

Werk

Jahr: 1936

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:12

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0012

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0012

LOG Id: LOG_0058

LOG Titel: Über Luftstörungen

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

Über Luftstörungen

Von F. Schindelhauer — (Mit 4 Abbildungen)

Unter Luftstörungen versteht man die schnellen Änderungen des elektromagnetischen Feldes der Erde, welche einen elektrischen Schwingungskreis zu einer gedämpften Schwingung anregen und daher beim drahtlosen Empfang knackende oder brodelnde Geräusche im Telephon oder Lautsprecher verursachen.

Die Herkunft dieser Feldstöße ist noch unbekannt. Sicher ist, daß Blitze ihre Ursache sein können, doch wird von manchen Seiten bezweifelt, daß alle Luftstörungen auf Blitze zurückgeführt werden müßten. So ist die Vermutung ausgesprochen worden*), daß Ausgleichsvorgänge in der Ionosphäre ebenfalls Feldstöße hervorbringen könnten. Da man heute annimmt, daß Blitzentladungen bis in die Ionosphäre hinaufreichen, so kommt beides schließlich auf dasselbe hinaus, nur ist der physikalische Vorgang der Einwirkung noch nicht feststehend. Denn erstens kann man die vertikal von der Ionosphäre zur Erdoberfläche verlaufende Blitzbahn als Antenne ansehen und annehmen, daß von ihr elektromagnetische Wellen ausgestrahlt werden. In diesem Falle kann man die Blitzbahn nach drahtlosen Methoden, z. B. mit einem um eine vertikale Achse drehbar aufgehängten Empfangsrahmen anpeilen. Von zwei verschiedenen Punkten aus könnte man dann den Ort des Blitzeinschlags auf der Erdoberfläche anschnneiden. Diese Methode würde für den Gewitterwarnungsdienst in der Luftfahrt praktische Bedeutung haben, wenn nachgewiesen wäre, daß die Reichweite der Blitze genügend groß wäre. Zweitens wäre es aber denkbar, daß der horizontale Teil der Blitzbahn, der in der Ionosphäre verläuft — denn hier müssen Ausgleichvorgänge stattfinden — auf den Rahmen wirken könnte. Für letztere Ansicht scheint der tägliche Verlauf der Richtung der Störung zu sprechen. Die Richtung der Störungen zeigt einen sehr regelmäßigen täglichen Gang, der lediglich vom erdmagnetischen Felde abzuhängen scheint. Bei Nacht ist sie magnetisch ostwestlich (Rotation elektrischer Teilchen um die magnetischen Kraftlinien) bei Tage nordsüdlich [Verschiebung elektrischer Teilchen in der Richtung der Kraftlinien**]. In beiden Fällen muß der Zustand der Ionosphäre einen maßgebenden Einfluß auf die Zahl und Stärke der Luftstörungen haben. Die Ionisation wird hier durch Ultraviolettstrahlung sowohl wie Korpuskularstrahlung der Sonne aufrechterhalten. Es müßte sich also ein sonnentäglicher Gang in den Luftströmungen wiederfinden lassen. Im folgenden wird versucht werden, diesen Gang nachzuweisen.

1. Apparatur. Die Luftströmungen, welche auf einer Frequenz von 10 kH ($\lambda = 30000$ m) vorkommen, werden in Potsdam laufend aufgezeichnet. Hierzu

*) Schindelhauer: Elektr. Nachr. Techn. 5, 442 (1928); ferner Maurain: Onde électr. 8, 131 (1929).

***) Elektr. Nachr. Techn. 6, 231 (1929); 9, 49 (1931).

dient ein registrierender Peilrahmen, der im wesentlichen mit dem von R. A. Watson Watt konstruierten übereinstimmt*): Eine vertikal aufgehängte Spule wird von einer Uhr dauernd in Umlauf gehalten (eine Umdrehung in 10 Minuten). Die Enden der Spule sind mit einem Kondensator verbunden, so daß ein elektrischer Schwingungskreis entsteht, der auf eine Frequenz von 10 kHz abgestimmt ist. (Eine so niedrige Frequenz wurde zum Teil deswegen gewählt, damit kein drahtloser Verkehr mit aufgeschrieben wurde.) Die größte EMK entsteht an den Enden des Peilrahmens dann, wenn die magnetischen Induktionslinien der Störung senkrecht zur Windungsfläche verlaufen. Durch jede Störung wird eine gedämpfte Schwingung im Kreise angeregt. Diese wird in einem Widerstandsverstärker verstärkt, gleichgerichtet und mit einem Weicheiseninstrument von sehr kleiner Schwingungsdauer auf einer Trommel aufgezeichnet, die auf der Achse des Peilrahmens sitzt. Für jede Stellung des Peilrahmens wird so die Anzahl der Störungen pro Zeiteinheit und somit alle 10 Minuten eine Richtungsbestimmung erhalten. Die Papiergeschwindigkeit beträgt etwa 1 mm/sec. Durch dauernde Kontrolle des durch die Röhren fließenden Anodenstroms wird für ausreichende Konstanz des Verstärkungsgrades gesorgt.

