

Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 85 (1902)

Artikel: Die atmosphärische Elektrizität auf Grund der Elektronentheorie

Autor: Ebert, Hermann

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-90097>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 24.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die atmosphärische Elektrizität auf Grund der Elektronentheorie.

Von Prof. Hermann EBERT (München).

Neuere Forschungen haben in der Luft, deren Zusammensetzung wir doch so gut schon zu kennen meinten, eine Fülle neuer Bestandteile kennen gelehrt, von denen neben den von W. RAMSAY entdeckten einatomigen Edelgasen, besonders die von ELSTER und GEITEL gefundenen sog. atmosphärischen « Jonen » oder « Elektronen » das Interesse weiter Kreise in Anspruch nehmen. Sind die übrigen Bestandteile, so weit unsere jetzige Kenntnis wenigstens reicht, an sich elektrisch indifferent, so sind die letzteren dadurch ausgezeichnet, dass sie elektrisch geladen sind; sie reagieren folglich auf die Kräfte, die von einem elektrischen Körper ausgehen, in ganz bestimmter Weise, während dies die elektrisch neutralen Teilchen nicht thun. Die Ladungen dieser Partikelchen sind wahrscheinlich nicht beliebige, zufällige, sondern sie sind für jedes Teilchen von einer ganz bestimmten Grösse. Schon HELMHOLTZ hatte aus dem Faraday'schen Gesetze der Elektrolyse, wonach eine bestimmte Elektrizitätsmenge immer an eine chemisch äquivalente Menge Materie

gebunden scheint, den Schluss gezogen, dass man sich die Elektrizität aus kleinsten, nicht mehr teilbaren elektrischen Mengen, den «Elementarquanten» bestehend denken müsse; haftet eines von diesen Quanten an der Valenzstelle eines materiellen Atomes oder Atomcomplexes, so macht es *das* aus, was wir ein elektrisches «Jon» nennen; das charakteristische desselben ist, dass bei ihm eine ganz bestimmte Quantität wägbarer Materie an eine zwar sehr kleine, aber doch wiederum ganz bestimmte Elektrizitätsmenge (von der Grössenordnung 10^{-10} El. stat. Einheiten) gebunden ist. Neuere Untersuchungen über Gasentladungen und die bei ihnen auftretenden Strahlungen, namentlich über die Kathodenstrahlen, haben gezeigt, dass die elektrischen Elementarquanten auch bei diesen Prozessen eine grosse Rolle spielen; die negativ geladenen Teilchen, aus denen z. B. die Kathodenstrahlen bestehen, besitzen eine Masse, die ca. 1000 Mal kleiner als die seither bekannte kleinste Masse, nämlich die des Wasserstoffatoms ist, oder es kommt ihnen, nach den Untersuchungen von J. J. THOMSON, LORENTZ, KAUFMANN und ABRAHAM überhaupt nur eine scheinbare Masse zu. Da nämlich ein mit grosser Geschwindigkeit bewegtes elektrisches Teilchen einer Aenderung seiner Bewegung nach Richtung und Geschwindigkeit einen Widerstand entgegensetzt, so wird es vollkommen die Erscheinungen der Trägheit darbieten; ein für dasselbe charakteristischer Faktor wird mit der hervorgerufenen Beschleunigung multipliziert die zur Aenderung der Bewegung nötige Kraft darstellen; dieser Faktor spielt daher ganz die Rolle wie die Masse, selbst wenn wir uns das elektrische Teilchen an sich ohne Masse im gewöhnlichen Sinne vorstellen. Diese elektrischen Teilchen hat man «Elektronen» genannt zum Unter-

schiede von den « Ionen, » die erst dadurch entstehen, dass sich Elektronen mit Atomen oder Atomcomplexen verbinden.

