

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN DER DDR
Forschungsbereich Geo- und Kosmoswissenschaften
ZENTRALINSTITUT FÜR PHYSIK DER ERDE

Veröffentlichungen des Zentralinstituts für Physik der Erde
Nr. 70 Teil 2

Internationales Symposium

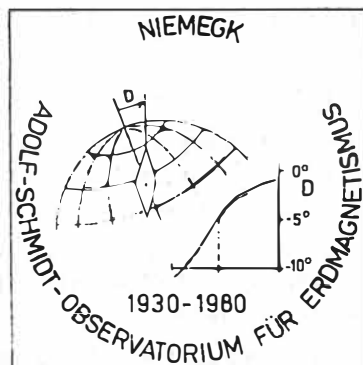
Aktuelle Probleme der geomagnetischen Forschung

Niemegk, Belgig/Wenddoche 2.-6. Juni 1980

anlässlich

50 Jahre

Adolf-Schmidt-Observatorium für Erdmagnetismus in Niemegk



Herausgeber: Der Direktor des Zentralinstituts für Physik der Erde Potsdam

Als Manuskript gedruckt Potsdam 1981

I n h a l t s v e r z e i c h n i s

	Teil 1	Seite
Vorwort		5
1. Gesamthematik		
KAUTZLEBEN, H.: 50 Jahre Adolf-Schmidt-Observatorium für Erdmagnetismus in Niemegek - 90 Jahre geomagnetische Forschung in Potsdam		7
FANSELAU, G.: Adolf Schmidt zum 120. Geburtstag		24
AUSTER, V.; LENGNING, K.; MUNDT, W.; SCHMIDT, H.: Die ständigen Beobachtungen des magnetischen Feldes der Erde, dargestellt an den Tätigkeiten des Adolf-Schmidt-Observatoriums (gekürzte Fassung)		29
2. Geomagnetisches Hauptfeld, Säkularvariation, Gesteins- und Paläomagnetismus		
MUNDT, W.: Regional and local anomalies of the geomagnetic secular variation in Central Europe		33
KRUTIKOWSKAYA, Z.A.; PASHKEVICH, I.K.; KARATAEV, G.I.; APIRUBITE, R.A.; DANKEVICH, I.V.; ORLYUK, M.I.: The investigation of regional magnetic anomalies in the south-west of the East-European platform		45
ROTAÑOVA, N.M.; PAPIŤASVILI, N.E.; KOLOMIJŤSEVA, G.I.; PUSHKOV, A.N.: Spectral and temporal analysis of the geomagnetic field and its application for the solution of some geophysical problems		58
KIS, K.: Spectral analysis of the annual mean values of the geomagnetic observatories		68
RÄDLER, K.-H.: A remark on the influence of a differential rotation of the Earth's core on the degree of axisymmetry of the magnetic field		86
NEVANLINNA, H.: On the recent (1956-78) geomagnetic secular variation		92
WEBERS, W.: On spectral analyzing the time series of the geomagnetic field		100
VAŘAČHA, B.: Die Sonnenaktivität (R) und ihr Einfluß auf die geomagnetische Aktivität (A_R) auf Grund der Jahresmittelwerte im Zeitabschnitt 1891-1975		115
PETROVA, G.N.: Secular variations at stationary field and during reversals		123
RIVIN, JU.R.: Desjatilenie variacii geomagnitnogo polja generiruemye vnutrizemnym istočnikom (10-Jahres-Variationen des geomagnetischen Feldes, die durch eine innere Quelle verursacht werden)		133
NOŽAROV, P.; B'ČVAROV, I.; KOSTOV, K.; ČOLAKOV, I.: Absolutnaja magnitnaja s'emka Bolgarii za period 1978 - 1980 (Absolute magnetische Vermessung Bulgariens in der Periode 1978 - 1980)		
KOLESOVA, V.I.; LYSENKO, L.S.; PETROVA, A.A.; PRIVALOVA, L.A.; EFENDIEVA, M.A.: Analysis of the magnetic knowledge of the world ocean for solution of cartographic and geologic-geophysical problems		155

KUZNETSOVA, V.G.: Methods and results of the geomagnetic field secular anomalies investigations in the Carpathian region	163
KOLESOVA, V.I.; PETROVA, A.A.: Study of spectral characteristics of the geomagnetic field of regions with different types of the Earth's crust	173
MELNICHUK, M.I.: On geomagnetic field local variations relation to the Carpathian region tectonics and seismicity	184
BENKOVA, N.P.; CHEREVKO, T.N.: Some aspects of geomagnetic field modelling for past epochs	194
MIKHAILOVA, N.P.: New paleomagnetic results on the precambrian of the Ukrainian shield	203
BRODSKAYA, S.Yu.: The role of pyrrhotite magnetic properties in the study of the forming of rocks	219
ZAGNIY, G.F.: The pattern of the archaeosecular variations of the geomagnetic field for the last 5500 years	226
WIEGANK, F.: Beitrag zur Stratigraphie des höheren Känozoikums auf paläomagnetischer Grundlage	237
PROSPELOVA, G.A.: Excursions of the geomagnetic field during Brunhes Epoch	245
GUSKOVA, E.G.: The role of stony meteorites in the study of extra-terrestrial magnetism	262
GAPEEV, A.K.; PECHERSKY, D.M.; SHARANOVA, Z.V.: Titanomagnetite oxidation and magnetism of oceanic basalts	269

Teil 2

3. Geomagnetisches Variationsfeld

OCHABOVÁ, P.: Magnetic storms at Niemeck and Hurbanovo	281
GRAFE, A.: Post-Storm-Effekte und Stable Auroral Red Arks - Zwei Erscheinungen der Übertragung magnetosphärischer Energie in die Atmosphäre in mittleren Breiten	291
AUSTER, V.; LENGNING, K. K.; FÖRSTER, J.: Morphologische Untersuchungen von pc3 Pulsationen aus Beobachtungsergebnissen in Niemeck und Warnkenhagen	296
KORSCHUNOW, A.: On very stable diurnal variations of geomagnetic pulsations in the period ranges pc2 - pc5 resulting from 12 year's continuous statistics (1960-1971) at the station Fürstfeldbruck (FUR)	302
AUSTER, V.; LENGNING, K.; SCHMIDT, H.: New magnetic characteristics for pulsations and their comparison with K ₁	309
RITTER, E.: Some special results of geomagnetic deep soundings	319

4. Geomagnetische Meßtechnik und Datenverarbeitung

AUSTER, V.: Einsatz der Kernresonanzmethode in der geomagnetischen Meßtechnik (Observatorium und Gelände)	326
---	-----

LÜHR, H.: Saturationskernmagnetometer für Messungen in Bodenstationen und auf Höhenforschungsraketen, Neuentwicklungen	328
SCHLESOK, W.: Die Bedeutung der gyromagnetischen Konstante γ_p für die Präzisionsmeßtechnik	337
ZANDER, W.: 24 Jahre Momentanwertvergleiche	343
AUSTER, V.; LENGNING, K.: Anwendung von Filtermethoden im Bereich der geomagnetischen Normalregistrierung	354
LEWIS, A.G.: Are magnetometers intelligent?	356
LENNERS, D.: Geomagnetische Datensammlung am Observatorium Niemege unter Einsatz des PRS 4000	365
LENNERS, D.; SCHMIDT, H.: Die Entwicklung der Datenverarbeitung am Adolf-Schmidt-Observatorium in Niemege	378
DLIKMAN, F.L.; KAC, B.P.; KRIVČIKOVA, V.P.; FRIŠBERG, F.M.: Tehnologija polušenija i strukturiranje sputnikovoj informaciji (Technologie der Gewinnung und Strukturierung von Satelliten-Informationen)	387
GOLOVKOV, V.P.; PAPITAŠVILI, N.E.; PAPITAŠVILI, V.O.; TIMOŠKINA, E.P.; CHARIN, E.P.: Sistema obrabotki i organizacii geomagnitnyh dannych v MCD-B. (System der Bearbeitung und Organisation geomagnetischer Daten im WDC-B)	395
LJACHOVSKIJ, V.A.; TIMOŠKINA, E.P.; ŠTULBERG, L.I.: Baza geofiziceskich dannych MCD i ee programnoe obespečenie (Geophysikalische Datenbasis im WDC und ihr System von Anwendungsprogrammen)	404
GALKIN, A.I.; KUKLIN, G.V.; PONOMAREV, E.A.: Methodological and information aspects of data analysis in planetary geophysics	410
MÜCKEL, F.: Computer Controlled Data Collecting System aboard Research Vessels of the Institute of Marine Research	421
LENNERS, D.; LINTHE, H.-J.: Erfahrungen beim Echtzeitbetrieb zur Erfassung kurzperiodischer Variationen	434
SCHMIDT, H.: Morphologische Untersuchungen langzeitiger geomagnetischer Variationen mit maschineller Kurventypisierung	438
 5. Historische Betrachtung	
KERTZ, W.: Geophysik vor 50 Jahren	439

Magnetic storms at Niemegek and Hurbanovo

F. Ochabová

Geophysical Institute of the Slovak Academy of Sciences
Bratislava, Czechoslovakia

Summary: The morphology of magnetic storms recorded at the Hurbanovo and Niemegek geomagnetic observatories in the years 1949-1968 was carried out. The storms were divided into groups according to the time expansion of their initial phase and to solar activity. On this basis average storm characteristics including some small quantitative differences between the mentioned observatories were derived.

Резюме: Рассмотрена морфология магнитных бурь по регистрациям на геомагнитных обсерваториях Гурбаново и Нимегк за 1949-1968 гг. Произведена классификация магнитных бурь в соответствии с продолжительностью их начальной фазы и уровнем солнечной активности. Этот подход позволил установить средние характеристики бурь, включая некоторые незначительные количественные отличия для указанных обсерваторий.

Zusammenfassung:

Die Morphologie magnetischer Stürme wird anhand der Registrierungen der geomagnetischen Observatorien Hurbanovo und Niemegek von 1949 - 1968 betrachtet. Eine Klassifizierung magnetischer Stürme wird entsprechend der Dauer ihrer Anfangsphase und ihrer Sonnenaktivität vorgenommen. Durch dieses Herangehen konnte man mittlere Charakteristika der Stürme anfertigen, einschließlich einiger unbedeutender quantitativer Unterschiede für die genannten Observatorien.

Comparison of magnetic storms recorded at the Hurbanovo / $\Phi = 47.1^\circ$, $\Lambda = 99.8^\circ$ / and Niemegek / $\Phi = 52.2^\circ$, $\Lambda = 96.6^\circ$ / geomagnetic observatories has been carried out. Storms from the years 1949-1968 were taken into account with exception of two years /1953, 1957/ from which complete data were not available. The considered period of nearly two solar cycles was divided into two intervals, one including years of high and mild activity /1949-51, 1956, 1958-60, 1967-68/ and another one years of low activity /1952, 1954-55, 1961-66/, each of them covering 9 years. Of the total number of 353 storms investigated, 224 storms, i.e. 63% occurred in the years of higher solar activity.

The average morphological structure of storms has been studied from the point of view of their different patterns according to the duration of the storm initial phase that reflects the period at which the compression of the magnetosphere prevails. In this respect the storms were divided into several groups, as it can be seen in Figures 1-7. The storm-time variations were considered after the Sq-variations had been eliminated. The demonstrated average storms over a 48-hour storm-interval seem to be very similar, in some cases quite parallel at both observatories.

The more detailed analysis displays some small differences, mainly in the quantitative way. The time characteristics agree to a high extent, it means the maximum increase and decrease of the horizontal geomagnetic component occur in the same time. The more complicated storms following in sequence also display this time agreement.

The increase of the H-component was considered at first as the difference between the first storm-time hour-value and the pre-storm-time hour-value that reflects roughly the initial compression of the magnetosphere. The storms of the group at which the duration of the initial phase is 0h in 1-hour time scale, were omitted in this investigation.

In the period of higher solar activity a little higher enhancement of H was observed at all groups of Hurbanovo storms /15 nT on the average/ than at those of Niemegek /13 nT/, as it can be seen in Fig. 8a. This points out that the initial impact of the interplanetary plasma on the magnetosphere is more effective in the lower latitude of Hurbanovo than in the higher one

of Niemegek. In this period the first enhancement is the most expressive with storms of the short initial phase /1-2 hrs/ and it decreases with the time expansion of this phase, i.e. the more intensive the initial dynamic pressure, the faster development of the main phase. However, there is one remarkable exception from this rule common to both observatories, concerning the storms at which the initial phase lasted 7-9 hrs. They have /on the average/ a considerable high initial enhancement of H which some special conditions of the solar wind might account for.

In the period of low solar activity the H -increase at the beginning of storms is reduced having the same average value of 10 nT for both observatories. The differences in individual groups of storms between Hurbanovo and Niemegek are rather irregular /Fig. 8b/.

Another aspect concerning the initial phase refers to the maximum values of H , reached during the development of the storm-time interval. These values were found to be higher than the initial increasing and are nearly equal on the average at both observatories. The lowest maximum value was observed in storms with the shortest initial phase at which conditions are created for the fast penetration of the interplanetary plasma into the magnetosphere.

Concerning the main phase of storms, the minimum of H was adopted as the quantitative criterion of intensity. It is clear that average values are highly reduced by comparing them with actual ones observed during individual storms. An analysis of the main phase was carried out using the same groups of storms as before. Maximum decrease of the H -component is frequently higher in the period of higher solar activity than in the low one. Some exceptions from this rule appear simultaneously at both observatories /see Figs 1 and 7/.

In the period of higher solar activity the maximum H -decrease at Hurbanovo exceeds that at Niemegek. The differences in the individual groups of storms are not equal and their average value amounts to -5 nT /Fig. 9a/. The results may suggest that an influence of the equatorial ring current, responsible for the reduction of the H -component, depends on the latitudinal distance

from it.

Disregarding the storms with very short initial phase /0 h/ a rough tendency appears to the reduction of the H-depression with the time expansion of the initial phase /Fig. 9a/. This points out that the faster the penetration of particles into the magnetosphere, the more expressive the decrease of the geomagnetic H-component.

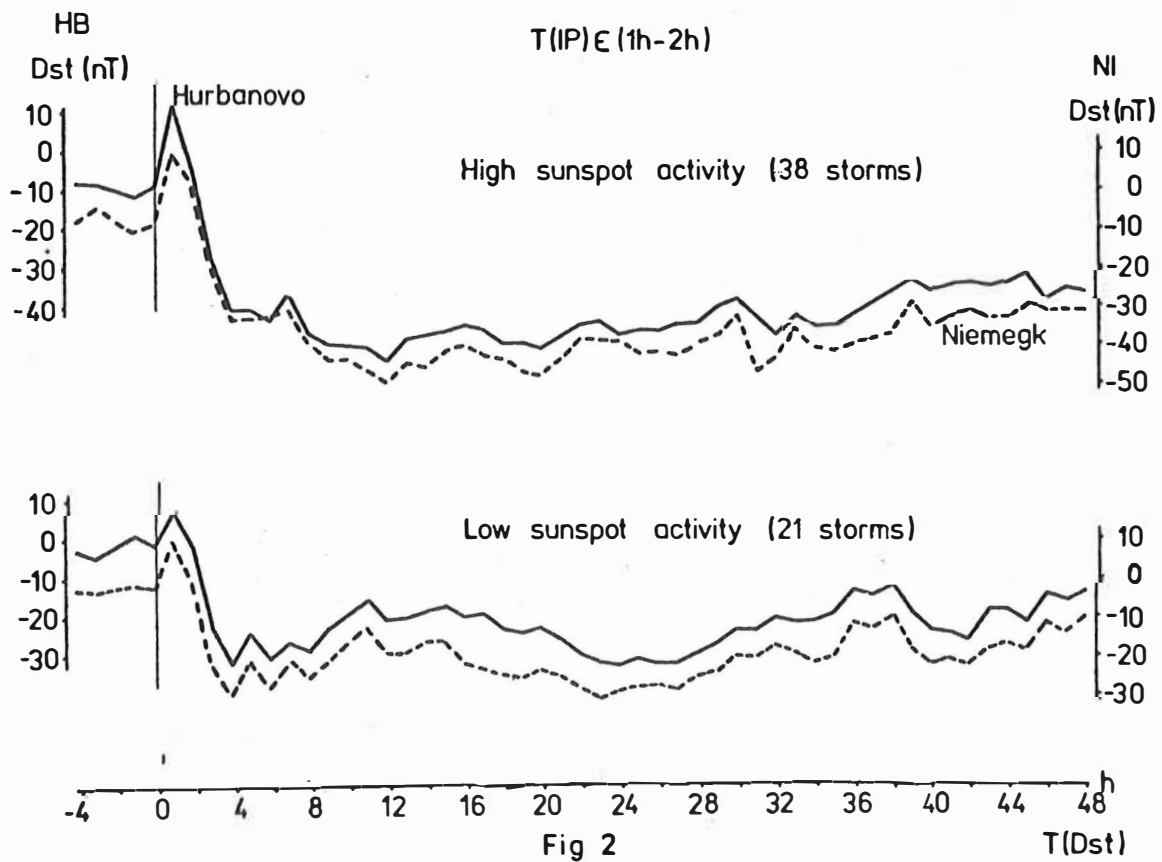
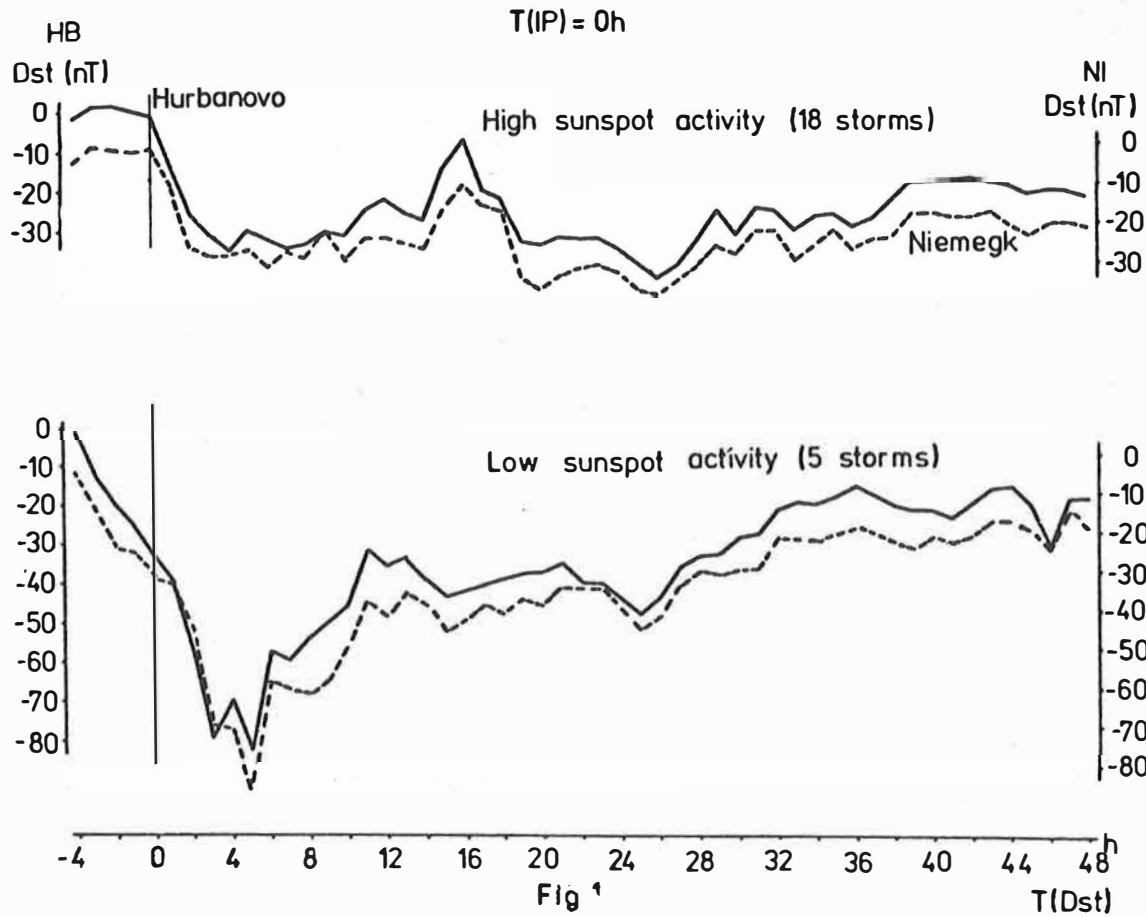
In the period of low solar activity the average difference between H-min. of Hurbanovo and Niemegek-storms drops to -2 nT and the regular features, manifested during higher solar activity, are mostly missing here /Fig. 9b/. An extraordinary depression of H at the group of Ch-initial phase seems to be an exceptional event. Since this value was taken from the very little number of storms, compared with other ones, it was omitted in Fig. 9b.