2. Material. Die vorliegende Untersuchung des sonnentäglichen Ganges der Luftstörung beruht auf Registrierungen der Jahre 1926 bis 1931. Es handelt sich aber nicht um eine fortlaufende Reihe, sondern es sind große Lücken vorhanden und man kann drei größere Registrierperioden unterscheiden:

1926 November bis 1927 Dezember,
1928 November bis 1929 August,
1929 Oktober bis 1931 Juli,

diese drei Epochen wurden auch getrennt bearbeitet.

Zu jeder vollen Stunde wurde in der maximalen Störungsrichtung die Anzahl der Störungen pro Minute ausgezählt und in Monatstabellen eingetragen. Hieraus wurden in der üblichen Weise Tagesmittel gebildet. Auf diesen Tagesmitteln beruhte dann das weitere Verfahren der Berechnung des sonnentäglichen Ganges. Um aber Fehler durch mangelhafte Konstanz des Verstärkungsgrades möglichst unschädlich zu machen, wurden nicht die Tagesmittel selbst, sondern deren Abweichungen von den Monatsmitteln benutzt. Die Berechnung des solaren Ganges wurde nach genau den gleichen Methoden durchgeführt, die von Peters und Ennis**) auf Erdströme angewendet worden waren. In jedem Monat wurden die fünf am stärksten (oder schwächsten) gestörten Tage herausgesucht, und von ihnen aus eine oder mehrere Sonnenrotationsperioden vorwärts und rückwärts gezählt und die entsprechenden Tageswerte der Luftstörung in Tabellen eingetragen. Dann wurden sämtliche Zahlen für den 1., 2., 3., . . . , n -ten Tag vor oder nach den maximalen Störungstagen addiert und gemittelt, so daß man also den mittleren

*) Inst. El. Eng. 64, 596 (1926).

**) Terr. Magn. 31, 37 (1926).

Verlauf der Anzahl der Luftstörungen während eines oder mehrerer Sonnentage vor oder nach einem besonders stark (oder besonders schwach) gestörten Tage erhielt. Diese mittleren Gänge wurden in Kurven eingetragen.

Es hat sich ergeben, daß Ausbreitungsvorgänge offenbar einen großen Einfluß auf das Resultat der Aufzeichnungen haben. Bekanntlich sind die Ausbreitungsverhältnisse für drahtlose Wellen in der Nacht besonders günstig. Auch bezüglich der Richtung der Störung spielen die Nachtwerte, wie schon oben bemerkt wurde, eine besondere Rolle. Nach Sonnenuntergang kehrt die Richtung der maximalen Störung mit großer Regelmäßigkeit wieder in dieselbe Lage zurück, und diese Richtung ist besonders scharf definiert, viel schärfer als am Tage. Deswegen sind neben den aus allen Stunden errechneten auch die unter Fortlassung der Tagesstunden gebildeten Mittel einer gesonderten Berechnung unterzogen und als Nachtstörungen bezeichnet worden.

3. Sonnentäglicher Gang. *a) 1. Umdrehung.* Tagesmittel (Fig. 1). Geht man von dem primären Ausbruch, der einen im mittleren Überschuß von 9.9 Störungen pro Minute zeigt, nach vorwärts weiter, so erfolgt ein schneller Absturz, der am 9. Tage von einem sehr deutlichen Wiederanstieg unterbrochen wird. Dann fällt die Kurve weiter bis zum 15. Tage, wo ein ebenso steiler Anstieg einsetzt. Statt des nun erwarteten *einen* sekundären Ausbruches ergeben sich deren zwei, die deutlich voneinander getrennt sind, und auf die Tage 23 und 29 fallen. Vom 29. Tage an ist wieder steiler Abstieg zu beobachten. Das Hauptmaximum am 29. Tage erhebt sich bis zu 0.9 Störungen pro Minute. Hieraus kann man schließen, daß mit einer Wahrscheinlichkeit von 10% die Störungsherde auf der Sonne, welche den primären Stoß bewirkt haben, nach einer vollen Umdrehung wiederum wirksam sind.

