

## **Werk**

**Jahr:** 1953

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 Z NAT 2148:19

**Werk Id:** PPN101433392X\_0019

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X\\_0019](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PID=PPN101433392X_0019) | LOG\_0009

## **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 there 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)

# Zur Struktur des erdmagnetischen Störungscharakters

Von Hellmut Berg, Köln<sup>1)</sup>

Mit 8 Abbildungen

Die verschiedenen Aktivitätsmaße zur Charakterisierung der erdmagnetischen Schwankungen haben ihre Bedeutung weniger für die Beschreibung des erdmagnetischen Zustandes als vielmehr zur Charakterisierung des jeweiligen solaren Störungscharakters. Sie geben ein brauchbares Maß, wenn es sich darum handelt, solare Einzelereignisse mit irdischen Vorgängen zu verknüpfen. So haben Kennziffern für die erdmagnetische und damit solare Aktivität mehr und mehr Anwendung gefunden bei der Diskussion der solaren Abhängigkeit des meteorologischen Geschehens; es sei nur an die Untersuchungen von *Düll* [1], *Koppe* [2], *Flohn* [3], *Rudloff* [4] u. a. erinnert. Auch in der Bioklimatologie ist mehrfach versucht worden, über erdmagnetische Kennziffern dem Zusammenhang zwischen biologischen Ereignissen und der solaren Störungstätigkeit näherzukommen. Beispielsweise haben *Bach* und *Schluck* und *Berg* anscheinend einen Zusammenhang zwischen der Eklampsie und solaren Vorgängen aufgedeckt [5, 6], *Berg* hat sich mit Beziehungen zwischen solaren Vorgängen und der Embolie [7], *Cyran* mit solchen zum Wehenbeginn [8] beschäftigt. In all diesen Fällen wurde die erdmagnetische Aktivität als Kriterium für die solare Aktivität benutzt.

Die ersten hierher gehörenden Untersuchungen mußten sich auf die täglichen Werte der internationalen Charakterzahlen  $c_{int}$  stützen, die für eine lange Reihe von Jahren berechnet vorliegen. Mehr und mehr bemüht man sich aber, solare und terrestrische Vorgänge durch die Betrachtung kürzerer Zeiträume schärfer zu erfassen, als es bei einem generalisierenden Tagesmittelwert möglich ist. Das gilt sowohl für meteorologische Probleme als auch für Fragen der Bioklimatologie, wobei dahingestellt sei, ob dieses Streben nach verfeinerter Betrachtung in jedem Falle angebracht ist. Die Möglichkeit, kürzere Intervalle des Tages zu erfassen, ist durch die Einführung der dreistündigen Kennziffern  $K_1$  durch *Bartels* geschaffen worden. Auch sie werden seit einer Reihe von Jahren laufend veröffentlicht.

Bei der immer lebhafter in Gang kommenden Diskussion des Zusammenhanges zwischen terrestrischen und solaren Phänomenen an Hand der erdmagnetischen Kennziffern hat die Frage nach dem durchschnittlichen Ablauf einer durch eine bestimmte Kennziffer  $K_1$  ausgedrückten Störung ein gewisses Interesse. Etwas allgemeiner wurde die Frage im folgenden so formuliert: Wie sieht der durchschnittliche Verlauf der  $K_1$ -Werte in der Umgebung, d. h. 5 Dreistundenintervalle vor bis 5 Dreistundenintervalle nach dem Auftreten eines bestimmten Wertes von  $K_1$  (beispielsweise  $K_1 = 0$  oder  $K_1 = 4$ ) aus? Dabei wurde noch unterschieden, in welchem Dreistunden-

<sup>1)</sup> Prof. Dr. Hellmut Berg, Meteorolog. Inst. d. Univ. Köln.

intervall des Tages diese  $K_1$ -Werte, im folgenden mit  $K_1^i$  bezeichnet, auftreten.

