

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen  
**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-  
Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere  
**Band:** 24 (1951)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Der Aufbau der Ionosphäre  
**Autor:** [s.n.]  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-564782>

### **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:** 15.03.2025

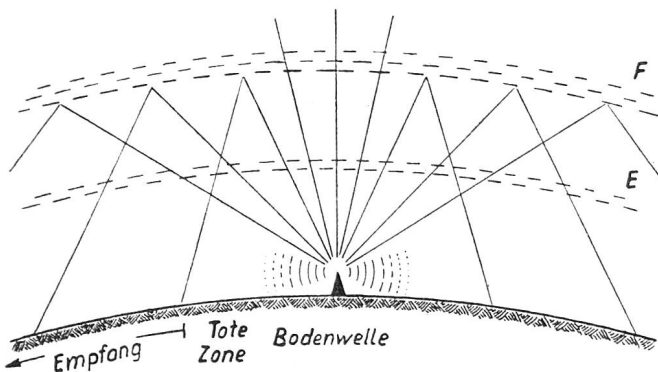
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Der Aufbau der Ionosphäre

Bei den Funkwellen, insbesondere im Mittelwellen-, Grenzwellen- und Kurzwellenbereich, werden zwei Ausbreitungsarten unterschieden, die «Bodenwelle» und die «Raumwelle». Bei den Langwellen ist praktisch nur die Bodenwelle von Bedeutung. Ihre Reichweite muss mit starker Senderleistung erkauft werden und man konzentriert vielfach die Senderenergie durch grosse Richtstrahlantennen in die gewünschte Richtung. Im Ultrakurzwellenbereich tritt dagegen ausschliesslich die Raumwelle in Erscheinung. Ihre Reichweite geht nur wenig über diejenige des vom gleichen Standpunkt ausgesandten Lichtes hinaus (quasi-optische Sicht). In den eingangs erwähnten Bereichen kommen mehr oder weniger beide Ausbreitungsarten in Betracht, von denen besonders die Raumwelle verschiedenartigen und wechselnden Einflüssen unterliegt, an deren Klärung seit einer Reihe von Jahren gearbeitet wird.

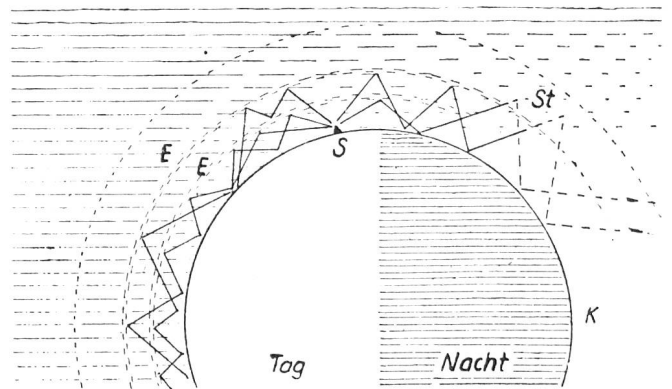
Die «Bodenwelle», die ihren Namen erhielt, weil sie sich der Erdoberfläche anschmiegt, verliert mit zunehmender Entfernung ihre Energie und zwar um so eher, je höher ihre Frequenz, mit andern Worten je kürzer die Welle ist. Die im Boden vorhandenen elektrischen Ladungen werden von den Funkwellen zum Mitschwingen gebracht. Diese Schwingungen finden jedoch in der Erde erheblichen Widerstand, so dass die Energie der Wellen um so rascher verzehrt wird, je schneller sie schwingen. Dieser Energieverbrauch wird als «Dämpfung» bezeichnet. Die Dämpfung beschränkt die Reichweite der Bodenwelle im Kurzwellenbereich bestenfalls auf ein paar hundert Kilometer. Über See ist die Dämpfung weniger stark, daher werden hier grössere Reichweiten erzielt als über Land.