Geht man vom primären Stoß rückwärts, so ergibt sich wieder das kleine Maximum am 9. Tage, darauf weiterer Abfall bis zum kleinsten Werte am 19. Tage vor dem Hauptstoß. Dann erhebt sich die Kurve wiederum zu zwei sekundären Maximalwerten am 23. und 29. Tage.

Die Ruhewerte der Störungen ergeben ein ähnliches Resultat. (Punktierte Kurven in Fig. 1.) Sie können wegen ihres flachen Verlaufs natürlich nicht ein so genaues Zeitmaß für den Störungszustand geben, man sieht aber, daß die Kurve im allgemeinen entgegengesetzten Verlauf zeigt. Es zeigt sich hier wiederum kein einheitliches sekundäres Minimum, sondern deren mehrere, das erste am 25. bzw. 23. Tage.

Nachtstörungen (Fig. 2). Wenn man annimmt, daß auch auf dem Langwellengebiet nachts die Ausbreitung der drahtlosen Wellen hauptsächlich vermittelt der Ionosphäre stattfindet*), so muß man erwarten, daß die nächtlichen Störungswerte einen besonders guten solaren Gang zeigen werden. Das Ergebnis der Rechnung enttäuscht aber. Zwar ergibt sich wieder das Vorhandensein von

*) Best, Ratcliffe and Wilkes (Proc. Roy. Soc. A 156, 614) weisen Reflexionen der Wellenlänge 18800 m an der Ionosphäre nach. Bei Nacht ist das Reflexionsvermögen besser.

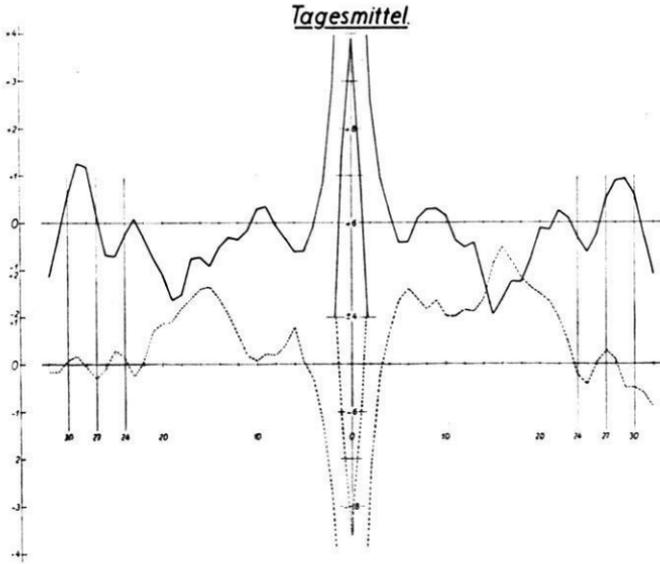


Fig. 1. *Sonnentäglicher Gang der Störungen vor und nach einem positiven (ausgezogenen) und negativen (gestrichelten) Puls, berechnet aus Tagesmitteln. Der primäre Puls (am Tage 0) ist abgebrochen worden*

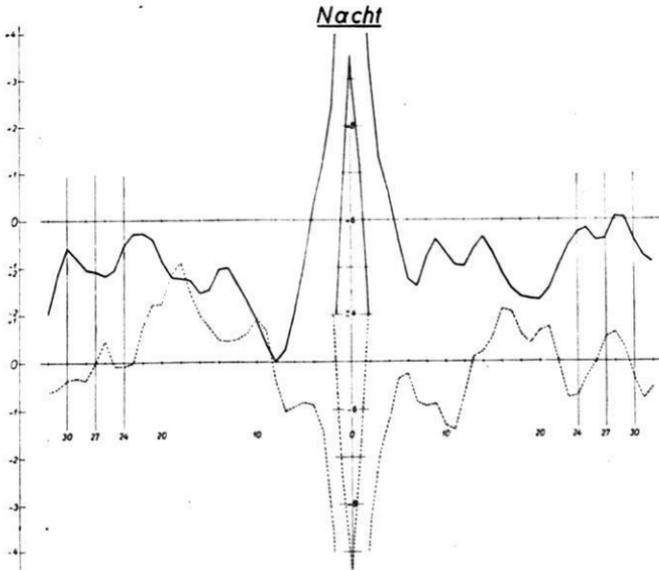


Fig. 2. *Sonnentäglicher Gang der Störungen, berechnet nur aus den nächtlichen Werten der Störungen. 1. Umdrehung*

mehreren Sekundärpulsen, aber nicht so scharf wie bei den Tagesmitteln. In den positiven (ausgezogenen) Werten finden sich nach vorwärts 25 und 28 Tage, nach rückwärts 22 bis 23 und 30 Tage als Eintrittszeiten; in den negativen Werten (gestrichelt) fällt das frühe Minimum auf den 23. bzw. 24. bis 25. Tag.

