

## Werk

**Jahr:** 1938

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:14

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

**Werk Id:** PPN101433392X\_0014

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0014](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0014)

**LOG Id:** LOG\_0018

**LOG Titel:** Potsdamer erdmagnetische Kennziffern

**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)

## Potsdamer erdmagnetische Kennziffern

### 1. Mitteilung

Von **J. Bartels**, Potsdam. — (Mit 1 Abbildung)

Die zeitlichen erdmagnetischen Variationen haben neuerdings für verschiedene Gebiete erhöhte Bedeutung gewonnen: drahtloser Nachrichtenverkehr und Ionosphärenforschung, Höhenstrahlung, Bodenforschung. Zur schnelleren Berichterstattung über den Charakter der Variationen wird deshalb eine zweiziffrige erdmagnetische Kennziffer  $K$  für dreistündige Abschnitte eingeführt;  $K_1$  kennzeichnet die Intensität,  $K_2$  die Form der Variationen. Die Definition von  $K$  wird mit dem Wesen anderer magnetischer Störungsmaße verglichen. Für Januar bis Mitte Mai wird  $K$  nach den Niemecker Registrierungen gegeben, außerdem die Summe der 8 Ziffern  $K_1$  für jeden Tag, nach 27 täglichen Sonnen-Rotationen geordnet.

#### 1. Bedürfnis nach weitergehenden Angaben über die erdmagnetischen Variationen.

Der Kreis derjenigen, die an den zeitlichen erdmagnetischen Variationen Interesse haben, hat sich neuerdings erweitert: vor allem dadurch, daß die Ionosphäre, als Sitz der Ursache dieser Variationen und als Trägerin drahtlosen Nachrichtenverkehrs, jetzt auch der direkten Erforschung mittels elektromagnetischer Wellen zugänglich geworden ist; ferner durch die kürzlich entdeckte Abnahme der Höhenstrahlung bei starken erdmagnetischen Störungen [1], und schließlich infolge der wachsenden Zahl erdmagnetischer Lokalmessungen, die für die Zwecke der Bodenforschung angesetzt werden und dabei die zeitlichen Variationen eliminieren müssen. Auch für die Sonnenphysik ist der Nachweis von Veränderungen der Sonnenstrahlung durch erdmagnetische Variationen wertvoll, und zwar sowohl der korpuskularen Strahlung (polare Störungen und Polarlichter, erdmagnetische Stürme, Ringstrom) wie der ultravioletten Strahlung (erkennbar an der Amplitude der tagesperiodischen magnetischen Variationen an ruhigen Tagen, und an kurzdauernden erdmagnetischen Wirkungen auf der Tagseite der Erde bei ultravioletten Eruptionen auf der Sonne, etwa Eruptionseffekte zu nennen, verbunden mit Schwunderscheinungen im Empfang drahtloser Wellen [2]).

Auf die verwickelte Morphologie der erdmagnetischen Variationen kann hier nicht im einzelnen eingegangen werden: ein kurzer Hinweis auf die hauptsächlichsten bisherigen Störungsmaße soll genügen (Abschn. 2). Eine eingehende Darstellung und Diskussion der Niemecker Variationen zu Anfang des Jahres 1938 ist in Vorbereitung [5]; eine Einteilung der Haupttypen der magnetischen Stürme nach Potsdamer Registrierungen hat M. Rössiger gegeben [6].

#### 2. Bereits bestehende Maßzahlen für den erdmagnetischen Störungsgrad auf der ganzen Erde.

Der Störungsgrad der zeitlichen erdmagnetischen Variationen schwankt bekanntlich auf der ganzen Erde recht gleichmäßig. Bei stärkeren Störungen — während der eigentlichen erdmagnetischen Stürme, die mehrere Stunden dauern — kommt es niemals vor, daß eine einzelne Station nicht von

dieser Unruhe betroffen ist. Weniger einheitlich verhalten sich die schwächeren Störungsgrade und diejenigen kürzeren Störungen, die bis zu etwa einer Stunde dauern.

Der Störungsgrad während eines bestimmten Zeitabschnittes ist in möglichster Vollständigkeit gegeben durch die Gesamtheit aller erdmagnetischen Registrierungen sämtlicher Observatorien der Erde. Für die Verarbeitung und zur besseren Übersicht werden aus diesem großen Material gewisse Merkmale abgeleitet. Diese Merkmale werden ausgewählt auf Grund unserer Kenntnis der Morphologie der magnetischen Störungen und ihrer physikalischen Natur. Von denjenigen Maßzahlen, die sich auf die ganze Erde beziehen, sind am bekanntesten:

a) *Die internationale erdmagnetische Charakterzahl  $C$*  [3]: Jedes Observatorium erteilt jedem 24stündigen Abschnitt, durch Greenwich Mitternacht begrenzt, die Ziffer 0 (ruhig), 1 (mäßig gestört) oder 2 (stark gestört); diese Zahlen werden für etwa 50 Observatorien in De Bilt gesammelt, und der Durchschnitt, auf Zehntel abgerundet, ist  $C$ . Das häufige Vorkommen von  $C = 0.0$  und das gelegentliche Auftreten von  $C = 2.0$  beweisen die oben erwähnte Gleichmäßigkeit des erdmagnetischen Störungszustandes auf der Erde. Diese Zahl bewährt sich für die Auswahl ruhiger und gestörter Tage innerhalb eines Monats, oder für die Untersuchung der 27tägigen Wiederholungsneigung als Folge der Sonnenrotation; da aber Veränderungen im Maßstabe der subjektiven Schätzung nicht ausgeschlossen sind, ist  $C$  nicht geeignet für den Vergleich von Jahresmitteln, etwa in der 11jährigen Sonnenfleckperiode.

