

Zeitschrift: Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

Herausgeber: Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

Band: 7 (1951)

Heft: 3-4

Artikel: Lufterlektrische Einwirkungen

Autor: Frey, W.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-307005>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

Luftelektrische Einwirkungen

Von W. Frey, Bern

I. Die Probleme der Luftelektrizität begegneten in der Physik längere Zeit größtem Interesse. Die instrumentellen Grundlagen wurden schon vor 50 Jahren geschaffen; die Erkenntnisse sind dann aber zu einem gewissen Abschluß gekommen, und heute wird wohl noch registriert, aber nicht mehr diskutiert. Es gelang nicht, die gefundenen physikalischen Gesetzmäßigkeiten mit bestimmten Reaktionsformen biologischer Art in Einklang zu bringen.

Man erinnert sich der Arbeiten des Davoser Observatoriums (*Dorno, Mörikofer, Spiro, Dugge, Bider, Fritzsche*), der Frankfurter Schule (*Dessauer, Strassburger, Linke*), von *Gerhard Schorer, Schmid, Storm von Leeuwen, de Rudder, Gockel, Wiegand* und *Kirchner*, der Bemühungen des Klinikers *A. Jores*, Hamburg, von *Menzel*, Hamburg: Das Resultat ist kühles Mißtrauen allen Thesen gegenüber, die das Verhalten des Menschen bei atmosphärischen Einwirkungen zu definieren versuchen.

Aus der Überzeugung heraus, daß solche Beziehungen existieren müssen, daß meteorologische Einflüsse allein (Luftdruck, Feuchtigkeit, Licht, Temperatur) die Geschehnisse keinesfalls zu erklären vermögen, habe ich das Studium luftelektrischer Einwirkungen seit 1946 erneut in Angriff genommen.

Es fehlt nicht so sehr an der physikalischen Registriermethodik als an der medizinischen Beweisführung. Anamnestiche Angaben müssen möglichst durch zahlenmäßige Daten ersetzt werden.

Die Symptome der Wetterempfindlichkeit sind vor allem zirkulatorischer Art. Neben nervös-neuralgischen, rheumatischen Reaktionen, Besonderheiten der Hautempfindung (*Adersen, Gildemeister*) spielen Veränderungen von Blutdruck, Puls, Herzbeschwerden, migräneartige Kopfschmerzen, cutane Ödembildungen, venöse Stauung eine wichtige Rolle, nebst Thrombose und pulmonaler Embolie als weiteren Möglichkeiten.

Blutdruckmessungen, auch das Verfolgen der Druckamplitude sind nicht genügend. Der mittlere Blutdruck ist zu gut ausbalanciert, der Blutdruckwert muß in seine einzelnen Komponenten zerlegt werden

können. Das mit Ermittlung von Pulswellengeschwindigkeit und Bestimmung der arteriellen Eigenschwingungsdauer arbeitende Verfahren von *O. Frank, Brömser, Wezler* konnte neue Erkenntnisse liefern.

Statistische Zusammenstellungen zeitlich weit voneinanderliegender Beobachtungen mußten durch ganz kurzfristige Untersuchungen ersetzt werden. Statistischen Additionen von Resultaten, welche an schwer kontrollierbaren Menschengruppen gewonnen wurden, sollte der Selbstversuch gegenübergestellt werden. *H. Sahli* sprach einmal von «Mikrostatistik», von dem Wert einer genauen Analyse von Einzelfällen, dieses Prinzip war auch für mich das Maßgebende. Psychische Einflüsse sind als täuschende Momente theoretisch nicht unmöglich, sie verschwinden aber bei einer größeren Zahl von Untersuchungen, sie erzeugen nicht diese gesetzmäßig wiederkehrenden Kurven, wie ich sie zu demonstrieren beabsichtige.

