universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die Luftelektrizität

Gockel, Albert

Leipzig, 1908

Schlußbetrachtungen

urn:nbn:at:at-ubi:2-6675

umgekehrten Gang einschlägt wie die Strahlung. Aus dem in Kap. 2, § 9 und 11 Gesagten ergibt sich, daß dieser Zusammenhang kein direkter ist, sondern offenbar vermittelt wird, durch die mit der Strahlung steigende Temperatur und Leitfähigkeit. Das Instrument, dessen sich die genannten Forscher bei den erwähnten Messungen bedienten, haben sie in neuerer Zeit durch einen auf demselben Prinzip beruhenden handlicheren Apparat ersetzt[1]).

Liebenow[2]) sieht die Quelle der Luftelektrizität in thermoelektrischen Kräften, welche in der Atmosphäre zwischen den unteren warmen und oberen kalten Schichten wirken. Die Temperaturdifferenz soll einen von unten nach oben gehenden Strom hervorbringen Auch zwischen Regentropfen und anders temperierter umgebender Luft sollen thermoelektrische Kräfte existieren, wodurch sich dann die Wolkenentladungen erklären. Zur Erklärung der Einzelheiten sind viele Hilfshypothesen erforderlich; auch sind die Grundlagen der Theorie nicht einwandfrei[3]).

Schlußbetrachtungen.

Wir kehren zu unserem Ausgangspunkt, der Frage zurück, wie erhält sich trotz der Leitfähigkeit der Atmosphäre die Potentialdifferenz zwischen ihr und der Erde.

Die älteren Hypothesen, welche, wie die von Ermann, Peltier usw., die Existenz eines elektrischen Feldes der Erde als gegeben betrachteten und nur die Abhängigkeit desselben von den meteorologischen Elementen sowie die periodischen Schwankungen zu erklären versuchten, können wir unberücksichtigt lassen. Auf Grund der Ionentheorie haben zuerst Elster und Geitel[4]) die Existenz des elektrischen Erdfeldes zu erklären versucht. Auf Grund der größeren Beweglichkeit der negativen Ionen glaubten sie annehmen zu können, daß solche so lange in verstärktem Maße von der Erde absorbiert würden, bis das entstehende Erdfeld ein verstärktes Ein-

1) Elster und Geitel, Phys. Zt. **5**, 238, 1904; Zt. f. Instrmkd. **24**, 280, 1904; Terr. Mag. **11**, 1, 1906,

2) C. Liebenow, Die atmosphärische Elektrizität. Halle a. S. 1900.

3) Einwände siehe Phys. Zt. **2**, 343, 1901.

4) J. Elster u. H. Geitel, Terr. Magn. **4**, 230, 1899.

wandern positiver Ionen hervorrufe. Das Erdfeld mußte sich also durch die Adsorption negativer Ionen stets so lange regenerieren, bis die durch die Feldkraft bewirkte Adsorption positiver Ionen dem ersten Prozeß das Gleichgewicht halten konnte. Auf Bergspitzen und anderen exponierten Orten sollte die Einwanderung positiver Ionen, an gegen das Erdfeld geschützten Plätzen, Schluchten, Wäldern usw., die Adsorption negativer überwiegen. Die Hypothese war in dieser Form aber nicht mehr haltbar, als Simpson den oben erwähnten Nachweis führte, daß ein isolierter Leiter der einer ruhenden oder bewegten Luftschicht ausgesetzt ist, keine merkliche negative Ladung annimmt, sobald die Ausbildung eines diesem Prozeß entgegen wirkenden elektrischen Feldes möglich ist. Simpson hat aber gleichzeitig gezeigt, daß der von Elster und Geitel angenommene Prozeß wohl stattfinden kann, wenn ionisierte Luft durch von Leitern gebildete Hohlräume gesaugt wird, da ja im Innern eines Leiters sich kein elektrisches Feld ausbilden kann. Hierbei darf aber die Geschwindigkeit, mit der die Luft den Hohlraum passiert, nicht unter einen gewissen von den Dimensionen des Raumes abhängigen Betrag sinken, da sonst die positiven Ionen ungefähr ebenso rasch wie die negativen absorbiert werden. Auch bei rascher Bewegung durch sehr lange enge Kanäle können alle Ionen absorbiert werden, wenn nicht durch ein ionisierendes Agens die Ionisation immer wieder hergestellt wird.

