

**Zeitschrift:** Helvetica Physica Acta  
**Band:** 41 (1968)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Zur Analyse der Tagesschwankung der kosmischen Strahlung  
**Autor:** Jost, P. / Debrunnner, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-113895>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

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

# Zur Analyse der Tagesschwankung der kosmischen Strahlung

von **P. Jost<sup>1)</sup>** und **H. Debrunner**

Physikalisches Institut, Universität Bern

(15. XII. 67)

*Abstract.* The correlation between the daily variation of the cosmic ray nucleonic component and the geomagnetic activity Kp has been studied. Neutron monitor data of Climax, Deep-River, Jungfraujoch, Uppsala and Zugspitze from 1957–1960 have been used. Results show a trend to a positive correlation between the amplitude of the first harmonic of the daily variation and the geomagnetic activity. No significant influence of the geomagnetic cut-off values is found. The comparison of average data for 1957–1958 and 1959–1960 gives evidence of world wide amplitude effects. A few suggestions as for the choice of data for daily variation analysis are given.

## 1. Einleitung

Es steht seit langem fest, dass die auf der Erde gemessene Tagesperiodizität der kosmischen Strahlung grossen Schwankungen unterworfen ist [1–4]. Entsprechend unseren heutigen Kenntnissen vom Ursprung dieser Tagesperiodizität wurde in zahlreichen Arbeiten versucht, Korrelationen zwischen der Tagesperiodizität und der mittels geeigneter Parameter charakterisierten Sonnenaktivität festzuhalten [2, 4]. Die Ergebnisse solcher Untersuchungen sind jedoch wenig aufschlussreich gewesen und haben keine eingehenden Prüfungen der verschiedenen theoretischen Modelle erlaubt, die den Einfluss der Sonnenaktivität auf die Tagesperiodizität der kosmischen Strahlung beschreiben.

Als Beitrag zur Lösung dieser Probleme wird im folgenden die Tagesperiodizität der kosmischen Strahlung auf Grund der Registrierungen der Nukleonenkomponente von fünf Meßstationen zwischen 1957 und 1960 ermittelt und in Abhängigkeit der erdmagnetischen Störungsaktivität, Kp, untersucht. Dabei sind die erdmagnetischen Störungen als indirektes Mass der Sonnenaktivität aufzufassen [1, 5].

## 2. Auswahl des Datenmaterials und Untersuchungsmethode

Die Tagesschwankung wurde auf Grund von Neutronendaten der in Tabelle I aufgeführten Stationen ermittelt. Das untersuchte Zeitintervall wurde in die zwei Abschnitte 1957–1958 und 1959–1960 unterteilt, womit die Möglichkeit gegeben ist, festzustellen, in welchem Masse die Ergebnisse von der Wahl der Zeitperiode abhängen.

<sup>1)</sup> Gegenwärtige Adresse: Eidgenössisches Institut für Reaktorforschung, Würenlingen.

Tabelle I

Geographische Lage der Meßstationen und Cut-off-Werte in BV nach QUENBY und WEBBER [6] sowie QUENBY und WENK [7]

Station	Höhe ü. M.	Geogr. Koordinaten		Cut-off nach	
		[6]	[7]	[6]	[7]
Climax	3400 m	39° 22' N	106° 11' W	2,9	3,1
Deep-River	145 m	46° 06' N	77° 30' W	1,0	0,98
Jungfraujoch	3550 m	46° 33' N	7° 59' E	3,6	4,8
Uppsala	0 m	59° 51' N	17° 55' E	1,2	1,4
Zugspitze	2960 m	47° 25' N	10° 59' E	3,5	4,5

Es ist zu erwarten, dass Stationen, welche nahezu gleiche erdmagnetische Cut-off-Werte und gleiche Höhen aufweisen, im Mittel die gleiche Tagesperiodizität messen. Nach Tabelle I sollte dies je für die Stationen Climax, Jungfraujoch und Zugspitze bzw. Deep-River und Uppsala der Fall sein.

Zur Untersuchung der Korrelation zwischen Tagesperiodizität und Sonnenaktivität wurden die Tage gemäss dem Verfahren anderer Autoren nach dem Maximalwert des erdmagnetischen Störungsindexes  $K_p$ , d.h.  $K_{p_{max}}$ , in vier Gruppen eingeteilt [3, 4]. (Dabei stellt  $K_p$  ein ungefähr logarithmisches Mass dar für die Abweichungen der Schwankungen des magnetischen Vektors von den «normalen» Tageschwankungen und wird je über drei Stunden aus den Messungen neun verschiedener über die gesamte Erde verteilter Stationen ermittelt [5]. (Dieser Index umfasst die Skala 0, 0+, 1-, 1°, 1+, 2- ... 8+, 9-, 9° und wird uns in freundlicher Weise vom «IAGA Committee on Characterization of Magnetic Activity» zur Verfügung gestellt.) Für jede Tagesgruppe nach Tabelle II wurde die mittlere Tagesschwankung über alle für 1957–1958 bzw. 1959–1960 verfügbaren Tage berechnet. Sie wurde dann auf Grund der Fourier-Analyse weiter untersucht, wobei einzig die im allgemeinen überwiegende Harmonische erster Ordnung berücksichtigt wurde. Das Datenmaterial wurde auf Tage mit vollständigen Neutronendaten aller Stationen beschränkt. Auch wurden Tage, die in Zeitabschnitte mit «Forbush decreases» oder «solar-flares» fielen, nicht berücksichtigt. Dem Einfluss von säkularen Schwankungen wurde nach der Methode der gleitenden Mittelwerte Rechnung getragen [8].