Man hat diese Elektronen nicht nur im Innern von Entladungsröhren nachweisen können, sondern sie auch in Gasen angetroffen, die von *Röntgen-* oder *Becquerel-*Strahlen durchsetzt werden, oder nach *Lenard* auch in solchen, die sehr kurzwelliges ultraviolettes Licht absorbiert haben. Dass sie auch in der natürlichen Luft vorkommen, haben *ELSTER* und *GEITEL* dadurch nachgewiesen, dass sie einen elektrisch geladenen, gut isolierten Metallkörper, einen sog. « Zerstreungskörper » der Luft aussetzten; die an demselben auftretenden Ladungsverluste konnten wesentlich dadurch gesteigert werden, dass ein gleichnamig, bis zu derselben Spannung geladener Drahtkäfig um den Körper und das Elektroskop herum gesetzt wurde. Dies kann nicht durch die Wirkung von Staub, Rauch oder Feuchtigkeit erklärt werden, sondern wird nur verständlich, wenn man annimmt, dass durch den Käfig die ungleichnamig geladenen Elektronen angezogen werden und, in ihn hineingelangt, der Wirkung des im Innern befindlichen Zerstreungskörpers verfallen; da die wirksame Käfigoberfläche viel grösser als die des Innenkörpers allein ist, so muss der vom Käfig umschlossene Körper schneller entladen werden, als wenn er ohne Käfig wirkt, was die Beobachtungen vollkommen bestätigen. Auch gelingen in der freien Atmosphäre die auf negativ geladenen Drähten inducierten Radioaktivierungen vorzüglich, die so sehr charakteristisch für Gase sind, die durch Becquerelstrahlungen aktiviert, d. h. elektrisch leitend gemacht, mit Elektronen versehen worden sind.

Um die in der Luft an einem bestimmten Orte zu einer

bestimmten Zeit enthaltenen Elektronenladungen zu messen, hat der Vortragende einen Apparat, den er vorzeigt, konstruiert, bei dem ein bestimmtes Luftquantum durch einen Uhrwerksaspirator durch den Zwischenraum zwischen zwei conachsal in einander steckenden Metallzylindern gesaugt wird; der innere Zylinder sitzt direkt auf dem Elektroskope auf, der äussere dient als Schutzzyylinder. Kennt man die Capacität des Systems und die Fördermenge in bestimmter Zeit, so kann man aus dem in dieser Zeit beobachteten, in Volt ausgedrückten Spannungsverluste (nach Anbringen einer kleinen Korrektur) auf die im Kubikmeter enthalten gewesene, in Form von Elektronenladungen gegebene Elektrizitätsmenge in absolutem Maasse schliessen. Der Apparat ist in hohem Grade frei von den Einflüssen des Windes und äusserer elektrischer Kräfte.

Schon die ersten Bestimmungen zeigten, dass der am Boden angetroffene Elektronengehalt wesentlich mitbedingt ist durch Vorgänge in den höheren Schichten der Atmosphäre und die in diesen auftretenden Zirkulationen; so ist bei Föhn der Elektronengehalt überhaupt nicht nur ein sehr grosser, sondern es hat auch eine merkliche Verschiebung der normalen Verteilung stattgefunden in dem Sinne, dass viel mehr + Elektronen als — Elektronen in der Föhnluft enthalten sind. Um diese Verhältnisse einer Klärung entgegen zu führen, hat der Vortragende bisher fünf Auffahrten mit den luftelektrischen Apparaten von Elster und Geitel und dem hier beschriebenen Aspirationsapparate im Freiballon unternommen; vier derselben wurden von Herrn Dr. R. EMDEN geführt und liessen Höhen von rund 4000 m. erreichen. Schon der grosse SAUSSURE hatte auf die Notwendigkeit hingewiesen, elektrische Messungen im Luftballon zu unternehmen, wenn man

das Wesen der luftelektrischen Erscheinungen erkennen will, und es wäre sehr zu begrüßen, wenn auch die Schweiz sich an den internationalen Auffahrten, welche allmonatlich von den verschiedensten Punkten Europas aus an genau vereinbarten Terminen unternommen werden, beteiligen wollte. In der That haben die Fahrten bereits manches aufgeklärt; freilich geht es hier wie so häufig bei der Erforschung der unendlichen Natur: wo ein Rätsel sich entschleiert hat, tauchen hundert neue Fragen und Probleme auf. Der Arbeit giebt es da noch genug zu thun.

