

## Werk

**Jahr:** 1937

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:13

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN101433392X\_0013

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0013](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0013)

**LOG Id:** LOG\_0029

**LOG Titel:** Zur neuen Haalckschen Theorie des Erdmagnetismus

**LOG Typ:** article

## Übergeordnetes Werk

**Werk Id:** PPN101433392X

**PURL:** <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

**OPAC:** <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

## Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

## Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen  
Georg-August-Universität Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen  
Germany  
Email: [gdz@sub.uni-goettingen.de](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

erzielen kann). Fig. 3 zeigt den photoelektrischen Schwingungsmesser auf einem primitiven Schütteltisch\*), der auf Blattfedern ruht und über einen verstellbaren Exzenter von einem 1 PS-Elektromotor angetrieben werden kann. In der Fig. 4 sind einige mit diesem Schütteltisch aufgenommene Resonanzkurven mit verschiedener Anregungsamplitude dargestellt. Sie entsprechen in ihrer Linearität den nach der Theorie zu erwartenden.

Über die Arbeitsweise des photoelektrischen Schwingungsmessers in der Praxis soll an anderer Stelle berichtet werden; doch schien es mir von Interesse, seine Konstruktion hier bekanntzugeben. Dürfte es doch durchaus möglich sein, auf dieser Basis auch Seismographen zu bauen mit Vergrößerungsverhältnissen bis zu  $10^4$ . Einmal stellt die Industrie heute noch viel empfindlichere Photozellen her, als die zu dieser Untersuchung verwandte, und liefert Gleichstromverstärker bis zu  $10^4$ -facher Verstärkung. Zum anderen ist optisch noch einiges herauszuholen, indem der von der Lichtquelle kommende Lichtstrom erst konvergent gemacht wird und die stationäre Masse, vielleicht noch über einen Hebelarm, den Lichtstrom im Brennpunkt steuert.

*Zusammenfassung.* Die Konstruktion eines photoelektrischen Schwingungsmessers wird beschrieben und einige Resonanzkurven gegeben.

Herrn Prof. Dr. S. Valentin er möchte ich auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen, daß er mir diese Untersuchung mit den Mitteln des Physikalischen Institutes der Bergakademie Clausthal in so entgegenkommender Weise ermöglichte.

Hamburg, im April 1937.

---

## Zur neuen Haalckschen Theorie des Erdmagnetismus

Von Teodor Schlomka, Hannover

Nach einer einleitenden Übersicht über den derzeitigen Stand der physikalischen Theorien des Erdmagnetismus wird darauf hingewiesen, daß die neue Haalcksche Theorie quantitativ nicht befriedigt und daß die Folgerungen, die Herr Haalck daraus gezogen hat, nicht zutreffen.

### A. Allgemeines zur Theorie des Erdmagnetismus

Eine allgemein anerkannte physikalische Theorie des Erdmagnetismus gibt es zur Zeit noch nicht. Die *Permanenth*theorie, die das erdmagnetische Feld auf eine permanente Magnetisierung der Erdkruste bis zu 25 km Tiefe herab zurückführen will, ist nur Scheinthorie; denn die permanente Rindenmagnetisierung wird von ihr nicht näher *begründet*, sondern einfach *postuliert*; die Frage

---

\*) Die Schütteltischapparatur wurde freundlicherweise vom Institut für Maschinenkunde und Elektrotechnik der Bergakademie Clausthal zur Verfügung gestellt.

nach dem Ursprung des Erdmagnetismus wird von der Permanenttheorie also gar nicht beantwortet, sondern nur auf die Frage nach dem Ursprung der Erdkrustenmagnetisierung verschoben.

Auch die *Stromtheorie*, die das Magnetfeld der Erde durch elektrische Leitungsströme auf der Erdoberfläche oder in der Erdkruste erklären will, befriedigt nicht recht. Denn einmal läßt sich kein vernünftiger Grund für das Überhauptvorhandensein der Leitungsströme angeben; und zum andern würden diese Ströme eine viel zu große Joulesche Wärme erzeugen [1].