b) *Das  $u$ -Maß der erdmagnetischen Aktivität* [4]. Es wird aus den Tagesmitteln der erdmagnetischen Horizontalintensität  $H$  im magnetischen Äquator berechnet und mißt ihre absolute Veränderung von Tag zu Tag im Durchschnitt eines Monats oder Jahres. Die Schwankungen des  $u$ -Maßes folgen der 11jährigen Sonnenfleckperiode recht gut.  $u$  mißt die Schwankungen des homogenen Teiles des erdmagnetischen Außenfeldes, die man anschaulich bezeichnen kann als Schwankungen des Birkeland-Störmerschen Ringstromes um die Erde, nämlich Anwachsen der Ringstromstärke, verbunden mit Abnahme von  $H$ , infolge Ernährung des Ringstromes durch solare Korpuskularstrahlung während eines magnetischen Sturmes, und anschließend allmählicher Zerfall des Ringstromes mit Zunahme (Erholung) von  $H$ .

3. *Einführung der Kennziffer.* Auf Grund von Überlegungen, von denen nur einige in Abschn. 4 wiedergegeben werden sollen, wurde die Einführung einer erdmagnetischen Kennziffer  $K$  geplant, die den Störungszustand nach Art des Schlüssels für Wettertelegramme beschreibt. Ein wesentlicher Schritt besteht in der *Unterteilung des Tages in 8 Abschnitte* von je 3 Stunden, 0 bis 3 Uhr Weltzeit (Greenwichzeit) usw. Dadurch wird einerseits der Tatsache Rechnung getragen, daß der erdmagnetische Störungszustand sich während eines Tages oft so erheblich ändert, daß es Schwierigkeiten macht, sich für den ganzen Tag für eine einzelne Ziffer zu entscheiden; andererseits würde durch eine weitere Unterteilung, etwa

in stündliche oder halbstündliche Intervalle, nicht so viel gewonnen, daß die erhebliche Mehrarbeit zu rechtfertigen wäre, zumal Interesse an einer schnellen Veröffentlichung besteht. Ferner beruht die Kennziffer nur auf den Registrierungen in Niemeck. Erfahrungsgemäß würden sich praktisch dieselben Ziffern ergeben, wenn man die Registrierungen eines anderen deutschen Observatoriums (etwa Wien, München, Königsberg oder Wingst) zugrunde legen würde. Aus diesem Grunde — und im Interesse der schnellen Ableitung — wird vorläufig darauf verzichtet, Mittelwerte für mehrere Observatorien zu bilden. Bis Vergleiche vorliegen, wird man nach aller Erfahrung annehmen können, daß die Niemecker Registrierungen auch den erdmagnetischen Störungsgrad in einem Umkreis von etwa 500 km recht genau wiedergeben, und darüber hinaus eine gute Näherung für die Verhältnisse in Europa, mit Ausnahme der nordischen Länder in der Nähe der Polarlichtzone.

$K$  besteht aus 2 Ziffern, von denen jede die Werte 0 bis 9 annehmen kann. Die erste Ziffer  $K_1$  beschreibt den Störungsgrad nach den Registrierungen der

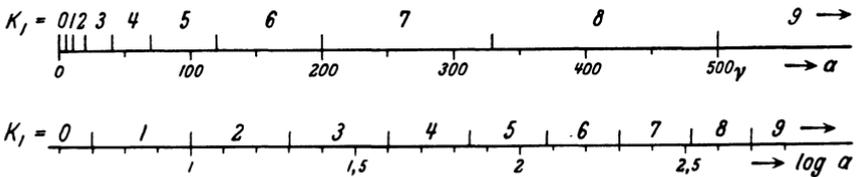


Fig. 1

erdmagnetischen Elemente (Deklination  $D$ , Horizontalintensität  $H$ , Vertikalintensität  $Z$ ) durch die Amplitude  $a$  der äußersten Abweichungen eines dieser Elemente von einem ausgeglichenen (tagesperiodischen) ruhigen Verlauf. Die Grenzen für  $K_1$  sind folgendermaßen gewählt ( $1 \gamma = 0.00001$  CGS-Einheiten):

$K_1 = 0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$a = \dots 5 \dots 10 \dots 20 \dots 40 \dots 70 \dots 120 \dots 200 \dots 330 \dots 500 \dots \gamma.$									

In Fig. 1 ist diese Skala oben linear und unten logarithmisch aufgetragen. Man erkennt, daß die Skala von  $K_1 = 0$  bis  $K_1 = 4$  genau nach Potenzen von 2 fortschreitet, nach oben hin etwas weniger schnell. Die Wahl der Stufen war einerseits dadurch bestimmt, daß die Grenzen für  $a$  runde Zahlen sein sollten, daß andererseits  $K_1 = 0$  völlige Ruhe bedeuten sollte, und daß schließlich die Stufe 9 auch bei (seltenen) Großstörungen wirklich vorkommen sollte. Einem Tage, an dem mindestens ein dreistündiges Intervall mit  $K_1 = 6$  vorkommt, würden wahrscheinlich die meisten Observatorien außerhalb der Polarlichtzone den Charakter 2 nach der internationalen Skala geben. Die Skala für  $K_1$  gestattet im Vergleich dazu eine Differenzierung der stärkeren Störungsgrade. Ähnlich liegen die Verhältnisse an der unteren Grenze: ein Tag, bei dem alle Tagesachtel  $K_1 = 0$  haben, muß wirklich ungewöhnlich ruhig sein.