II. Zwei Faktoren sind luftelektrisch maßgebend: die Luftionisation und das luftelektrische Potential. Die Atmosphäre ist an sich schlecht leitend, besitzt aber doch positiv und negativ geladene Teilchen, die zu neutralen Molekülen zusammentreten, aber sich auch als differente Ladungen halten können. Sie bedingen eine Art Strömen von Elektrizität in der Richtung nach der Erdoberfläche, während die Existenz einer bestimmten Voltspannung, eines elektrischen Feldes, dem statischen Verharren elektrischer Kräfte entspricht. Die Ionisation der Atmosphäre ist ganz vorwiegend terrestrischen Ursprungs und steht mit der Radioaktivität der Erdoberfläche in enger Beziehung; das Potentialgefälle dürfte dagegen seine Entstehung und Aufrechterhaltung kosmischen Einwirkungen verdanken (*Bauer, Benndorf, Israel*). Die Schwankungen der Luftionisation sind ausgesprochen ortsgebunden, während diejenige des Potentialgefälles an den verschiedenen Orten der Erde einen in großen Zügen übereinstimmenden Gang aufweisen (*Gockel*).

Der «negativen» Erdladung entspricht eine negative Aufladung der menschlichen Körperoberfläche. Atmosphärische Ionen treten mit ihr in Relation, unterstützt oder gehemmt durch das vorhandene Potentialgefälle. In welcher Weise das menschliche Individuum reagiert, wo das Reaktionssubstrat liegt, welche Organe den elektrischen Reiz perzipieren, das sind die Fragen, die sich dem Mediziner in erster Linie stellen.

III. Meine Mitteilung stützt sich auf 3-Minuten-Versuche unter Verwendung eines Aspirationselektrometers (0,3 m³ Luft pro Min.), eines Benndorfschen Instrumentes zur Dauerregistrierung des herrschenden Potentials, unter gleichzeitiger Analyse der nach dem Verfahren von

Wezler erkennbaren Blutverschiebungen. Das Verhältnis von Herzminutenvolumen zu peripherem, arteriellem Widerstand («zirkulatorischer Quotient») charakterisiert die Größe und Art der eintretenden Reaktion.

1. Die Beziehungen zwischen Luftionisation und Zirkulationsgröße. Dieselben sind durch frühere Versuche festgelegt worden, unter spezieller Berücksichtigung der starken atmosphärischen Umstellungen, wie sie die Zeit des Sonnenaufgangs mit sich bringt.

Man erkennt in Abb. 1 den starken Abfall der Ionisation vor und während des Sonnenaufgangs und die Verschiebung der Polarität von einer überwiegend negativen zu einer überwiegend positiven Ionisation. Die Abb. 2 gibt einen Versuch wieder, bei dem außer dem Abfall der Luftionisation die Zunahme von Einzelschlagvolumen, Herzminutenvolumen und Herzleistung zugleich mit dem Absinken des peripheren Widerstands zum Ausdruck kommt, und zwar ohne wesentliche Änderungen des mittleren Blutdrucks.