b) 2. und 3. Umdrehung. Tagesmittel (Fig. 3). Eine genauere Bestimmung der Umlaufzeit ist dadurch zu erreichen, daß man den 3. und 4. Puls nach 2 bzw. 3 Umdrehungen wiederzufinden sucht. Es sind dazu die mittleren Gänge vom 42. bis 67. Tage (zweite Periode) und vom 65. bis 98. Tage (dritte Periode) nach dem primären Puls berechnet worden. In den Kurven findet sich fast immer eine Andeutung für eine Rotationszeit von sehr kurzer Dauer, nämlich 23 bis 24 Tagen. Eine Zusammenstellung sämtlicher gefundener Eintrittszeiten der Extremwerte gibt folgende Tabelle:

	1.			2.				3.			
1. Tag	22	27	29	47	51	60	64	71	81	91	98?
	23		29	45	56	60	66	74	83	90	98?
	25			44	50	59	64	68	79	92	
	23			45	55			76	83	92	
								71			
								76			
Mittel	23	27	29	45	53	60	65	73	81	91	
2. Nacht	25	28	30	48	55	62	64	70	80	92	
	22		31	46	55		65	70	78	90	
	23			44	55			69	82	89	
	25			43	54			75	82	89	
								71	82	93	
Mittel	24	28	30	45	55	62	64	71	81	91	

Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, daß mehrere Schichten oder Zonen auf der Sonne mit deutlich verschiedener Umlaufzeit in Tätigkeit sein können:

1. Eine äquatoriale Zone, wahrscheinlich in sehr großer Höhe, die eine synodische Rotationsdauer von 23 bis 24 Tagen hat.

2. Die aus magnetischen Beobachtungen bekannte Zone mit der Rotationsdauer von 27 Tagen.

3. Die von Adolf Schmidt*) entdeckte und von Angenheister**) bestätigte Rotationszeit von 30 Tagen für Störungsquellen auf der Sonne, welche im festen Kern der Sonne vermutet werden.

Außerdem sind Andeutungen dafür vorhanden, daß noch eine Zone mit der Umlaufzeit von 32 Tagen vorhanden ist.

*) *Encycl. d. math. Wiss.* VI, 1, 10; *Erdmagnetismus* S. 345.

**) *Terr. Mag.* 27, 57 (1922).

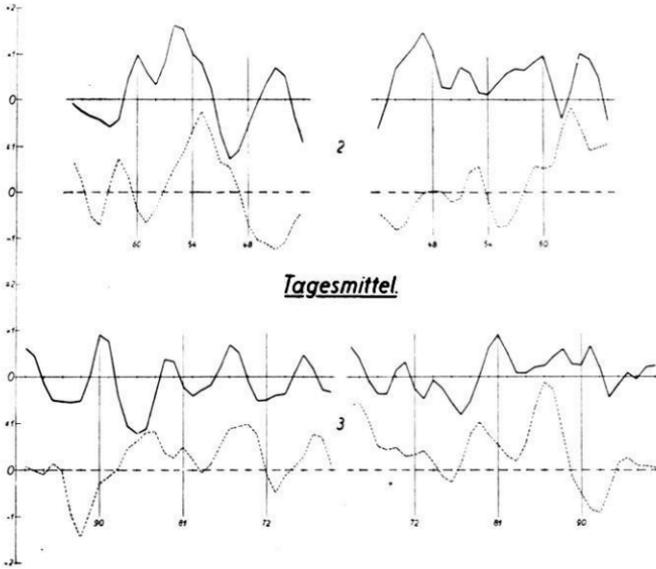


Fig. 3.
Sonnentäglicher Gang der Luftstörungen. Tagesmittel.
2. und 3. Umdrehung nach dem primären Puls