Die Untersuchung beschränkt sich auf die drei Jahre 1944, 1945 und 1946. Benutzt wurden die in den Ergebnissen des erdmagnetischen Observatoriums Wingst veröffentlichten Daten der Kennziffern  $K_1$ . Für  $K_1 = 2$  lieferte das

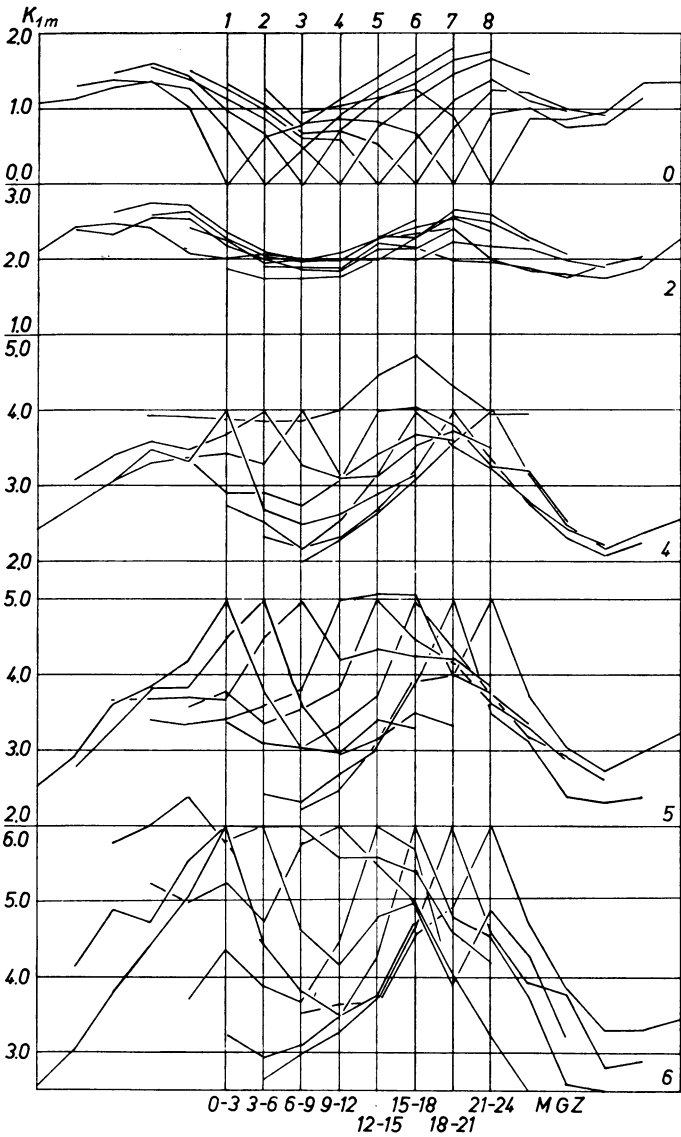


Abb. 1.

Jahr 1944 allein schon genügend Werte, so daß auf die beiden anderen Jahre verzichtet werden konnte; es handelte sich zunächst nur darum, einen allgemeinen Überblick über die zu erwartenden Gesetzmäßigkeiten zu bekommen. Den gründlichsten Einblick würden zweifellos Häufigkeitswerte der vor bzw. nach dem Stichwert vorkommenden  $K_1$ -Werte bieten. Andererseits lassen sich nebeneinander stehende Häufigkeitsdarstellungen schlecht überblicken und vergleichen. Infolgedessen wurde der durchschnittliche Verlauf der  $K_1$ -Werte in der Umgebung von  $K_1^i$  als arithmetisches Mittel berechnet. Das arithmetische Mittel empfiehlt sich durch seine Einfachheit. Seine Eignung zur Charakterisierung eines mittleren erdmagnetischen Störungsgrades wird auch dadurch anerkannt, daß in den Veröffentlichungen beispielsweise die Summe der  $K_1$  für den ganzen Tag mitgeteilt werden. Da die  $K_1$ -Werte indessen aus den Amplituden der erdmagnetischen Registrierungen gewonnen werden, und zwar so, daß zwischen dem maximalen Ausschlag innerhalb eines Dreistundenintervalles und der Kennziffer  $K_1$  keine lineare sondern eher eine logarithmische Beziehung besteht, so muß der Art der Mittelung der  $K_1$ -Werte einige Aufmerksamkeit geschenkt werden. *Bartels* hat bereits bei der Einführung der dreistündigen Kennziffern darauf hingewiesen [9]; wir werden auf diese Frage noch kurz eingehen.