Der Gehalt an Elektronen wächst im Allgemeinen mit der Höhe sehr rasch, so dass wir für die höchsten Schichten auf eine verhältnismässig sehr grosse elektrische Leitfähigkeit schliessen dürfen; diese müssen wir aber in der That annehmen, wenn wir Erscheinungen wie die Polarlichter erklären wollen. Vielleicht ist es die Durchstrahlung mit ultraviolettem Sonnenlichte, welche in diesen Regionen die Elektronen entstehen lässt.

In den tieferen Regionen der Atmosphäre finden wir meistens ein Ueberwiegen von $+$ Ladungen, was augenscheinlich damit zusammenhängt, dass der Erdkörper selbst negativ geladen ist und also die $+$ Elektronen zu sich heranzieht, die $-$ Elektronen aber fortreibt. Daher ist auch über Bergspitzen, in denen die Dichte der Erdladung besonders hohe Werte erreicht, eine überwiegende Anzahl von $+$ Elektronen vorhanden; wenn daher Föhn über die Gebirgskämme hinwegweht, bringt er diese ionenreiche Höhenluft mit ihrem überwiegenden Reichtum an $+$ Elektronen mit in die Täler.

Diese einseitige Verschiebung des Elektronengehaltes scheint auf den menschlichen Organismus eine

spezifische Wirkung hervorzurufen; P. Czermak, der diese Erscheinung bei Föhnlage in Innsbruck studierte, ist geneigt, die sog. Föhnkrankheit, die sich bei sensiblen Personen einstellt, und für die seither jeglicher Erklärungsgrund gefehlt hat, damit in Zusammenhang zu bringen. Sehr instruktiv sind in dieser Beziehung auch die diesbezüglichen Ergebnisse der Monte-Rosa-Expedition zur Erforschung der Bergkrankheit, über die jüngstens CASPARI berichtet hat. In Hohlräumen, Höhlen und Spalten, die zwar mit der äusseren Atmosphäre kommunizieren, die aber doch ein ziemlich ruhig stehendes, stagnierendes Luftquantum beherbergen, kann der Elektronengehalt bis zu extrem hohen Werten ansteigen; hier kann auch aus später zu erwähnenden Gründen ein Auswandern der — Elektronen und ein immer stärkeres Ansteigen im Gehalte an + Elektronen stattfinden. Solche halb abgeschlossene Räume, Couloirs u. dergl. sind es aber nun, die nach der Erfahrung vieler Bergführer besonders leicht zu dem Erscheinungskomplexe der Bergkrankheit Veranlassung geben, ohne dass ihre Meereshöhe oder die sonstige Luftbeschaffenheit in ihnen zu dieser Wirkung prädisponieren könnte. In der That fand Caspari mit dem Elster-Geitel'schen Zerstreungsapparate in einem wegen Bergkrankheit berüchtigten solchen Couloir am Monte-Rosa einen ungeheuer gesteigerten Elektronengehalt.

Der Satz, dass in den höheren, reineren Schichten der Atmosphäre der Elektronengehalt ein grösserer sei als in den tieferen, gilt nicht ausnahmslos und er kann augenscheinlich auch gar nicht ganz allgemein gelten. Wenn im Hochsommer eine Hochfläche oder der Südabhang einer Hochgebirgskette andauernd und intensiv von der Sonne bestrahlt wird, bilden sich auf-