Ebert[1]) hat nun auf Grund dieser Simpsonschen Resultate, mit denen auch die Versuche von Townsend[2]) im Einklang stehen, die ursprüngliche Elster- und Geitelsche Theorie modifiziert.

Eine Reihe von Versuchen zeigte ihm, daß tatsächlich ionisierte Luft, die durch eine poröse Tonwand oder eine größere Menge Erde diffundiert, mit einem Überschuß positiver Ionen austritt, während das poröse Material, durch welche sie hindurch diffundiert, negativ geladen zurückbleibt. Dieser Prozeß findet überall dort statt, wo das ionisierte Gas aus Gebieten mit höherer Ionenkonzentration durch enge Kanäle in solche mit niederer Konzentration ausströmt. Ebert zog daraus die Folgerung, daß auch die ionisierte Bodenluft, welche besonders bei sinkendem Luftdruck aus den Erdkapillaren austritt, in der Erde eine negative Ladung

1) H. Ebert, Phys. Zt. **5**, 135 u. 499, 1904; Met. Zt. **21**, 201, 1904.

2) H. Townsend, Proc. Roy. Soc. **45**, 192, 1899; **47**, 122, 1900; Phil. Trans. A. **193**, 129, 1900; **195**, 259, 1900.

zurücklassen muß, während ein Überschuß positiver Ionen in die Atmosphäre geschafft wird. Wind und aufsteigende Luftströme führen die nun vorwiegend positive Ionen enthaltende Luft in die Höhe. Bei zunehmendem Luftdruck wird zwar wieder ein Teil der ionisierten Luft in den Boden zurückgedrängt, doch wird hierdurch der Ladungsprozeß der Erde nicht rückgängig gemacht; denn die zurückströmende Luft ist bedeutend ionenärmer als die austretende. Daß der Elektrisierungsprozeß nicht umgekehrt wird, ist also darin begründet, daß im Erdboden vorzugsweise die Ionenerzeugung, in der freien Atmosphäre der Ionenverbrauch durch Molisierung stattfindet. Der Diffusionsprozeß in der Erdrinde wäre es also, der das elektrische Feld der Erde immer wieder regeneriert.

Gegen die Ebertsche Theorie hat zuerst Simpson[1]) eine Reihe von Einwendungen erhoben, die er aber, nachdem Ebert[2]) seine Versuche teilweise in anderer Anordnung wiederholt hatte, größtenteils fallen ließ, und es nur noch für fraglich erklärte, ob der von Ebert angegebene Prozeß quantitativ für die Erklärung des normalen Erdfeldes ausreiche.

Auch von Gerdien[3]) wurde die Ebertsche Theorie lebhaft bekämpft. Seine Einwendungen richten sich ebenfalls gegen die quantitative Seite der Ebertschen Ausführungen.

Der letztere[4]) konnte indessen beiden Gegnern gegenüber nachweisen, daß der Konvektionsstrom, wie dieses auch aus den Ausführungen im Eingang des Kapitels 3 hervorgeht, wohl imstande ist, den Leitungsstrom, der positive Ionen zur Erde führt, zu kompensieren und damit das elektrische Erdfeld aufrecht zu erhalten.

Der Verfasser hat bei verschiedenen Gelegenheiten gezeigt, daß eine Folgerung, die Ebert aus seiner Theorie gezogen, daß nämlich der Überschuß positiver Ionen und damit das Potentialgefälle bei sinkendem Luftdruck größer ist als bei steigendem im allgemeinen nicht erfüllt ist, und daß abwärts gehende Luftströme manchmal starke Überschüsse positiver Ionen zur Erde führen können. (Vergl. S. 43.) Diese Beobachtungen sprechen indessen nicht gegen die Wirksamkeit des von Ebert untersuchten Prozesses, sondern zeigen nur, daß die Verhältnisse nicht so einfach liegen, wie ursprünglich angenommen wurde, und daß das Erdfeld nicht

1) G. C. Simpson, Phys. Zt. **5**, 325, 734, 1904.
2) H. Ebert, Phys. Zt. **5**, 499, 1904.
3) H. Gerdien, Phys. Zt. **6**, 647, 1905.
4) H. Ebert, Phys. Zt. **6**, 825 u. 828, 1905.

ausschließlich durch den Diffusionsprozeß der Ionen und den Konvektionsstrom aufrecht erhalten wird.