In Abb. 1 ist der durchschnittliche Verlauf der  $K_1$ -Werte als arithmetisches Mittel  $K_{1m}$  für die Umgebung der Dreistundenintervalle mit den Kennziffern  $K_1^i = 0, 2, 4, 5$  und  $6$  dargestellt. Und zwar ist das Ergebnis der

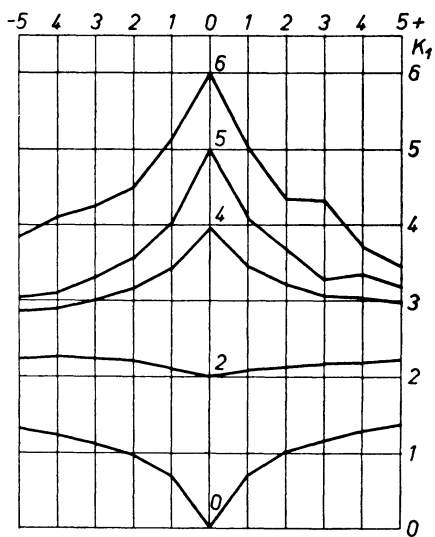


Abb. 2.

Synchronisation jedes Dreistundenintervalles gemeinsam in einer Zeichnung wiedergegeben. Dazu wurden auf der Abszisse die fortlaufenden Dreistundenintervalle aufgetragen und das Ergebnis jeder einzelnen Synchronisation vom Bezugsintervall aus nach rechts und links aufgezeichnet. Aus dieser Darstellung ist zu erkennen, daß es nicht gleichgültig ist, in welchem Dreistundenintervall der Wert  $K_1^i$ , auf den die Synchronisation bezogen wird, liegt. Zu einem Wert  $K_1 = 0$  hin, der in den beiden Intervallen 0 bis 3 und 3 bis 6 Uhr MGZ liegt, vollzieht sich zum Beispiel der Abfall rascher als der nachfolgende Anstieg; nach einem  $K_1 = 0$  in den Nachmittagsstunden fallen dagegen die Werte langsam und steigen dafür steiler wieder an. Analoges gilt auch für die Kurven für  $K_1^i = 2, 4, 5$  und  $6$ . Das heißt: Es ist — auch bei

Synchronisation nach hohen  $K_1^i$ -Werten — ein erheblicher täglicher Gang in den  $K_1$  überlagert. Besonders schön kommt dieser für  $K_1 = 2$  als Stichwert zum Ausdruck, da  $K_1 = 2$  nicht weit entfernt vom Gesamtdurchschnitt der  $K_1$  liegt.

Um die Form der Störung — wenn dieser Begriff hier einmal für jeden Wert von  $K_1^i$  und seine Umgebung erlaubt sei — von dem täglichen Gang der  $K_1$  zu befreien, wurde über sämtliche in Abb. 1 dargestellten Dreistundenintervalle gemittelt, aber natürlich für jeden Wert von  $K_1^i$  getrennt. Dieses Verfahren wurde gewählt, um eine möglicherweise mit den Störungen gekoppelte Änderung des durchschnittlichen Tagesganges, wie er aus dem