Die zweite Kennziffer  $K_2$  enthält Angaben über die *Kurvenformen*. Die Ziffer 0 bedeutet glatten Verlauf. Die Ziffern 1 bis 3 zeigen *Pulsationen* (Elementarwellen) an, schnelle Variationen von kurzer Periode (im allgemeinen weniger als 3 Minuten Abstand von einer oberen Zacke zur nächsten, bei regelmäßigen und starken Pulsationen bis zu 5 Minuten). Die Stufen 4 bis 6 geben *Bais* (Ausbuchtungen der Kurven, Dauer von der Größenordnung 1 Stunde, untere Grenze der Amplitude  $10 \gamma$ ). Die Stufen 7 bis 8 geben an, daß  $Z$  den für Störungen typischen täglichen Gang zeigt, der besonders durch eine deutliche positive Aufwölbung am Nachmittag [5] [6] gekennzeichnet ist und von starken elektrischen Strömen längs der Polarlichtzone bewirkt wird.  $K_2 = 9$  bedeutet allgemeinen stürmischen Verlauf zur Zeit der stärksten Entwicklung eines magnetischen Sturms. Schließlich wird noch  $K_2 = s$  für den typischen plötzlichen Ausbruch (sudden commencement) eines magnetischen Sturms im Intervall gegeben; die plötzliche Änderung in einem Element soll dabei  $10 \gamma$  übersteigen. Also:

$K_2 = 0$ : Glatter Verlauf, Pulsationen unter  $0.5 \gamma$  Amplitude.

- 1: Pulsationen bis  $5 \gamma$  Amplitude in mindestens einem Element erkennbar.
- 2: Besonders regelmäßige und deutliche Pulsationen mit 2 bis  $5 \gamma$  Amplitude in mindestens einem Element.
- 3: Starke Pulsationen mit über  $5 \gamma$  Amplitude in mindestens einem Element.
- 4: Bai (oder Bais) von mindestens  $10 \gamma$  Amplitude, ohne Pulsationen.
- 5: Bai, außerdem Pulsationen bis  $5 \gamma$ .
- 6: Bai, außerdem Pulsationen über  $5 \gamma$ .
- 7: Täglicher Störungsgang in  $Z$  (mehr als  $20 \gamma$ ), keine starken Pulsationen.
- 8: Täglicher Störungsgang in  $Z$ , gleichzeitig starke Pulsationen über  $5 \gamma$  Amplitude.
- 9: Allgemein stürmischer Verlauf.
  - s: Plötzlicher Sturmausbruch, Anfangseffekt über  $10 \gamma$ .

Bei Auftreten mehrerer dieser Formen wird die höchste Ziffer  $K_2$  geschätzt; nur wenn Bai und Störungsgang in  $Z$  gleichzeitig auftreten, erhält die Erscheinung mit der größeren Amplitude den Vorrang.

Einzelne Kombinationen  $K_1 K_2$  sind natürlich unmöglich, z. B. 09 oder 1 s; man hätte diesen Verbindungen als eine andere Bedeutung geben können, um die 100 Möglichkeiten zweiziffriger Zahlen auszunutzen, jedoch wurde der Einfachheit halber davon abgesehen. Die Schätzung ist nach den ersten Erfahrungen recht sicher. Später sollen typische Magnetogramme für einzelne Stufen veröffentlicht werden.

4. Die Kennziffer im Vergleich zu anderen erdmagnetischen Störungsmaßen. Bei der üblichen Charakterschätzung wird das 24stündige Intervall oft als zu lang empfunden. Der Beginn einer großen Störung am Ende eines sonst ungestörten Tages zwingt dazu, dem ganzen Tag den Charakter 2 zu erteilen.

Der Gedanke einer zeitlichen Unterteilung liegt deshalb nahe. Tatsächlich hat Eschenhagen am Potsdamer Observatorium eine Schätzung (mit den

Stufen 1 bis 5 für jedes erdmagnetische Element  $D, H, Z$  einzeln) für *Halbtage* eingeführt. Diese Schätzungen sind von 1890 bis 1907 von Ad. Schmidt [7] zusammengefaßt, wobei die ursprünglichen Ziffern um 1 vermindert wurden (0 bis 4) und die 6 Ziffern (2 Halbtage  $\times$  3 Elemente) für jeden Tag addiert wurden, so daß die Tagessumme zwischen 0 und 24 schwankte. Nach der Einführung der Internationalen Charakterzahlen wurde die Halbtags-schätzung aufgegeben. G. Fanselau hat dann in Potsdam 1933 die fünfstufige Schätzung für ganze Tage (ohne Trennung der Elemente  $D, H, Z$ ) wieder aufgenommen; er bezeichnete die fünf Stufen mit 0; 0.5; 1; 1.5; 2, um Zahlen zu erhalten, die mit den internationalen Charakterzahlen  $C$  unmittelbar verglichen werden können. Die Ergebnisse dieser Schätzungen für Niemeck werden demnächst veröffentlicht werden [8]. Ein Vorschlag Fanselaus [9], auch die *Halbtags*-schätzung wieder einzuführen, war damit begründet, daß der Vorteil der genauen *zeitlichen* Erfassung der magnetischen Unruhe bedeutsamer sei als die Versuche, den magnetischen Zustand für einen *ganzen* Tag immer genauer zu kennzeichnen.