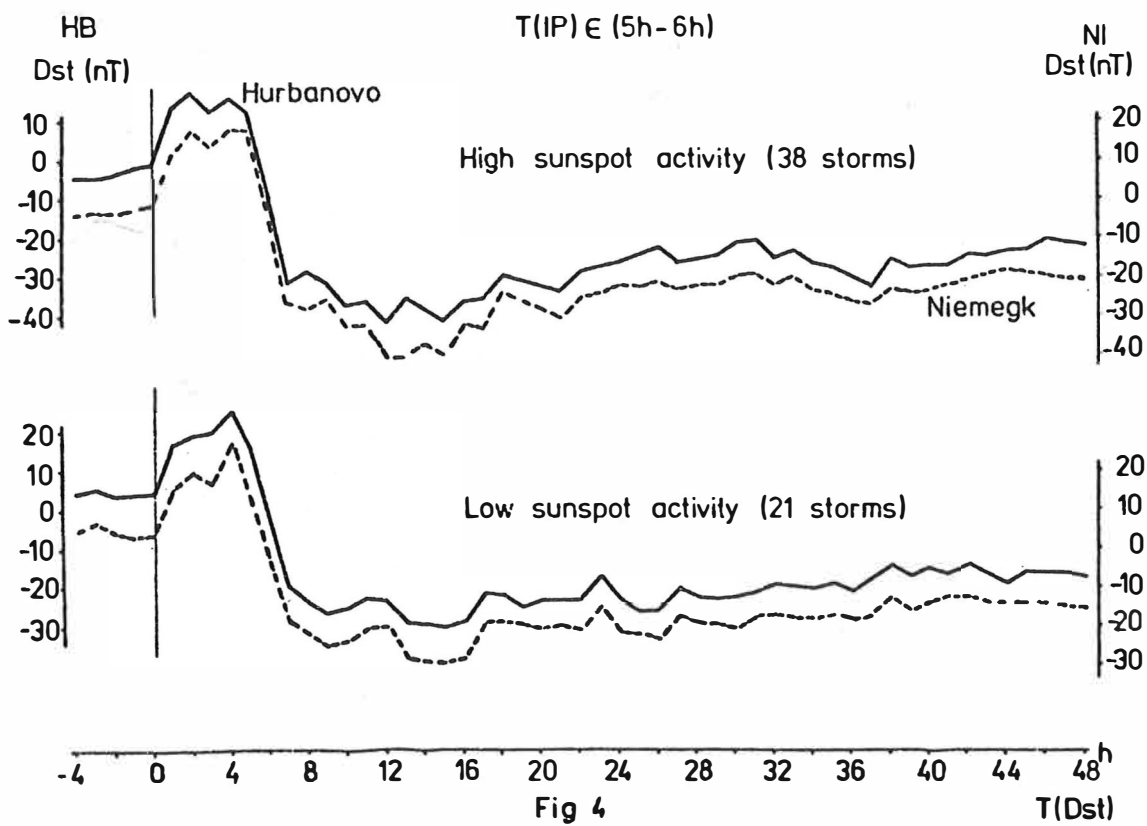
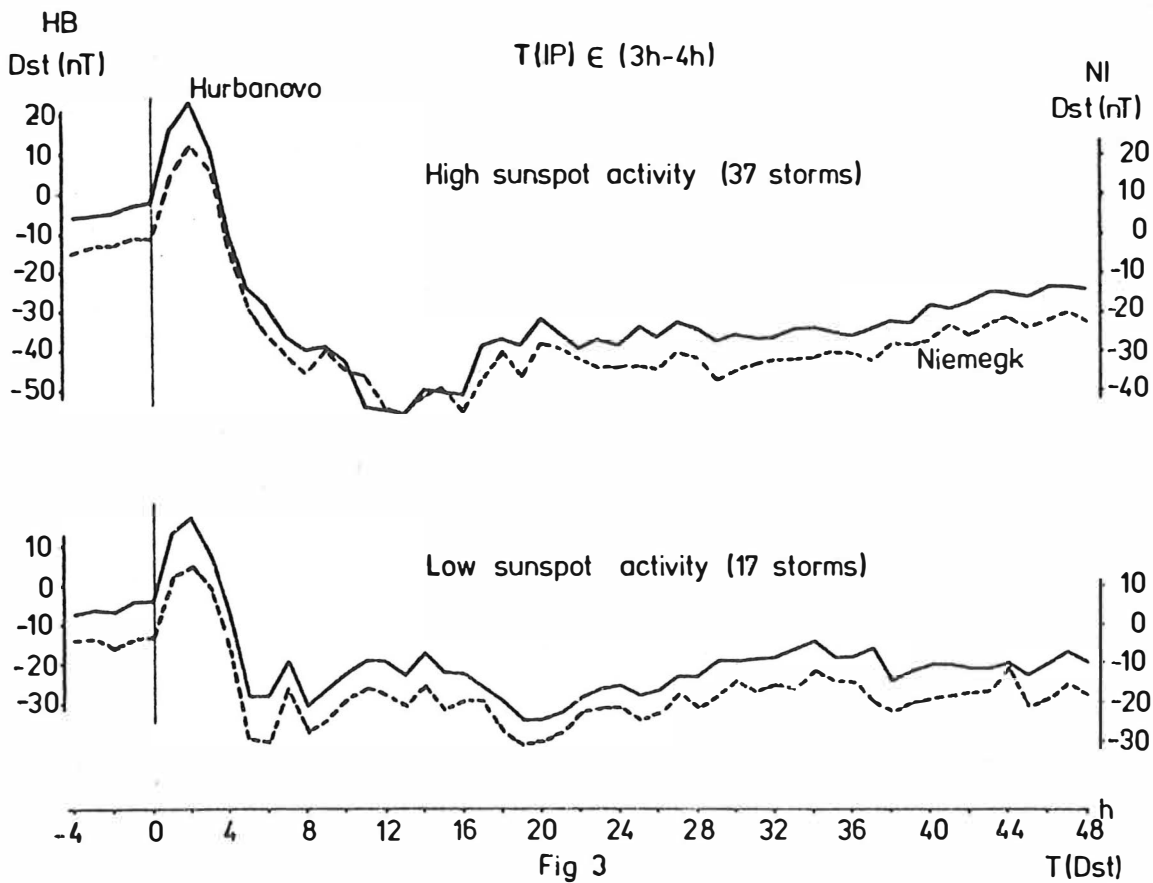
The most smoothed course, illustrated the relation between the initial H-increasing and the maximum H-decreasing was obtained from data at which the differences in solar activity were not taken into account /Fig. 10/. The results suggest a close connection between the initial impact on the magnetosphere with regard to the time expansion of the initial phase, and the intensity of storms, which manifests in the main phase and reflects the intensity of the corresponding ring current.

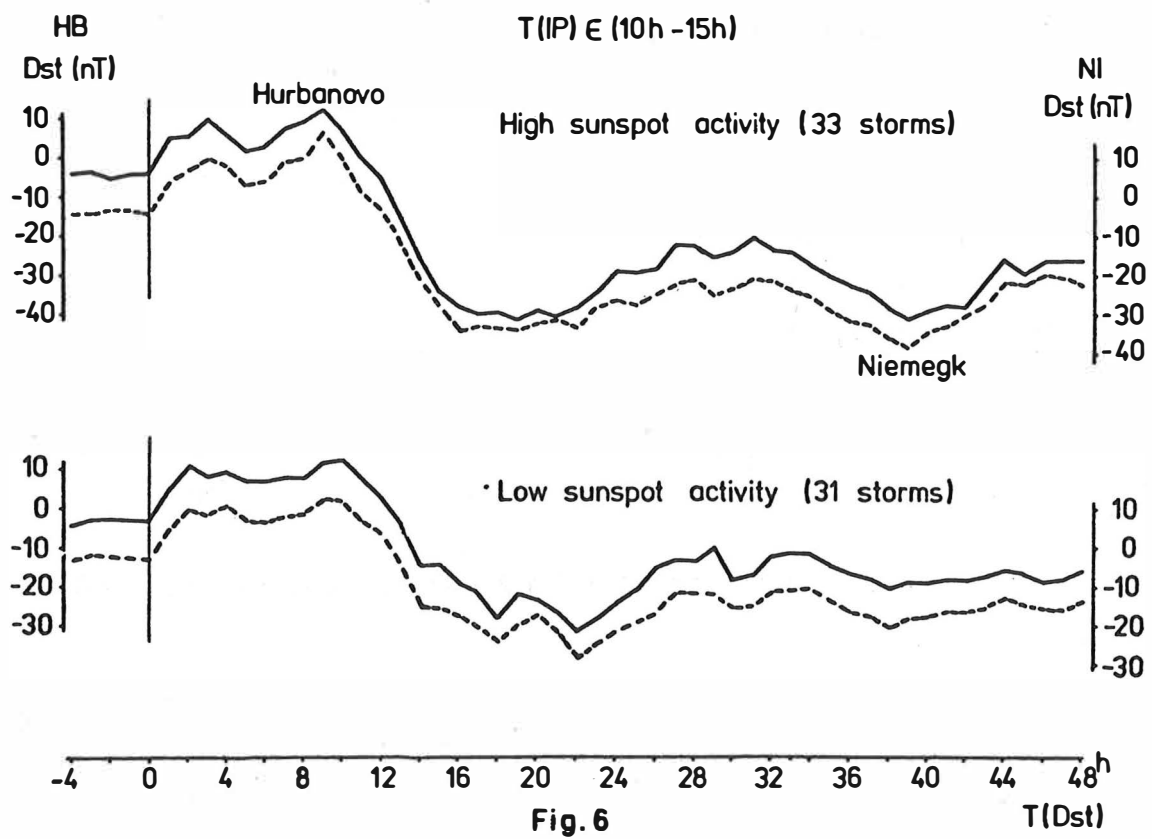
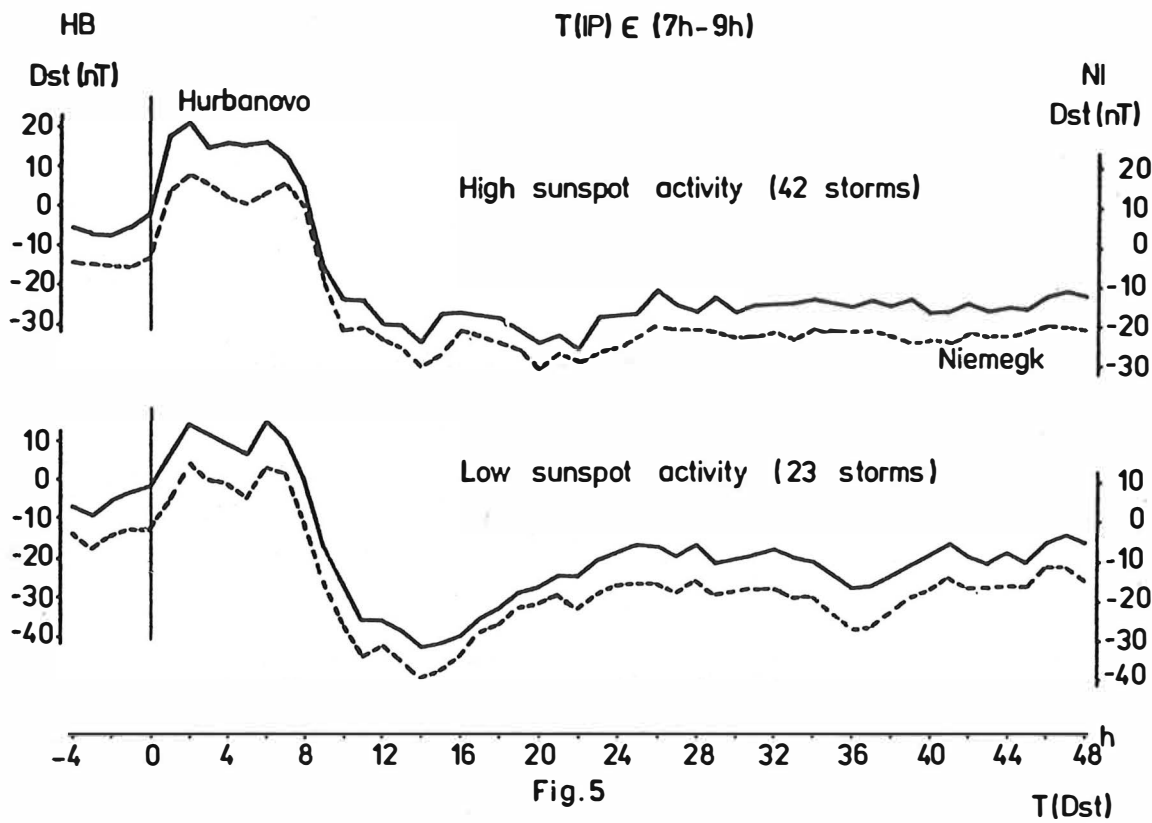
Another criterion, used for quantitative investigation, was the range of H, it means the difference between the maximum and minimum H-values over the storm-time interval. The results illustrated in Fig. 11 show that the Hurbanovo-ranges a little exceed those of Niemegek. The differences, being in some way similar to those at H-min. give evidence that both the relative and the absolute H-decrease is a little less at Niemegek than at Hurbanovo.

Small quantitative differences of average storm characteristics, following from the comparison of the Hurbanovo and Niemegek-data correspond with the short distance between the observatories and they seem to be adequate to supposed distinctions in the influence of extraterrestrial processes on the geomagnetic storm variations at the little distant points of the Earth.

In conclusion it should be stressed that the results given here may have rather limited validity, i.e. they refer preferably to the data which they were derived from.







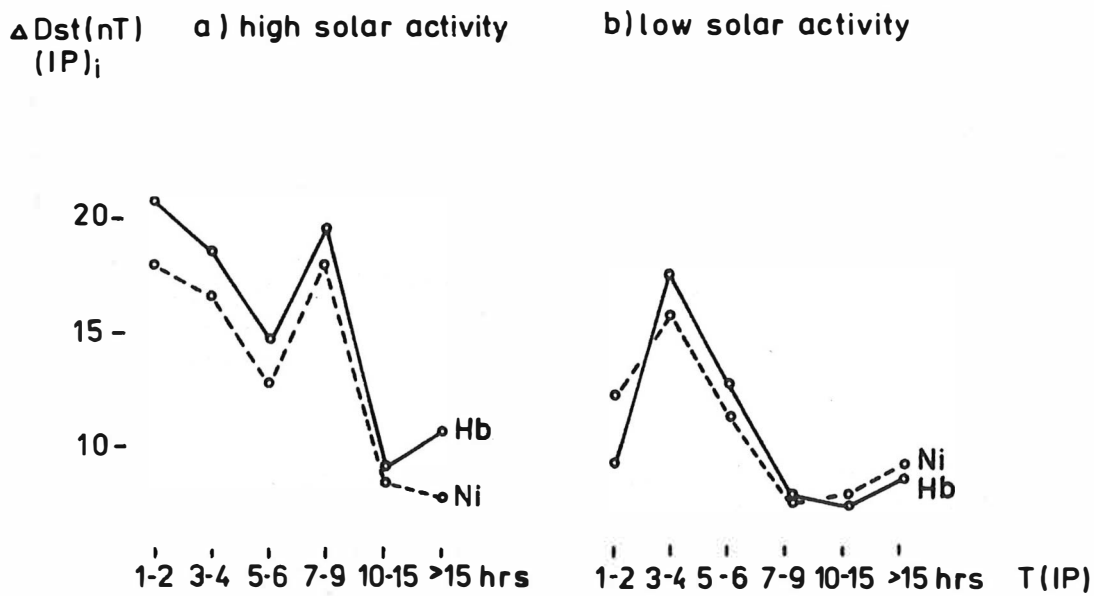
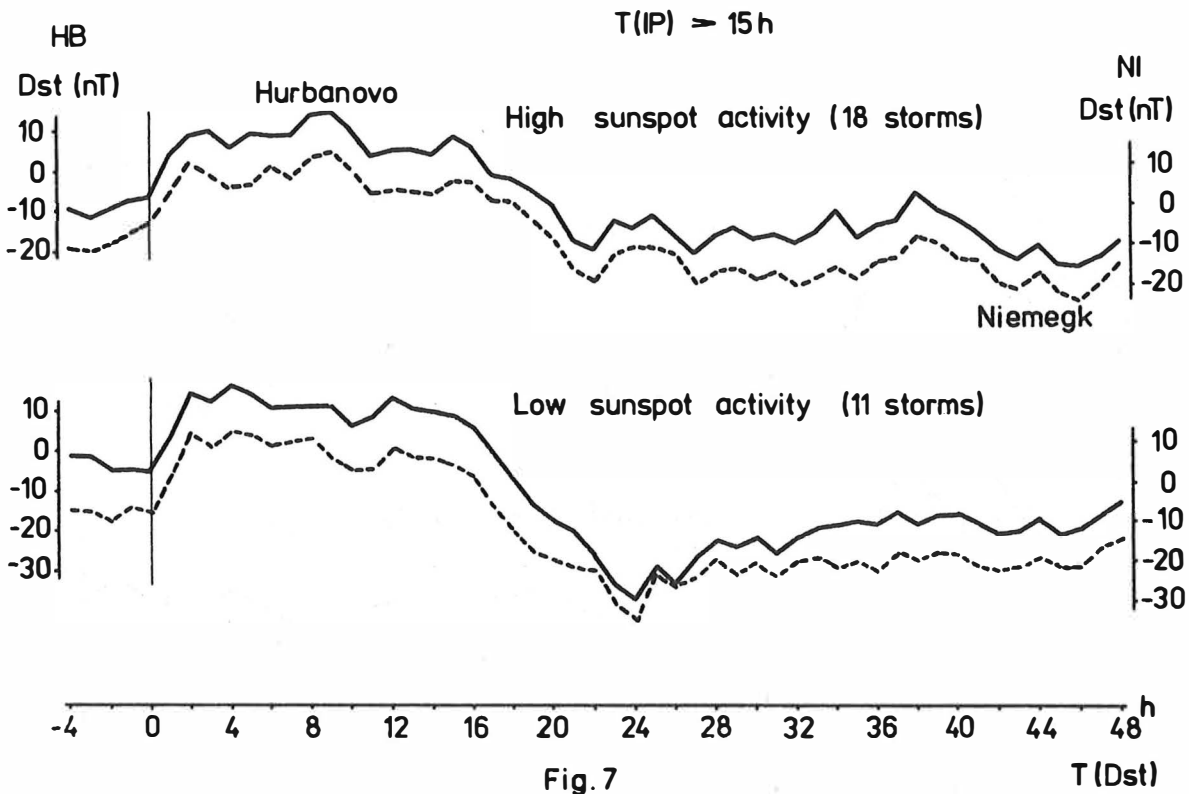


Fig. 8. The average initial /i/ increasing of the geomagnetic H-component at the initial phase of storms /IP/ related to the pre-storm value / Δ Dst/ according to the time expansion of the IP; full line:Hurbanovo, dashed line:Niemegek.

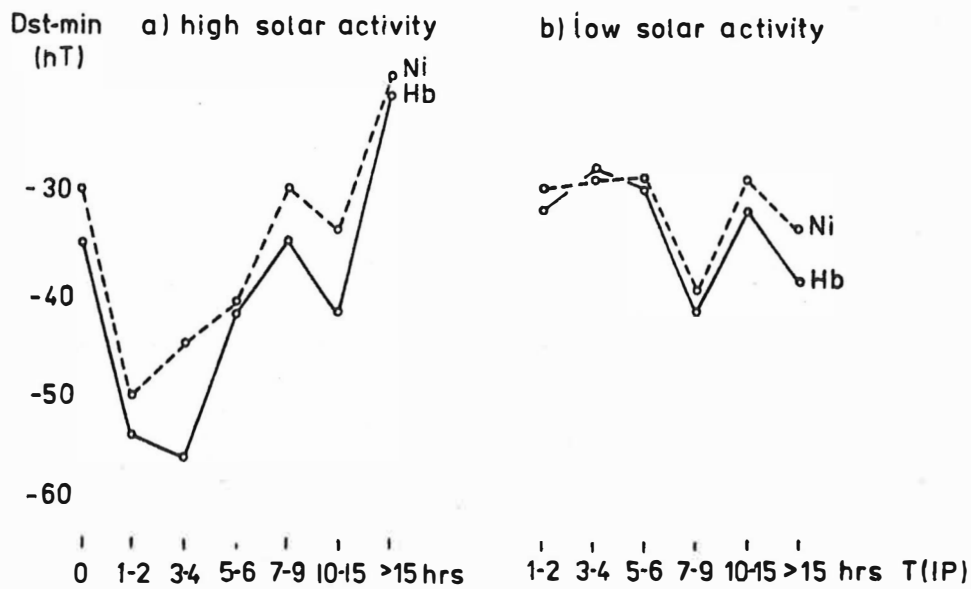


Fig.9. The average maximum decreasing of the geomagnetic H-component /min./ at the main phase of storms /MP/ according to the time expansion of the IF; full line: Hurbanovo, dashed line: Niemegek.