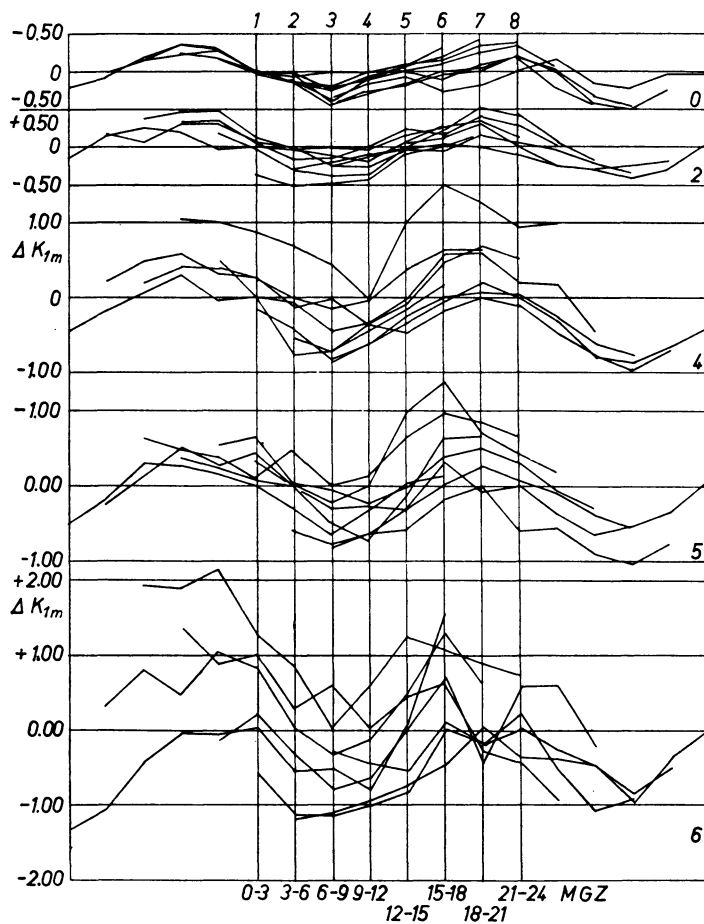


Abb. 3.

Gesamtmaterial sich ergibt, ermitteln zu können. In Abb. 2 ist der mittlere Verlauf der  $K_1$  in der Umgebung einer bestimmten Kennziffer  $K_1^i$  dargestellt. Die Kurven sind von bestechender Einfachheit; Anstieg und Abfall der Kurven sind nahezu symmetrisch. Bei der Ableitung des durchschnittlichen, vom Tagesgang befreiten Störungsablaufes wurden die einzelnen Synchroni-

sationskurven gleichwertig, ohne Rücksicht auf die Anzahl der ihnen zugrunde liegenden  $K_1$ -Werte benutzt.

Dieser mittlere, vom täglichen Gang der  $K_1$  befreite Verlauf der dreistündigen Kennziffern in der Umgebung eines bestimmten Störungsgrades wurde nun umgekehrt von jeder der in Abb. 1 wiedergegebenen Kurven subtrahiert. Man erhält so eine Anzahl von Kurven, die jeweils den durchschnittlichen Tagesgang der  $K_1$  an einem Tag mit dem Auftreten eines bestimmten Wertes  $K_1^i$  wiedergeben. Jede Kurve beginnt mit einem anderen Zeitpunkt des Tages und endet auch entsprechend früher oder später und beruht zudem auf einem anderen Zahlenmaterial. Man darf deshalb keine zu großen Anforderungen an einen glatten Tagesgang stellen. Abb. 3 erweckt den Eindruck, daß an Tagen mit hohen Kennziffern auch die Amplitude des Tagesganges der  $K_1$  erhöht ist. Das darf nicht aus der größeren Streubreite der Kurvenscharen geschlossen werden, sondern aus der Differenz zwischen dem Höchst- und Tiefstwert jeder Einzelkurve. Jeweils 8 Kurven gehören zu einem Wert  $K_1^i$ . Als Durchschnittswert aus den Amplituden von je 8 Kurven erhält man folgende Daten:

$K_1^i$	Mittlere Differenz Max. — Min.	Zahl der synchronisierten Werte $K_1^i$
0	0.60	986
2	0.58	896
4	1.04	823
5	1.11	365
6	1.73	113
7	2.67	26

In der Tat nimmt also die Amplitude des Tagesganges der  $K_1$  mit zunehmender erdmagnetischer Aktivität zu. Das Ergebnis ist wohl teils mitbedingt durch die abnehmende Zahl der Beobachtungswerte bei zunehmendem Störungsgrad. Dieser Fehlereffekt ist aber nicht so ausschlaggebend, daß er die Zunahme der Amplitude völlig erklären könnte. Für den Störungsgrad 4 stand noch nahezu dieselbe Anzahl von Werten zur Verfügung wie für den Störungsgrad 2.