Tabelle II  
Gruppeneinteilung der Tage nach  $K_{p_{max}}$

Gruppe	$K_{p_{max}}$	Anzahl Tage 1957/1958	1959/1960
I	$K_{p_{max}} \leq 1^+$	7	13
II	$1^+ < K_{p_{max}} \leq 3^+$	48	44
III	$3^+ < K_{p_{max}} \leq 5^+$	31	52
IV	$5^+ < K_{p_{max}} \leq 7^+$	7	16

### 3. Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle III und in den Figuren 1–5 sind für die verschiedenen Stationen die auf Grund der Fourier-Analyse bestimmten ersten Harmonischen der mittleren Tageschwankungen der verschiedenen Tagesgruppen dargestellt. Bei den Zeigerdiagrammen ist die Zeigerlänge proportional der relativen Amplitude der ersten Harmonischen. Der Winkellage des Zeigers entspricht die Lokalzeit des Maximums. Die Fehlergrenzen sind näherungsweise durch Kreise angegeben. Diese Fehler sind nicht in erster Linie durch die begrenzten Messintervalle, sondern durch reelle Amplituden- und Phasenänderungen von Tag zu Tag bedingt. Beim Vergleich der Tagesschwankungen verschiedener Stationen kann deshalb je nach deren Lage mit geringen Fehlern gerechnet werden, da die verschiedenen Messungen korreliert sind.

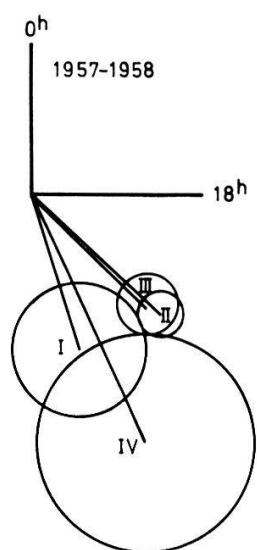
Tabelle III

Fourier-Analyse der mittleren Tagesperiodizität der Nukleonenkomponente für die Stationen Climax (A), Deep-River (B), Jungfraujoch (C), Uppsala (D) und Zugspitze (E).