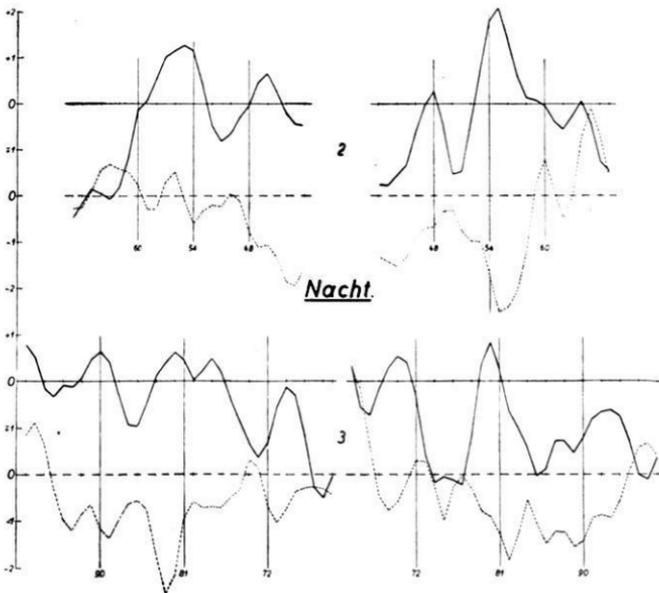


Fig. 4.
Nachtwerte. 2. und 3. Umdrehung nach dem primären Puls

Während die unter 1. und 2. genannten Störungen ihre Phase ständig ändern, weil dauernd alte Störungsherde verschwinden und neue an anderen Orten wieder entstehen, ändern die Störungen 3. ihre Phase nicht, müssen also auf der Sonne als ortsfest angenommen werden. Um nun festzustellen, ob die mit den Luftstörungen erhaltene Periode der Bedingung der Phasenkonstanz genügt, wurde eine Periodogrammanalyse angestellt mit Periodenlängen von $t = 26$ bis $t = 33$ Tage. Dabei ergaben sich die folgenden Amplituden:

$t = 26$	27	28	29	30	31	32	33
$a = 2.4$	4.1	8.4	8.1	8.8	7.4	9.4	5.5

Die Perioden von der Länge $t = 30$ und $t = 32$ Tage haben in der Tat die größten Amplituden, so daß man also annehmen kann, daß die Bedingungen der Phasenkonstanz für sie erfüllt ist. Die Kurvenform ist für $t = 30$ sehr gut sinusförmig, für $t = 32$ dagegen nicht.

Nach diesen Ergebnissen müßte man einen näheren Zusammenhang der Luftstörungen mit magnetischen Erscheinungen erwarten. Ein vorläufiger Versuch, die Luftstörungen mit den magnetischen Charakterzahlen zu vergleichen, hat zu keinem positiven Ergebnis geführt. Wenn man Korrelationskoeffizienten zwischen beiden errechnet, kommt man nur zu sehr kleinen positiven Zahlen. Außerdem scheint eine Phasenverschiebung von 5 Tagen vorhanden zu sein*), die physikalisch schwer erklärt werden kann.

Vorläufig ergibt sich also beim näheren Studium der Luftstörungen eine Reihe von Erscheinungen, die man nur als Ausbreitungserscheinungen, also Einflüsse sekundärer Natur deuten kann. Dazu gehört auch der sonnentägliche Gang der Luftstörungen. Ergebnisse meteorologischer Art, die von praktischer Bedeutung für die Wettervorhersage wären, können erst nach völliger Klärung dieser Ausbreitungserscheinungen erwartet werden. Wahrscheinlich werden sie auf einem höheren Frequenzgebiet in die Erscheinung treten. Deswegen werden in Potsdam laufende Aufzeichnungen der Störungen sowohl auf kurzen Wellen, wie auf mehreren zwischen dem Langwellengebiet, das bisher ausschließlich bearbeitet worden war, und dem Kurzwellengebiet liegenden Wellenlängen in Angriff genommen. Die dem mechanisch registrierenden Peilrahmen anhaftenden Übelstände werden durch eine Kathodenstrahlpeilung beseitigt, welche nicht mehr Integralwerte über die Richtung einer großen Masse von Störungen, sondern die Richtung jedes Individuums aufzeichnet. Dabei wird es möglich sein, auch die Richtungen zu finden, welche bisher durch die breiten Maxima des nach dem Kosinusetz arbeitenden Peilrahmens verdeckt gewesen waren.

Die Arbeiten in Potsdam sind von der Deutschen Forschungsgemeinschaft ermöglicht worden. Sowohl Apparate und Rechenbeihilfen sind ihr zu verdanken. Das Reichsamt für Wetterdienst hat die Durchführung der Versuche an seinem Observatorium Potsdam ermöglicht und gefördert. Beiden bin ich zu größtem Danke verpflichtet.

*) Naturwissenschaften 23, 500 (1935).