Neben dem Tagesgang, der in Abb. 3 zu erkennen ist, fällt auf, daß die für die verschiedenen Dreistundenintervalle einzeln synchronisierten Kurven als Ganzes verschieden hoch liegen. Durch die Differenzenbildung treten sogar negative Werte des auf den Tagesgang zurückzuführenden Anteils in  $K_1$  auf. Diese haben natürlich keinen reellen Sinn. Sie besagen lediglich, daß bei dem Auftreten eines bestimmten Störungsgrades auch das Ausgangsniveau der  $K_1$  sehr verschieden sein kann. Um von dieser verschiedenen Ausgangslage freizukommen, wurden nochmals die Kurven für  $K_1^i = 2, 4$  und 6 so übereinander gezeichnet, daß der Mittelwert jeder Kurve gleich 0 wird (Abb. 4). Die Zunahme der Tagesamplitude der  $K_1$  wird durch dieses Bild erhärtet.

Es könnte sein, daß diese Ergebnisse sehr stark dadurch bedingt sind, daß die  $K_1$  arithmetisch gemittelt worden sind. Um zu prüfen, ob man zu

anderen Aussagen kommt, wenn ein anderes Mittelungsverfahren gewählt wird, wurden die Kennziffern  $K_1^i = 6$  besonders untersucht. Hier handelt es sich doch schon um Aktivitätsgrade, die man als bemerkenswert gestört an-

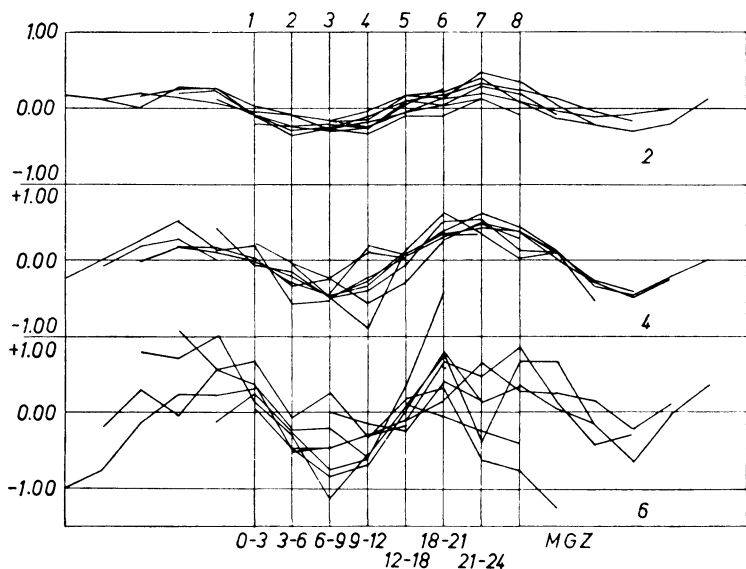


Abb. 4.

sprechen kann, so daß damit wenigstens für einen höheren Aktivitätsgrad der Einfluß der Mittelwertbildung klargestellt wurde.

*Bartels* hat bei der Begründung der  $K_1$  bereits ausgeführt, daß neben dem arithmetischen Mittel eine Mittelbildung der  $K_1$  über die Größe der Ausschläge der Registrierkurven in Frage kommt, und dieses — von ihm als  $K_1(A)$  bezeichnete — Mittel besonders auf die Schwankungen der höheren Aktivitätsgrade anspricht. Es wurden entsprechend den Ausführungen von *Bartels* und entsprechend den von *Bartels* angegebenen zahlenmäßigen Beziehungen zwischen  $K_1$  und den Ausschlägen der Registrierkurven zunächst aus den Häufigkeitswerten der  $K_1$  die mittleren Ausschläge der Registrierkurven und aus diesen dann umgekehrt Durchschnittswerte  $K_1(A)$  berechnet.