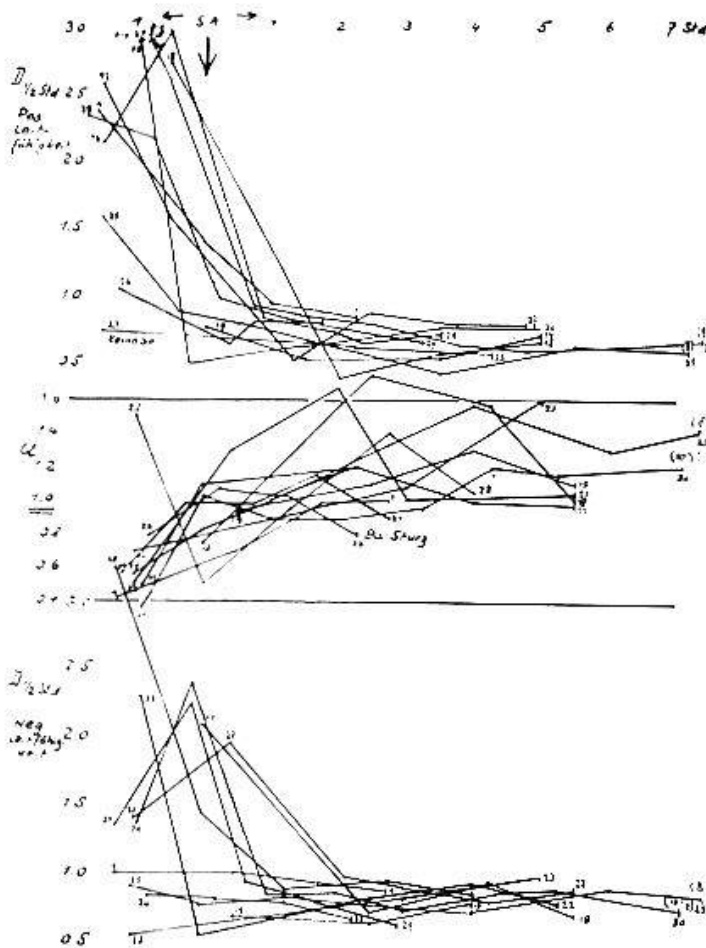


Abb. 1. Wechsel der atmosphärischen Leitfähigkeit mit dem Sonnenaufgang. D = Entladung des Elektrometers durch negative (a^-) resp. positive (a^+) Ionen.

$$1,0 = 16 \text{ Volt. } Q = \frac{a^+}{a^-}$$

Der geschilderte kurvenmäßige Ablauf zeigt sich nicht im Winter, bei schneebedeckter Erdoberfläche und auch nicht bei fehlender Sonneneinwirkung, Nebel- und Regenbildung, weil hier die Wasserteilchen Ionen in starkem Maße absorbieren und die Leitfähigkeit der Atmosphäre niedrig halten. In diesem Fall fehlt auch die erwähnte zirkulatorische Reaktion.

2. Die Beziehungen zwischen Potential und Luftionisation. Im Modellversuch (Tab. S. 216) wird ersichtlich, wie sehr die Luftionisation von der Richtung und Härte eines elektrischen Feldes abhängig

ist. Wenn man die Luftionisation durch 1mg Radiumsulfat künstlich erhöht und ein negativ aufgeladenes Elektrometer der Radiumeinwirkung in 60 cm Distanz aussetzt, so bedingt ein 40 cm außerhalb der Radiumquelle angebrachtes elektrisches Feld (Zinkplatte) charakteristische Änderungen der Entladungszeit. Ein positives Feld führt zur beschleunigten Entladung des Elektrometers. Ein gesteigertes positives Potential beschleunigt die Wanderung positiver Ionen. Der Einfluß ist besonders markant, wenn man das elektrische Feld vertikal über dem Elektrometer einwirken läßt, es ist das der Vertikalstrom, der auch in der Atmosphäre der Erdoberfläche positive Ladung zuführt.

Abb. 3 gibt einen der Versuche wieder mit gleichzeitiger Registrierung des Potentials, der Ionisation und der zirkulatorischen Reaktion des menschlichen Körpers¹.

Kurz nach 12 Uhr beginnt das Potential zu steigen, mit einem breiten Gipfel zwischen 13 und 14 Uhr und einem darauffolgenden langsameren Abfall, bis die Ausgangswerte um 16 Uhr wieder erreicht sind. Das Maximum liegt im Bereich der stärksten Besonnung (Photozelle), der maximalen Temperaturhöhe.

Die Gesamtionisation pro 100 l Aspirationsluft hält sich bis 11.43 Uhr auf 1,36–1,68 (1,0 = 16 Volt), fällt dann aber rasch ab bis zu einem sehr tiefen Minimum um 13.15 Uhr, um dann um 14.48 Uhr wieder den Wert von 1,42 zu erreichen. Das Minimum der Gesamtionisation koinzidiert mit einem Maximum der Feldstärke. Q, das Verhältnis von positiven und negativen Luftionen, ändert sich dabei in bemerkenswerter Weise, indem mit dem Einsetzen des hohen Potentials ein starker Verbrauch positiver Ionen eintritt mit einem Q von 0,33, während dann