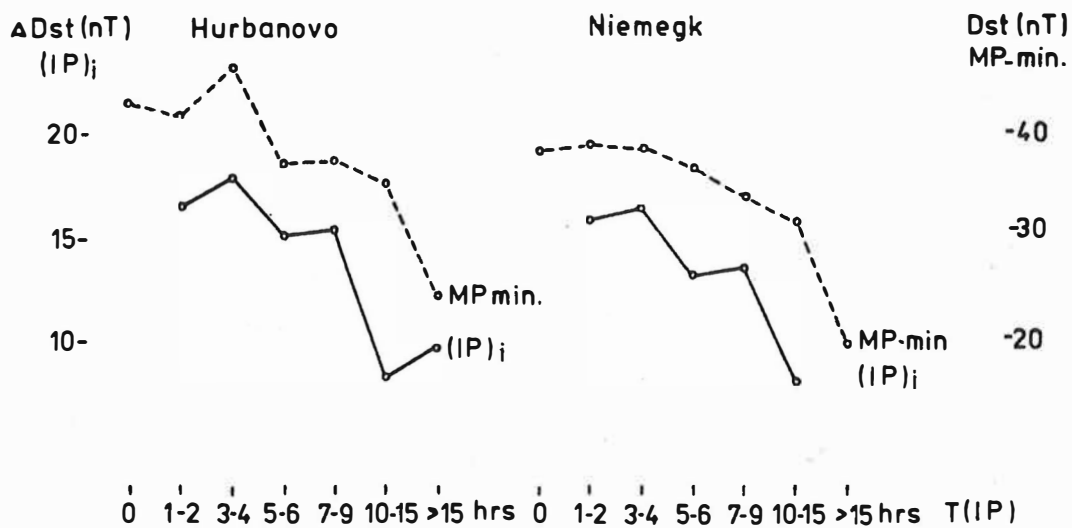


Fig.10. The average initial H/IF-increasing /full line/ and corresponding average maximum H/IF-decreasing /dashed line/ according to the time expansion of the IF /disregarding the level of solar activity/.

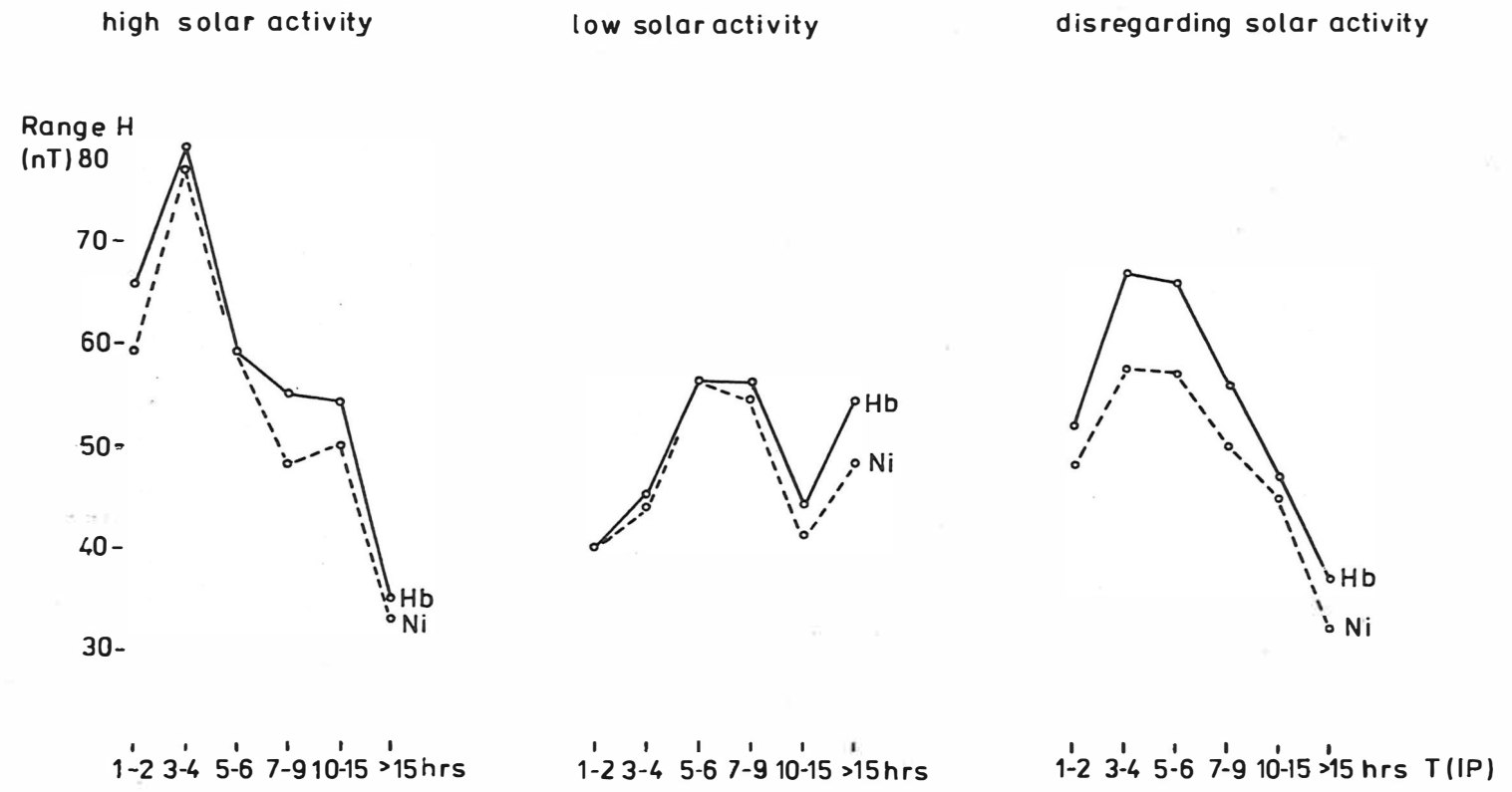


Fig.11. The average range of H according to the time expansion of the IF at high and low solar activity and disregarding the level of solar activity; full line: Kurbanovo, dashed line: Niemegk.

A. Grafe

Post-Storm-Effekte und Stable Auroral Red Arcs - Zwei Erscheinungen der Übertragung magnetosphärischer Energie in die Atmosphäre in mittleren Breiten

Zusammenfassung

Zwei wesentliche Prozesse der Übertragung magnetosphärischer Energie in mittleren Breiten während eines geomagnetischen Sturmes sind der ionosphärische Post-Storm-Effekt und die Stable Auroral Red Arcs. Beide Prozesse werden durch eine Instabilität erzeugt, die sich als Folge eines kritischen Durchmischungszustandes zwischen dem kalten Plasmasphärenplasma und dem heißen Plasmaschichtplasma entwickeln. Das zeitigere Auftreten von SAR arcs wird als Folge eines tieferen Eindringens des Ringstromplasmas in die innere Magnetosphäre und durch ein früheres Erreichen einer anisotropen Pitchwinkelverteilung erklärt.

Abstract

The ionospheric post-storm effect and the Stable Auroral Red Arcs are two important processes of transmitting magnetospheric energy in medium latitudes during magnetic storms. Both processes are produced by an instability, developing as a consequence of a critical mixing state between the cold plasmasphere plasma and the hot plasmasheet plasma. The earlier occurrence of Stable Auroral Red Arcs is explained as a consequence of deeper penetration of ring current plasma into the inner magnetosphere and by earlier reaching of an anisotropic pitch angle distribution.

Резюме

Двумя важными процессами передачи магнитосферической энергии во время магнитной бури в средних широтах являются ионосферический эффект бывшей бури и среднеширотные красные дуги. Оба процесса возникают неустойчивостью, производящейся вследствие критического состояния перемешивания между холодной плазмой плазмосферы и горячей плазмой плазменного слоя. Более раннее появление среднеширотных красных дуг объясняется следствием более глубокого проникновения плазмы кольцевого тока во внутреннюю магнитосферу, и более ранним достижением анизотропного распределения углов шага.

Während der Hauptphase eines geomagnetischen Sturmes nimmt die Stärke des großräumigen elektrischen Konvektionsfeldes stark zu, und im erdfernen Schweifgebiet können sich Plasmainstabilitäten entwickeln. Dies führt zu einer Verstärkung der radialen Diffusion von energetischen Elektronen und Protonen (aber auch schwerer Ionen), die erdwärts gerichtet ist. Dabei bewegen sich Plasmaschicht und Plasmopause in die innere Magnetosphäre. Als Folge dieser radialen Diffusion und der damit verbundenen Verletzung der adiabatischen Invarianten wird magnetosphärische Energie durch verschiedene Prozesse in unterschiedliche Gebiete der Atmosphäre transportiert. In der Polarlichtzone wird die magnetosphärische Energie vor allem durch die Präzipitation geladener Teilchen, durch elektrische Felder, durch thermische Konvektion und durch elektromagnetische Wellen geliefert. Aber auch in die Atmosphäre in mittleren und niederen Breiten findet eine Übertragung von Energie aus der Magnetosphäre statt. Zwei charakteristische Erscheinungen in mittleren Breiten sind die Post-Storm-Effekte (PSE) der ionosphärischen D-Schicht-Absorption und die Stable Auroral Red Arcs (SARarc). In mittleren und niederen Breiten ist es aber auch eine starke Zunahme der thermosphärischen Windgeschwindigkeit und am Äquator können Polarlichter der Emissionen $\lambda 4861 \text{ \AA}$ ($\text{H}\beta$) und $\lambda 4686 \text{ \AA}$ (He^+) als Folge der Energieübertragung beobachtet werden.

Eine hervorragende Rolle bei dieser Energieübertragung spielen die Verlustprozesse des äquatorialen Ringstromes und besonders während der Hauptphase eines Sturmes diejenigen des asymmetrischen Ringstromes. Es sind drei wesentliche Prozesse zu nennen, die zur Energieübertragung in die Atmosphäre beitragen.

1. Das dreidimensionale Stromsystem des asymmetrischen Ringstromes führt zur Aufheizung der Ionosphäre in der Polarlichtzone im Abendsektor. Diese Erscheinung ist unter dem Namen Cumming-Dessler-Prozeß bekannt geworden.
2. Durch Pitchwinkelstreuung der Ringstromteilchen kommt es zur Präzipitation von Protonen und schweren Ionen in mittleren Breiten. Dabei wird Energie in Wellenenergie der Ionen-Zyklotron- oder der kinetischen Alfvénwellen umgesetzt, die ihre Energie an das thermische Elektronenplasma in der F-Schicht abgeben und dabei die rote Emission auf $\lambda 6300 \text{ \AA}$ der SARarcs anregen.

3. Besonders wichtig ist der Verlust von Ringstromenergie durch Ladungswechselprozesse der Ringstromteilchen mit neutralem Wasserstoff. Der energetisierte neutrale Wasserstoff trägt wesentlich zur Verstärkung thermosphärischer Winde in mittleren und niederen Breiten bei.

Die Verstärkung der ionosphärischen D-Schicht-Absorption (PSE), die während der Recoveryphase von geomagnetischen Stürmen beobachtet wird, ist mit großer Wahrscheinlichkeit eine Folge der Präzipitation energetischer Elektronen aus der "Slot"-Region als Folge der Pitchwinkelstreuung mit Whistlerwellen. Bemerkenswert ist, daß diese PSE's immer dann auftreten, wenn sich das Ringstromfeld in der Recoveryphase erneut verstärkt; (Zunahme des D_{St} -Indexes) d.h. wenn mit einem wiederholten Anstieg radialer Diffusion gerechnet werden muß.

Es ist interessant zu bemerken, daß sowohl PSE's als auch SARarcs als Folge einer Durchmischung zwischen kaltem Plasmasphärenplasma und heißem Plasmaschichtplasma entstehen. Bei der ersteren Erscheinung führt Whistlermode-Instabilität zur Pitchwinkelstreuung und bei der zweiten Ionen-Zyklotron-Instabilität. Da beide Effekte nahe der Plasmopause in der Plasmasphäre erzeugt werden und daher in der gleichen geomagnetischen Breite ($L = 2$ bis 4) auftreten, lohnt es sich der Frage nachzugehen, ob ihr Auftreten von einem gegenseitigen korrelativen Verhalten bestimmt wird. Die Beantwortung dieser Frage ist schwierig, da das Auftreten beider Erscheinungen wesentlich vom Zustand der Ionosphäre bestimmt wird. Sicher ist das ein Grund dafür, daß geomagnetische Stürme existieren, bei denen beide Erscheinungen während der Recoveryphase gleichzeitig beobachtet werden und andere bei denen die SARarcs bereits während der Hauptphase die PSE's aber erst während der Recoveryphase auftreten. Trotzdem wird vermutet, daß das oft beobachtete zeitigere Erscheinen von SARarcs gegenüber den PSE's mehr innermagnetosphärischen Prozessen zuzuschreiben ist.

Dafür bieten sich zunächst zwei Möglichkeiten der Deutung an:

1. Die Ionen-Zyklotron-Instabilität wirkt früher als die Whistlermode-Instabilität, weil das Ringstromplasma tiefer in die innere Magnetosphäre diffundiert als das energetische Elektronenplasma der Plasmaschicht. Somit wird die Plasmopause von den Ringstromteilchen eher erreicht.

2. Das Auftreten beider Instabilitäten ist vom Grad der Anisotropie der entsprechenden Pitchwinkelverteilung abhängig. Wird der kritische Grad der Anisotropie bei der Protonenpitchwinkelverteilung eher erreicht als bei der Elektronenpitchwinkelverteilung, so treten SARarc's vor den PSE's auf.

Derartige Fragestellungen können aber nur auf der Grundlage der Kenntnis magnetosphärischer Parameter beantwortet werden. Ein wesentlicher Parameter ist der absolute Teilchenfluß in Abhängigkeit von der Energie, dem L-Wert, der Zeit und dem Pitchwinkel. Daraus lassen sich Aussagen über die radiale Diffusion gewinnen.

Äquatoriale Elektronen- und Protonen-Pitchwinkelverteilungen lagen von Explorer 45 für den geomagnetischen Sturm vom 17. Dezember vor. Aus den Untersuchungen der trapped Flüsse dieser Verteilungen wurden folgende Ergebnisse gewonnen:

1. Während der Hauptphase steigen die Protonenflüsse von 26 keV bei $L = 3$ von ungefähr $6 \cdot 10^4$ auf etwa $6 \cdot 10^6$ Protonen $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{ster}^{-1} \text{keV}^{-1}$ und die Elektronenflüsse von 400 keV bei $L = 3$ von 10^1 auf 10^4 Elektronen $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{ster}^{-1} \text{keV}^{-1}$.
2. Der maximale Fluß wird bei den Protonen eher erreicht als bei den Elektronen.
3. Die Protonenflüsse nehmen wesentlich rascher ab als die Elektronenflüsse. Bereits am 19. Dezember sind die Protonenflüsse um eine Größenordnung geringer als der Maximalwert. Bei den Elektronenflüssen ist dieser Wert erst am 22. Dezember erreicht.
4. Während der Hauptphase werden maximale Protonenflüsse bei L-Werten < 2.5 erreicht. Maximale Elektronenflüsse existieren bei $L \approx 3.0$.
5. Anisotrope Pitchwinkelverteilungen werden bei den Protonen eher als bei den Elektronen erreicht.

Diese Beobachtungen deuten daraufhin, daß wesentliche Unterschiede während eines geomagnetischen Sturmes zwischen dem zeitlichen Verlauf der radialen Diffusion der PSE-erzeugenden Elektronen und der Ringstromprotonen existieren. Das zeitliche Verhalten der Teilchenflüsse gestattet demnach durchaus die Schlußfolgerung, daß die Bedingungen zum Auftreten der Ionen-Zyklotron-Instabilität eher gegeben sind als diejenigen zum Auftreten der Whistlermode-Instabili-

tät. Das beantwortet aber noch nicht die Frage, warum das Auftreten von PSE's mit einer wiederholten Verstärkung des Ringstromfeldes korreliert. Wird angenommen, daß der Protonenringstrom (und auch der Effekt schwerer Ionen) schnell abfällt, was die Beobachtungen ja zeigen, so könnte die Verstärkung des D_{St} -Indexes während der Recoveryphase von einem Elektronenringstrom getragen werden. Eine erneute radiale Diffusion energetischer Elektronen wäre dann die Ursache des Auftretens von PSE's.

Zentralinstitut für solar-terrestrische Physik
DDR - 1199 Berlin-Adlershof, Rudower Chaussee 5

Auster, V.; Lengning, K.; Förster, J.

Morphologische Untersuchungen von Pc 3 Pulsationen aus Beobachtungsergebnissen in Niemegek und Warnkenhagen

Zusammenfassung

Ausgehend von den Registrierungen der geomagnetischen Pulsationen am Observatorium Niemegek und der Außenstation Warnkenhagen im Norden der DDR wurde die Periode im Pc 3 Bereich für einen Zeitraum von 9 Monaten untersucht. Es konnten mit der Theorie zu vereinbarende breitenbedingte Periodenunterschiede festgestellt werden. Weitere derartige Untersuchungen im Gebiet der DDR sind geplant, wobei auch Untergrundeinflüsse Berücksichtigung finden müssen.

Abstract

Referring to registrations of geomagnetic pulsations at Niemegek Observatory and the measuring station in Warnkenhagen in the north of the GDR the period in the pc-3 range had been investigated for a period of 9 months. Corresponding with the theory differences of periods, conditioned by the latitude, could be determined. Further investigations of that kind are intended for the area of the GDR, whereby underground results, too, should be considered.

Резюме

Исходя из регистраций геомагнитных пульсаций в обсерватории в Ниемекке и в измерительной станции Варнкенхаген на севере ГДР период в диапазоне pc 3 исследован за 9 месяцев. Устанавливались обусловленные широтой разности периодов, которые соответствуют теории. Запланированы дальнейшие исследования на территории ГДР, причем надо учесть влияния основания.

Pulsationen vom Typ Pc 3 sind hochfrequente Änderungen des Erdmagnetfeldes mit Perioden von 10 sec. $\leq T \leq 45$ sec. Diese treten in den frühen Morgenstunden auf und halten mit einer gewissen Kontinuität bis in die Nachmittagsstunden an. Unsere Arbeit beschäftigt sich mit der Auswertung von diesen Pulsationen bezüglich ihrer Periodenabhängigkeit in der χ -Komponente.

1. Auswahl des Datenmaterials

Zur Verfügung stand die Pulsationsregistrierung an den Stationen Niemegek und Warnkenhagen von März bis November 1973. Lage und Koordinaten der beiden Stationen sind Tab. 1 zu entnehmen. Die Breitendifferenz beträgt also annähernd 2° . Registriert wurde mit Kernspulen und einer photographischen Aufzeichnung mit 6 mm/min Registriervorschub. Da die Empfindlichkeit der Spule eine Funktion der Periode ist, ist $E = E(T)$ für den Pc 3 Bereich mit angegeben.

Aus dem gesamten Registrierematerial wurden 169 Pulsationszüge ausgewählt, die folgende Kriterien erfüllen mußten:

- Es mußten möglichst sinusförmige Schwingungen sein, die nicht von anderen Perioden überlagert waren.
 - Diese mußten mindestens die Qualität B haben.
 - Sie mußten mindestens 20, höchstens 100 0-Durchgänge (d. h. 10 - 50 Perioden) haben. Mit der Begrenzung nach unten soll gewährleistet werden, daß auch geringe Periodenänderungen deutlich werden, ohne daß darunter die Genauigkeit leidet. Mit der Begrenzung nach oben soll eine Veränderung der Periode innerhalb eines Pulsationszuges ausgeschlossen werden.
- Um zu prüfen, ob die ausgewählten Pulsationszüge repräsentativ für die beiden Stationen sind, wurden bekannte Zusammenhänge, wie Tagesgang und die Abhängigkeit der Periode von der Aktivität (K_1) überprüft. In Bild 1 und 2 sind diese dargestellt. Es zeigt sich deutlich das Mittagmaximum im Tagesgang sowie das Abfallen der durchschnittlichen Periode mit steigender K_1 -Kennziffer.