$r_1$ ,  $T_1$ : Fourier-Koeffizient und Lokalzeit des Maximums 1. Ordnung

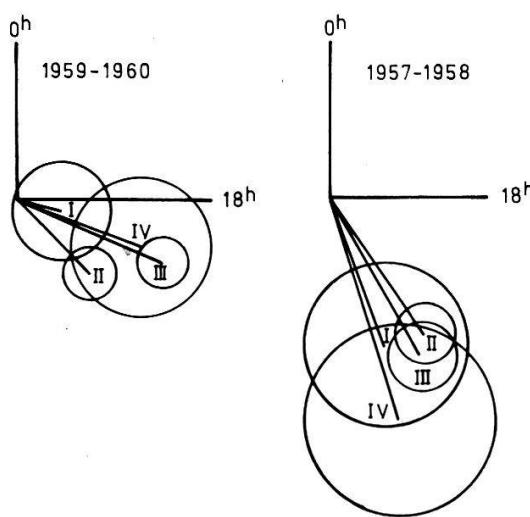
Gruppe:	Gruppe I		Gruppe II		Gruppe III		Gruppe IV	
Periode 1957–1958:								
A	$r_1$	3,27	1,34	3,49	0,50	3,27	0,62	5,51
	$T_1$	13 <sup>h</sup> 10'	1 <sup>h</sup> 37'	15 <sup>h</sup> 09'	33'	15 <sup>h</sup> 08'	44'	13 <sup>h</sup> 40'
C	$r_1$	3,12	1,60	3,25	0,59	3,67	0,62	4,58
	$T_1$	13 <sup>h</sup> 13'	2 <sup>h</sup> 03'	14 <sup>h</sup> 16'	42'	13 <sup>h</sup> 55'	39'	13 <sup>h</sup> 07'
D	$r_1$	2,11	1,96	2,49	0,74	2,52	0,91	4,91
	$T_1$	13 <sup>h</sup> 46'	4 <sup>h</sup> 34'	16 <sup>h</sup> 06'	1 <sup>h</sup> 09'	14 <sup>h</sup> 38'	1 <sup>h</sup> 25'	12 <sup>h</sup> 08'
E	$r_1$	4,04	1,54	3,29	0,63	2,69	0,56	3,14
	$T_1$	14 <sup>h</sup> 11'	1 <sup>h</sup> 29'	15 <sup>h</sup> 31'	37'	13 <sup>h</sup> 53'	50'	15 <sup>h</sup> 20'
Periode 1959–1960:								
A	$r_1$	0,90	0,97	2,03	0,52	3,12	0,48	2,69
	$T_1$	17 <sup>h</sup> 10'	12 <sup>h</sup> 00'	15 <sup>h</sup> 05'	59'	16 <sup>h</sup> 34'	35'	16 <sup>h</sup> 39'
B	$r_1$	1,73	1,17	2,36	0,62	2,98	0,48	1,86
	$T_1$	15 <sup>h</sup> 25'	2 <sup>h</sup> 50'	14 <sup>h</sup> 12'	1 <sup>h</sup> 01'	15 <sup>h</sup> 30'	37'	14 <sup>h</sup> 22'
C	$r_1$	1,94	0,93	2,45	0,61	2,68	0,46	4,36
	$T_1$	15 <sup>h</sup> 25'	1 <sup>h</sup> 55'	14 <sup>h</sup> 31'	58'	14 <sup>h</sup> 49'	39'	15 <sup>h</sup> 13'
D	$r_1$	2,30	1,44	2,89	0,77	1,53	0,70	4,02
	$T_1$	16 <sup>h</sup> 39'	2 <sup>h</sup> 35'	14 <sup>h</sup> 41'	1 <sup>h</sup> 02'	14 <sup>h</sup> 22'	1 <sup>h</sup> 49'	11 <sup>h</sup> 48'
E	$r_1$	1,72	1,13	2,71	0,66	3,57	0,43	4,60
	$T_1$	14 <sup>h</sup> 42'	2 <sup>h</sup> 44'	14 <sup>h</sup> 35'	57'	15 <sup>h</sup> 25'	27'	14 <sup>h</sup> 43'

Wie die Ergebnisse zeigen, besteht im grossen und ganzen eine positive Korrelation zwischen Amplitude der Tagesperiodizität und  $Kp_{max}$ , die für 1959–1960 deutlicher zum Ausdruck kommt als für 1957–1958. Dieses Resultat wird noch dadurch bekräftigt, dass auch die von 1957–1958 bis 1959–1960 erfolgten langfristigen Veränderungen der Tagesschwankung, wie sich im folgenden zeigen wird, auf eine positive Korrelation zwischen Amplitude und Sonnenaktivität hinweisen.

CLIMAX

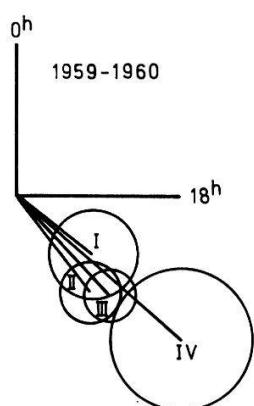
Figur 1

Erste Harmonische  
der mittleren  
Tagesschwankung.

DEEP-RIVER

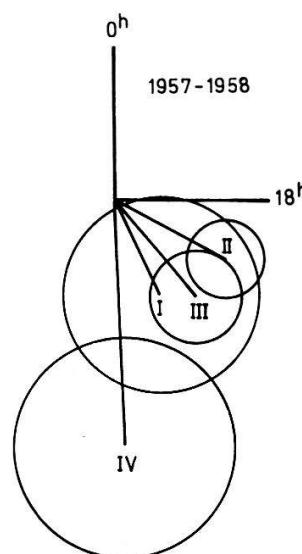
Figur 2

Erste Harmonische der mittleren  
Tagesschwankung.

JUNGFRAUJOCH

Figur 3

Erste Harmonische der mittleren  
Tagesschwankung.

UPPSALA

Figur 4

Erste Harmonische der mittleren Tagesschwankung.

Wegen der grossen statistischen Schwankungen ist es nicht möglich, die Unterschiede zwischen den Tagesschwankungen verschiedener Stationen auf Grund der für jede einzelne Tagesgruppe gefundenen Ergebnisse zu überblicken. Aufschlussreicher ist ein Vergleich der über alle Tagesgruppen gemittelten Tagesschwankungen. Die wichtigsten Ergebnisse dieses Vergleichs können der Tabelle IV entnommen werden.