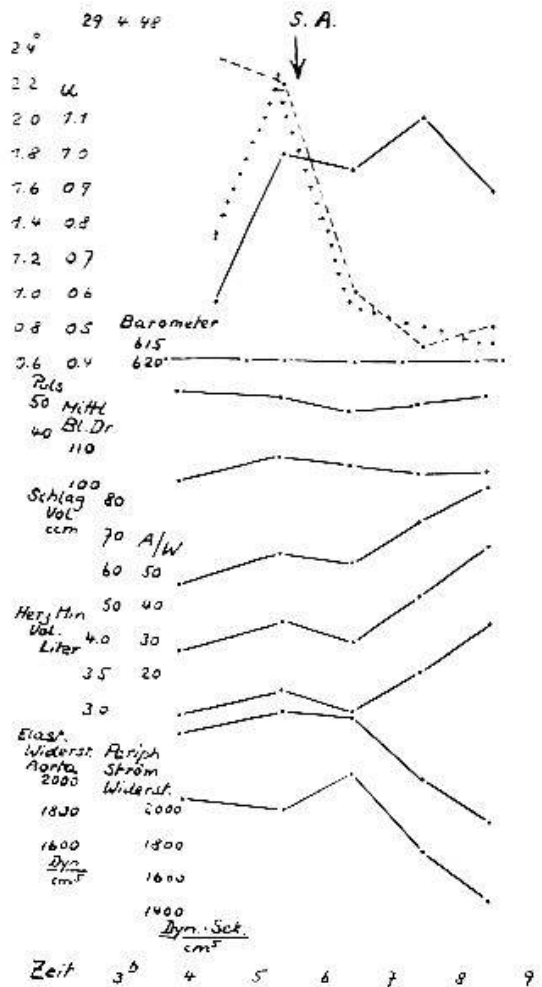


Abb. 2. Steigerung der Zirkulation bei Abfall der negativen Ionisation. A/W = Herzleistung/peripherer Widerstand (zirkulatorischer Quotient).

¹ Die Ausschläge der Potentialkurve sind umgekehrt zu lesen.

Luftelektrische Spannung und luftelektrische Ionisation. Elektrisches Feld F (unipolar aufgeladene Zinkplatte) 40 cm über 1 mg Radiumsulfat als Ionisator. Distanz Radium-Elektrometer 60 cm. Registrierung der Entladungszeit des Elektrometers (6 Skalenteile entsprechend 9 Volt)

Elektrometer	Elektrisches Feld	Entladungszeit Min.
315 Volt	190 Volt	
—	0	4' 15"
—	0	4' 12"
—	+	3' 54"
—	+	3' 44"
—	—	4' 16"
—	—	4' 27"
315 Volt	380 Volt	
—	0	4' 36"
—	0	4' 22"
—	—	3' 14"
—	—	2' 50"
—	—	5' 25"
—	—	5' 43"

umgekehrt um 14.48 Uhr mit dem Nachlassen des Vertikalstroms Q auf 1.73 sich erhebt.

Das Herzminutenvolumen steigt im Moment der Potentialzunahme, um nach 13 Uhr 5,3 l zu erreichen, bei etwa 3 l Ausgangslage. Der periphere Widerstand sinkt dementsprechend. Der diastolische Druck ändert sich kaum, der systolische nimmt zu, die Druckamplitude verhält sich wie das Schlagvolumen.

Die Reaktion, wie sie als Steigerung der Herzminutenvolumina und Absinken des peripheren Widerstands zu beobachten ist, scheint gebunden an die Einwirkung zweier Faktoren: hohes Potential und Vorhandensein von stärkerer atmosphärischer Ionisation. Überwiegend positive Ionisation und großes positives Potential wirken leistungssteigernd.

Haut und Lungen sind die Oberflächen, welche als Ionenadsorbierendes Substrat in Frage kommen. Dessauer bemerkte in seinen Versuchen mit künstlich aufgeladenen MgO-Partikelchen, daß bei der normalen Einatmung 15-45% der Ladung in der Lunge zurückblieben. Eigene Versuche mit elektrometrischer Bestimmung des Ionengehalts der Inspirationsluft im Vergleich mit der Expirationsluft führten zu ähnlichen Ergebnissen. Die technischen Schwierigkeiten sind aber beträchtlich, namentlich die Atmungsventile machen sich störend bemerkbar, die ganze Frage muß noch als ungelöst bezeichnet werden.