steigende Luftströme aus, die die Luft, die längere Zeit mit dem Erdboden in Berührung gewesen ist, emporheben; es bildet sich ein System auf- und absteigender Zirkulationen aus, bis eine dem adiabatischen Gleichgewichte entsprechende Temperaturverteilung mit der Höhe hergestellt ist. Jedesmal wenn Luft mit der leitenden Erdoberfläche in Berührung kommt, wird ein Teil der Elektronen an diese abgegeben, und dadurch wird die ganze Luftschicht allmählich gewissermassen an Elektronen ausgelaugt. Wir konnten dies bei zwei Sommerfahrten im Juni und Juli sehr deutlich wahrnehmen, die wir von München aus am frühen Morgen unternahmen, nachdem die vorhergehenden Tage hindurch die Sonne sengend auf unsere oberbayrische Hochebene gebrannt hatte. Während der Nacht hatten sich die dem Boden unmittelbar anliegenden Schichten stark abgekühlt, so dass wir nach oben hin zunächst nicht abnehmende Temperaturen fanden, wie es der normale Fall bei Ballonfahrten ist, sondern zunehmende, also eine sog. Temperaturumkehr antrafen; als wir dagegen in die während der vorigen Tage vom Boden aus erwärmten und von diesem aus aufgestiegenen Luftschichten eintraten, sank die Temperatur um rund 1°C. pro 100 m. Erhebung, eine Grösse, die das adiabatische Gleichgewicht charakterisiert. In dieser Schicht fanden wir nun in der That fast genau die gleichen luftelektrischen Verhältnisse wieder, wie sie an den vorhergehenden Tagen an verschiedenen Stationen mit genau verglichenen Instrumenten am Boden aufgezeichnet worden waren. Diese Schicht kann im Sommer bis 2000 m. und höher hinauf reichen.

Aber auch darüber hinaus ist die Elektronen verteilungsdurchaus keine so einfache, dass man etwa schon jetzt aus den gefundenen Werten auf die elektrische

Leitfähigkeit extrapolieren könnte, wie sie in jenen Regionen herrschen muss, in denen sich die Polarlichterscheinungen hauptsächlich abspielen, die sich nach älteren und neueren Beobachtungen häufig bis in unsere Breiten herab erstrecken. Das Interesse der Meteorologen wird in neuester Zeit durch das Phänomen einer eigentümlichen Schichtung in Anspruch genommen, welche die gesamte Luftsäule über uns derart abteilt, dass die charakterisierenden meteorologischen Elemente, namentlich Temperatur und Wasserdampfgehalt sprungweise ihre Werte ändern, wenn man von der einen zur andern Schicht übertritt. Diese Schichtungen haben für die Wolkenbildung und damit für die klimatologischen Verhältnisse die grösste Bedeutung. Im Luftballon spürt man gewöhnlich sehr deutlich, wenn man in eine andere Luftschicht gelangt; eine plötzliche Aenderung der Fahrtrichtung und Fahrgeschwindigkeit ist meist damit verbunden, bedingt durch die andere Richtung und andere Windgeschwindigkeit in der neuen Luftschicht. Bemerkenswert ist nun, dass wir jedesmal mit diesem Eintreten in eine neue Luftschicht auch eine sprungweise Aenderung im Elektronengehalte und in dem Verhältnisse, in welchem $+$ und $-$ Ladungen in ihr gemischt auftreten, bemerkt haben; jede Luftschicht ist also wie durch eine bestimmte Temperatur und Feuchtigkeit, so auch durch bestimmte elektrische Eigenschaften charakterisiert, die hauptsächlich durch ihre Herkunft bedingt erscheinen; so sind die von den Alpen her strömenden Luftschichten anders beschaffen, als die gegen das Gebirge anlaufenden Strömungen.

Aber auch noch aus ganz andern Gründen musste die Erforschung des Elektronengehaltes der höheren Luftregionen mit dem Luftballon von besonderem Inte-