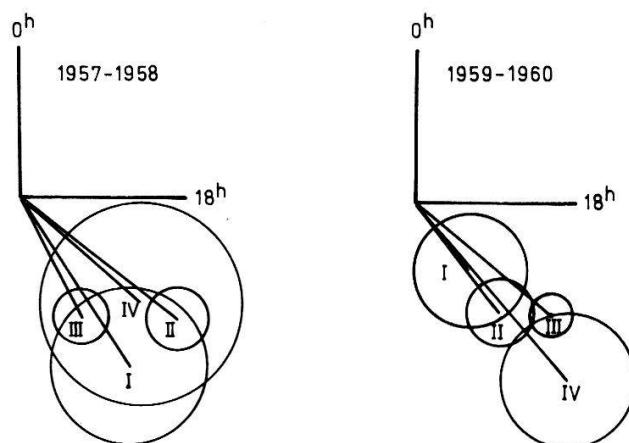
Tabelle IV

Verhältnisse der Amplituden der ersten Harmonischen für 1957–1958 und 1959–1960

Station	Amplitudenverhältnis
Climax	1,45
Deep-River	1,38
Uppsala	1,11
Zugspitze	1,10

Bedenkt man, dass die Sonnenaktivität zwischen 1957–1958 und 1959–1960 im Abnehmen begriffen war, lassen die positiven Amplitudenverhältnisse auf eine positive langfristige Korrelation zwischen Amplitude der Tagesperiodizität und Sonnenaktivität schliessen. Bedeutend ist ebenfalls, dass Climax und Deep-River bzw. Uppsala und Zugspitze annähernd gleiche Amplitudenverhältnisse aufweisen. Das heisst, dass hier der Längenunterschied zwischen amerikanischen und europäischen Stationen als massgebender Faktor erscheint; hingegen haben weder die Unterschiede der Cut-off-Werte noch die der Stationshöhe einen merklichen Einfluss auf die Ergebnisse.

### ZUGSPITZE



Figur 5  
Erste Harmonische der mittleren Tagesschwankung.

Demnach gelangt man zur Auffassung, dass mehrere Arbeiten, die sich mit der Bestimmung der primären Anisotropie der kosmischen Strahlung auf Grund von Messungen der mittleren Tagesperiodizität befassten, mit Vorsicht aufzunehmen sind (vgl. z.B. [3, 4]). Im Hinblick auf weitere Untersuchungen der Tagesperiodizität der Nukleonenkomponente können hier folgende Richtlinien vorgeschlagen werden:

1. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass die auf Grund der Tagesschwankung einer einzelnen Station möglichen Aussagen im allgemeinen nur für einen beschränkten Bereich in der Umgebung dieser Station gelten. Um ein Resultat, falls möglich, verallgemeinern zu können, muss man die Daten von mehreren, in verschiedenen Längenbereichen gelegenen Stationen berücksichtigen.

2. Es ist damit zu rechnen, dass der geomagnetische Cut-off-Wert, dessen Einfluss hier nicht zur Geltung kam, sich für Stationen mit grösseren Cut-off-Unterschieden in den Ergebnissen auswirken kann. Die Höhe ü. M. hat vermutlich erst bei verfeinerten Analysen einen merklichen Einfluss.

3. Trotzdem die Tage unter der Bedingung ausgewählt worden sind, dass die Neutronendaten aller Stationen vollständig waren, muss angenommen werden, dass die Messungen durch apparative Effekte teilweise stark gestört sind. Hierbei sei auf die Arbeit von FALLER und MARSDEN verwiesen, die in Zukunft dazu dienen könnte, solche Effekte festzustellen und entsprechende Tage zu eliminieren [9].

#### 4. Verdankungen

Diese Arbeit wurde durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung finanziert.

#### 5. Literaturverzeichnis

- [1] J. W. FRIOR, W. H. FONGER und J. A. SIMPSON, Phys. Rev. 94, 1031 (1954).
- [2] D. VENKATESAN und A. DATTNER, Tellus XI, 117 (1959).
- [3] A. E. SANDSTRÖM, E. DYRING und S. LINDGREN, Special Report: *The Daily Variation of the Cosmic Ray Nucleonic Component at Murchison Bay and Uppsala*, Uppsala University (Sweden 1960).
- [4] H. DEBRUNNER und F. G. HOUTERMANS, Helv. phys. Acta 35, 137 (1962).
- [5] J. BARTELS, Special Report: *Note to Accompany the Tables of K<sub>p</sub>-Indices*, Publication Committee CSAGI (London 1959).
- [6] J. J. QUENBY und W. R. WEBBER, Phil. Mag. 4, 90 (1959).
- [7] J. J. QUENBY und G. J. WENK, Phil. Mag. 7, 1457 (1962).
- [8] R. P. KANE, Ind. J. Phys. 35, 213 (1961).
- [9] A. M. FALLER und P. L. MARSDEN, Proceedings of the 9th International Conference on Cosmic Rays, p. 231 (London 1965).