IV. Die Beziehungen zwischen Blutverteilung und Luftelektrizität sind schon normalerweise von einer gewissen Bedeutung, kommen aber bei

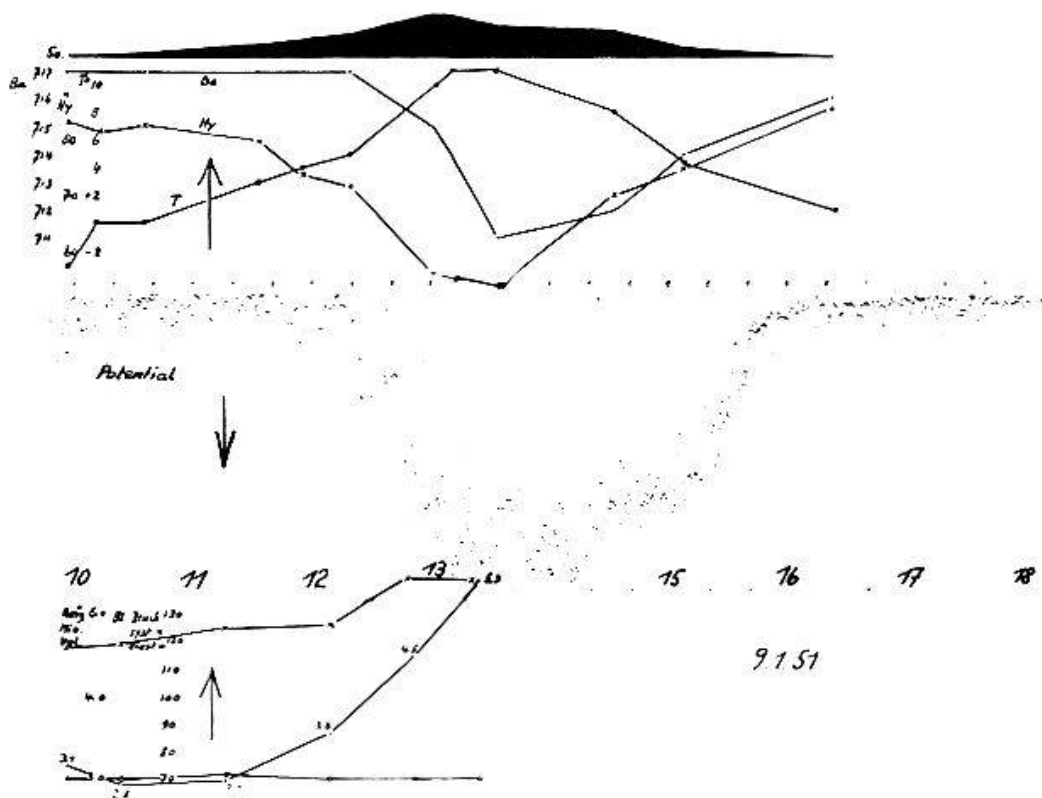


Abb. 3.

akuten Änderungen des luftelektrischen Milieus und bei spezieller Empfindlichkeit des Individuums in verstärktem Maße zur Geltung. Man erkennt die Bedeutung der Tageszeit, die Föhnfrage steht zur Diskussion, über den Einfluß von Regen, Nebel, Gewittern lassen sich bestimmtere Angaben machen. Die Reaktionsfähigkeit des Individuums ist konstitutionell in sehr verschiedener Weise festgelegt.

Die elektrische Entladung ist ein Zellreiz, gefolgt von vermehrter Zelltätigkeit, der Bildung neuer Aktionsströme. Das elektrische Feld beeinflusst die Raumladung und mittelbar auch die Entladungsgröße. Terrestrische und extraterrestrische Faktoren kombinieren sich. Das Studium dieser Verhältnisse ist ärztlich von größtem Interesse.

Zusammenfassung

Die physikalischen Grundlagen sind theoretisch und methodisch schon vor 50 Jahren geschaffen und bis zu einem gewissen Abschluß gebracht worden. Die Bedeutung von Luftelektrizität in biologischer Hinsicht blieb aber so gut wie völlig ungeklärt.

Seit 1946 befaße ich mich mit Untersuchungen zur besseren Präzisierung der medizinischen Beweisführung, zur Objektivierung von Tatsachen im Gegensatz zu dem Verfahren der subjektiv-anamnesticen Analyse.