Dieser Vorschlag zur Halbtags-schätzung wurde auf Grund der ablehnenden Haltung der Kommission zurückgezogen [10].

1937 wurde dann die „Amerikanische magnetische Charakterzahl“  $C_A$  [11] [12] eingeführt, in Zusammenarbeit des Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Inst. of Washington — Observatorien Huancayo (Peru), Watheroo (Australien) — und des U. S. Coast and Geodetic Survey — Observatorien Cheltenham (Maryland), Honolulu (Hawaii), San Juan (Puerto Rico), Sitka (Alaska) und Tucson (Arizona). Jedes der sieben Observatorien schätzt für jeden *Halbtage* — nach Weltzeit — eine der Stufen 0; 0.5; 1; 1.5; 2. Diese Zahlen werden drahtlos nach Washington gemeldet, wo der Durchschnitt gebildet und wöchentlich veröffentlicht wird. Wie bei den Internationalen Charakterzahlen  $C$  (Ad. Schmidt [3]) beruht auch bei  $C_A$  die Bedeutung der Zwischenstufen, die sich bei der Mittelbildung ergeben, auf der Verschiedenheit des Schätzungsmaßstabes der verschiedenen Observatorien. Diese Verschiedenheit ist deshalb geradezu erwünscht [12], denn nur dadurch, daß z. B. einzelne Observatorien sich schwerer als andere dazu entschließen, einem Halbtage die Ziffer 2 zu erteilen, wird der Mittelwert 2.0 ein Merkmal für besonders starke Störungen.  $C_A$  hat sich nach McNish und Johnston gut bewährt [12].

Wie oben (Abschn. 9) erwähnt, hätte man daran denken können, unter Heranziehung anderer deutscher oder mitteleuropäischer Observatorien ebenfalls durch Mittelbildung eine durchschnittliche Charakterzahl abzuleiten. Erfahrungsgemäß sehen aber die Kurven an allen mitteleuropäischen Stationen, infolge ihrer großen Nähe, so ähnlich aus, daß die Verzögerung, die bei der Zusammenarbeit mehrerer Observatorien unvermeidlich ist, sich wohl nicht rechtfertigen ließe. Der Verzicht auf die Mittelbildung bringt es mit sich, daß bei  $K$  die Intensität der Störungen in 10 Stufen geschätzt werden muß, um die Gradation zu verfeinern.

Bei der zeitlichen Unterteilung für  $K$  scheinen 3 Stunden angemessen zu sein, auf Grund der bisherigen Erfahrungen. Schätzung für stündliche Intervalle

hätte die Arbeit verdreifacht, ohne wesentlichen Gewinn. Frühere Versuche in dieser Richtung wurden nicht weitergeführt: 1905 bis 1916 wurden in Potsdam die *gestörten Stunden* gekennzeichnet — gewissermaßen eine Charakterschätzung mit zwei Stufen 0 und 1: J. M. Stagg [13] hat für 10 Jahre Charakterzahlen 0, 1, 2 für stündliche Intervalle geschätzt und diskutiert.

In Tromsö wird die „Storminess“ definiert als Abweichung der Stundenmittel von einem ausgeglichenen Gang an ruhigen Tagen [14]; die Summe dieser Abweichungen für den Tag ist ein gutes Maß für die Aktivität, kommt aber für schnelle Berechnung (am nächsten Tag) deshalb nicht in Betracht, weil der Gang an ruhigen Tagen erst nach Abschluß eines Monats beurteilt werden kann.

In *K* ist keine unmittelbare Angabe über die *Nachstörung* (Ringstromeinfluß) enthalten, weil diese nur auf Grund sorgfältiger Ablesungen und ausgeglichener Basiswerte angegeben werden kann, also erst nach längerer Zeit. Die in den Potsdamer Jahrbüchern ausführlich in Tabellen und Abbildungen mitgeteilten „Abweichungen vom Normalwert“ drücken diesen Einfluß recht gut aus, und der durchschnittliche Einfluß wird durch das *u*-Maß im Monatsmittel erfaßt. Daß eine Nachstörung zu einer Zeit besteht, läßt sich natürlich aus den vorangehenden Werten  $K_1$  indirekt erkennen (vgl. [5]).

Auch die Amplitude der tagesperiodischen Variationen an ruhigen Tagen, als Maß für die solare Ultraviolettstrahlung, ist in *K* nicht angedeutet, weil erst auf Grund genauer Reduktionen bestimmt werden kann, wie der unregelmäßig wechselnde Sonneneinfluß die jahreszeitlichen Veränderungen im sonnentägigen Gang überlagert.

Die Kennziffer ist natürlich kein Ersatz für die vollständige Beschreibung eines erdmagnetischen Sturmes; für solche Zeiten wird eine Reproduktion der Kurven immer am besten sein. Die Kennziffer ist auch speziell den Verhältnissen eines Observatoriums in etwa  $50^\circ$  magnetischer Breite angepaßt; für Huancayo auf dem magnetischen Äquator wären z. B. die Ziffern  $K_2 = 7$  oder 8 bedeutungslos. Immerhin können die Erfahrungen mit *K* bei der Diskussion über einen geplanten internationalen Schlüssel (J. A. Fleming [16]) helfen.

5. *Kennziffern Januar bis April 1938.* In der folgenden Tabelle 1 sind die beiden Teile  $K_1$  und  $K_2$  der Kennziffer *K* durch verschiedenen Druck unterschieden. Die Schätzung wurde von Dr. Fanselau und dem Verfasser vorgenommen.