Tabelle 1

Koordinaten der Stationen		Niemegk NI	Warnkenhagen Wk
geographische Breite φ :		52°04'	54°00'
" Länge λ		12°40'	11°04'
geomagnetische Breite Φ		52°15'	54°06'
" Länge Λ		96°34'	96°02'
Höhe über NN		78 m	25 m

Empfindlichkeit der Kernspulen $E=E(T)$ [$nT \cdot s^{-1} mm^{-1}$]

im pc 3 - Bereich: \dot{X} :	$1.16 \cdot 10^{-2}$	$1.23 \cdot 10^{-2}$
\dot{Y} :	$1.27 \cdot 10^{-2}$	$1.21 \cdot 10^{-2}$

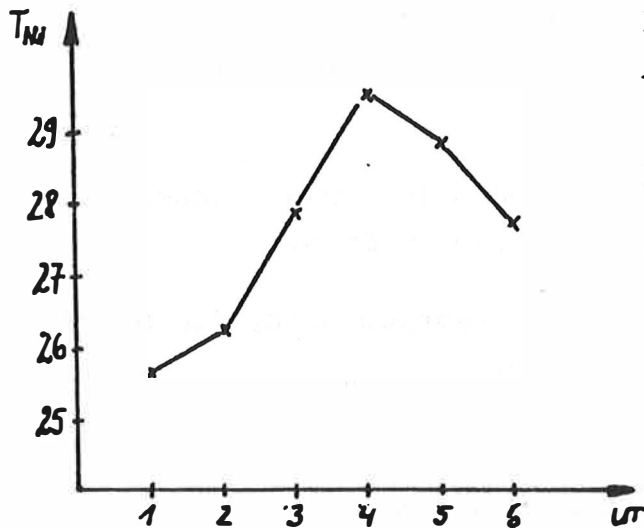


Bild 1.

Abhängigkeit der pc 3 -Periode in Niemegk von der Tageszeit

Intervall	Tageszeit
1	0 ⁰⁰ - 3 ⁰⁰
2	3 ⁰¹ - 6 ⁰⁰
3	6 ⁰¹ - 9 ⁰⁰
4	9 ⁰¹ - 12 ⁰⁰
5	12 ⁰¹ - 15 ⁰⁰
6	15 ⁰⁰ - 18 ⁰⁰

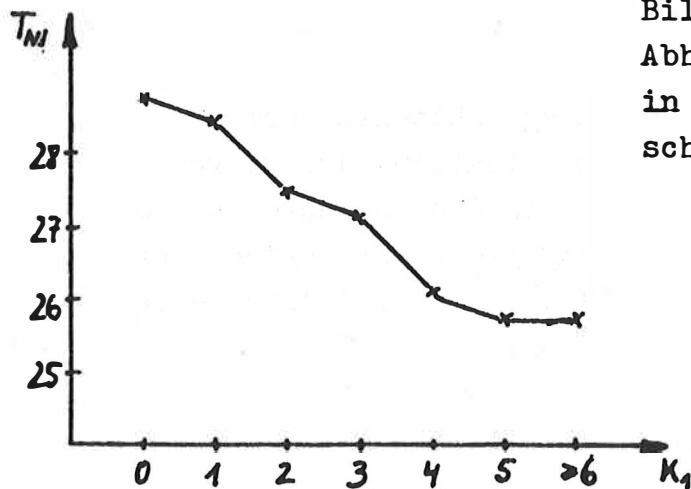


Bild 2.

Abhängigkeit der pc 3-Periode in Niemegk von der geomagnetischen Aktivität

2. Ergebnisse

Ein Vergleich von allen 169 ausgewählten Pulsationszügen ergab eine Verlängerung der Periode in Warnkenhagen gegenüber Niemegek auf 108,6 %. Im folgenden soll untersucht werden, ob und welchen Einfluß verschiedene Parameter wie Tagesgang, geomagnetische Aktivität, Jahreszeit, Einteilung des Pc 3 Bereiches in 4 Intervalle sowie das Amplitudenverhältnis A_x/A_y auf die Periodenveränderung haben.

Zuerst wurden die 169 Pulsationszüge auf 6 3-h Intervalle aufgeteilt und die Abhängigkeit der Periodenänderung in Warnkenhagen gegenüber Niemegek von der Tageszeit untersucht.

Bild 4 zeigt das Ergebnis. Der Verlauf der Kurve ähnelt dem normalen Tagesgang. Wesentlichen Einfluß auf diesen Verlauf hat das Intervall 0 Uhr - 3 Uhr. Die Pulsationen in diesem Zeitraum zeigen fast keine Breitenabhängigkeit. Voelker [1] findet einen ähnlichen Effekt. Er bezeichnet diese Pulsationen als Pc-ähnliche Nachtpulsationen, die vor Sonnenaufgang erscheinen.

Bild 5 zeigt die Periodenveränderung in Warnkenhagen in Abhängigkeit von der K_1 -Kennziffer als Maß für die geomagnetische Aktivität. Der Abfall der Geraden bedeutet, daß in Warnkenhagen die Periodenverkürzung mit steigender K_1 größer ist als in Niemegek. Ähnliches hat Münch [2] für die Stationen Wingst, Göttingen und Fürstfeldbruck beobachtet.

Schließlich wurde der Pc 3 Bereich in 4 Intervalle eingeteilt und die Abhängigkeit von ΔT von der Periode in Niemegek ermittelt. Das Ergebnis zeigt Bild 6. Dabei sei noch darauf hingewiesen, daß die Geraden nicht willkürlich eingezeichnet, sondern mit der Methode der kleinsten Quadrate angepaßt wurden, wobei die einzelnen Punkte noch nach der Häufigkeit der enthaltenen Pulsationszüge statistisch gewichtet worden sind, d. h. ein Punkt, der 60 Züge repräsentiert, geht stärker ein als ein Punkt, der nur 20 Züge repräsentiert.

Die Jahreszeitabhängigkeit beschränkt sich auf Sommer (Monate Mai, Juni, Juli, August) und Äquinokten (März, April, September, Oktober). Für den Winter standen nur wenige Pulsationszüge vom November zur Verfügung.

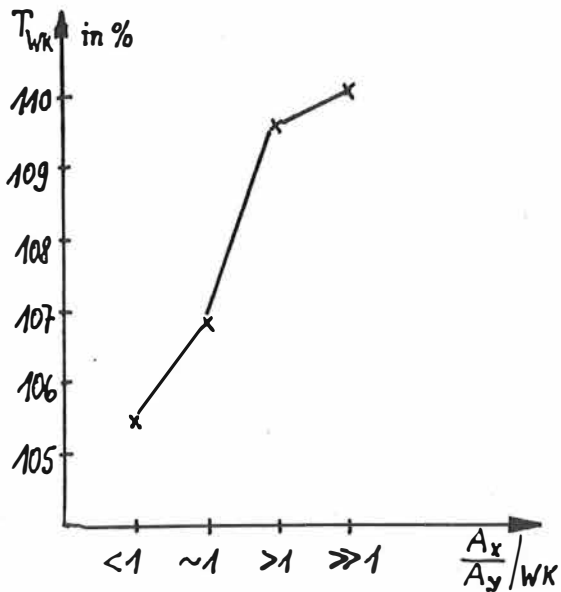


Bild 3. Periodenveränderung in Warnkenhagen relativ zu Niemegek in Abhängigkeit vom Amplitudenverhältnis in Warnkenhagen

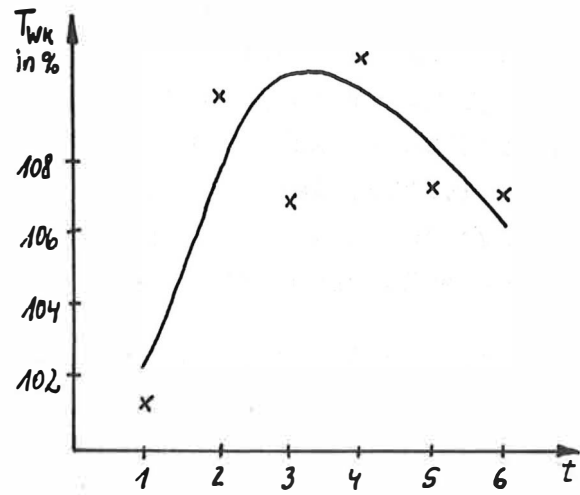


Bild 4. Periodenveränderung in Warnkenhagen relativ zu Niemegek in Abhängigkeit von der Tageszeit (Intervalleinteilung siehe Bild 1)

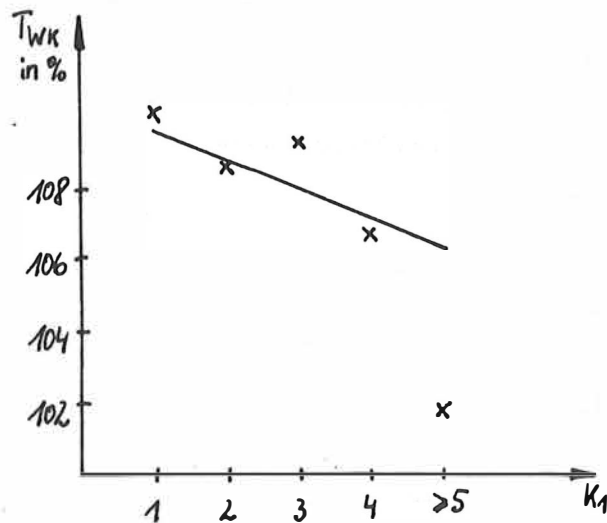


Bild 5. Periodenveränderung in Warnkenhagen relativ zu Niemegek in Abhängigkeit von der geomagnetischen Aktivität

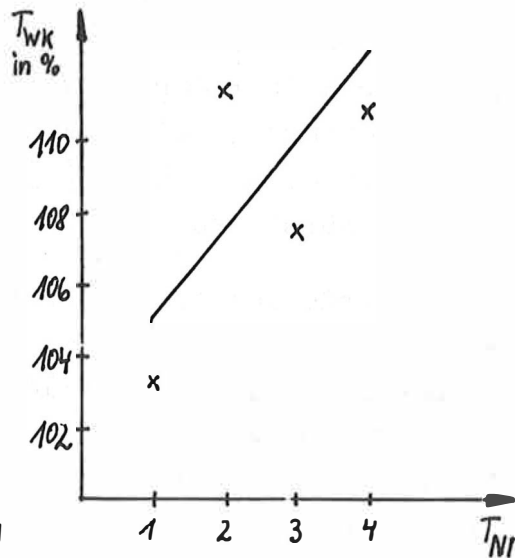


Bild 6. Periodenveränderung in Warnkenhagen relativ zu Niemegek in Abhängigkeit von der Periode in Niemegek

Intervall	Perioden	T
1		$T \leq 25s$
2		$25s < T < 30s$
3		$30s \leq T < 35s$
4		$35s \leq T$

Es ergab sich eine Periodenzunahme für die Äquinokt^{en} in Warnkenhagen von 8,0 % und für den Sommer von 10,3 %. Voelker [1] bemerkt den gleichen Effekt, diskutiert ihn aber nicht, da er innerhalb der Fehlergrenzen liegt. Nun noch zum Einfluß des Amplitudenverhältnisses A_x/A_y . Bezugspunkt waren die Amplitudenverhältnisse in Warnkenhagen, die in 4 Intervalle eingeteilt wurden. Gleichzeitig entsprechen diesen Verhältnissen die in Tabelle 2 angegebenen Vorzugsrichtungen der Horizontalkomponente des magnetischen Feldes.

Tabelle 2: $\frac{A_x}{A_y}$	Vorzugsrichtung der Horizontal- komponente des magnetischen Feldes
< 1	O - W
~ 1	NW - SO
> 1	NNW - SSO
$\gg 1$	N - S

Aus Bild 3 ist zu entnehmen, daß, wenn die Horizontalkomponente des magnetischen Feldes N-S-Richtung hat, eine wesentlich größere Periodenveränderung vorliegt als bei O-W-Richtung der Horizontalkomponente.

3. Zusammenfassung

Bei einer kleinen Breitendifferenz zwischen 2 Stationen konnten breitenbedingte Effekte nachgewiesen werden. Es wurde eine Gesamtänderung der Periode zwischen Niemegek und Warnkenhagen von 3,6 % festgestellt. Die Resultate sind in guter Übereinstimmung mit denen anderer Autoren. In Zukunft wird es nötig sein, auch die Beeinflussung der Vermessungen durch den Untergrund zu untersuchen.

Literatur

- (1) Voelker: Zur Breitenabhängigkeit erdmagnetischer Pulsationen
Mitteilungen Max-Planck-Institut für Aeronomie
Nr. 11 (1963)
- (2) Münch: Das Auftreten von Pc-Pulsationen des erdmagnetischen
Feldes in Abhängigkeit von der erdmagnetischen Aktivität,
Zeitschrift für Geophysik 31(1965)

А. Korschunow +)

On very stable diurnal variations of geomagnetic pulsations in the period ranges pc2-pc5 resulting from 12 years' continuous statistics (1960 - 1971) at the station Fürstenfeldbruck (FUR)

Summary :

Statistical investigations of geomagnetic pulsations on a time base of quarter-hours, covering the period ranges pc2-pc5, for consecutive 4401 days, revealed that the functions: Field-Component-Intensity (in "nT") ---horizontal H and D--- = f (UT); remain extremely stable in shape, notwithstanding the state of planetary geomagnetic activity, as expressed in ranges of Ap-indices (after J. Bartels). Statistical findings thus giving evidence, that on "quiet days" (q), "mean-disturbed days" (m), and "disturbed days" (d) there must exist a stable recurrent mechanism of magnetospheric interdependencies, as far as the daily generation of pulsations is concerned.

РЕЗЮМЕ :

На основании статистически зафиксированных четвертичных наблюдений пульсаций геомагнитного поля в периодах pc2 - pc5 в продолжении 4401 дня установлено, что функции: интенсивность компонентов магнитного поля (H и D в горизонтальной плоскости) = f(UT) остаются - не принимая во внимание степень планетарного возбуждения, выраженного в индексах Ap (по Ю. Бартельсу) - исключительно стабильными в своих формах.

Статистические результаты дают основание предположить, что в "спокойные дни" (q), "полубурные дни" (m) и "бурные дни" (d) в отношении ежедневного проявления пульсаций существует чрезвычайно стабильный, повторяющийся в подобной же форме механизм магнитосферических взаимозависимостей.

+) Dr. rer. nat. A. Korschunow, Geophysikalisches Observatorium Fürstenfeldbruck der Universität München, Ludwigshöhe 8, D8080 Fürstenfeldbruck.

Zusammenfassung

Durch auf der Basis von Viertelstunden vorgenommene statistische Untersuchungen von Pulsationen in den Periodenbereichen pc2-pc5 für insgesamt 4401 Tage ist aufgedeckt worden, daß die Funktionen: Feldkomponentenintensität (in "nT") --- H und D in der Horizontal-ebene --- = f (UT); ohne Rücksicht auf den planetarischen Störungsgrad ausgedrückt in Kennziffern Ap (nach J. Bartels), außerordentlich stabil in der Form bleiben. Die statistischen Ergebnisse geben Anlaß anzunehmen, daß an "ruhigen Tagen" (q), "mittelgestörten Tagen" (m) und "gestörten Tagen" (d) --- was die täglichen Pulsationen betrifft --- ein äußerst stabiler, in ähnlicher Form sich wiederholender Mechanismus magnetosphärischer Abhängigkeiten existiert.

At the observatory Fürstfeldbruck (LAGA-code FUR, L-value (shell parameter of the McIlwain coordinates) = 1,97, i.e. a typical mid-latitude station) since December 1959 a permanent record of geomagnetic pulsations is kept running, using a three component set of induction variometers of the GRENET-type. These variometers have been modified in the workshop of the Institute of Geophysics University Göttingen during the late fiftieths. Several sets of the variometers have been distributed along a north-south chain of stations reaching from northern Sweden until southern Bavaria. A detailed report on the instrumental constants and of the recording technics (photo-optical) has been published (Voelker, 1963).

Following the tradition of J. Bartels (Kp- and Ap-indices) and N. Fukushima (quarter-hourly Q-indices) the records of the pulsations have been statistically treated. There has been a direct development of various manners of treatment in statistical evaluations, as far as scaling indices, taken from the Göttingen-instruments, is concerned (Angenheister, 1954), (Angenheister and v. Consbruch, 1961), (Korschunow, 1966). An outline of the development has been given in a special paper on indices (Bouška, 1977). The statistical performance, representing the background of this paper, has also been published (Korschunow, 1969, 1971, 1972, 1973), and (Holló and Korschunow, 1974).

Since the records of pulsations at the observatory Fürstfeldbruck are produced daily in the classical photo-optical way, the basic treatment, in order to get digits per quarter-hour, is done with the aid of a specially designed glass-scale. The procedure therefore is a subjective one. Before starting the assembly of quarter-hourly index numbers, as taken into consideration, for a total of 12 years, covering 4401 days of 163 sun-rotations (1960-1971), thorough testings of the procedure with different persons and with various sections of records have been carried through. A note on the reliability of subjective processing has also been published (Korschunow, 1976).

Processing of the records has been carried through in four period-ranges: 5-10 s, 10-45 s, 45-150 s, and 150-450 s, these period ranges coinciding with the classification of IAGA: pulsations continuous pc2, pc3, pc4, and pc5. To avoid misunderstanding it must be pointed out, that pc-s (after IAGA) represent relatively seldom occurring sinusoidal trains of waves in records, which may be regarded as special phenomena in the field of pulsations. The four period ranges, however, used for long-time-statistics of the records at the station Fürstfeldbruck, are more or less serving as filtering grids for the continuous noise of pulsations (see for more information in the cited papers). When planning the amplitudes of the glass scale, mentioned above, provision was made to correlate the index steps from zero until nine (in numericals) with the resonance characteristics of the instruments. In this way it was possible to establish curves of mean diurnal variations as functions of "Field-Component-Intensity" (FCI) = $f(UT)$, thus having the chance to express the average noise of pulsations in dimensions of "nT" instead of, hitherto practised, dimensionless index numbers.