Ein Exnersches Elektrometer gab Aufschluß über die Leitfähigkeit der Atmosphäre, der Benndorfsche Apparat registrierte das luftelektrische Potential, das Verfahren von Wezler ermöglichte eine Differenzierung der hämodynamischen, wichtigsten Faktoren von Zirkulationsgröße und peripherem Widerstand.

Der Mensch ist luftelektrischen Einwirkungen gegenüber nicht unempfindlich. Schon der «Normale» reagiert; bei vegetativer Übererregbarkeit kommt es zu pathologischen Reaktionen. Die Atmungswege sind als perzipierendes Organ von besonderer Bedeutung. Positive Ionen wirken zirkulationssteigernd und damit leistungsfördernd, eine überwiegend negative Ionisation der Atmosphäre hat hemmenden Einfluß. Leitfähigkeit und Potential der Atmosphäre kombinieren sich zu einem biologisch wirksamen Gesamteffekt.

Résumé

L'étude physique théorique et méthodique a été faite depuis 50 ans déjà, et elle a conduit à des conclusions positives. Par contre, l'influence de l'électricité atmosphérique dans le domaine de la biologie reste complètement inexpiquée.

Depuis 1946 je me suis efforcé d'augmenter la précision des observations médicales pour les rendre plus objectives.

Un électromètre d'Exner donna l'explication de la conductibilité de l'atmosphère; l'appareil de Benndorf enregistra le potentiel électrique de l'air; le procédé de Wezler rendit possible une différenciation des importants facteurs hémodynamiques qui sont la capacité circulatoire et la résistance périphérique.

L'être humain n'est pas insensible à l'électricité atmosphérique. L'individu normal réagit déjà. Une hypersensibilité végétative provoque des réactions pathologiques. Les voies respiratoires sont d'une importance toute particulière en tant qu'organes réceptifs. Les ions positifs accélèrent la circulation et en favorisent le mouvement. Une ionisation prépondérante négative a une influence retardatrice. La conductibilité et le potentiel électrique de l'atmosphère s'unissent dans une action biologique.

Riassunto

Le basi fisico-teoriche e fisico-metodiche furono poste e più o meno definitivamente stabilite già 50 anni or sono. L'importanza biologica dell'elettricità atmosferica rimase invece quasi sconosciuta.

L'autore studia dal 1946 questo problema nell'intento di precisare ed oggettivare i risultati ottenuti, prescindendo dall'analisi soggettivo-anamnestic.

L'elettrometro di Exner fu impiegato per determinare la conducibilità, l'apparecchio di Benndorf per registrare il potenziale elettrico dell'atmosfera. Il procedimento di Wezler rese possibile la determinazione dei fattori emodinamici più importanti della circolazione e della resistenza periferica. L'individuo è sensibile agli influssi elettrici dell'atmosfera. Già l'individuo «normale» reagisce a tali influssi, è però solo l'individuo con eccitabilità vegetativa aumentata che mostra reazioni patologiche. Gli organi della respirazione sono gli organi di percezione e perciò di notevole importanza. Gli joni positivi stimolano la circolazione favorendo così il rendimento. La ionizzazione prevalentemente negativa dell'atmosfera ha invece un'influsso depressivo. Conducibilità e potenziale elettrici dell'atmosfera mostrano un'azione biologica combinata.

Summary

The physical fundaments have been established theoretically, and as regards method, for 50 years, and have been brought to a certain conclusion. The significance of atmospheric electricity from the biological standpoint is however still almost completely unexplained.

Since 1946 I have been engaged in investigations designed to make the medical evidence more precise, and to establish objective facts, in contrast to the process of subjective-anamnestic analysis.

An Exner electrometer provided information on the conducting capacity of the atmosphere; a Benndorf apparatus registered the atmospheric electrical potential, while the method of Wezler gave a differentiation of what are hæmodynamically the most important factors for extent of circulation and peripheral resistance.

Man is not insensitive to the actions of atmospheric electricity. Even the «normal» individual reacts, and with vegetative hypersensitivity the reactions become pathological. The respiratory passages are of special significance as perceptive organ. Positive ions stimulate the circulation and therefore animate, while a preponderance of negative ionisation in the atmosphere has an inhibitory influence. Conducting capacity and potential of the atmosphere combine to make a biologically active total effect.