Tabelle 2 gibt die Summe der acht ersten Kennziffern  $K_1$  für jeden Tag in 27-tägigen Rotationen. Diese Rotationseinteilung unterscheidet sich von der astronomischen, weil eine ganze Anzahl von Tagen für die Rotation angesetzt worden ist, nämlich die durchschnittliche synodische Rotationsdauer von 27 Tagen für Flecken in etwa  $20^\circ$  heliographischer Breite. Zunächst [15] hatte ich das Jahr 1906 als Ausgangspunkt der Numerierung der Rotationen gewählt, weil damals die internationalen Charakterzahlen begannen; nachdem die Reihe für *C* aber rückwärts verlängert worden ist, möchte ich die ursprünglich als Nr. 1 bezifferte

Tabelle 1. Potsdamer erdmagnetische Kennziffern, 1. Januar bis 15. Mai 1938

<b>Januar 1938</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0—3 <sup>h</sup>	42	21	35	21	31	13	45	48	58	21	25	21	41	11	25	
3—6	32	35	12	22	31	01	32	48	37	22	12	12	58	21	21	
6—9	02	22	11	22	21	21	11	21	21	02	21	21	33	21	12	
9—12	21	32	21	32	21	22	22	21	12	01	12	21	21	12	12	
12—15	11	35	35	55	01	32	22	01	22	22	12	21	21	35	32	
15—18	21	32	22	42	02	55	56	01	11	01	25	41	31	21	11	
18—21	22	32	45	65	01	21	52	11	11	25	11	58	45	21	45	
21—24	35	21	11	41	11	31	31	45	01	11	11	52	21	32	45	
<b>Januar 1938</b>	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0—3 <sup>h</sup>	11	58	33	31	13	21	58	35	37	45	88	11	11	11	31	31
3—6	12	69	33	31	35	45	7s	23	31	21	53	12	22	35	21	21
6—9	21	69	23	23	23	53	89	33	33	11	33	22	22	11	12	32
9—12	21	53	33	33	33	33	89	33	33	4s	46	23	22	31	12	41
12—15	31	68	43	45	35	45	58	22	23	69	43	22	45	22	12	32
15—18	32	68	53	57	45	55	68	35	35	69	56	45	22	01	01	55
18—21	31	47	51	52	57	32	58	45	31	98	46	45	45	41	35	5s
21—24	7s	63	47	2s	37	41	51	45	45	89	31	31	41	55	31	55
<b>Februar 1938</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0—3 <sup>h</sup>	21	31	31	31	31	21	45	13	31	45	47	11	35	35	00	
3—6	22	22	31	22	21	56	41	13	41	56	55	21	22	33	11	
6—9	13	23	23	22	11	46	23	23	31	33	43	33	32	33	21	
9—12	32	42	21	32	31	33	33	33	43	46	32	32	42	43	21	
12—15	35	22	35	35	31	33	43	43	37	46	22	32	32	42	12	
15—18	35	22	55	45	21	57	43	68	52	21	32	22	31	58	01	
18—21	45	34	33	45	35	65	21	68	45	11	31	11	4s	47	11	
21—24	41	31	31	35	01	53	31	65	31	21	10	21	36	21	23	
<b>Februar 1938</b>	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28			
0—3 <sup>h</sup>	11	10	21	21	00	11	01	21	11	21	31	22	45			
3—6	11	01	31	01	11	01	01	21	22	12	21	11	21			
6—9	21	21	01	01	21	21	11	31	21	11	22	21				
9—12	22	21	31	11	11	31	11	21	32	5s	41	32	31			
12—15	21	21	31	01	21	12	11	31	22	35	32	32	23			
15—18	11	11	21	01	11	01	11	31	22	45	21	32	12			
18—21	11	11	10	11	00	01	21	31	35	56	55	45	55			
21—24	21	21	35	21	21	00	21	45	35	21	32	45	55			
<b>März 1938</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0—3 <sup>h</sup>	45	31	31	01	21	54	21	11	00	11	01	31	01	35	34	
3—6	45	12	31	11	11	32	11	21	11	11	01	31	11	35	35	
6—9	23	21	11	21	41	31	11	11	01	01	11	21	11	32	22	
9—12	32	22	21	11	31	22	21	11	01	01	01	31	11	31	22	
12—15	48	12	11	11	37	12	31	01	11	11	01	32	21	31	32	
15—18	31	12	11	11	47	21	31	12	01	01	11	31	11	21	11	
18—21	55	21	21	32	57	31	11	00	10	12	25	21	11	35	22	
21—24	41	31	11	45	44	41	11	32	31	11	34	11	21	21	11	
<b>März 1938</b>	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0—3 <sup>h</sup>	01	25	21	00	01	11	31	51	67	22	58	44	21	21	11	01
3—6	01	21	01	01	01	01	45	42	57	12	22	11	21	01	22	01
6—9	01	11	01	02	01	01	42	43	43	12	11	21	01	21	23	02
9—12	22	11	11	02	02	21	43	56	33	36	31	01	11	32	13	25
12—15	01	01	11	02	02	21	58	21	33	32	35	01	11	22	02	02
15—18	01	21	01	01	01	21	38	27	11	32	31	31	11	45	01	12
18—21	11	01	11	01	01	21	47	65	21	45	31	26	01	47	01	22
21—24	22	01	11	00	11	55	47	65	85	5s	84	21	25	21	00	21