So bleiben denn nur noch die *Rotationstheorien* übrig, die ihren Namen daher tragen, daß sie die Rotation der Erde für das Vorhandensein des erdmagnetischen Feldes verantwortlich machen. Es gibt eine große Zahl derartiger Theorien (eine systematische Übersichtstabelle findet man bei Schlomka [1] und [3]). Die Mehrzahl davon scheidet jedoch aus: Das aus ihnen folgende Magnetfeld der Erde ist um mehrere Zehnerpotenzen ( $10^8$  bis  $10^{24}$ mal) zu klein und hat auch zum Teil eine falsche Form. Lediglich *die* Rotationstheorien führen auch zu quantitativ befriedigenden Ergebnissen, die Abänderungen an den elektrodynamischen Grundgleichungen vornehmen. Zwei derartige näher ausgearbeitete neuere Theorien (Swann [2] und Schlomka [3]) liegen vor. Es ist hier nicht der gegebene Ort, ausführlich darzulegen, was für und was gegen diese beiden Theorien spricht. Nur soviel sei an dieser Stelle kurz bemerkt: Beide Theorien leisten in ihrem derzeitigen Stande der Forderung nach Widerspruchsfreiheit, Einfachheit und Fruchtbarkeit wohl kaum Genüge.

Bei dieser Sachlage wäre es daher sehr zu begrüßen, wenn es gelänge, eine Rotationstheorie des Erdmagnetismus aufzustellen, die ohne Abänderung der elektrodynamischen Grundgesetze eine plausible Erklärung für das Vorhandensein des erdmagnetischen Feldes lieferte. Herr Haalck hat bereits einmal [4] einen Versuch in dieser Richtung unternommen. Ich konnte jedoch zeigen [5], daß ihm ein Irrtum unterlaufen war und daß nach dessen Berichtigung Herrn Haalcks erste Theorie ein Magnetfeld lieferte, das mindestens  $10^{14}$ mal kleiner war als das tatsächlich vorhandene Feld.

Herr Haalck legt nun den Fachgenossen neuerdings [6] eine zweite Theorie des Erdmagnetismus vor. Diese neue Theorie ist jedoch in quantitativer Hinsicht ebenfalls unbefriedigend; auch hat Herr Haalck falsche Folgerungen aus ihr gezogen.

## B. Haupteinwand gegen die neue Haalcksche Theorie

Daß jede physikalische Theorie in *quantitativer* Beziehung befriedigen muß, ist eigentlich eine Selbstverständlichkeit. Es dürfte aber vielleicht doch zweckmäßig sein, zunächst einige diesbezügliche Sätze aus einem Vortrag von W. Wien über „Ziele und Methoden der theoretischen Physik“ [7] hier einzuschalten:

„Erst durch die Aufstellung quantitativer Gesetze wird eine wirkliche physikalische Theorie begründet, erst durch die zahlenmäßige Prüfung ihrer Aussagen durch die Beobachtung wird ihre Berechtigung erwiesen. Alle Theorien, die diese Feuerprobe

nicht bestehen, müssen aus der Wissenschaft verschwinden. Deshalb sind bloß qualitative Theorien höchstens als Anregungen für Versuche brauchbar, als wirkliche Leistungen der theoretischen Physik wird man sie nicht ansehen können. — —

Durch die Forderung der zahlenmäßigen Prüfung wird die Freiheit des theoretischen Physikers gewaltig eingeschränkt. Er muß alle Theorien verwerfen, die keine quantitative Übereinstimmung mit den Beobachtungen zeigen, und jeder, der in dieser Weise theoretische Physik getrieben hat, wird finden, daß der bei weitem größte Teil der Gedanken, die er zur Erklärung gewisser Vorgänge gefaßt hat, sich als unbrauchbar erweist. Diese Aussiebung durch die Natur selbst ist eine so große, daß sehr viele theoretische Physiker zeitweilig zur Unfruchtbarkeit verurteilt wurden. — — Von diesen Schwierigkeiten hat der bloß qualitative Theorien aufstellende Forscher keine Vorstellung; denn es macht meistens nicht die mindeste Schwierigkeit, gleich ein halbes Dutzend von Hypothesen aufzustellen, welche Naturvorgänge erklären, solange man auf die quantitative Prüfung verzichtet.“

Ausgangspunkt der neuen Haaleckschen Theorie ist im wesentlichen folgende Überlegung: Wenn man eine aus Ionen und freien Elektronen bestehende Kugel mit den Händen zusammendrücken will, so fühlt man einen Widerstand. Das ist ein Beweis dafür, daß die elektrischen Kräfte zwischen den Ionen und Elektronen der Kugel nicht mehr miteinander im Gleichgewicht sind. Die Ionen und Elektronen wollen zum Teil aus der Kugel heraus. Wären die Hände für die freien Elektronen durchlässig, für die Ionen aber nicht, so würde eben ein Teil der Elektronen durch die Handflächen aus der zusammengedrückten Kugel herausgehen und die Kugel selber bliebe positiv geladen zurück.

