen. Nachdem die Constanten der Periode der Barometerschwankungen durch Hann[2] in so umfassender Weise bestimmt sind, wäre es nur noch erforderlich, das entsprechende Material elektrischer Beobachtungen zu sammeln.

---

[1] Hann, Meteorolog. Zeitschrift, VI, S. 106, 1889.

[2] Hann, Untersuchungen über die täglichen Oscillationen des Barometers, Wien, Tempsky, 1889.

Das unserige ist, wie oft bemerkt, noch zu dürftig, doch tritt für die Sommermonate die Coïncidenz der Luftdruckperiode mit der der atmosphärischen Elektricität schon hervor.

Auch für die Sohncke'sche[1] Theorie, nach welcher die Quelle der atmosphärischen Elektricität in einer Reibung zwischen Eis und Wasser zu suchen ist, lassen sich gewisse Belege aus unseren Beobachtungen finden. Es spricht für dieselbe die Zunahme der positiven Spannung bei Temperaturen in der Nähe von und unter 0°

Auch der Unterschied in der Fernewirkung grosser Niederschlagsgebiete, je nachdem in ihnen Schnee- oder Regenbildung stattfindet, lässt sich in einem der Theorie günstigen Sinne deuten.

Um nicht missverstanden zu werden, möchten wir auch an dieser Stelle noch einmal die schon mehrfach von uns ausgesprochene Ansicht[2] anführen, nach welcher die elektrischen Vorgänge während der Niederschlagsbildung der Hauptsache nach als Störungen des normalen Zustandes aufzufassen sind, eingeleitet durch Influenz der positiven Luftelektricität auf die aus den Wolken sich ablösenden und herabsinkenden Niederschläge, die ihrerseits unter gewissen günstigen Umständen eine Verstärkung jener Influenz zu Wege bringen und so zu einer continuirlichen Selbstinfluenz der regnenden oder hagelnden Wolken führen, deren elektrische Thätigkeit dann einzig durch die Fallbewegung der Niederschläge unterhalten wird.

---

[1] Sohncke, l. c.

[2] J. Elster u. H. Geitel, Über die Elektricitätsentwicklung bei der Regenbildung, Wied. Ann., Bd. 25, S. 121, 1885, und: Zur Frage nach dem Ursprunge der Wolkenelektricität, 4. Jahresber. d. naturwissensch. Vereines zu Braunschweig, S. 40, 1886.

# 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): Elster Julius, Geitel Hans

Artikel/Article: Messungen des normalen Potentialgefälles der atmosphärischen Elektricität in absolutem Maasse 909-960