When transforming the total data-set into punched cards, certain steering codes have been incorporated into the system, so that various statistical subvolumes of data out of the total volume of 12 years could be established. Especially there had been found a discrimination of "quiet days" (q), "mean-disturbed days" (m), and "disturbed days" (d) with the aid of the Ap-Index after J. Bartels, as published for many years by the Geophysical Institute at

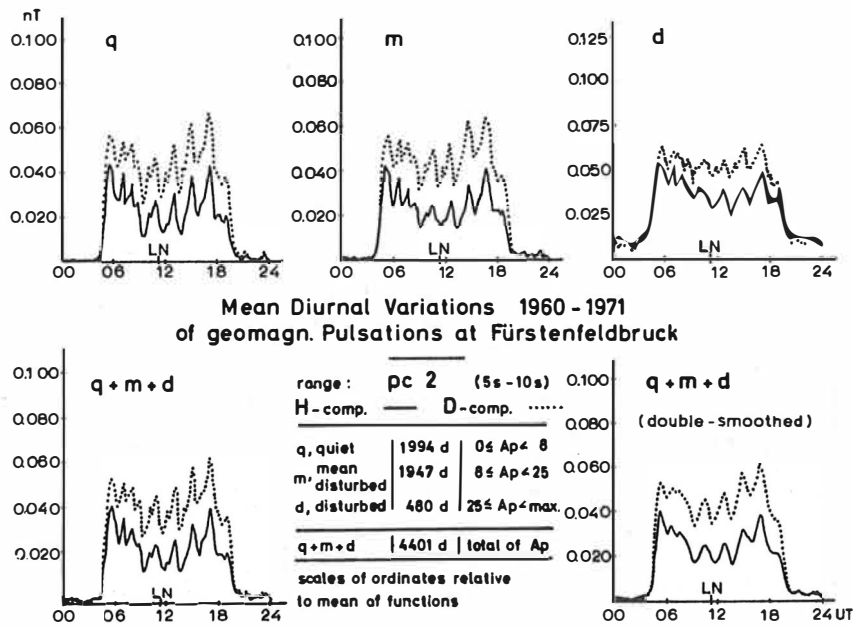


Fig. 1

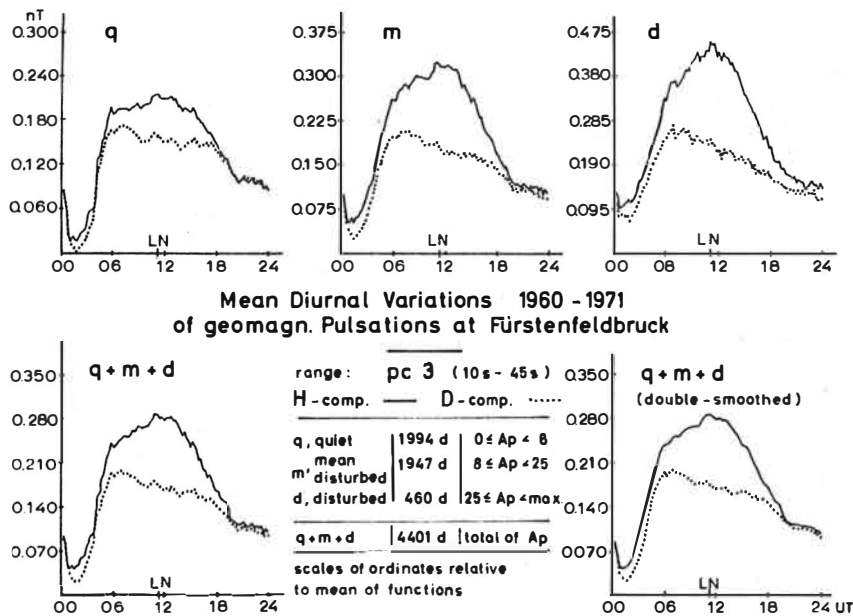


Fig. 2

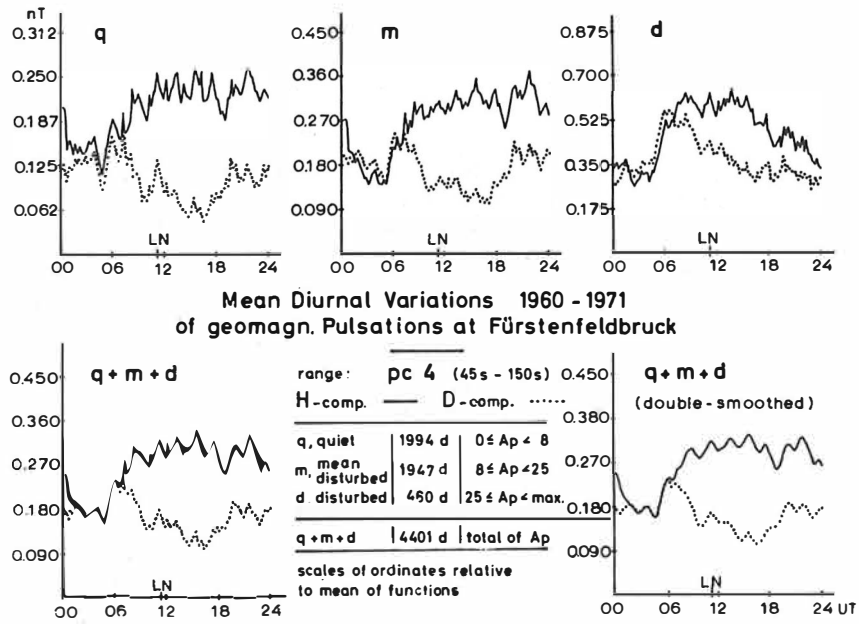


Fig. 3

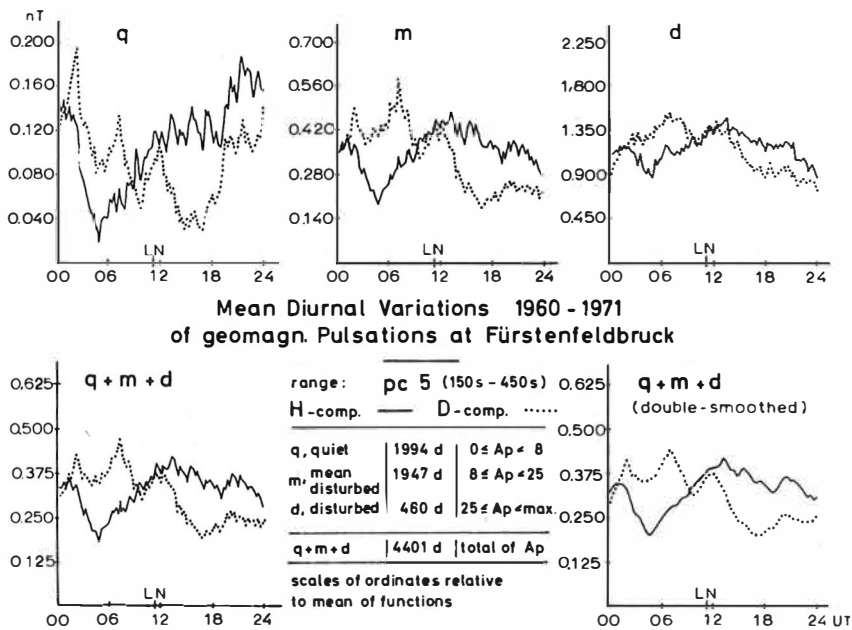


Fig. 4

Göttingen. The following classification of q-, m-, and d-days was adopted:

<i>q-days</i>	<i>m-days</i>	<i>d-days</i>
$0 \leq A_p - 08$	$08 \leq A_p - 25$	$25 \leq A_p - \text{max.}$

The Figures 1 - 4 demonstrate the results of the statistical evaluation of functions: $FCI = f(UT)$, resulting into diurnal variations of the period ranges pc2-pc5. For purpose of better showing the uniformity of the functions in the different period ranges the diagrams have been mounted in such a manner, that the levels of mean values of the functions of components H and D are coinciding length the ordinates of curves. Thus in Fig. 1-4 easily to be compared features are discernable:

- a) each of the period ranges displays typically shaped diurnal variations independent of the state of disturbances of the day (q-days, m-days, and d-days).
- b) the mutual interplay of H- and D-Components (both components synchronously hitherto never having been incorporated into any long-time-statistic) is typical in each of the period ranges and remains strikingly constant notwithstanding the general state of activity.
- c) even single onsets along the curves of diurnal variations are synchronously reproduced in a uniform way.

Under the assumption that a continuous long-time-statistical investigation at one station can be esteemed as representative in a high degree, the following statement can be made:

Obviously the daily generation of geomagnetic pulsations in the period ranges pc2-pc5 seems to be controlled by an extreme stable mechanism of magnetospheric interdependencies. An enhancement of the level of geomagnetic activity, as expressed by the adopted scale of the planetary indices A_p , does not produce any scattering in the shape of functions $FCI = f(UT)$, but only leads to proportional growth of the amplitudes of the curves of diurnal variations. The same constancy can be remarked in the mutual interplay of components H and D.

References

- Angenheister, G.: Registrierungen erdmagnetischer Pulsationen 1952/53; *gerl.Beitr.z.Geophys.*, Jahrgg. 64, Heft 2, 108 - 132, 1954.
- Angenheister, G.; v. Consbruch, C.: Pulsationen des erdmagnetischen Feldes in Göttingen 1953 - 1958, I. und II., *Zeitschr. f. Geophys.*, Jahrgg. 27, Heft 1, Heft 3, 3 - 12 und 103 - 111, 1961.
- Bouška, J.: Geomagnetic Indices of Geophysical Activity; *Geofyzikální Sborník*, XXIII 1975, *Trav.de. l'Inst.Geophys. de l' Akad.Thchéoslov.des Sc.*, Nr. 442, 233 - 255, 1977.
- Holló L., Korschunow, A.: A comparison of activity character figures of geomagnetic pulsations at the observatories Fürstenfeldbruck and Nagycenk, *Acta Geodet., Geophys. et Montanist. Acad.Sci. Hung.To.9*, 1 - 2, 52 - 66, 1974.
- Korschunow, A.: Mittlerer Tagesgang erdmagnetischer Pulsationen am Geophysikalischen Observatorium zu Fürstenfeldbruck in den Jahren 1960 - 1962; *Zeitschr. f. Geophys.*, Jahrgg. 32, Heft 2, 79 - 101, 1966.
- Korschunow, A.: Erdmagnetische Pulsationen und Erdstrom an der Station Fürstenfeldbruck in den Jahren ;in: *Veröff. d. Geophys. Obs. Fürstenfeldbruck (Münchener Universitätschriften)*, Ser.A, Nr. 11, 13, 14, 15; 1969, 1971, 1972, 1973.
- Voelker, H.: Zur Breitenabhängigkeit erdmagnetischer Pulsationen: *Mitteilg. aus dem Max-Planck-Inst. f. Aeronomie*, herausgeb. v. J. Bartels und W. Dieminger, Nr. 11 (S), Springer Verlag, Bln.-Göttingen-Heidelberg, 1963.

V. AUSTER; K. LENGNING; H. SCHMIDT [†])

NEW MAGNETIC CHARACTERISTICS FOR PULSATIONS
AND THEIR COMPARISON WITH K_1

Abstract

At the Adolf-Schmidt Geomagnetic Observatory in Niemegk the short periodic geomagnetic variations spectrum has been observed by an on-line computer for some years. From this digital recording we determined in real time representation (after filtration etc.) for the pc 1-5 period groups the mean period and the mean amplitude for intervals of 6 resp. 12 minutes. For further data densification, hourly mean values are calculated, which are the base for pulsation indices. For each pc-filter there is one three-figure characteristics. The first figure denominates the filter (1-5), and it is followed by indices for mean period and mean amplitude (both 1-9). The comparison with the magnetic indices K_1 gives a good impression on the complete geomagnetic variation behaviour in different frequency ranges, which do not at all agree in each case.

Zusammenfassung

Seit einigen Jahren wird am Adolf-Schmidt-Observatorium in Niemegk das kurzperiodische Variationsspektrum mit einem on-line Rechner beobachtet. Von dieser digitalen Aufzeichnung bestimmten wir die Echtzeitdarstellung (nach Filterung usw.) für die Periodengruppen pc1-5 die mittlere Periode und die mittlere Amplitude für Intervalle von 6 bzw. 12 min. Zur weiteren Datenverdichtung wurden Stundenmittel berechnet, die die Grundlage für die Pulsationsindizes sind. Für jeden

[†]) Zentralinstitut für Physik der Erde, Adolf-Schmidt-Observatorium Niemegk

pc-Filter gibt es eine dreistellige Kennziffer. Die erste Zahl bezeichnet das Filter (1-5), gefolgt von Indizes für mittlere Periode und mittlere Amplitude (beide 1-9). Der Vergleich mit den magnetischen Indizes K_1 gibt einen guten Einblick in das gesamte geomagnetische Variationsverhalten in verschiedenen Frequenzbereichen, die keineswegs in jedem Fall übereinstimmen.

Резюме

Уже несколько лет короткопериодический спектр вариаций наблюдается в обсерватории им. А. Шмидта в Ниметке связанной вычислительной машиной. С этой цифровой записи мы определили в представлении в истинном масштабе времени / после фильтрации и т.д./ для групп периодов pc 1-5 средний период и средняя амплитуда для диапазонов 6 или 12 мин. Для дальнейшей концентрации данных вычисляются ежечасные средние величины, которые являются основой индексов пульсаций. Для каждого фильтра pc существует трехзначный индекс. Первое число обозначает фильтр /1-5/, потом следуют индексы среднего периода и средней амплитуды / обе 1-9/. Сравнение с магнитными индексами K_1 дает хороший взгляд на общее магнитное поведение вариаций в разных диапазонах частоты, которые не в каждом случае совпадают.

At the Adolf-Schmidt Geomagnetic Observatory the short periodic geomagnetic variations spectrum has been observed continuously by a pulsation recording instrumentation (core coils and photographic recording 6 mm or 20 mm/min). For some years, there has been a digital recording, too, by use of the same sensors. In 1978, digital pulsation recording in on-line operation has been carried out relative continuously on the three World days of each month. Measurement data of both horizontal components have first been undergone a filtration. The band-pass filters used are arranged according to the pc1-pc5 pulsations. At the moment, the sampling rate is 1 value/1s, so that processing will start only from pc2 on. In the period groups pc2, pc3 and

pc4 the mean amplitude and the mean period are calculated in each case for one interval of 6 min. These 6-minutes-mean values are then densified into hourly mean values. The pc5 filter has an interval of 12 minutes. At the Niemegek pulsation recording a value of approximately 1,5 is resulting for the amplitude relation. For simplification, we describe first the X component only.

In table 1 there are the pulsation indices (abbreviated PI) for the different period groups (b = pc2; c = pc3; d = pc4 and 3 = pc 5). For the mean amplitude and the mean period indices from 0 - 9 are available. This scale for pulsation indices was calculated empirically and is quasi linear. But concerning the indices for the period, the whole range of the scale up to 9 is not being used.

During filtration of the pulsation data it is clearly to be seen that the period ranges of the different types of pc-pulsations have been determined very exactly.

By help of the PI scale (table 1) there were determined first the pulsation indices from the daily mean values for amplitude and period, which can be found in table 2 for those World days of the year 1978 that had been processed. There was no processing on the three World days in June and on two in December.

Those pulsation indices that have been derived from the daily mean values can certainly give only a rough survey. Assertions on the behaviour of the short periodic magnetic variation field on one day become still more exactly if for each day PI's are also calculated - for the largest amplitude and the smallest period - from hourly mean values of a day for the period groups b-e, which are listed in chart 2 together with K_1 , $\sum K_1$ and the daily index A_K .

For the three World days in May (9, 10 and 11 May), which were of - with the exception of 10 May - a mean magnetic activity, and for December 12, 1978, which was the quietest day in our list with regard to magnetic behaviour, the PI's from the hourly mean values of amplitude and period are listed for the period groups (b-e) in table 3.

Amplitude	b	c	d	e	PI	Period	b	c	d	e
	(pc2)	(pc3)	(pc4)	(pc5)	PI	Per.	(pc2)	(pc3)	(pc4)	(pc5)
A	< 0.08	< 0.10	< 0.20	< 0.50	0	P	< 6	< 16	< 50	< 180
A	> 0.08	> 0.10	> 0.20	> 0.50	1	P	> 6	> 16	> 50	> 180
A	> 0.15	> 0.30	> 0.50	> 0.80	2	P	> 8	> 20	> 65	> 220
A	> 0.25	> 0.50	> 0.80	> 1.20	3	P	> 10	> 24	> 70	> 260
A	> 0.40	> 0.80	> 1.20	> 1.80	4	P		> 28	> 80	> 300
A	> 0.55	> 1.10	> 1.80	> 3.00	5	P		> 32	> 90	> 340
A	> 0.70	> 1.40	> 2.60	> 4.50	6	P		> 36	> 100	> 380
A	> 0.90	> 1.80	> 3.50	> 6.50	7	P		> 40	> 110	> 420
A	> 1.20	> 2.30	> 4.70	> 10.00	8	P				
A	> 1.60	> 3.00	> 6.00	> 15.00	9	P				

Tab. 1: Pulsation indices (0 - 9) for the 4 bands pc2, pc3, pc4 and pc5 for the hourly mean values of amplitude (\sqrt{mT} / s) and of period (s).

1978	Daily pulsa- tion indices for ampl. and period	Daily P1 for max. ampli. and min. period	magnetic activity			
			K ₁	ΣK ₁	A _K	
17. Jan.	b-- c13 d14 e24	b-- c12 d22 e32	4212	1123	16	9
18. "	b-- c13 d13 e23	b-- c12 d22 e31	5322	1101	15	11
19. "	b-- c13 d14 e23	b-- c22 d52 e31	3222	2223	18	9
7. Febr.	b-- c13 d14 e23	b-- c22 d22 e31	2112	2232	15	7
8. "	b12 c13 d13 e23	b12 c32 d22 e31	3221	3343	21	13
9. "	b-- c13 d14 e33	b-- c12 d22 e41	2223	4345	25	19
7. March	b-- c13 d14 e33	b-- c22 d32 e41	1123	3313	17	10
8. "	b23 c13 d23 e34	b32 c32 d42 e62	2112	5354	23	20
9. "	b-- c13 d13 e23	b-- c22 d22 e42	3233	2243	22	14
11. April	b22 c23 d43 e63	b32 c31 d52 e83	6533	4554	35	38
12. "	b12 c23 d23 e44	b11 c42 d22 e53	5233	3343	26	20
13. "	b12 c23 d23 e33	b11 c52 d41 e42	3223	3345	25	19
9. May	b22 c33 d53 e63	b41 c52 d72 e81	5465	5643	38	47
10. "	b12 c34 d34 e33	b12 c62 d41 e72	1111	2134	14	8
11. "	b12 c23 d33 e43	b22 c52 d42 e61	3543	3333	27	21
11. July	b-- c24 d13 e23	b-- c42 d32 e41	2223	1111	13	6
12. "	b-- c14 d13 e23	b-- c32 d22 e31	1111	1322	12	6
13. "	b12 c13 d14 e33	b12 c22 d42 e41	3342	4324	25	18
15. Aug.	b-- c14 d13 e24	b-- c22 d32 e42	1011	2221	10	4
16. "	b-- c14 d13 e23	b-- c32 d32 e42	0002	2232	11	5
17. "	b11 c14 d24 e33	b11 c22 d42 e42	2003	3322	15	8
5. Sept.	b-- c13 d13 e23	b-- c32 d22 e33	1012	1133	12	6
6. "	b12 c13 d13 e33	b21 c21 d22 e42	3323	3211	18	10
7. "	b11 c14 d23 e34	b11 c32 d32 e42	0112	2123	12	6
17. Oct.	b-- c14 d13 e13	b-- c13 d21 e21	0111	2133	12	6
18. "	b12 c12 d14 e33	b12 c21 d32 e42	4443	3454	31	27
19. "	b01 c13 d13 e33	b01 c12 d31 e52	4333	4343	27	20
14. Nov.	b-- c13 d13 e23	b-- c12 d22 e42	0111	4432	16	11
15. "	b-- c03 d14 e24	b-- c12 d13 e43	2321	0122	13	6
16. "	b-- c14 d13 e24	b-- c42 d11 e43	2112	2121	12	5
12. Dec.	b-- c03 d14 e23	b-- c12 d22 e42	1002	2122	10	4

Tab. 2: Daily pulsation indices of the three world days of the month of 1978 and for the magnetic activity. The bands pc1 - pc5 are denoted by a - e followed by the indices of the daily mean values of amplitude and of period.

On fig. 1 and fig. 2 there are shown mean values for the amplitude in $\langle nT \rangle / s$ and mean values for the period in s for the hours of May 9, 1978, for the 4 period groups b-e (pc2, pc3, pc4 and pc5). On the figures you find also the largest amplitude for each hour as it was measured once manually for a first interpretation (cross), and the quality estimated (A-C). In pc3 and pc4 we have a good correspondence between the hourly mean values for the amplitude and the maximum amplitudes, which is not so distinct for pc2 and pc5. On magnetically disturbed days analysis of analogue recording is difficult because of superposition of the different period groups, so that determination of a maximum amplitude of one hour in the period groups can become incorrect. The size of the maximum amplitude of pc3 measured in relation to the hourly mean values is also striking, those are obviously smaller because the pc3 pulsations are nearly sinusoidal oscillations.

We can conclude now from the two figures that comparison of these very different analysing methods shows a satisfying correspondence. Beginning and end of the events and estimation of quality have been recorded correctly in the routine analysis of analogue recording. Analysis of digital pulsation recording would have lead to the same results. It is of great importance for valuation of the two observation methods that analysis of digital measuring data as shown here renders very exact data on the reaction of the period, too. It is noteworthy that hourly mean values for the period scatter only a little around the daily mean value. There is a more significant deviation in the pc5 group from 10-11 p.m. Concerning the period alterations, there is already in the PI's for the period a dependence of the time of day, but this differs in the different period groups. At pc3 it is most distinctly to be seen that the period becomes longer in the course of the day.