Diesen Grundgedanken wendet Herr Haalek nun auf den Erdkörper an. Temperatur und Druck ionisieren die Atome im Erdinnern; man hat dort also Ionen und freie Elektronen. Greift man irgendeine im Erdinnern gelegene Kugelfläche um den Erdmittelpunkt herum heraus, so drücken infolge der Gravitation die außen befindlichen Massen auf das Kugellinnere. Die Ionen und freien Elektronen wollen also aus dem Kugellinnern durch die betrachtete Kugelfläche nach außen. Da die Grenzfläche aus Materie besteht, die für die Ionen undurchlässig, für die freien Elektronen aber durchlässig ist, gehen Elektronen aus dem Kugellinnern heraus, das Kugellinnere wird also positiv geladen. Statt dieser einen herausgegriffenen Grenzfläche mit endlichem Druckunterschied hat man im Erdkörper ein allmähliches Anwachsen des Druckes von der Erdoberfläche bis zum Erdmittelpunkt und demnach auch eine räumliche Ladungsverteilung im Erdkörper derart, daß im Erdinnern positive Ladungsdichte, in den äußeren Schalen negative Ladungsdichte vorhanden ist. Die Erde rotiert nun; die positiven Ladungen des Erdinnern und die negativen Ladungen der äußeren Schale rotieren mit, liefern also Konvektionsströme und damit magnetische Felder. Die Gesamtheit dieser Felder bildet das an der Erdoberfläche beobachtete magnetische Feld.

Das ist die neue Haalecksche Theorie. Gegen sie ist hauptsächlich einzuwenden, daß sie überhaupt nicht quantitativ durchgeführt ist. *Herr Haalek hätte die Ladungsverteilung innerhalb des Erdkörpers der Größenordnung und der Gesetzmäßigkeit nach aus seinem Ausgangspunkt heraus berechnen und dann zeigen müssen,*

daß die so erhaltene Ladungsverteilung bei der Rotation gerade das tatsächlich vorhandene Erdmagnetfeld erzeugt. Das hat er aber nicht getan. Er macht vielmehr willkürliche Ansätze für die Gesetzmäßigkeit der Ladungsverteilung mit willkürlichen Konstanten und bestimmt diese Konstanten dann so, daß die Erde im ganzen elektrisch neutral ist und daß das magnetische Moment der Erde gerade richtig herauskommt!

Die Rechnungen des 2. Abschnittes „Die theoretischen Beziehungen“ und des 3. Abschnittes „Anwendung der Theorie auf Erde und Sonne“ haben überhaupt nichts mit Herrn Haalcks 1. Abschnitt „Grundlegende atomphysikalische Betrachtungen“ zu tun. Sie sind keine Stütze seines Ausgangsgedankens und können ungeändert auf jede beliebige „Theorie“ des Erdmagnetismus angewendet werden, die das Auftreten von positiver Ladungsdichte im Erdinnern und von negativer Ladungsdichte in den äußeren Kugelschalen einigermaßen plausibel macht. Herr Haalck hat also (vgl. die oben zitierten Sätze von W. Wien!) überhaupt keine „Theorie“ des Erdmagnetismus geliefert, sondern lediglich durch die Ausführungen seines 1. Abschnittes eine „Möglichkeit“ einer Theorie des Erdmagnetismus angedeutet, eine Möglichkeit, die er nicht numerisch durchgerechnet hat.