resse sein. Nach den eingehenden Untersuchungen von C. T. R. WILSON konnte es nicht mehr zweifelhaft sein, dass die in der Luft befindlichen Elektronen eine bedeutungsvolle Rolle bei allen atmosphärischen Kondensationsprozessen spielen. WILSON befreite zunächst die in einem grösseren Raume abgeschlossene, mit Wasserdampf gesättigte Luft durch wiederholte Kompressionen und darauf folgende Expansionen von allen Staubteilchen, die bei den letzteren als Kondensationskerne dienen und sich mit der gebildeten Nebelwolke nieder senken; aber auch dann noch tritt erneute Kondensation ein, wenn die Uebersättigung mit Wasserdampf zwei ganz bestimmte Grenzwerte erreicht. Es zeigte sich weiter, dass diese Grenzwerte dieselben waren und nur noch deutlicher hervortraten, wenn die eingeschlossene Luftprobe durch Bestrahlung mit Röntgen-, Becquerel- oder Ultraviolett-Strahlen künstlich ionisiert war, und dass es die *Elektronen selbst* sind, die als Kondensationskerne fungieren; besonders wichtig ist, dass der Wasserdampf sich auf den *negativen* Elektronen leichter, d. h. schon bei geringeren Uebersättigungen niederschlägt als auf den positiven, und dass daher bei fortschreitender Kondensation *zuerst die negativen Partikelchen* niedergeschlagen werden, dann erst die positiven. Neuere meteorologische Forschungen haben dargethan, dass weitgehende Uebersättigungen auch in der freien Atmosphäre nichts seltenes sind; der Gehalt einer Luftschicht, in der soeben Kondensation eintritt, an freien Elektronen muss daher für die Wolkenbildung in derselben von grosser Bedeutung sein. Dreierlei Arten von Kondensationskernen müssen wir in der Luft als vorhanden voraussetzen: erstens Staubpartikelchen, auf denen sich der Wasserdampf schon bei den geringsten Uebersätti-

gungen niederschlägt; sie liefern mit diesem zu Boden fallend elektrisch neutrale Niederschläge. Sodann werden bei weiterer Kondensation zuerst die negativen Elektronen als Kerne dienen und die die Erdoberfläche erreichenden Niederschläge werden negative Ladungen mit herab bringen. Erst wenn die Uebersättigung sehr weit gegangen ist, werden auch + Ladungen aus der Höhe mit herabgebracht. Hierdurch erklären sich die wechselnden Vorzeichen in den Ladungen, welche die atmosphärischen Niederschläge bei einem Regenschauer oder bei einem Gewitter aufweisen. Dieselben können erstens trotz hoher elektrischer Spannungen am Boden elektrisch neutral sein; elektrisch neutrale fand LENARD auch unter den Partikelchen, welche von ultravioletten Lichtstrahlen in Gasen hervorgerufen werden und die Nebelwolken, die er in ultraviolett durchstrahlter, mit Wasserdampf gesättigter Luft erzeugte, erwiesen sich, als sie sich auf einem mit dem Elektrometer verbundenen Metallteller niederliessen, elektrisch ungeladen.

Aber die mit der bei diesen Untersuchungen im Freien dringend gebotenen Vorsicht angestellten, eingehenden Untersuchungen von Elster und Geitel über die elektrische Natur der atmosphärischen Niederschläge haben ganz unzweifelhaft das Ueberwiegen negativer Ladungen in denselben dargethan. Wenn ferner z. B. nach einer klaren Nacht am Morgen Thaubildung eintritt, geht die Zahl der — Elektronen an der Erdoberfläche herab. Unsere Elektronenzählungen in den höheren Schichten liefern die Hilfsmittel auch der quantitativen Seite der Frage näher zu treten. Schon in der Cumulusschicht, in etwa 3000 m. Meereshöhe, fanden wir wiederholt Elektronenmengen, welche die an der Erdoberfläche um das vier- und mehrfache übertreffen. An