Resulting from comparison of magnetic K_1 with the PI's as shown in table 3 for four days, the following conclusions can be made:

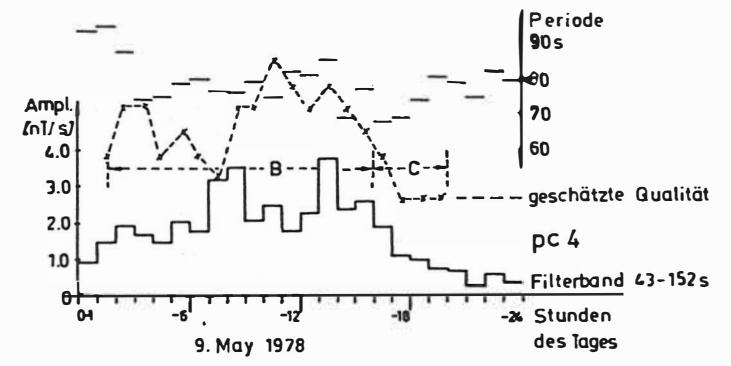
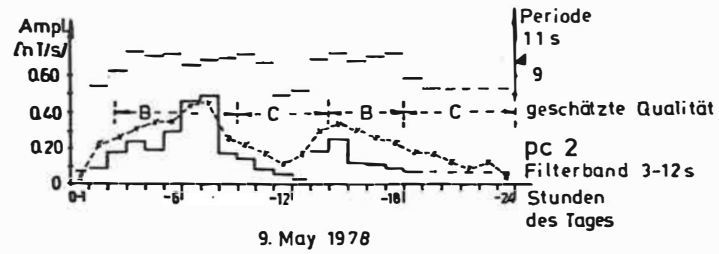
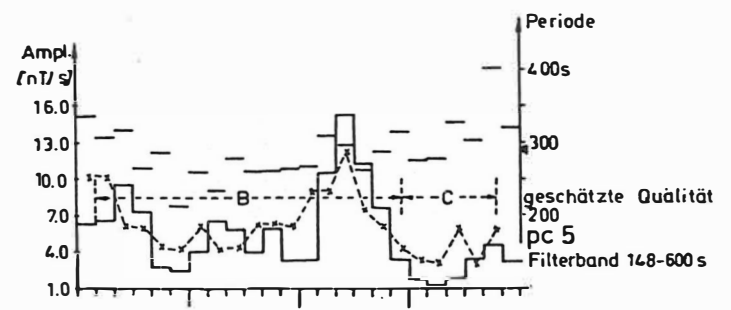
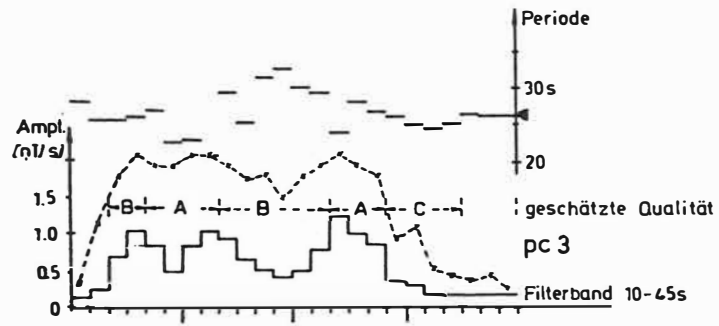


Fig. 1

Fig. 2

Pulsation indices for hourly mean values for amplitude
and for period

Hour	9.May 1978	10.May 1978	11.May 1978	12.Dec.1978
0- 1	b-- c13 d35 e64	b-- c12 d13 e34	b12 c33 d22 e43	b-- c03 d24 e12
1- 2	b12 c13 d45 e65	b-- c13 d12 e34	b03 c33 d23 e33	b-- c-- d-- e11
2- 3	b22 c33 d54 e75	b02 c33 d12 e23	b12 c22 d23 e23	b-- c-- d-- e--
3- 4	b23 c43 d53 e73	b12 c33 d22 e35	b22 c32 d22 e32	b-- c03 d-- e--
4- 5	b23 c43 d43 e43	b02 c33 d12 e35	b22 c22 d32 e43	b-- c03 d03 e--
5- 6	b33 c22 d53 e41	b13 c53 d31 e13	b12 c33 d43 e42	b-- c03 d15 e44
6- 7	b42 c42 d53 e52	b13 c54 d32 e24	b12 c33 d44 e52	b-- c03 d14 e12
7- 8	b42 c42 d63 e62	b02 c54 d32 e23	b03 c33 d33 e42	b-- c03 d03 e14
8- 9	b22 c44 d73 e63	b-- c64 d31 e22	b13 c44 d42 e31	b-- c03 d17 e--
9-10	b13 c34 d53 e52	b03 c65 d31 e23	b02 c44 d32 e65	b-- c14 d13 e22
10-11	b12 c34 d53 e63	b-- c55 d41 e22	b-- c34 d22 e43	b-- c14 d23 e33
11-12	b01 c25 d54 e43	b-- c45 d42 e23	b-- c45 d22 e42	b-- c14 d12 e12
12-13	b-- c24 d54 e53	b-- c35 d42 e32	b-- c35 d22 e34	b-- c03 d14 e33
13-14	b22 c34 d74 e84	b-- c35 d32 e23	b-- c14 d24 e34	b-- c13 d13 e25
14-15	b33 c52 d52 e83	b-- c35 d42 e23	b-- c35 d22 e33	b-- c03 d13 e13
15-16	b12 c44 d63 e83	b-- c35 d32 e22	b-- c14 d23 e33	b-- c03 d14 e23
16-17	b12 c43 d52 e73	b-- c25 d32 e22	b-- c13 d34 e42	b-- c02 d14 e22
17-18	b13 c23 d32 e54	b-- c15 d23 e12	b-- c13 d13 e45	b-- c02 d13 e23
18-19	b02 c13 d33 e43	b-- c14 d24 e23	b02 c24 d22 e45	b-- c02 d14 e13
19-20	b-- c13 d24 e33	b-- c13 d13 e24	b02 c13 d33 e33	b-- c03 d14 e24
20-21	b-- c13 d23 e44	b-- c03 d25 e54	b-- c03 d13 e22	b-- c-- d14 e13
21-22	b-- c13 d13 e54	b-- c13 d24 e54	b02 c13 d23 e33	b-- c-- d14 e12
22-23	b-- c13 d24 e66	b-- c13 d24 e53	b-- c12 d23 e23	b-- c-- d16 e14
23-24	b-- c13 d13 e54	b12 c23 d33 e76	b02 c13 d14 e34	b-- c03 d13 e13
PI for				
the				
daily	b22 c33 d53 e63	b12 c34 d32 e33	b12 c23 d33 e43	b-- c03 d14 e23
mean				
values				

Tab. 3: Pulsation indices for the three worlddays of May and of 12. Dec. 1978.
The bands pc1 - pc5 are denoted by a - e followed by the indices of hourly mean values of amplitude and of period.

Pulsations increase when magnetic activity is great ($K_1 > 5$), what is true especially for pc2. For longer-periodic pulsations (pc4 and pc5) this statement is correct, too, because there are large amplitudes, but shorter periods. The behaviour of pc3 pulsations is different. Here the amplitude is not so striking large. Striking is at pc3, however, the behaviour during the time of day, which is true for pc2, too. The daytime course is weaker, however, at pc4 and pc5, during significant magnetic activity. Especially at pc5, P-indices for the amplitude are always considerable, but the PI's for the period vary to a high degree. These statements are valid for 9 May ($A_K:47$) and for 11 May ($A_K:21$). The 10 May ($A_K:8$) has only a weak magnetic activity. But this cannot be derived from the PI's. Here the pc3 group has the largest PI's for the amplitude and for the period of the 3 days in May. With pc4 and pc5 the PI's for amplitude and period on 10 May became smaller. The daytime course of all four pc groups corresponds with the expectations.

The 12 December ($A_K=4$) is magnetically undisturbed. There were no pc2 pulsations. At pc3 the amplitude was always very small, which is true for pc4 and pc5, too. Here we have a good correspondence between K_1 and PI.

Finally we should hint at the fact that PI's from the daily mean values of amplitude and period for the four period groups provide a good survey on one day's pulsations.

In table 2 maximum amplitudes (hourly mean values) are listed for each day in PI. It has been calculated in which K_1 interval is the greatest hourly amplitude mean value of a day with the four pc pulsations and what is the value of K_1 in this interval. The mean K_1 of the different period groups has been calculated for the 31 days given:

pc2 (14 days) : 3.4 mean K_1
 pc3 (31 days) : 2.2 mean K_1
 pc4 (31 days) : 2.8 mean K_1
 pc5 (31 days) : 2.8 mean K_1

Once more it is proved to be true that pc2 and pc4 and pc5 occur as a rule with more considerable K_1 . Mean K_1 on 31 days was 2,4.

The maximum hourly mean values for the amplitude showed for the period mean values of the same hour the following mean PI for all 31 days:

pc2 (14 days) :	1,5	7s	(1,9	8s)
pc3 (31 days) :	1,9	19s	(3,3	25s)
pc4 (31 days) :	1,9	63s	(3,3	73s)
pc5 (31 days) :	1,8	212s	(3,2	270s)

The values in brackets are the mean values of PI of all 31 resp. 14 days. It can be concluded that period duration becomes shorter if there is a higher pulsation activity.

This kind of further data densification seems to be very useful for representation of pulsations because processing becomes more comprehensive, and comparison with other geophysical indices becomes possible.

Publication is facilitated by densification of the data material. From January 1980 on, PI's will be published for the three World days of each month in the Niemege monthly report, with what necessary continuation of these investigations is guaranteed.

E. Ritter, Niemegek

Some special results of geomagnetic deep soundings

Summary

Nearly 30 years of the 50-year history of the Adolf-Schmidt-Observatory have been influenced also by research work in the field of geomagnetic deep soundings, the development of which will be shown at some main points of the investigations.

Резюме

Почти 30 лет 50-летней истории обсерватории им. Адольфа Шмидта определены также исследовательскими работами в области геомагнитных глубоких зондирований, развитие которых показывается на примере некоторых основных задач исследований.

Zusammenfassung

Beinahe 30 Jahre der 50-jährigen Geschichte des Adolf-Schmidt-Observatoriums in Niemegek wurden mitgeprägt durch Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der geomagnetischen Tiefensondierungen, deren Entwicklung an einigen Schwerpunkten der Untersuchungen demonstriert wird.

The discovery of the North German-Polish conductivity anomaly had been an unexpected result of the exchange of magnetograms between the Niemegek and Wingst observatories. The further development of geomagnetic deep soundings in the GDR, at the Adolf-Schmidt-Observatory, went off in close connection with the other observation tasks. On the base of the experience gained during routine work for instance portable variometer stations had been developed. With these devices field measurements had been carried out by the observatories staff till the presenttime. Results of geomagnetic deep soundings, however, also touch the work of the geomagnetic observatory at many points, especially what concerns one of the main tasks - investigation of the geomagnetic field on the territory of the GDR (e. g. reduction of field measurements, survey, secular

Adolf-Schmidt-Observatorium, DDR - 1824 Niemegek, Lindenstr. 8

points). In the paper published by WIESE (1956) on field separation of bay disturbances in Europe, proving conclusively the inner, induced part, especially of the vertical component, we can also find consequences from the signs of curve deflections. They clearly show that the North German-Polish anomaly of conductivity found first is only one of several ones in Europe. In this paper also the idea on connection between anomalies of (old plates) had been developed, being still today a very actual problem.

In the International Geophysical Year 1957/1958 very intensive measurements had been starting in the GDR. Without restriction to geologically or geophysically especially interesting areas the first variational survey in the period range 3 min. to approx. 2 h, comparable with a geomagnetic survey, was carried out at 60 measuring sites on 4 NS profiles.

In the course of evaluating these measurements the term "induction arrow" had been developed to represent the especially indicative behaviour of the vertical component of the variations compared with the horizontal component. Together with PARKINSON's arrow (1959) defined somewhat differently the induction arrow after WIESE (1962) is applied very often to gain basic information on the existence of lateral inhomogeneities of conductivity. This is stressed by a multitude of relevant contributions in the KAPG monograph "Goelectric and Geothermal Studies" (ADAM, 1976).

After this first general survey detailed investigations were carried out, e. g. in the north-eastern part of the GDR, on a NS profile from the Niemegk Observatory to the Collm Geophysical Observatory and in the south of the GDR (RITTER, 1981 a). This is clearly expressed by the position of the measuring points, too (fig. 1). Additionally, there were 53 measuring points in the other socialist countries (Czechoslovakia 24, Hungary 16, Roumania 10, Bulgaria 2, Albania 1). In fig. 1 there are also given areas of high (+) and very low (-) values of the transfer function c .

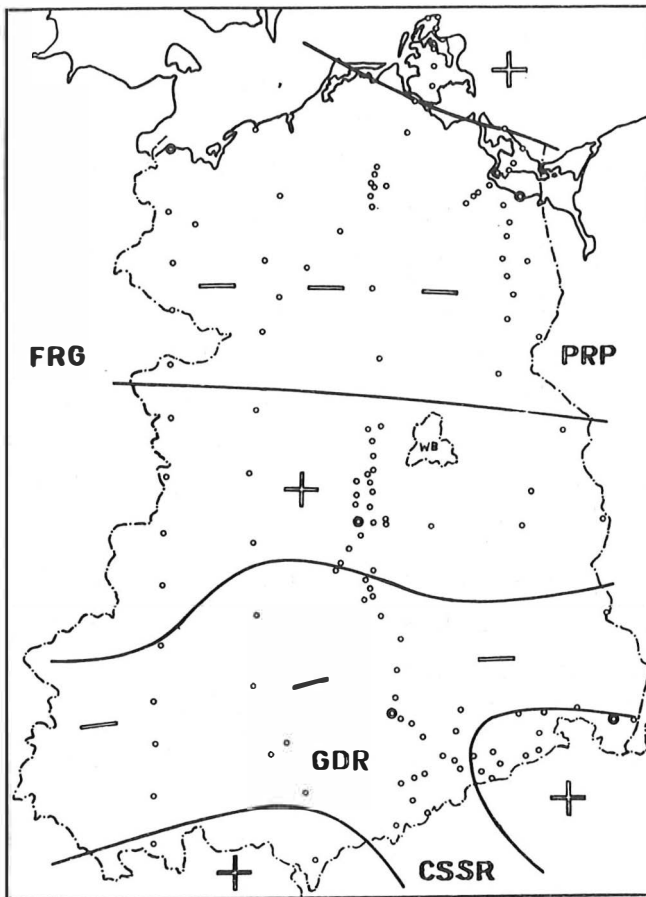


Fig. 1
Measuring sites of GDS and areas with high (+) and low (-) values of relative vertical component of bay-disturbances.

On the base of older materials one should suppose a rise of the transfer function c from N to S at the border of the GDR and Czechoslovakia. In order to clear up the question of general interest if the Northern Bohemian Lineament is expressed in the changes of the variational field, in 1975 variational registrations were carried out synchronously by the

Prague Geophysical Institute (GIP) and the Central Earth Physics Institute, Niemeck Observatory (ZIPE). The result is: vertically to the mountains trend running cross elements codetermine the induction behaviour too.

All these results are depending on processing of single variations. In the 2nd phase of processing of measurements in the south of the GDR registrations of a moderate storm were investigated with frequency - analytic methods. For an interval length of 41 hours from October 6 till October 8, 1975, 20 values/h were taken from the magnetograms. An overlapping averaging of 4 hours was carried out for preliminary filtration. That step, calculation of auto- and cross-covariance functions ($\tau_{\max} = 100$) and the following FOURIER- transformation for gaining energy density, cross, coherence and phase difference spectra was processed by means of the processing computer PRS 4000 at the Niemeck Observatory.

In the calculation for Niemegek - assertions at the other stations of the profile differ only insignificantly - for variational periods shorter than 120 min. the coherence between X and Z is greater than 0.9, between Y and Z only a little greater than 0.7. The phase behaviour is different, too. For PHI Z-X the phase angle over the whole spectrum is nearly 200° , for PHI Z-Y it varies from 280° to 100° (RITTER, 1981 a). Hereby the eastwest direction of the North German-Polish anomaly is expressed. In Niemegek the induction arrow points to south, that means there is a close connection between inducing H_x and induced H_z component which is very essential for studying lateral inhomogeneities of conductivity. Comparing the H_z - component in the form of spectra S_{zz} along the profile (fig. 2) higher spectral values are occurring on the area of Czechoslovakia, especially in shorter periods, whereby results of the induction arrows are confirmed. From the spectral values complex transfer functions resp. induction arrows, containing information on phases, can be calculated.

Model calculations are the 3rd point of interest discussed here. The first determined variational differences Wingst-Niemegek are so distinct because the two observatories are situated opposed to each other on the North German-Polish anomaly. Caused by its great west-east elongation this anomaly - like the Carpathians - can be regarded as a two - dimensional one. As a first approximation, line currents (depth approx. 180 km) and current sheets were calculated (WIESE 1956 , FANSELAU et. al. 1966).

Because of great difficulties in analytic calculating complicated conductivity distributions during the last 10 years solution of the differential equation by means of the method of finite differences or finite elements has more and more been applied.

A computing programme (TANZER 1978) basing on the method of finite differences was used to interpret MT soundings taken on a NS profile through the GDR. The best adaption to observations is resulting in the model of a double anomaly: the well-conduc-

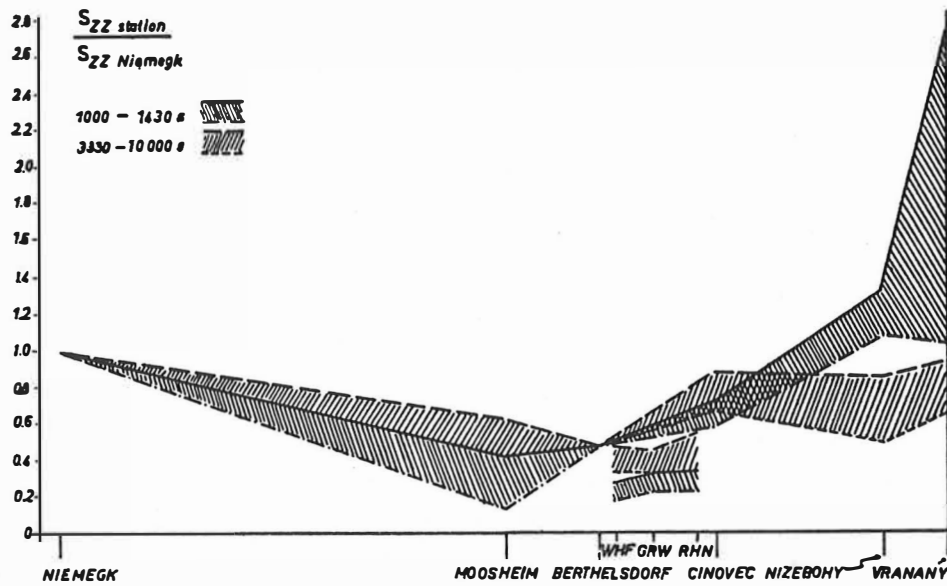


fig 2 Relative power spectra values along a N-S-profile, vertical component (S_{zz}) of geomagnetic storm 6.10.75 1600 - 8.10.9.00 GMT; WHF=Waldhof; GRW=Großrückerswalde; RHN=Reitzenhain

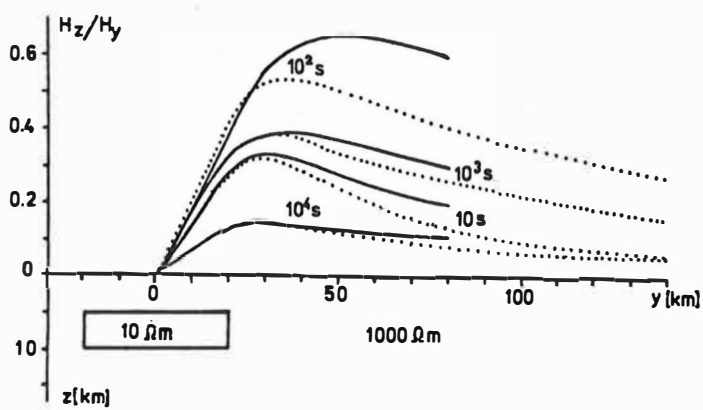


fig. 3 Modelling of GDS, relative vertical component over a high conductive body, after RITTER (1979 b)

ting sedimentary basin is underlain by isolating material ($\rho \approx 5000 \Omega\text{m}$) followed by an uplift of the conductosphere at the center of the basin (PORSTENDORFER et. al. 1976). Before using this system of programmes for modelling problems of geomagnetic deep sounding it was necessary to carry out several tests with simple conductivity models. Hereby, specially two questions should be investigated:

1. necessary length of horizontal extension of the profile
2. size of the grid spacings to be used.

From the different models used one model will be mentioned here, where a low-resistive body ($\rho = 10 \Omega\text{m}$) of 40 km horizontal and 10 km vertical extension with a depth of the top of 10 km is embedded into a medium of $1000 \Omega\text{m}$. It turned out that the apparent specific resistivity ρ_s for a quadratic net ($N \times N$) with $N = 22$ and $N = 34$ (profile length 160 km) does not change, but an extension of the profile to 280 km ($N = 34$) causes differences of 6 % (RITTER, 1981 b). As already mentioned by the author of the programme, the reaction at the value H_z/H_y to the change of these parameters is much more sensitive (35 %). The maximum of the H_z/H_y - curve remains at the same position of the profile, but at greater distances these changes will occur. Therefore one must derive from fig. 3 the claim for an as great as possible profile length.

For the size of the grid spacings we found in the literature only few data. TANZER (1978) introduced a parameter

$$\alpha = \sqrt{\Delta y \Delta z / 10 \rho T}$$

whereby: $\alpha < 0.08$. After ÁDÁM and TÁTRALLYAY (1979) one should calculate with

$$\Delta y, \Delta z \leq 0.3 p \dots 0.4 p; \quad p = \sqrt{10 \rho T} / 2\pi$$

This would correspond to $\alpha = 0.06$ after TANZER. After ÁDÁM and TÁTRALLYAY the relation between two successive grid meshes should be $0.5 \leq r \leq 2.0$.