### C. Herrn Haalcks falsche Folgerungen

1. Herr Haalck meint, daß nach seiner Theorie dauernd Elektronen die Erdoberfläche verlassen müssen und durch die schlecht leitende Luft zur *Heaviside*-Schicht wandern, und schließt daraus: „Die unmittelbare Folge ist eine vertikale Potentialabnahme in der Lufthülle, wobei die Erdoberfläche als negativ, die höheren Schichten der Atmosphäre als positiv geladen erscheinen.“ Nach elementaren Grundtatsachen der Elektrostatik ist jedoch die elektrische Ladung etwas Absolutes und nichts Relatives, sie kann nicht positiv oder negativ „erscheinen“. Die Erde würde bei Elektronenabgabe *positiv* geladen werden und die leitende Schicht würde *negative* Ladung bekommen; die Ladungsverhältnisse wären also gerade umgekehrt, als Herr Haalck angibt!

2. Das Grundproblem der Lufterlektrizität ist bekanntlich [8] die „Aufrechterhaltung der negativen Oberflächenladung der Erde“. Es handelt sich darum, einen Prozeß ausfindig zu machen, der dem Erdkörper dauernd die *negative* Ladung wieder *zuführt*, die infolge der Leitfähigkeit der Luft fortwährend von der Erdoberfläche in die Atmosphäre wegfleßt. Herr Haalck ist nun der Ansicht, daß nach seiner Theorie „naturgemäß“ dauernd *Elektronen vom Erdkörper in die Atmosphäre fließen* und daß damit eine „befriedigende Erklärung für die Ursache des lufterlektrischen Vertikalstromes“ gegeben sei! Herr Haalck verkennt demnach vollkommen das lufterlektrische Grundproblem. Denn der von ihm angegebene Strom hat die Richtung des normalen Leitungsstromes. Dessen Existenz ist aber durch das Vorhandensein des elektrischen Feldes in der Atmosphäre und durch die Tatsache der atmosphärischen Leitfähigkeit völlig geklärt. Es handelt sich beim lufterlektrischen Grundproblem vielmehr darum, einen entgegengesetzt

fließenden „Gegenstrom“ ausfindig zu machen. Der von Herrn Haalck „gefolgerte“ Strom kann zu dessen Erklärung nicht herangezogen werden, denn er hat das falsche Vorzeichen!

3. Selbst wenn das Vorzeichen gestimmt hätte: Wie kann man von einer „quantitativen“ und „befriedigenden“ Erklärung sprechen, wenn man überhaupt nicht nachweist, daß *nach der Theorie* gerade soviel Elektronen den Erdkörper verlassen, wie zur Aufrechterhaltung erforderlich ist? (Herr Haalck zeigt nur, daß ein Elektronenverlust der Erde von rund  $10^{22}$  Elektronen pro Sekunde den Gehalt des Erdkörpers an freien Elektronen selbst in geologischen Zeiträumen nicht allzusehr erniedrigen würde; er zeigt aber nicht, daß gerade  $10^{22}$  Elektronen je Sekunde *nach seiner „Theorie“* die Erdoberfläche verlassen müssen!)

4. Wenn tatsächlich, wie Herr Haalck meint,  $88 \cdot 10^{20}$  Elektronen in der Sekunde den Erdkörper verlassen würden, dann erhielte die Erde dadurch *alleine in einem Tage* eine positive Ladung von

$$1400 \text{ (Coulomb/sec)} \cdot 86400 \text{ (sec)} = 121 \cdot 10^6 \text{ Coulomb.}$$

Die das lufterlektrische Feld verursachende *negative* Oberflächenladung von  $6 \cdot 10^5$  Coulomb würde hierdurch schon in einem Tage nicht nur neutralisiert werden, sondern sogar auf einen 200mal so großen *positiven* Betrag anwachsen. Das an der Erdoberfläche zu beobachtende lufterlektrische Feld würde also infolge des Haalckschen Prozesses von Tag zu Tag um rund  $130 \text{ (Volt/m)} \cdot 200 = 26000 \text{ Volt/m}$  anwachsen (!) und außerdem noch eine umgekehrte Richtung haben, als das tatsächlich vorhandene lufterlektrische Feld!

#### D. Gegenüberstellung der Resultate

*Herr Haalck sagt:*

Betrachten wir zusammenfassend das Ergebnis der Erörterungen der entwickelten Theorie, so ist festzustellen, daß sie physikalisch durch folgende Tatsachen gestützt wird:

1. Sie wird aus der Atomphysik abgeleitet.
2. Sie erklärt das Vorhandensein des Erd- und Sonnenmagnetismus.
3. Sie gibt darüber hinaus eine befriedigende Erklärung für die Ursache des lufterlektrischen Vertikalstromes.