der Erdoberfläche findet sich unter normalen Witterungsverhältnissen bei uns rund *eine* elektrostatische Mengeneinheit freier Elektrizität im Kubikmeter, wie schon erwähnt, etwas mehr freie + Elektrizität als freie — Ladung. Mit der Höhe gleicht sich diese Unipolarität mehr und mehr aus, mit gleichzeitiger Zunahme der absoluten Ladungsmenge; in 3 km. Höhe haben wir mehr als 4 El. stat. Einheiten im Kbm. Nun berechnet z. B. V. CONRAD auf Grund der ELSTER-GEITEL'schen Messungen der elektrischen Ladungen der atmosphärischen Niederschläge die in 1 gr. Wasser einer Cumuluswolke enthaltene Elektrizitätsmenge zu $\frac{1}{36} 10^{-8}$ Coulomb¹. In einer dichten Wolke, in der man nur 18 Meter weit sehen konnte, waren nach Messungen von CONRAD, 5 gr. Wasser im Kubikmeter, also etwa $\frac{1}{7} 10^{-8}$ Coulomb Ladung vorhanden. Nimmt man den erwähnten Wert von 4 El. stat. Einheiten oder $\frac{4}{3} 10^{-9} = \frac{4}{30} 10^{-8}$ Coulomb negativer Elektrizität an, so würde bereits diese Elektrizitätsmenge ausreichen um die beobachtete Niederschlagselektrizität auch quantitativ zu erklären.

Im Allgemeinen wird nur ein Bruchteil der vorhandenen Elektronen durch den Kondensationsprozess ausgefällt werden. Denken wir uns aber an der Kondensation zunächst nur die negativen Elektronen beteiligt, so werden diese durch die Wasserhüllen beschwert; sie sinken als Regen nieder; es bleibt dann den Messungen zu Folge etwa die gleiche Menge positiver Elektrizität pro Kbm. in der Wolke zurück. Geben wir z. B. dem genannten Cumulus nur 1 km. Radius, so wird er bei kugelförmiger Form mit 3 km. Mittelpunktsabstand von der Erdoberfläche an dieser ein Potentialgefälle

¹ V. CONRAD, Wiener Berichte 111, Abt. II a., p. 342. 1902.

von ca. 11000 Volt pro Meter Erhebung durch seine Eigenladung hervorrufen, wie CONRAD gleichfalls zeigt. Dies sind aber Werte wie sie thatsächlich bei Gewittern an der Erdoberfläche beobachtet werden. Bedenken wir dass bei diesem Gefälle ein 500 m. über dem Erdboden in der Luft befindlicher Punkt gegen die Erde bereits einen Spannungsunterschied von fünf und eine halbe Millionen Volt aufweisen würde, so werden wir hier unmittelbar auf Spannungen geführt, wie wir sie bei dem gewaltigsten elektrischen Prozesse der Atmosphäre, bei dem Gewitter sich ausgleichen sehen. Bereits 1887 berechnete LINSS wie ungeheure elektrische Kräfte wachgerufen werden, wenn die in einer Wolke von ihm vorausgesetzten Ladungen durch grössere Strecken hindurch räumlich getrennt würden, und dass sich uns hier Energiequellen aufthun, die bei weitem ausreichen um die gewaltigsten Gewittererscheinungen zu erklären. Die Elektronentheorie giebt uns nun, wie gezeigt, eine überraschend einfache Erklärung für diese Ladungen und die Elektronenfänge lieferten Ausbeuten, welche der Grössenordnung nach vollkommen ausreichen um die Erscheinungen *auch quantitativ* zu erklären.

Und endlich das letzte Problem, welches sämtlichen älteren Theorien völlig unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen stellte, beginnt sich vom Standpunkte der neuen Theorie aus allmählich zu lichten: das Problem, die dauernde Eigenladung des Erdkörpers und die Thatsache des elektrischen Spannungsfeldes über ihm, d. h. die sog. Schönwetterelektrizität zu erklären. Schon den älteren Beobachtern wurde klar, dass der Erdboden gegenüber dem Luftraum immer eine elektrische Ladung besitzt, auch wenn von einer Gewitterstimmung im Luftkreise keine Rede sein konnte, also