For these reasons in practical cases only seldom the grid net can be constructed optimally because of the limited to 40 number of meshes (memory capacity). This is valid especially for the

case of thin, very well conducting layers, as e. g. the often discussed graphitic ones with $\varrho = 0,1 \Omega m$, for which the horizontal grid spacings, the variational period being 10 s, should not exceed 0,2 km. The selection of vertical grid spacings is generally of no problem, if not several such layers are superposed or if the well conducting range is too thick.

Considering these conditions the method of finite differences represents a successful means to interpret geoelectromagnetic induction phenomena in two-dimensional conductivity structures realistically.

After nearly 30-year deep soundings at the Adolf-Schmidt-Observatory one can state that from the first ideas on up to now a very continuous development has taken place.

We thank all colleagues who were responsible for these measurements and their evaluation. Without their personal readiness the tasks confronting them, especially the field measurements, could not have been realized.

References

- ÁDÁM, A. (Edit.), (1976): Geoelectric and Geothermal Studies (KAPG-Monograph), Akadémiai Kiadó, Budapest, 752 p.
- ÁDÁM, A. et. al. (1979): Numerical Electromagnetic Modelling of the Asthenosphere, Gerl.Beitr.Geoph, Leipzig, 88, S.240-248
- FANSELAU et. al. (1966): Zur geomagnetischen Tiefensondierung, PAGEOPH, 65 (1966/III), p. 54-72
- PARKINSON, W.D. (1959): Directions of rapid geomagnetic variations, Geophys. Journal RAS, 2, p. 1-14
- PORSTENDORFER, et. al. (1976): Nature and possible causes of anomalous behaviour of electric conductivity in the north of the GDR, Poland and the FRG, in: ADAM (1976), S. 487-500
- RITTER, E. (1981 a): Geomagnetische Tiefensondierungen im Süden der DDR, Veröff. d. NKGG DDR, R. III, Potsdam (im Druck)
- RITTER, E. (1981 b): Einige Bemerkungen zur Berechnung von Testmodellen, Veröff. d. NKGG d. DDR, R.III, Potsdam (im Druck)
- TANZER, R. (1978): Anwendung des Differenzenverfahrens zur Berechnung von zweidimensionalen Leitfähigkeitsmodellen für die Magnetotellurik, Diss., Bergakademie Freiberg, Fak. für Mathematik u. Naturwissenschaften, Freiberg 1978
- WIESE, H. (1956): Tiefentellurik, Abh. Geomagn.Inst.Potsdam, Nr. 18, Akademie-Verlag Berlin, 35 Seiten
- WIESE, H. (1962): Geomagnetische Tiefentellurik, Teil II, Geof. p. e. appl., Milano, 52 (1962/II), S. 83-103

AUSTER, V.

Einsatz der Kernresonanzmethode in der geomagnetischen Beobachtungstechnik (Observatorium und Gelände)Zusammenfassung

Ausgehend von den physikalischen Problemen, die bei der Messung der Totalintensität des geomagnetischen Feldes sowie bei Komponentenmessungen auftreten, wird ein Gerätesystem zur Absolutmessung oder der digitalen Variationsaufzeichnung (1 min Zeitauflösung) beschrieben. Ferner werden einige spezielle technische und methodische Einzelheiten für die Verwendung derartiger Geräte im Observatorium oder bei Geländemessungen diskutiert.

Резюме

Исходя из физических проблем, возникающих при измерении полной интенсивности геомагнитного поля и при измерениях компонент, описывается система приборов для абсолютных измерений или цифровой регистрации вариаций /временное разрешение 1 мин/. Обсуждаются кроме того некоторые специальные технические и методические детали применения таких приборов в обсерватории или в местности.

Summary

Beginning with the physical problems occurring during measurements of total intensity of the geomagnetic field and during component measurements, a device system for absolute measurements or digital variation recording (1min time resolution) is described. Furthermore, some special technical and methodical details for application of such devices in the observatory or field work are discussed.

Wie eine Analyse der Meßreihe des Observatoriums Niemegek zeigt, liegt die erreichbare langzeitige absolute Meßgenauigkeit mit der gegenwärtigen Geräteausrüstung bei 0.5 bis 1 nT. Beim Einsatz neuer Meßgeräte ist hier kaum eine Verbesserung zu erwarten, während methodische Vereinfachungen wie die direkte Kopplung zwischen Meßgerät und Prozeßrechner anzustreben sind. Diesen Forderungen wird das hier beschriebene Gerätesystem gerecht, dessen Grundzüge das Festhalten an der Trennung in Absolut- und Variationsmessung und die ausschließliche Verwen-

dung der Kernresonanzmethode sind. Das Grundgerät, auf dem diese Entwicklung aufbaut, ist ein Protonenmagnetometer zur Messung der Totalintensität des Erdmagnetfeldes mit 0.1 nT Auflösung. Hierzu waren Untersuchungen zum Einfluß der Parameter der Sensorspule auf das Signal - Rausch - Verhältnis notwendig. So verwenden wir z. B. zur Herstellung der Spulen eine besondere Litze, durch die der Skin - Effekt stark herabgesetzt wird. Ein weiterer wichtiger Punkt war die Auswahl und die Berechnung geeigneter Spulen zur Erzeugung der zur Komponentenmessung notwendigen Zusatzfelder. Es wurde schließlich eine einlagige Zylinderspule mit zwei unterschiedlichen Steigungen der Wicklung verwendet. Auf Grund einer Feldberechnung mittels Kugelfunktionen wurde ferner eine Optimierung des Systems Sensorspule - Zusatzfeldspule angestrebt. Dieses System wurde dann sowohl bei den Variationsinstrumenten wie beim Absolutgerät eingesetzt. Beide Gerätetypen unterscheiden sich dann nur noch in den mechanischen Justiervorrichtungen. Ferner sind die Variationsinstrumente so konzipiert, daß nach einer einmaligen Justierung ein Meßwert gewonnen wird, der direkt der gewünschten Komponente proportional ist bis auf eine geringfügige zeitlich kaum veränderliche Abweichung (Größenordnung 1 nT). Diese wird durch die absolute Messung bestimmt. Gemessen werden die Komponenten F, Z und Y. Auf diese Weise brauchen nur horizontale Zusatzfelder verwendet werden. Beim Absolutgerät kann das Spulensystem um die Achse der Zusatzfeldspule wie um eine senkrechte Achse gedreht werden, um Justierfehler eliminieren zu können. Die schwierigsten Verhältnisse ergeben sich bei der absoluten Messung der Komponente Y, da hier z. B. exakte Parallelität von Spulen- und Fernrohrachse erforderlich ist. Am Observatorium Niemegek sowie an Außenstationen werden seit einigen Jahren derartige Variometersysteme (1 min Meßwertfolge, Datenausgabe auf Lochstreifen) getestet. Mit einem Absolutgerät begannen in Niemegek Probenmessungen.

References

- Allredge, L.R.: A Proposed Automatic Standard Observatory, Jour. Geophys. Res., 65,6(1960) p. 3777
- De Vuyst, A.P.: Proton and Proton Vector Magnetometers, IAGA Scientific Session, Commission I, Kyoto 1973

H. Lühr , Braunschweig*

Saturationskernmagnetometer für Messungen in Bodenstationen
und auf Höhenforschungsraketen, Neuentwicklungen

Zusammenfassung: Das Saturationskernmagnetometer ist zu einem häufig verwendeten geophysikalischen Instrument geworden. Zwei typische Einsatzmöglichkeiten werden an Beispielen gezeigt:

1. Magnetometerkette in Nordskandinavien zur Messung von Feldern des polaren Elektrojets.
2. Magnetfeldmessungen an Bord von Höhenforschungsraketen. Eine Reihe neuer Ergebnisse konnte gewonnen werden. Als Neuentwicklung wird ein Saturationskernmagnetometer mit digitalem Ausgang vorgestellt.

Abstract: The flux-gate magnetometer has become a frequently used geophysical instrument. It will be reported on two typical applications:

1. Magnetometer chain in northern Scandinavia for determining the auroral electrojet.
2. Magnetic field measurements on board of sounding rockets.

A number of interesting results could be achieved. A new developed flux-gate magnetometer with a digital output will be introduced.

РЕЗЮМЕ am Ende der Arbeit

Das Institut für Geophysik und Meteorologie der Technischen Universität Braunschweig befaßt sich schwerpunktmäßig mit Messungen von geophysikalisch interessanten Magnetfeldern. Neben den mechanischen Magnetometern werden Induktionsspulen, Protonenpräzessions- und Saturationskernmagnetometer verwendet. Das Letztgenannte kommt am häufigsten zum Einsatz, daher möchte ich mich auf diesen Magnetometertyp beschränken und über zwei Anwendungsbeispiele vortragen.

1. Magnetometerkette

Unser Institut hat in der Zeit von 1977 bis 1979 eine Magnetometerkette in Nordskandinavien unterhalten, die vom Nordkap bis nach Mittel-Finnland reichte (Maurer u. Theile [1978]). In Abbildung 1 sind die Standorte der 6 Stationen dargestellt. Sie sind in Abständen von 100 km entlang eines magnetischen Meridians aufgestellt.

*Institut für Geophysik u. Meteorologie d. Technischen Universität, D-33 Braunschweig, Mendelssohnstr. 1, BRD

Abbildung 2 zeigt den Aufbau einer Meßstation. Sie besteht aus einem Sensortopf, der mit Libellen und Autokollimationsspiegel versehen ist, damit er exakt ausgerichtet werden kann. Etwa 50 m entfernt ist die zugehörige Elektronik in einer Aluminiumkiste untergebracht. Hier werden die Signale digitalisiert und auf Magnetband aufgezeichnet. Bei normalem Betrieb mit einer Messung alle 10 sec muß das Aufzeichnenband alle 6 Wochen gewechselt werden.

Der Vorteil, den eine Magnetometerkette gegenüber einer einzelnen Station bietet ist, daß man in der Lage ist, räumliche und zeitliche Variationen zu trennen. Außerdem lassen sich zweidimensionale Stromsysteme damit beschreiben.

Abbildung 3 zeigt eine Modellrechnung zum Magnetfeld eines westwärts fließenden Linienstromes in der Ionosphäre. Am Boden messen wir ein ganz charakteristisches Breitenprofil. Die Vertikalkomponente Z wird im Süden erst negativ, geht unterhalb des Stromes durch Null und wird weiter im Norden positiv. Die Nordkomponente H nimmt nur negative Werte an und D bleibt unverändert. Hat man ein solches Breitenprofil gemessen, so läßt sich die Höhe, die Lage und die Stromstärke des zugehörigen Linienstromes berechnen. Setzt man für die Höhe des Stromflusses jedoch die Ionosphäre ein, dann ergibt sich ein äquivalenter Flächenstrom.

Als Beispiel für die Erkenntnisse, die man aus diesen Messungen gewinnen kann, sei der Teilsturm vom 1. März 1977, der von Theile et al. [1980] bearbeitet wurde, genannt. In Abbildung 4 sind die Magnetogramme der einzelnen Stationen nach Komponenten getrennt untereinander dargestellt. Zu Beginn sehen wir einen ruhigen Verlauf, jedoch um 21:00 Uhr setzt abrupt eine starke magnetische Störung ein.

Auf Abbildung 5 sind die gleichen Magnetfelddaten als Breitenprofile dargestellt. Links sind die niederen Breiten und rechts die hohen und die Zeit ist von unten nach oben fortlaufend. Zu Anfang haben wir es mit einem ruhigen westwärts fließenden Strom zu tun, dessen Zentrum über der Mitte der Kette liegt. Um 20:58 Uhr tritt schlagartig eine Änderung ein. Ein solches Stromsystem läßt sich mit der Magnetometerkette allein nicht mehr deuten. Es bedarf zusätzlicher Daten, z.B. vom Aurora-Radar (STARE) und Allsky-Kameras, um eindeutige Aussagen machen zu können.

2. Magnetfeldmessungen auf Höhenforschungsraketen

Ein weiteres Anwendungsbeispiel, über das ich berichten möchte, sind Magnetfeldmessungen an Bord von Höhenforschungsraketen. Messungen an Bord von Flugkörpern sind viel aufwendiger als am Boden. Zum einen muß das Gerät für Anwendungen auf Raketen geeignet sein, das bedeutet, es darf nur wenig Leistung verbrauchen, muß leicht sein und muß den speziellen Umweltbedingungen standhalten. Zum anderen ist man gezwungen, das gesamte Erdfeld mit der Präzision zu messen, die man für die Auswertung der sehr viel kleineren Variationen benötigt. Weiterhin muß man wegen des Spins und der hohen Geschwin-

digkeit der Rakete eine erheblich schnellere Meßrate verwenden, als es die interessierenden Signale erfordern würden.

Für die Forschungsraketen im Rahmen des IMS-Programms haben wir ein rückgekoppeltes Magnetometer mit Doppelkernsonden verwandt. Speziell für dieses Projekt wurde ein 16 Bit Analog-Digitalwandler entwickelt. Damit erhält man im Erdfeld eine Auflösung von 1 nT. Die verwendete Meßfrequenz lag in der Größenordnung von 500 Hz. Eine Beschreibung dieses Magnetometers ist bei Theile u. Lühr [1976] zu finden.

Bei der Auswertung müssen die Daten in ein erdfestes System transformiert werden. Hierfür ist es erforderlich, die Lage der Rakete zu jedem Zeitpunkt bis auf eine Bogenminute genau zu rekonstruieren.

An dieser Stelle sollen einige Ergebnisse des Starts vom 13. Oktober 1977 von Andenes/Norwegen aus vorgestellt werden (s. Klöcker u. Theile [1979], Theile u. Klöcker [1980]). Die Abbildung 6 zeigt einen Flug durch eine feldlinienparallele Strom-Doppelschicht. Die an Bord gemessenen Magnetfeldwerte wurden in ein erdfestes Koordinatensystem transformiert, so daß die Komponente B_x in Richtung des ungestörten Dipolfeldes, B_y nach Norden und B_z nach Osten weist. Die gleichmäßigen Variationen B_x stammen vom Spin B_y mit 3 Hz und von der Nutation 0.3 Hz der Rakete und sind auf eine unvollständige Transformation zurückzuführen.

Die Rakete flog in Richtung Nord und hat zuerst einen abwärts gerichteten und anschließend einen aufwärts gerichteten Strom durchflogen, dessen Stärke sich aus dem Anstieg von B_x berechnen läßt. Teilchenmeßgeräte, die ebenfalls an Bord waren, B_y kommen zu dem gleichen Ergebnis. Bemerkenswert ist, daß B_z keine erkennbare Veränderung zeigt, d.h. mit einem Magnetometer^z, das nur den Betrag des Feldes mißt, hätte man die Stromschichten nicht bemerkt.

Ein ähnliches Bild zeigt sich einige Zeit später in Abbildung 7. Hier sind starke Pulsationen zu erkennen, jedoch die Achse in Richtung des Totalfeldes weist wieder kein Signal auf. Dieses Verhalten finden wir bei allen Flügen oberhalb der Ionosphäre.

3. Entwicklung eines neuen Magnetometers

Um die Meßwerte in den beiden vorgestellten Beispielen übertragen, speichern und auswerten zu können, müssen die Daten in quantisierter Form vorliegen. Die verwendeten Saturationskernmagnetometer liefern jedoch ein analoges Signal, was anschließend digitalisiert werden muß.

In den letzten Jahren wurde an unserem Institut nach Wegen gesucht, auf denen man möglichst einfach zu quantisierten Magnetfelddaten kommt. Eine Möglichkeit, mit einem Saturationskernmagnetometer relativ einfach digitale Ausgangsdaten zu erhalten, bietet das neu entwickelte Impulsintegrationsverfahren (siehe Lühr [1980]). Hierbei wird nicht, wie üblich, die zweite Harmonische der Induktions-

spannung als Maß für das Magnetfeld verwendet, sondern es wird die Meßspannung aufintegriert.

Die Arbeitsweise dieses Verfahrens läßt sich am einfachsten an einem mathematischen Modell erläutern. Bei der Betrachtung gehe ich von einem Doppelkernsensor aus, bei dem die beiden Einzelkerne in Gegenphase vormagnetisiert werden. Die Magnetisierungskurve der Kerne habe die in Abbildung 8 dargestellte Form. Spiegelt man den Verlauf des Vormagnetisierungsfeldes an der $B(H)$ -Kurve, bekommt man die magnetische Induktion des Kerns. Durch Ableitung nach der Zeit ergibt sich die Spannung an den Induktionsspulen. Die Addition der beiden Spannungen ist darunter dargestellt. Die Fläche unter den Impulsen ist direkt proportional zum zusätzlich auf den Kern wirkenden äußeren Magnetfeld h .

Das Ziel der Entwicklung ist, möglichst einfach zu digitalen Daten zu gelangen, daher erweist es sich als Vorteil, daß das Integral einer Spannung das Meßsignal repräsentiert, denn damit ist die erste Hälfte eines Analog-Digitalwandlers bereits im Magnetometer enthalten.

Abbildung 9 zeigt das Blockschaltbild eines solchen Magnetometers. Ein 4.2 MHz Quarzoszillator dient als Zeitbasis für den gesamten Ablauf. Für die Vormagnetisierung wird eine Frequenz von 8.2 kHz hiervon abgeleitet. Die Rechteckimpulse aus dem Teiler werden anschließend durch Integration in Dreiecke umgewandelt und ein entsprechender Strom durch die Vormagnetisierungsspulen geschickt. Die Spannungen an den beiden Induktionsspulen werden addiert und verstärkt. Der nachfolgende Integrierer ist nur während der Zeiten mit dem Vorverstärker verbunden, während der ein Spannungsimpuls erwartet wird. In der Zwischenzeit wird der Integrierer an eine Referenzquelle entgegengesetzter Polarität angeschlossen, um den Kondensator wieder zu entladen. Die zur Entladung notwendige Zeit wird durch Zählen von Schwingungen des Quarzoszillators bestimmt und stellt die Größe des zu messenden Magnetfeldes dar. Bei der hier vorgestellten Schaltung wird der digitale Ausgangswert wieder rückgewandelt, um mit Hilfe einer Gegenkoppelspule auf dem Sensor das äußere Feld zu kompensieren. Bei einer solchen Ausführung arbeitet der Sensor nur noch als Nullindikator und man erhält dadurch ein Magnetometer mit sehr geringen Linearitätsfehlern.

Die herausragenden Vorteile dieses Verfahrens sind die einfache Gewinnung von Magnetfelddaten in digitaler Form, die große Bandbreite, da die Meßfrequenz gleich der Erregerfrequenz ist und daß der Digitalteil mit in dem Gegenkoppelkreis liegt, so daß kleine Fehler keine Rolle spielen.

Literatur

- Klöcker, N., Theile, B.: Magnetic ULF-waves in the vicinity of active auroral forms, *J. Geophys.* 46, 229-236, 1979.
- Lühr, H.: Das Impulsintegrationsverfahren - Ein Saturationskernmagnetometer mit digitaler Meßwertdarstellung, Diss., Braunschweig, Techn. Univ., 1980.

- Maurer, H., Theile, B.: Parameters of the auroral electrojet from magnetic variations along a meridian, J.Geophys. 44, 415-426, 1978.
- Theile, B., Lühr, H.: Magnetfeldmessungen an Bord von Höhenforschungsraketen, Raumfahrtforschung 20, 301-305, 1976.
- Theile, B., Klöcker, N.: Das Magnetometerexperiment der Nutzlast Teilsturmphänomene, BMFT-Forschungsbericht W79-34, 1980.
- Theile, B., Maurer, H., Nielsen, E., Greenwald, R.A., Ranta, A.: Groundbased observations of an isolated substorm, Planet. Space Sci., accepted for publication, 1980.

Резюме: Магнетометры с насыщенными сердечниками стали часто применяемыми геофизическими инструментами. Две типические возможности применения здесь описаны на примере:

1. цель магнетометров в северном Скандинавии для измерения полей полярного Электрожета
2. измерения магнитного поля на борту ракет для исследования верхних слоев атмосферы

Получено несколько новых результатов. Представляется новый магнетометр с насыщенным сердечником с цифровым выходом.