Anders verhält es sich mit der «Raumwelle», die in gewissen Schichten der oberen Atmosphäre unter allerlei Voraussetzungen reflektiert wird. Obwohl schon in den achtziger Jahren in Verbindung mit erdmagnetischen Beobachtungen die Existenz einer ionisierten, elektrisch leitfähigen Luftschicht angenommen wurde, konnte erst im Jahre 1902 der Physiker Heaviside den Nachweis einer derartigen nach ihm benannten Schicht erbringen. Sie wurde später als Ergänzung zur Troposphäre und Stratosphäre auch Ionosphäre genannt. Sie gliedert sich in der Haupt-



Die Reflexionen an den Schichten der Ionosphäre. Direkt über dem Sender «durchgehende» Raumwellen

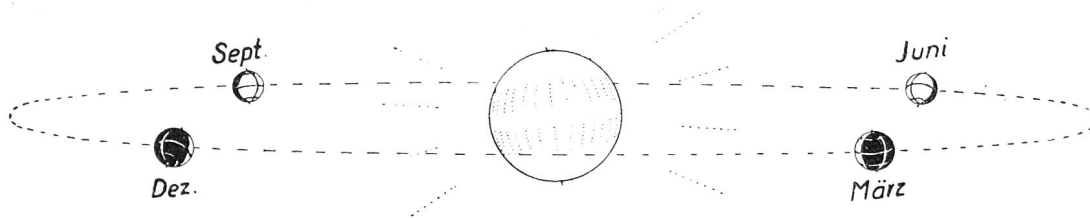
sache in zwei verschiedene Schichten. Die eine verläuft in etwa 100 Kilometer Höhe und wird als E-Schicht bezeichnet, die zweite, die F-Schicht, wechselt zwischen 250 und 400 Kilometer Höhe. Die ultraviolette Sonnenstrahlung spaltet in dieser Sphäre von den Luftmolekülen Elektronen ab und ruft so eine starke Ionisierung hervor. Beim Auf-



Ionisierung der hohen Atmosphäre durch Sonnenstrahlung und verschiedene Reflexionsmöglichkeiten der Funkwellen an den Schichten der Ionosphäre. S = Sender, E = E-Schicht, St = Streuung, K = Kein Empfang.

treffen der Funkwellen auf die freigesetzten Elektronen oder Ionen, werden diese zum Mitschwingen veranlasst, wodurch sie wie zahllose kleine Sender wirken, die ihre Energie weitergeben und so zur Erde zurückstrahlen. Diese Eigenschaft der Ionosphäre ist es, die durch eine oder mehrfache Reflexion die Überbrückung grösserer Entfernungen durch die Hochfrequenzwellen im Mittel- bis Kurzwellenbereich überhaupt erst ermöglicht. Leider ist nun die Ionosphäre keine gleichförmige, ideale Erscheinung, sondern infolge der unterschiedlichen Intensität und Zusammensetzung der Sonnenstrahlung verschiedenen regelmässigen und unregelmässigen Veränderungen unterworfen, die sich durch lange oder kurzzeitige Unterbrechungen, Schwächung des Empfangs oder Verzerrungen im Funkverkehr bemerkbar machen. Derartige Störungen fallen schon bei den Darbietungen des Unterhaltungsrundfunkes unangenehm auf; im Nachrichtenverkehr, zumal bei der Maschinentelegraphie zwischen ortsfesten Stationen können sie sehr lästig sein. Im Seeverkehr, ganz besonders jedoch im Luftverkehr und in der militärischen Luftfahrt können sie sich ausgesprochen verhängnisvoll auswirken. Die Störungen, die im Zusammenhang mit Gewittern regional in der Troposphäre auftreten, sind hier nicht gemeint.

Weil die Reflexionsfähigkeit der Ionosphäre von der Sonnenstrahlung abhängig ist, tritt sie am Tag anders als bei Nacht auf und wechselt mit den Jahreszeiten und mit der geographischen Lage. Überdies weist die Sonne selbst eine durchschnittlich elfjährige unterschiedliche Aktivitätsperiode auf, die ihrerseits wiederum gewissen Veränderungen unterliegt. Dahin gehören die wechselnde Fleckenhäufigkeit auf der nördlichen und südlichen Sonnenhemisphäre, die wechselnde Neigung der Sonnenachse im Jahreslauf und die siebenundzwanzigtägige Rotationsperiode der Sonne. Dazu kommen noch die verschiedenartigen Auswirkungen der einzelnen Entwicklungsstufen der Sonnenflecken, der Protuberanzen und der Korona; also eine grosse Anzahl von Variationsmöglichkeiten (s. Abb.). Derartig mannigfache Vorgänge und Erscheinungen, ihre Einflüsse und Zusammenhänge konnten nur durch enge Zusammenarbeit aller in Betracht kommenden Forschungsinstitute und weiträumige spezielle Dauerbeobachtungen ermittelt werden. Insbesondere konnten die astrophysikalischen Observatorien mit zunehmender Verbesserung ihrer Instrumente und Beobachtungsmethoden viele wertvolle Beiträge zur Klärung der Be-