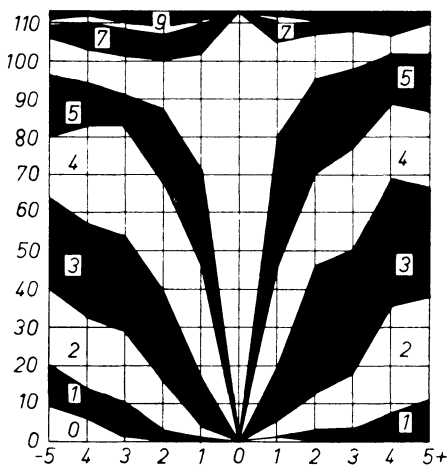


Abb. 5.

Die beobachtete Verteilung der  $K_1$  in der Umgebung von  $K_1^i = 6$  bringt folgende Tabelle (über alle Dreistundenintervalle); ihr Inhalt ist nochmals in Abb. 5 wiedergegeben.

Häufigkeit der  $K_1$  in der Umgebung von  $K_1 = 6$

$K_1$	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4	5
0	9	6	1	.	.	.	1	.	.	.	.
1	11	8	9	3	1	.	.	3	3	7	11
2	20	19	19	13	3	.	5	10	15	28	27
3	24	24	25	23	13	.	13	33	32	34	29
4	16	26	29	29	29	.	27	24	27	20	20
5	16	11	8	19	25	.	33	25	21	13	15
6	10	9	10	13	31	113	25	12	10	5	8
7	3	7	7	7	8	.	6	3	3	4	2
8	3	3	2	2	1	.	2	1	.	.	.
9	1	.	3	4	2	.	1	2	2	2	1

Aus der Häufigkeitstabelle und aus der Häufigkeitsverteilung für die einzelnen Dreistundenintervalle getrennt wurde dann für jedes Zeitintervall getrennt synchronisierte Kurven der  $K_1(A)$  gezeichnet (Abb. 6) und ebenso der durchschnittliche Verlauf der  $K_1(A)$  in der Umgebung von  $K_1^i = 6$ . Diese beiden Abb. 6 und 7 entsprechen also den Abb. 1 und 2. Ein wesentlicher Unter-

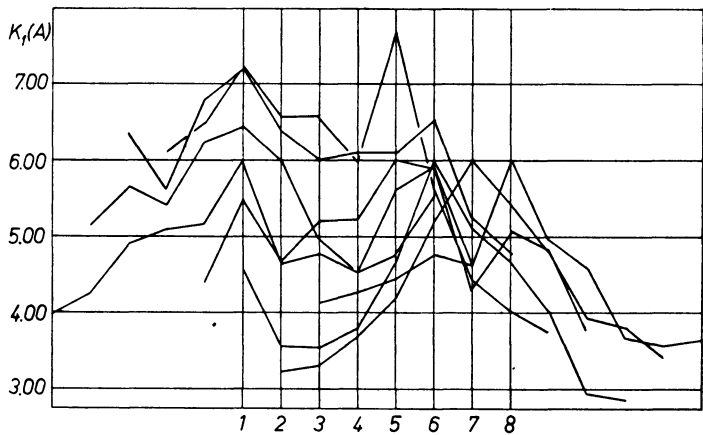


Abb. 6.

schied der arithmetisch gemittelten  $K_1$ -Werte gegenüber den Kurven der  $K_1(A)$  ist der, daß in den ersteren nur einmal der Wert  $K_1 = 6$  — und zwar in dem dem Stichintervall vorangehenden Dreistundenintervall — überschritten wird; in den  $K_1(A)$  wird dagegen sogar der Wert 7 mehrfach überschritten; man beachte, daß nach den Werten  $K_1^i = 6$  synchronisiert wurde. Sonst kann man nicht sagen, daß diese Kurven etwas prinzipiell anderes aussagen als diejenigen des arithmetischen Mittels der  $K_1$ . In der Durchschnittskurve



der  $K_1(A)$  hebt sich die Störung weniger scharf heraus, da entsprechend der Definition der  $K_1(A)$  schon das normale Niveau der  $K_1(A)$  höher liegt.