*Demgegenüber gilt:*

Betrachten wir zusammenfassend das Ergebnis der obigen kritischen Erörterungen, so ist festzustellen, daß Herrn Haalcks neue Theorie aus folgenden Gründen abzulehnen ist:

1. Sie ist *nicht* aus der Atomphysik abgeleitet.
2. Sie liefert *keine Erklärung* für das Vorhandensein des Erd- und Sonnenmagnetismus.
3. Sie gibt *überhaupt keine Erklärung* für die Ursache des lufterlektrischen Vertikalstromes.

### Literatur

- [1] T. Schlomka: Zur physikalischen Theorie des Erdmagnetismus. Zeitschr. f. Geophys. **9**, 99—109 (1933).
- [2] W. F. G. Swann: A generalization of electrodynamics, consistent with restricted relativity and affording a possible explanation of the earth's magnetic and gravitational fields, and the maintenance of the earth's charge. Phil. Mag. (7) **3**, 1088—1136 (1927).
- [3] T. Schlomka: Gravitation und Erdmagnetismus. Teil I. Gerlands Beitr. z. Geophys. **38**, 357—406 (1933).
- [4] H. Haalek: Über das Vorhandensein einer magnetischen Wirkung durch rotierende Massen und die Ursache des Erd- und Sonnenmagnetismus. Zeitschr. f. Geophys. **5**, 359—365 (1929).
- [5] T. Schlomka: Zur Haalekschen Theorie des Erdmagnetismus. Zeitschr. f. Geophys. **8**, 84—87 (1932).
- [6] H. Haalek: Über eine neue physikalische Erklärung der Ursache des Erd- und Sonnenmagnetismus und des luftelektrischen Vertikalstromes. Zeitschr. f. Geophys. **12**, 112—123 (1936).
- [7] W. Wien: Aus der Welt der Wissenschaft, S. 150—171 (Leipzig 1921). — Die zitierten Stellen befinden sich auf den S. 151 und 153.
- [8] E. Schweidler: Die Aufrechterhaltung der elektrischen Ladung der Erde. (Hamburg 1932.)

*Hannover*, Seminar für theoretische Physik der Technischen Hochschule.

## Referate und Mitteilungen

### Mitteilung über die Fachgliederung Bodenkunde (Geologie, Mineralogie, Geophysik) im Reichsforschungsrat

Im Reichsforschungsrat sind, wie schon aus der Mitteilung durch die Presse bekannt geworden ist, die drei einander benachbarten Wissenschaften Geologie, Mineralogie und Geophysik in einer Fachgliederung „Bodenkunde“ zusammengefaßt worden.

Jede dieser drei Wissenschaften gibt entsprechend ihrer besonderen Fragestellung und Methodik vom Ziele einer Erforschung des Bodens und tieferen Untergrundes her gesehen zunächst nur ein Teilergebnis; wo sich aber diese drei Wissenschaften im Einsatz um die gleiche Aufgabe zu gemeinsamer, gegenseitig sich ergänzender Zusammenarbeit zusammenschließen, da vermögen sie das Ziel einer umfassenden Erforschung des Untergrundes zu erreichen. Darum ist es heute, wo es um verstärkten und erfolgreichen Einsatz der Forschung geht, notwendig, das Nebeneinander spezialistischer Vereinzelung zu überwinden und in planmäßiger Zusammenarbeit sich zu finden. Dieser Notwendigkeit ist im Reichsforschungsrat Rechnung getragen; und dafür dürfen wir dankbar sein; denn die hier durchgeführte Zusammenfassung erleichtert uns nicht nur unsere Aufgabe, sondern gibt uns gleichzeitig die Möglichkeit, in der gemeinsamen Arbeit an dieser Aufgabe so zusammenzuwachsen, daß in endgültiger Überwindung der spezialistischen Vereinzelung auch in die fernere Zukunft eine unsere Forschung nachhaltig befruchtende Gemeinsamkeit des Forschens bestehen bleibt. Die Erreichung dieses Zieles sowohl wie auch die Erfüllung der unmittelbar gegebenen Aufgaben setzt voraus, daß in einem Punkte unbedingte Klarheit besteht: Zusammenarbeit kann nur heißen, daß