Erdbahn und Neigung der Erdachse. Die Erde ist abwechselnd der Strahlung aus der nördlichen und der südlichen Sonnenhemisphäre ausgesetzt, die ihrerseits unterschiedliche Störungshäufigkeit aufweist. Der Abstand Sonne—Erde ist etwa einhundert Sonnendurchmesser. Die Erde müsste hier in etwa drei Meter Entfernung und in Staubkorngrösse dargestellt werden.

ziehungen zwischen Sonne und Erde liefern. So begann schon vor hundert Jahren, zu einer Zeit also, in der an drahtlosen Funkverkehr noch nicht gedacht werden konnte, die Eidgenössische Sternwarte Zürich mit der systematischen Registrierung und Auswertung der Sonnenflecken. Im Laufe der vergangenen Jahrzehnte spezialisierten sich manche Forscher oder Institute fast ausschliesslich auf die Sonnenforschung. Da die Spektralbeobachtungen, die eine sehr

wichtige Rolle spielen, durch die Trübung der unteren Troposphäre sehr beeinträchtigt werden, entstanden in den letzten Jahren eine Anzahl neuer Höhenobservatorien in der reinen Luft der Berge. Man ist neuerdings mit grossen unbemannten Raketensonden bis in die Ionosphäre vorgedrungen, um von dort aus die von der Atmosphäre unbeeinflusste Sonnenstrahlung zu spektroskopieren und zu photographieren. (Fortsetzung und Schluss nächste Nummer.)

## Aktueller Querschnitt



## Petit tour d'horizon

Vor kurzem schrieben die westdeutschen Rundfunksender einen Wettbewerb aus, der demjenigen, der das beste Vorsatzgerät für einen Ultrakurzwellen-Sendeempfänger konstruierte, einen Preis von 15 000 DM versprach. Der Preis wurde dem Münchener Dipl.-Ing. J. Kotthoff zugesprochen, der seit 1931 als Amateur tätig ist. In mühseliger Kleinarbeit bastelte er sein Vorsatzgerät, das an jeden Rundfunkapparat angeschlossen werden kann und damit den störungsfreien Empfang von Sendungen auf Ultrakurzwellen ermöglicht. Bei Serienbestellung soll das Vorsatzgerät auf nur etwa 100 DM zu stehen kommen. Anlass zur Konstruktion des Gerätes und zur Ausschreibung des Wettbewerbes gab die Kopenhagener Wellenkonferenz, welche für die Bundesrepublik nur drei Wellen vorsah. Durch Sendungen auf dem Ultrakurzwellenband wollen die Sender das Programm bereichern, und das Vorsatzgerät soll den Empfang ermöglichen.

Les premières émissions expérimentales en VHF (modulation de fréquence) de l'Allemagne orientale sont effectuées à Friedrichstadt, Berlin, sur 92,5 Mc/s. Cette station transmet le programme de Berlin pendant 18 heures par jour. Un deuxième émetteur VHF sera construit dès que possible sur le Brockengipfel, à 1000 m d'altitude, dans les montagnes du Harz.

In einer englischen Stadt ist letzthin eine sprechende Verkehrsampel vorgeführt worden. Die Einrichtung ist vollautomatisch und arbeitet entweder unabhängig oder gekoppelt mit den Lichtsignalen. Aus einem Lautsprecher werden den Fussgängern Hinweise und Warnungen zugerufen, entsprechend dem Wechsel der Lichter. Der Text ist auf einem endlosen Metallband aufgenommen.