Gerdien sieht die Quelle der Aufrechterhaltung des elektrischen Erdfeldes vorwiegend in dem Kondensationsprozeß. Seiner Meinung schließt sich auch Wilson[1]) an. Die Niederschläge führen hauptsächlich negative Elektrizität zu Boden, sie lassen die positiven Ionen in der Atmosphäre zurück. In den regenreichen Gebieten wird also das Erdfeld regeneriert, in den trockenen findet dagegen ein Verbrauch positiver Ionen und damit Erniedrigung des Potentialgefälles statt. Tatsächlich beobachtet man auch in niederschlagsarmen Gebieten, afrikanischen Wüsten, arktischen Gegenden, ein niederes Potentialgefälle; vollständig Null werden kann das Potentialgefälle auch in solchen Gegenden nicht, weil Luftströmungen an positiven Ionen reiche Luft aus den Regengebieten in die trockenen Länder schaffen.

Gegen die Gerdiensche Theorie läßt sich dieselbe Einwendung machen, die ihr Autor gegen die Eberts erhoben hat: zu ihrer Prüfung nach der quantitativen Seite hin fehlt uns noch vollständig das Zahlenmaterial. Daß in unseren Breiten die Niederschläge hauptsächlich negative Elektrizität zur Erde führen, ist sicher (Gerdien setzt den Bruchteil, um welche die negativen Ladungen der Niederschläge die positiven überwiegen, mit 10 Proz. an); aber weitaus der größte Teil des zur Erde gelangenden Wassers fällt in den tropischen Regen, und über die elektrischen Verhältnisse dieser kräftigen Platzregen, die an einem Tage so viel Wasser liefern können, als an manchen Orten in Mitteleuropa in einem ganzen Jahr fällt, wissen wir noch nichts. Selbst über die Verteilung der Regen und die Größe der Regenmengen, die auf den Ozeanen, im Innern Südamerikas, Afrikas und des großen asiatischen Kontinents fällt, sind wir recht mangelhaft unterrichtet. Auch die Stärke des Erdfeldes, das wir erklären wollen, ist uns über dem Ozean, der doch zwei Drittel der Erdoberfläche bedeckt, noch so gut wie unbekannt. Unter diesen Umständen scheinen quantitative Betrachtungen zur Zeit noch ziemlich aussichtslos. Auch solche über die Wirksamkeit einzelner ionisierender Faktoren, wie sie Mache[2]) anstellte, ermangeln, solange man sich nur auf die leicht beweglichen Ionen beschränkt und nicht auch

1) C. T. R. Wilson, Nature **74**, 94, 1906; Met. Zt. **23**, 331, 1906.
2) H. Mache, Wien. Ber. **114**, 1377, 1905.

die schweren in den Kreis der Betrachtungen zieht, noch der sicheren Grundlage.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß sowohl der von Ebert studierte Diffusions- als auch der Kondensationsprozeß zur Aufrechterhaltung des elektrischen Erdfeldes beiträgt. Daneben dürfte auch die Erzeugung von Ionen durch ultraviolette Sonnenstrahlung und vielleicht noch unbekannte Vorgänge, welche auch in den höchsten Schichten der Atmosphäre eine relativ raschere Verminderung der negativen Ionen hervorrufen, in Betracht kommen.

Damit der Elektrizitätshaushalt der Erde genauer bekannt wird, bedarf es noch zahlreicher Messungen des Konvektions- und Leitungsstromes. Es ist dieses eine Arbeit, die befriedigend wohl nur von den mit Registrierapparaten ausgestatteten Observatorien wird ausgeführt werden können. Der einzelne wird sich mit Ausarbeitung von Methoden, Untersuchungen über den Einfluß einzelner meteorologischer Faktoren usw. begnügen müssen. Zu den Fragen, zu deren Lösung auch der einzelne Beobachter beitragen kann, rechne ich unter anderem die Bestimmung der Ionenmengen, die in einer gegebenen Zeit aus einer gegebenen Bodenfläche austreten, ferner die Untersuchungen der Gleichgewichtsverhältnisse zwischen kleinen und schweren Ionen, Untersuchungen über die Wirksamkeit der durchdringenden Strahlung, Messungen der ionisierenden Wirkung der in der Atmosphäre vorhandenen radioaktiven Stoffe und viele andere mehr.

Universitäts-Bibliothek Innsbruck