Wiederum wurde die Durchschnittskurve dann von den einzelnen Synchronisationskurven subtrahiert. Dabei muß man sich entscheiden, ob man die  $K_1(A)$  subtrahieren will oder aber die Registrierausschläge, über die ja die  $K_1(A)$  bestimmt wurden. Sinnvoll ist es,

die Ausschläge zu subtrahieren. Ob es dann überhaupt einen Sinn hat, dann wieder auf die den Ausschlagdifferenzen entsprechenden Werte von  $K_1(A)$  überzugehen, erscheint fraglich. Bei der arithmetischen Mittelung der  $K_1$  ist eine Differenz der  $K_1$  sicher sinnvoll; hier wird dann nur mehr von einem Störungsgrad geredet, der sich in bestimmter angebbare Weise von einem anderen unterscheidet. Sieht man aber

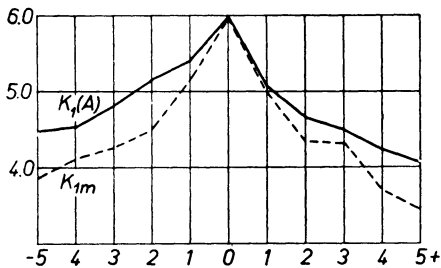


Abb. 7.

die Ausschläge der Registrierkurven als das Entscheidende an, wobei aber kleine Ausschläge anders gewertet werden als große, dann kann man nicht mehr gut einer Ausschlagdifferenz eine Differenz in den  $K_1(A)$  zuordnen. Auch die Differenzenbildung von über die Ausschläge berechneten  $K_1(A)$  bedeutet eine Inkonsequenz. Wir haben trotzdem die von dem Störgang befreiten synchronisierten Kurven sowohl als Amplitudendifferenz als auch als Differenz der  $K_1(A)$  gezeichnet. Beide Kurven sind unruhiger als die aus der arithmetischen Mittelbildung gewonnenen Kurven; ein Tagesgang ist zwar wiederum zu erkennen, allerdings wohl weniger ausgeprägt. Man darf dabei

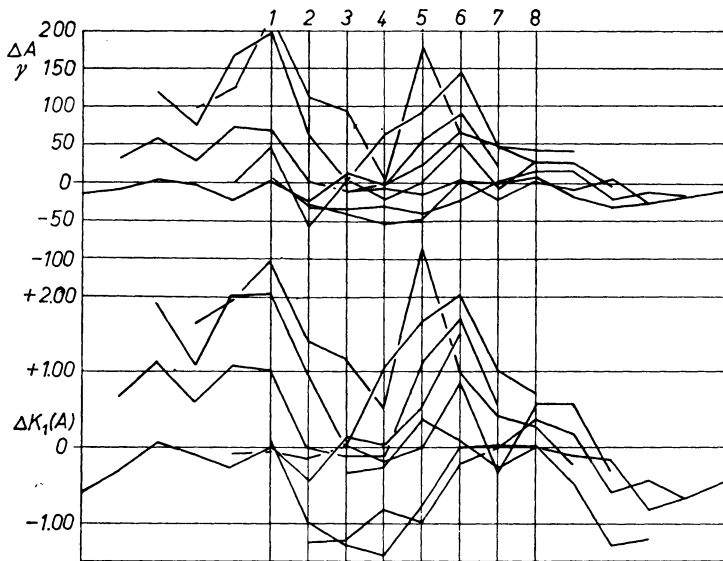


Abb. 8.

jedoch nicht übersehen, daß das Hinzukommen eines einzigen hohen  $K_1$ -Wertes die  $K_1$  ( $A$ ) wesentlich stärker beeinflusst als die arithmetischen Mittel der  $K_1$ . So läßt sich vorläufig nur sagen, daß die Diskussion der  $K_1$  ( $A$ ) gegenüber dem arithmetischen Mittel der  $K_1$  keine neuen Erkenntnisse über den durchschnittlichen Ablauf erdmagnetischer Störungen bringt (Abb. 8).