A Chicago, en mars dernier, un récepteur de télévision a été installé à bord d'une voiture automobile (Cadillac), au prix de

1000 dollars. Les boutons de contrôle se trouvent dans l'appui-bras gauche du siège arrière, le haut-parleur derrière ce siège. Lampes et installations diverses se trouvent dans le coffre-arrière, lequel est doté d'une antenne mobile.

Ein Radio-Sende- und -Empfangsgerät in der Grösse eines Zigarettenpäckchens und als Gegenstück dazu ein zwei Meter hoher und drei Meter langer Empfänger, der bei einer Reichweite von 5000 km schwundfrei empfängt, sind die Sensationen der diesjährigen Ausstellung des amerikanischen Instituts der Radioingenieure, die in New York eröffnet wurde. Weitere Kostbarkeiten sind die soeben zur Veröffentlichung freigegebenen neuesten Radar-Geräte der USA-Streitkräfte, die teilweise 300 Röhren aufweisen. Der das menschliche Fassungsvermögen jedoch vor Rätsel stellende Höhepunkt dürfte das «Stroboskop» sein, ein Elektronen-Photogerät, mit dem in der Sekunde 300 000 Aufnahmen gemacht werden können.

Le studio de Lausanne donne, depuis quelque temps déjà, une émission bi-mensuelle au cours de laquelle il fait entendre des enregistrements exécutés par les membres de l'Association suisse des amateurs de l'enregistrement sonore. En marge de cette émission a été organisé le premier concours annuel de cette association, auquel ont pris part une trentaine de concurrents. Un jury composé de spécialistes a décerné quatre premiers prix. Un certain nombre des travaux examinés seront diffusés sur les ondes. On relève que ce concours — le premier du genre qui a été organisé en Suisse — constitue une expérience riche d'enseignements, du fait qu'il souligne les capacités dont peuvent faire preuve certains amateurs de l'enregistrement. On souhaite toutefois que ceux-ci, d'une façon générale, s'orientent plus résolument vers des productions affranchies des formules adoptées par les studios de radiodiffusion.

Die Stadt Como feiert dieses Jahr den 150. Geburtstag einer Entdeckung, die einen ihrer Bürger plötzlich in der ganzen Welt berühmt machte und dessen Name heute in der Elektrizität ständig verwendet wird. Vor 150 Jahren hat nämlich der Physiker Alessandro Volta in der Form der Voltaschen Säule die erste Elektrizitätsquelle geschaffen. Am 20. März 1800 schrieb Volta einen Brief an die Königliche Gesellschaft in London, der folgendermassen anfang:

«Nach einem langen Schweigen, das ich nicht zu entschuldigen suche, bin ich nun in der glücklichen Lage, Ihnen die Ergebnisse meiner Arbeiten mitteilen zu können. Es ist mir gelungen, Elektrizität zu erzeugen, indem ich einfach zwei verschiedene Metalle in feuchtem Zustand in Verbindung bringe.»

Man kann sich heute, da die Elektrizität etwas alltägliches geworden ist, die Wirkung dieser Entdeckung nicht mehr vorstellen. In den Fachkreisen und in der ganzen Öffentlichkeit hatte sie die grösste Wirkung. Überall wurde das Experiment nachgemacht.

Alessandro Volta fand diese erste Elektrizitätsquelle nicht zufällig. Als hervorragender Beobachter ging er mit Überlegung und Sorgfalt an die Arbeit. Logische Gedankengänge und sorgfältigste Experimente führten ihn auf den richtigen Weg, und dass er sein Ziel erreichte, ist nicht zuletzt der unerschütterlichen Geduld zu verdanken, die eine der wichtigsten Qualitäten der grossen Erfinder aller Zeiten gewesen ist. So schuf Alessandro Volta die erste Quelle für elektrische Energie niedriger Spannung.

Die Entdeckung Voltas war eine der bedeutendsten des ausgehenden vorletzten Jahrhunderts. Mit dem Franzosen Ampère und den Engländern James Watt und Faraday wurde Volta damit einer der grossen Pioniere der Elektrizität. Ihm zu Ehren wurde die internationale Einheit der Spannung «Volt» getauft. Das Volt feiert also dieses Jahr eigentlich seinen 150. Geburtstag und erinnert uns immer wieder an die grosse Leistung jenes Physikers aus Como.