<b>April 1938</b> . . . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0—3 <sup>h</sup>	10	00	23	23	01	21	48	21	12	32	01	12	23	58	38
3—6	01	01	01	32	12	35	48	23	12	12	12	13	02	58	38
6—9	02	01	11	12	02	21	22	33	12	22	22	23	23	53	23
9—12	32	01	11	22	02	21	32	33	38	33	38	33	43	43	43
12—15	12	11	35	32	02	23	35	22	33	22	23	33	43	53	42
15—18	35	11	35	21	02	22	31	22	31	31	47	11	53	43	32
18—21	31	21	21	11	02	45	11	21	45	11	31	45	33	46	21
21—24	21	23	21	11	11	42	21	35	35	11	31	32	57	33	11
<b>April 1938</b> . . . . .	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0—3 <sup>h</sup>	32	21	48	45	21	25	45	37	41	31	21	11	01	21	00
3—6	78	23	23	11	22	01	37	13	22	32	01	21	02	11	01
6—9	99	23	33	13	01	11	12	33	12	22	12	11	02	11	01
9—12	79	33	23	22	01	12	11	31	32	35	32	21	12	11	22
12—15	79	33	23	12	11	11	31	43	21	32	35	02	12	11	21
15—18	53	45	35	21	11	21	45	57	21	38	25	22	31	11	35
18—21	47	45	35	35	35	31	41	47	35	38	10	11	00	11	01
21—24	55	47	37	31	21	31	45	55	11	31	11	23	00	12	11
<b>Mai 1938</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0—3 <sup>h</sup>	11	11	11	45	35	31	01	11	11	45	32	79	57	35	55
3—6	02	21	32	42	33	22	01	12	11	33	22	53	21	32	46
6—9	01	12	12	22	22	22	22	01	01	22	12	53	11	32	33
9—12	12	12	22	21	32	32	12	12	11	11	22	33	01	43	22
12—15	01	22	11	37	22	22	12	32	21	25	22	48	22	58	32
15—18	12	11	37	65	43	35	35	11	22	21	78	46	11	45	45
18—21	22	11	37	45	48	22	00	22	21	22	89	45	11	32	11
21—24	22	22	45	22	45	11	00	22	32	11	79	65	26	55	35

Tabelle 2.

Summen der 8 ersten Kennziffern  $K_1$  für jeden Tag, nach 27tägigen Rotationen geordnet

Rotat.-Nr.	Erster Tag 1937/38	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1433	Dez. 18.	25	25	26	13	15	25	16	16	19	4	6	7	8	18
1434	Jan. 14.	16	18	22	44	29	27	24	30	49	24	24	40	36	19
1435	Febr. 10.	25	25	17	25	28	9	12	11	19	6	9	7	8	22
1436	März 9.	6	5	7	20	9	22	17	5	8	6	0	1	14	31
1437	April 5.	2	21	22	19	19	16	18	18	25	35	22	47	24	22
1438	Mai 2.	11	18	27	25	18	7	11	12	17	32	38	14	30	25
Rotat.-Nr.		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
1433		17	21	17	28	11	18	27	17	15	9	11	23	25	
1434		21	19	14	30	22	21	24	24	17	33	26	29	29	
1435		18	24	23	22	24	29	15	14	13	26	23	14	9	
1436		34	27	22	23	14	9	19	6	7	13	6	14	15	
1437		17	11	13	24	28	18	23	13	11	5	9	8	7	
1438		19	21	13	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	

Tabelle 3. Häufigkeiten der Kennziffern  $K_1$  für jeden Monat, und Durchschnittswerte, Januar bis April 1938

$K_1 =$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	$K_{1m}$	$A$	$K_1(A)$
Jan.	13	35	63	57	36	28	9	2	4	1	2.96	47.8 <sup>y</sup>	3.76
Febr.	16	35	63	63	30	13	4	--	--	--	2.50	29.8	3.07
März.	56	59	53	46	21	10	3	--	--	--	1.84	21.5	2.61
April	29	52	56	62	27	10	--	3	--	1	2.24	34.6	3.29

Rotation, die 1906, Januar 11 beginnt, mit 1001 beziffern, so daß die Rotation 1 am Tage 1892, Februar 8 beginnt, also in der Anfangszeit ständiger erdmagnetischer Beobachtungen. Summen von 25 und mehr (also durchschnittliche Kennziffern für den Tag über 3) sind durch den Druck hervorgehoben. Die Nordlichtstörung vom 25./26. Januar bestätigt die frühere Erfahrung (Greaves und Newton [17]), daß besonders große Stürme *nicht* die 27 tägige Wiederholungsneigung haben, die bei schwächeren Störungen so auffallend ist.

In Tabelle 3 sind die Häufigkeiten der Kennziffer  $K_1$  ausgezählt. Der regelmäßige An- und Abstieg der Häufigkeiten, mit  $K_1 = 1, 2$  oder 3 als stärkster besetzter Klasse, ist zugleich ein Zeichen, daß die Wahl der Grenzen für  $K_1$  zweckmäßig ist.