Für die höheren Aktivitätsgrade (größer als 6) ist die Ausbeute der behandelten 3 Jahre etwas dürftig. Das Material genügt höchstens noch, um den durchschnittlichen Verlauf der  $K_1$  in der Umgebung von  $K_1 = 7$  herzuleiten. Abgesehen von den allgemein höheren  $K_1$ -Werten entspricht diese Kurve derjenigen für  $K_1^i = 6$ .

Auf eines sei noch hingewiesen. Durch den Einfluß des Tagesganges werden bei der Synchronisation Fälle zusammengekommen, die offenbar streng genommen gar nicht demselben solaren Störungsgrad entsprechen. Ein Aktivitätsgrad 6 zwischen 6 und 9 Uhr MGZ bedeutet ein erheblich stärkeres solares Ereignis als ein Aktivitätsgrad 6 etwa zwischen 18 und 21 Uhr MGZ. Es würde sich vielleicht lohnen, den von dem täglichen Gang befreiten Aktivitätsgrad zum Ausgangspunkt einer Untersuchung zu machen.

### Zusammenfassung

Der durchschnittliche Verlauf der erdmagnetischen Aktivität (ausgedrückt durch die dreistündigen Kennziffern  $K_1$  von Wingst, 1944—1946) in der Umgebung eines bestimmten vorgegebenen Aktivitätsgrades zeigt eine für den betreffenden Störungsgrad charakteristische einfache Form, die dem täglichen Gang der  $K_1$  aufgesetzt ist. Dabei wächst aber die Amplitude des Tagesganges der  $K_1$  mit zunehmender Aktivität selbst. Das Ausgangsniveau der Aktivität, aus dem heraus eine stärkere Aktivität sich entwickelt, kann sehr verschieden hoch sein. Die Mittelbildung über die Ausschläge der Registrierkurven ( $K_1$  ( $A$ )) bringt gegenüber dem arithmetischen Mittel der  $K_1$  keine neuen Erkenntnisse.

### Literatur

- [1] Düll, G. u. B.: The Behaviour of Barometric Pressure during and after Solar Particle Invasions and Solar Ultraviolet Invasions. *Smith. Misc. Coll.* **110**, Nr. 8 Publ. 3942.
- [2] Koppe, H.: Sonnenaktivität, Großwetter und wetterbedingte Reaktionen. *Ann. d. Met.* **4** (1951), S. 87—96.
- [3] Flohn, H.: Kosmische Einflüsse auf die Witterung. *Met. Rdsch.* **1** (1948), S. 432.
- [4] Rudloff, W.: Die atmosphärische Zirkulation über Europa zur Zeit erdmagnetischer Stürme in den Jahren 1884—1942. *Ann. Met.* **3** (1950), S. 178—181.
- [5] Bach, E. u. Schluck, L.: Untersuchungen über den Einfluß von meteorologischen, ionosphärischen und solaren Faktoren ... auf die Auslösung von Eklampsie und Präeklampsie. *Zbl. f. Gynäkologie* **66** (1942), Nr. 4, S. 196—221.
- [6] Berg, H.: Eklampsie, akutes Glaukom ... und ihre Auslösung durch geophysikalische Faktoren. *Bioklimat. Beibl.* **10** (1943), S. 130—133.
- [7] Berg, H.: Statistische Untersuchungen zur Meteorotropie der fulminanten Lungenembolie. *Archiv f. Meteorologie, Geophysik u. Bioklimat. B.* **3** (1951), S. 308—323.
- [8] Cyran, W.: Über die biologische Wirksamkeit solarer Vorgänge. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde* **10** (1950), S. 667—671. — **11** (1951), S. 139—141.
- [9] Bartels, J.: Potsdamer erdmagnetische Kennziffern, 1. Mitteilung. *Ztschr. f. Geophysik* **14** (1938), S. 68—78.