bei typischem «schönen Wetter». Bei diesem erwies sich der Erdkörper negativ geladen gegenüber der umgebenden Luft; nur bei wolkigem, regnerischen, zur Gewitterbildung neigenden Wetter schlägt das Vorzeichen der Erdladung gelegentlich, aber nur auf kurze Dauer um. Zur Erklärung dieser elektrischen Eigenladung der Erde sind die verschiedensten Theorien aufgestellt worden, ohne dass irgend eine genügt hätte. Die Eigenschaften der Elektronen geben einen ganz neuen Gesichtspunkt, von dem aus das Problem überraschend einfach erscheint. Die $+$ und die $-$ Elektronen unterscheiden sich überall, wo sie auftreten, durch die Verschiedenheit ihrer *Wanderungsgeschwindigkeit*; die $-$ Elektronen wandern unter der Wirkung einer bestimmten elektrischen Kraft viel schneller, sie sind leichter beweglich als die $+$ Elektronen, die mit einer grösseren Menge träger Masse bepackt erscheinen. Dagegen scheinen beide Arten mit derselben Elektrizitätsmenge geladen zu sein, die sich nur durch das Vorzeichen bei ihnen unterscheidet. Wenn nun ein solches elektrisches Teilchen in die Nähe einer leitenden Fläche, etwa in die Nähe des Erdbodens oder der auf diesem befindlichen, mit ihm in leitender Verbindung stehenden Gegenstände kommt, so influenziert es an diesen eine Oberflächenladung von umgekehrtem Vorzeichen, welche das vorüberziehende Teilchen anzieht. Diese anziehende Kraft, welche direkt proportional dem Quadrate der Ladung und umgekehrt proportional dem Quadrate des Abstandes des Teilchens von der leitenden Fläche ist, beeinflusst Elektronen beider Arten in gleicher Weise; aber die negativen vermögen elektrischen Kräften leichter und schneller Folge zu leisten als die positiven. In der Zeiteinheit werden also bei gleichem Gehalte der Luft an $+$ und

— Elektronen immer mehr — Elektronen an die Flächen gelangen als + Elektronen und hier ihre Ladungen abgeben. Dieser Prozess wird auf Bergen oder an den Spitzen von Bäumen u. dgl. von untergeordneter Bedeutung sein, da dort die Spitzenladungen des negativen Erdkörpers die — Elektronen forttreiben und überwiegend viele + Elektronen ansammeln, wie wir vorhin sahen. Es giebt indessen an der Erdoberfläche viele Stellen, an denen die Eigenladung wirkungslos in Bezug auf die in der Luft befindlichen Teilchen ist, und daher die genannte Einwanderung negativer Elektrizität ungestört von Statten gehen kann; dies sind alle Hohlräume, wie sie insbesondere unter dem ausgebreiteten Blätterdache der Vegetation in ausgedehntester Masse vorhanden sind, wie sie aber auch von allen Höhlen, Spalten und Klüften gebildet werden. Hier geben die darüber ragenden Teile und Spitzen einen sehr vollkommenen elektrostatischen Schutz gegenüber dem elektrischen Erdfelde, welches sich ja dem Einwandern von — Elektrizität in den — geladenen Erdboden entgegenstellen würde. Wir haben Anzeichen dafür, dass in der That namentlich die Vegetation eine grosse Rolle bei den luftelektrischen Prozessen spielt und dass der angedeutete Prozess auch quantitativ ausreicht, um die Erdladung in der angegebenen Weise zu regenerieren. Eine solche Regenerierung muss aber stattfinden, da die Luft ja kein vollkommener Isolator ist und die durch die Wanderung der Elektronen bedingte Leitfähigkeit einen fortwährenden Ausgleich der Erdladung und des atmosphärischen Spannungsgefälles bedingt.

Viel liesse sich noch sagen über Beziehungen dieses Gefälles zur Leitfähigkeit der Luft und dem Elektroengehalte, worüber schon ein ziemlich umfangreiches

Beobachtungsmaterial vorliegt, das neue interessante Perspektiven eröffnet. Ein Eingehen hierauf würde indess an dieser Stelle zu weit führen; freuen wir uns in der Elektronentheorie der atmosphärischen elektrischen Prozesse einen Gesichtspunkt gewonnen zu haben, der viele zum Teil Jahrhunderte alte Probleme der Lösung entgegenzuführen verspricht und zu weitergehenden Studien auf diesem vielumstrittenen Gebiete auf's intensivste anregt.