Außer dem gewöhnlichen Durchschnitt  $K_{1,m}$  ist noch ein zweiter gegeben: Wie oben erwähnt, ist  $K_1$  ungefähr proportional dem Logarithmus der Amplitude  $A$  der Abweichungen des stärkstgestörten Elementes vom normalen tagesperiodischen Verlauf; für  $K_1 = 0$  ist dabei als Näherungswert  $A = 2.5 \gamma$  anzusetzen. Der Durchschnitt von  $K_1$  ist also ungefähr proportional dem Durchschnitt der Logarithmen der Amplituden  $A$ , oder (bei einem Monat mit 30 Tagen, also 240 Intervallen) dem Logarithmus des *geometrischen* Mittels der Amplituden  $A$  (240. Wurzel aus dem Produkt der 240 Amplituden). Nun ist das *arithmetische* Mittel der  $A$ , nach einem bekannten Satz der Algebra, immer größer als das geometrische Mittel, und zwar unterscheiden sich das arithmetische und das geometrische Mittel um so mehr, je stärker die Einzelwerte streuen. Man kann nun ungefähr einen Wert für das arithmetische Mittel der  $A$  gewinnen, wenn man für jede Kennziffer den Durchschnitt der Grenzen für  $A$  ansetzt, also  $2.5 \gamma$  für  $K_1 = 0$ ,  $7.5 \gamma$  für  $K_1 = 1$  usw., und für den seltenen Fall  $K_1 = 9$  werden die wirklichen Amplituden eingesetzt. So ist das arithmetische Mittel berechnet, das unter  $A$  in Tabelle 3 angegeben ist. Zu dieser Amplitude  $A$  kann man eine dazugehörige Kennziffer  $K_1(A)$  angeben. Diese Funktion  $K_1(A)$  [oder die inverse Funktion  $A(K_1)$ ] ist von  $K_1 = 0.5$  bis 3.5 ganz exakt anzugeben, denn nach Definition ist  $A = 5, 10, 20$  und  $40 \gamma$ , für  $K_1 = 0.5, 1.5, 2.5, 3.5$ . Folglich ist

$$A = 10 \times 2^{K_1 - 1.5} \gamma.$$

Für höhere Werte von  $K_1$  muß man die Beziehung von einer Kurve ablesen.

Schon bei den bisher vorliegenden vier Monaten ist ein Beispiel, an dem der charakteristische Unterschied des gewöhnlichen Monatsmittels  $K_{1,m}$  und des Mittels  $K_1(A)$  deutlich wird: Von den Monaten Februar und April 1938 ist, nach  $K_{1,m}$  beurteilt, der Februar stärker gestört, nach  $K_1(A)$  beurteilt dagegen April stärker gestört.  $K_{1,m}$  drückt aus, daß der April mehr ganz ruhige Zeiten ( $K_1 = 0$  oder 1) hatte als der Februar;  $K_1(A)$  drückt aus, daß im Februar keine so großen Störungen vorkamen wie im April. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten  $K_{1,m}$  und  $K_1(A)$  liegt also in derselben Richtung wie der Unterschied zwischen den internationalen Charakterzahlen  $C$  und dem  $u$ -Maß der erdmagnetischen Aktivität

(vergleiche die Diskussion mit G. van Dijk [3]). Besser als durch einen dieser Mittelwerte ist der Monat durch die *Häufigkeitsverteilung* der Tabelle 8 charakterisiert.

6. Wenn eine größere Reihe für die Kennziffern vorliegen wird — es ist geplant, die Jahre 1934 bis 1937 nachträglich zu schätzen —, wird ihr Wert für die Charakterisierung der Variationen besser hervortreten. Es wird sich dann zum Beispiel auch die Frage klären lassen, welche Tagesgrenzen die zweckmäßigsten sind, wenn ganze Tage charakterisiert werden sollen. Es werden nämlich diejenigen Tagesgrenzen sein, bei denen die Summen der acht Ziffern  $K_1$  am stärksten von Tag zu Tag schwanken; bei diesen Grenzen werden Störungen am wenigsten durch die Tagesgrenzen überschritten werden. Leiv Harang [18] zieht zum Beispiel für den Vergleich magnetischer Störungen mit direkten Ionosphärenbeobachtungen die Tagesbegrenzung durch Greenwich Mittag derjenigen durch Greenwich Mitternacht vor. Es wird sich dann auch die merkwürdige Abhängigkeit des  $u$ -Maßes von der Tagesbegrenzung [4] näher untersuchen lassen.

#### Literatur

- [1] S. E. Forbush: Phys. Rev. **51**, 1108—1109 (1937); V. F. Hess, A. Demelmair und R. Steinmaurer: Nature **140**, 316—317 (1937); Terr. Magn. **43**, 7—14 (1938); E. M. Bruins: Acad. Proefschrift, Amsterdam 1938; W. Kolhörster: Naturwiss. **26**, 159f., 218f. (1938); T. H. Johnson: Terr. Magn. **43**, 1—6 (1938).
- [2] O. W. Torresson u. a.: Terr. Magn. **41**, 197—201 (1936); J. A. Fleming: Ebenda **41**, 404—406 (1936); J. H. Dellinger: Bureau of Standards Journ. Research **19**, 111—142 (1937), abgedruckt in Proc. Inst. Radio Eng. **25**, 1253—1290 (1937).
- [3] Charakterzahlen werden in verschiedenen Zeitschriften veröffentlicht (z. B. Meteorol. Zeitschr.; Terrestrial Magnetism). Vgl. A. d. Schmidt: Meteorol. Zeitschr. **33**, 481—492 (1916); G. van Dijk und J. Bartels: Terr. Magn. **40**, 371—382 (1935).
- [4] A. d. Schmidt: Zeitschr. f. Geophys. **1**, 1—13 (1924/25); J. Bartels: Meteorol. Zeitschr. **40**, 301—305 (1923). Ausführliche Diskussion und Tabellen bis 1930 in Terr. Magn. **37**, 1—52 (1932); Fortsetzungen der Tabellen ebenda **39**, 1—4 (1934); **40**, 265—266 (1935); **41**, 374 (1935); **43**, Juni-Heft (1938) im Druck.
- [5] J. Bartels und G. Fanselau: Diskussion der erdmagnetischen Variationen in Niemegek während drei Sonnen-Rotationen (Dezember 1937 bis März 1938). Erscheint demnächst. — Der erdmagnetische Sturm vom 16. April 1938. Naturwiss. **26**, 296—293 (1938).
- [6] M. Rössiger: Zeitschr. f. Geophys. **14**, Heft 3 (im Druck).
- [7] A. d. Schmidt: Ergebn. magn. Beob. Potsdam i. J. 1907, S. 29 und 70—72 (Veröffentl. Preuß. Meteorol. Inst. Berlin Nr. 219).
- [8] Geophys. Inst. Potsdam, Erdmagn. Jahrbuch 1935 (im Druck).
- [9] G. Fanselau: in Commission Magn. Terr. Electr. Atm., Procés Verbaux Réunion de Varsovie 1935, p. 40 (Secret. Organ. Meteorol. Internat. Nr. 30; De Bilt und Leyden 1936).
- [10] A. a. O., S. 13f.
- [11] A. G. Mc Nish and A. K. Ludy: The American magnetic character-figure  $C_A$ ; Terr. Magn. **42**, 173—178 (1937).
- [12] A. G. Mc Nish and H. F. Johnston:  $C_A$  for 1937. Terr. Magn. **43**, 49—54 (1938).
- [13] J. M. Stagg: Meteorol. Office, Geophys. Memoirs Nr. 40. London 1927.

[14] Leiv Harang und E. Tönsberg: The Auroral Obs. at Tromsö, Results of Magn. Obs. (Publ. Norske Inst. for Kosmik Fysikk, Nr. 12; Bergen 1937; Definition der Storminess in Nr. 2 und 4).

[15] J. Bartels: Terr. Magn. **37**, 1—52 (1932), und das 27tägige Wiederholungsmuster, ebenda **39**, 201—202 (1934).

[16] J. A. Fleming: Report of Committee on methods and codes to adequately describe magnetic disturbances and perturbations. Trans. Edinburgh Meeting 1936, Int. Union Geod. Geophys., Ass. Terr. Magn. Electr., Bull. No. 10, p. 222—234.

[17] W. M. H. Greaves und H. Newton: Monthly Notices R. Astron. Soc. London **89**, 641—646 (1929).

[18] Leiv Harang: Geofysiske Publ. **11**, Nr. 17, S. 15. Oslo 1937.

Potsdam, Geophysikalisches Institut.

---

## Der charakteristische Verlauf eines erdmagnetischen Sturms, nach Potsdamer Registrierungen

Von **M. Rössiger**, Potsdam. — (Mit 6 Abbildungen)

Es wird eine morphologische Betrachtung der erdmagnetischen Stürme von Potsdam—Seddin versucht und dabei eine Einteilung der Stürme nach dem Verhalten der Vertikalintensität in zwei reine Typen vorgenommen: Nachmittagssturm und Nachtsturm. Welche von diesen beiden Formen auftreten, hängt von der Lokalzeit der tiefsten Absenkung der Horizontalintensität ab, für die die Bezeichnung „Haupteinbruch“ vorgeschlagen wird. Auf eine Reihe von Einzelmerkmalen im allgemeinen Sturmablauf wird hingewiesen: die „f“-Störung (gegen 21 Uhr Lokalzeit), die „a“-Wellen (gegen 17 Uhr Lokalzeit) und die schnellen Pulsationen in den Tagesstunden von 3—15 Uhr.

Um das Beobachtungsmaterial, das über erdmagnetische Stürme vorliegt, einer theoretischen Bearbeitung zugänglich zu machen und zu Aussagen über ihre Hauptzüge zu gelangen, hat man bisher rein statistisch aus dem Verlauf von Stürmen an Beobachtungsstationen, die in derselben Breite liegen, einen mittleren Verlauf, nach „Sturmzeit“\*) gerechnet, abgeleitet oder die „mittlere ortszeitliche Variation“ des erdmagnetischen Feldes an gestörten Tagen gebildet\*\*). Bei

---

\*) Das ist die vom Beginn der Störung ab zu zählende Zeit.

\*\*\*) N. A. F. Moos: Government Observatory, Bombay. Colaba Magnetic Data, 1846—1905, Part II, Bombay 1910; C. Chree: Studies in Terr. Magn., London 1912. S. 59; S. Chapman: An Outline of a Theory of Magnetic Storms, Proc. Roy. Soc. London, Ser. A. **95**, 61 (1919); G. Angenheister: Die erdmagnetischen Störungen nach den Beobachtungen des Samoa-Observatoriums, Nachr. d. Ges. d. Wiss., Göttingen, Mathem. Phys. Klasse, 1924, S. 1; S. Chapman: On Certain Average Characteristics of World Wide Magnetic Disturbance, Proc. Roy. Soc. London, Ser. A. **115**, 242 (1927); L. Slaucitajs und A. G. McNish: The Field of Magnetic Storms as Deduced from the Mean Difference of Magnetic Intensity on Quiet and Disturbed Days. International Union of Geodesy and Geophysics, Association of Terrestrial Magnetism and Electricity, Transactions of Edinburgh Meeting Sept. 17—24, r. 289. 1936, Kopenhagen 1937.