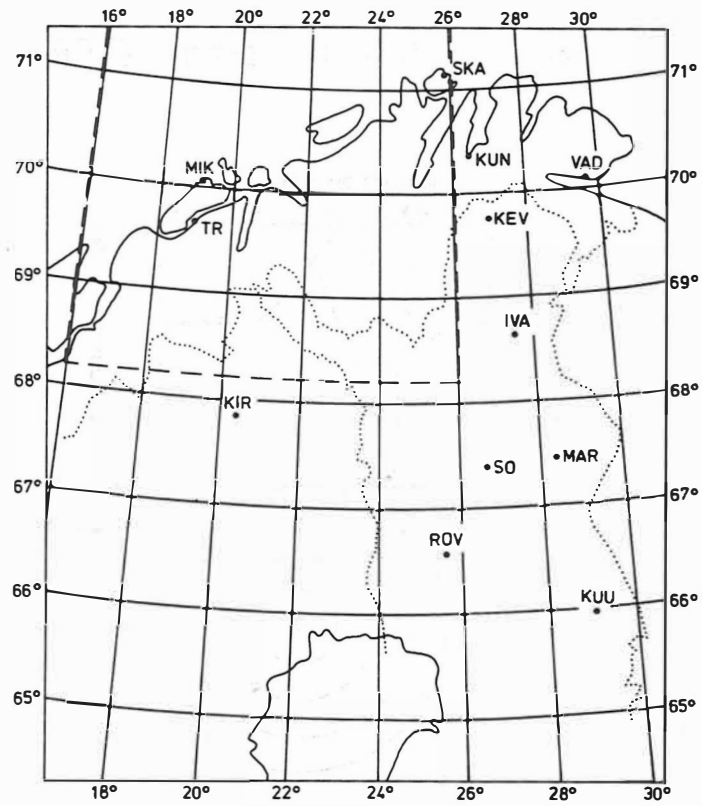


Abb. 1: Standorte der 6 Magnetometerstationen (SKA, KUN, KEV, IVA, MAR, KUU).



Abb. 2: Blick auf eine Magnetometerstation.

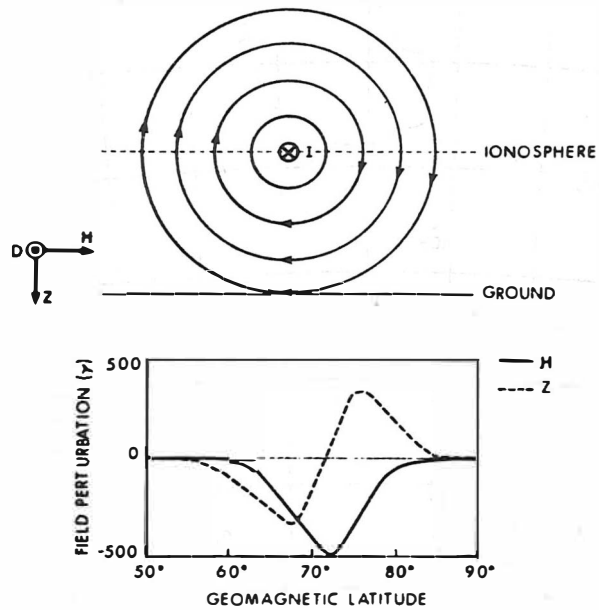


Abb. 3: Modellrechnung zu einem Linienstrom (Stromstärke: $1,4 \cdot 10^5 \text{ A}$, Höhe: ca. 110 km)

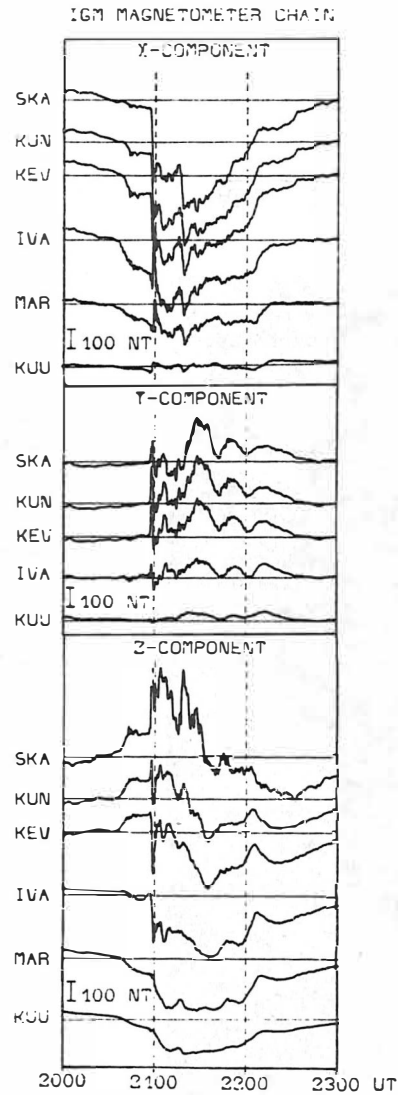


Abb. 4: Magnetogramm vom 1.3.1977

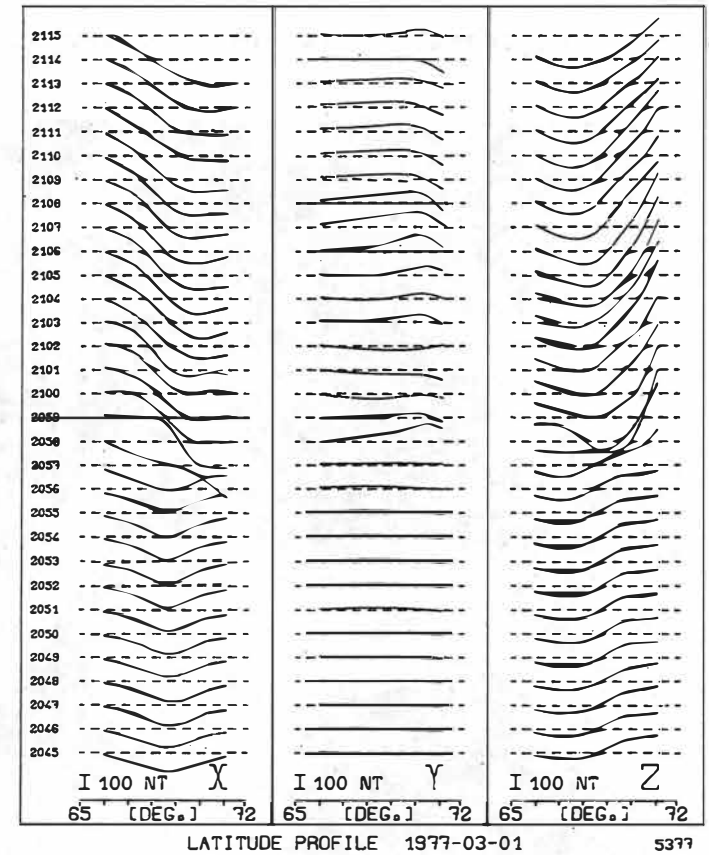


Abb. 5: Breitenprofile vom 1.3.1977

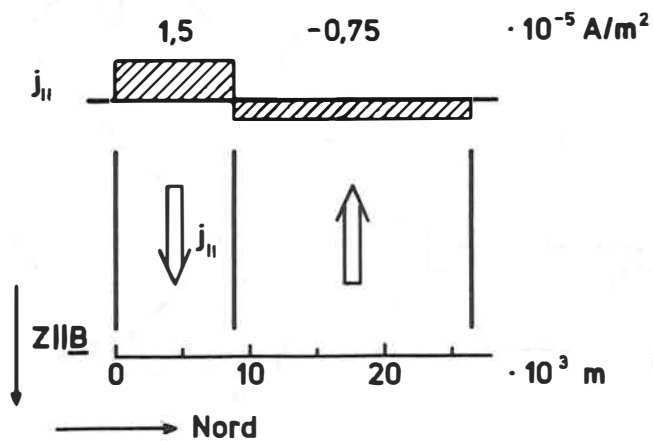
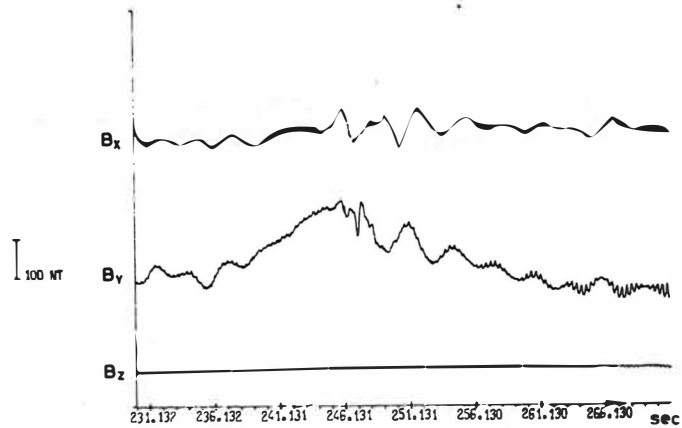


Abb. 6: Flug durch eine feldlinienparallele Stromdoppelschicht.
 Oben: Magnetogramm in einem erdfesten System.
 Unten: Modellmäßige Darstellung des Stromflusses.

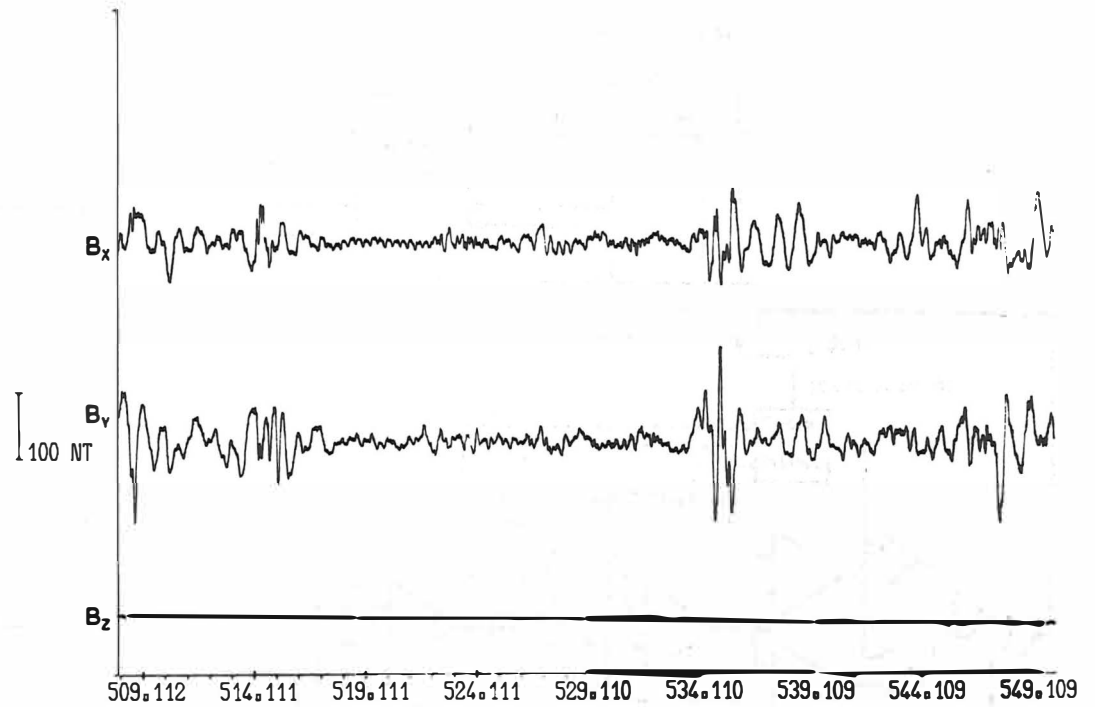


Abb. 7: Pulsationen in der Magnetosphäre.

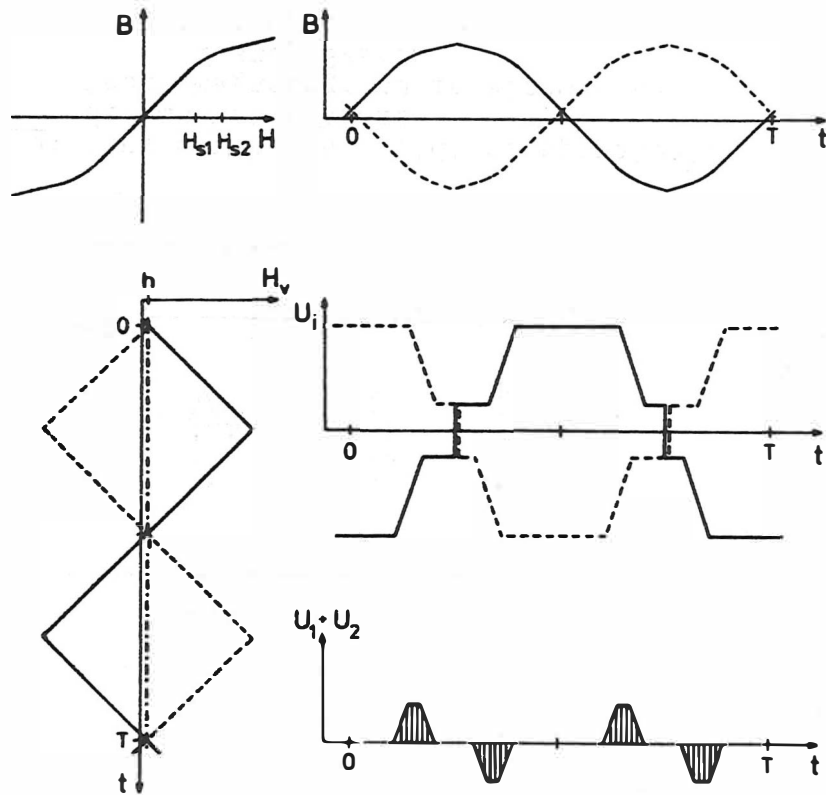


Abb. 8: Zeitlicher Verlauf der Signale beim Impulsintegrationsverfahren.

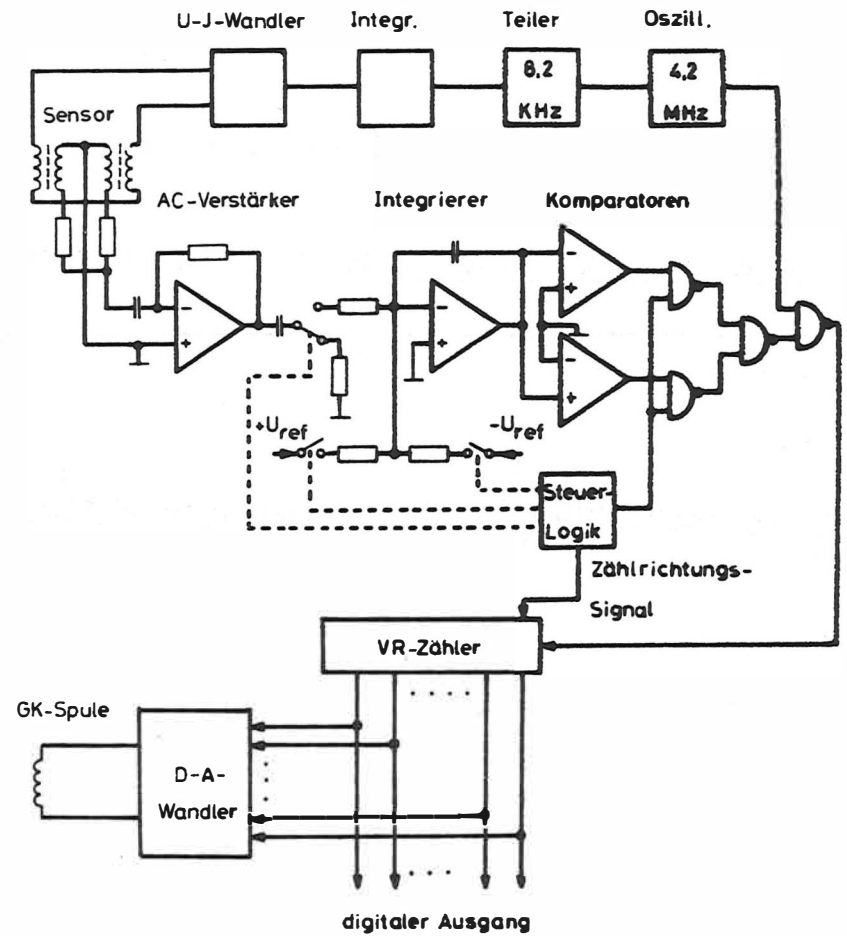


Abb. 9: Blockschaltbild für ein Magnetometer nach dem Impulsintegrationsverfahren.

W. Schlesok *

Die Bedeutung der gyromagnetischen Konstante γ'_p
für die Präzisionsmeßtechnik

Zusammenfassung

Einleitend wird über die Bedeutung einer genaueren Bestimmung des Ampere als Basiseinheit des SI berichtet. Ausgehend von der gyromagnetischen Konstante γ'_p wird kurz das im ASMW verwendete Kernresonanzverfahren zur Darstellung des A beschrieben.

Es wird außerdem über den gegenwärtigen Stand der γ'_p -Bestimmungen berichtet, deren genauer Wert auch in der Geophysik eine wichtige Rolle spielt. Erwähnt wird letztlich die sehr gute Zusammenarbeit zwischen dem Geomagnetischen Observatorium Niemegek und dem ASMW auf dem Gebiet der Kernresonanzverfahren im schwachen Magnetfeld.

Summary

Preliminary this paper is to report about the importance of a more precise determination of the A as a base unit of the SI. Starting from the gyromagnetic ratio γ'_p it describes briefly the representation of the A by means of the method of NMR applied in the ASMW.

Besides this paper is to report about the present position of the determinations of γ'_p whose precise value is very important also for the Geophysics. Finally it mentions the good co-operation between the Geomagnetic Observatory Niemegek and the ASMW in the field of the methods of NMR in a weak magnetic field.

* Amt für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung, Berlin

Резюме

Сначала сообщается о значении более точного определения ампера в качестве основной единицы системы СИ. Исходя от гиромагнитной постоянной γ'_p , коротко описывается примененный в Бюро для стандартизации, измерений и испытания товаров метод ядерного резонанса для изображения А.

Кроме этого сообщается о настоящем положении определений γ'_p , точная величина которого играет важную роль в геофизике. В конце доклада упоминается о хорошем сотрудничестве между Геомагнитной обсерваторией в Нимегке и Бюро для стандартизации, измерений и испытания товаров в области методов ядерного резонанса в слабом магнитном поле.

Die fortschreitende Entwicklung der Automatisierung, der Steuer- und Regelungstechnik sowie die zunehmende Anwendung elektrischer Methoden zur Präzisionsmessung anderer physikalischer Größen lassen erwarten, daß die Genauigkeitsforderungen an die Normale und Meßeinrichtungen in den Staatsinstituten weiter steigen werden. Die metrologische Forschung hat deshalb ihre Aufmerksamkeit auf die Schaffung neuer Normale und neuer Meßverfahren zu richten, die genauer als die bestehenden und möglichst unabhängig von äußeren Einflüssen sind. Dabei ist die Tendenz des Überganges von den klassischen zu quantenmechanischen Etalons unverkennbar und die Einheiten sollen dabei möglichst so definiert sein, daß die Genauigkeit ihrer Darstellung im Rahmen einer akzeptierbaren Unsicherheit unabhängig von Zeit und Ort ist. Die Definitionen für das Meter und die Sekunde basieren auf atomaren Konstanten und erfüllen die Bedingungen der zeitlichen und örtlichen Unabhängigkeit. Zur Darstellung der Einheit der Masse wird durch Definition die Verkörperung des internationalen Kilogramm-Prototyps benutzt. Schwankungen der Masse des Kilogramm-Prototyps sind gleichzeitig Schwankungen der Ein-

heit der Masse. Die Bedingung der zeitlichen Unveränderlichkeit ist nicht erfüllt. Diese 3 Einheiten sind unabhängig voneinander, der Betrag des Ampere dagegen von den Beträgen der anderen 3 Einheiten abhängig. Das bedeutet gleichzeitig, daß das A nicht genauer dargestellt werden kann als die ungenaueste der anderen 3 Einheiten. Die Basiseinheiten Meter und Sekunde werden zur Zeit mit einer relativen Meßunsicherheit von $4 \cdot 10^{-9}$ bzw. 10^{-13} bestimmt, während das Kilogramm als Prototyp per Definition genau darstellbar ist. Der Definition des A liegt die Gleichung für die Kraft zugrunde, mit der zwei parallele, von den Strömen I_1 und I_2 durchflossene Leiter der Länge l , im Abstand r aufeinander einwirken. Durch diese Definition wird der Wert der magnetischen Feldkonstanten zu $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$ festgesetzt. Die Darstellung des Ampere erfolgte bisher vorzugsweise mit der Stromwaage, mit deren Hilfe die Anziehungskräfte zweier stromdurchflossener Spulen mit mechanisch meßbaren Gleichgewichtskräften verglichen werden.

Die Meßunsicherheit des A ist hier durch das Meßverfahren auf etwa $4 \cdot 10^{-6}$ beschränkt. Der apparative Aufwand ist außerordentlich groß, der Arbeitsgang schwierig und umständlich und bei der Festlegung des Stromes sind eine Vielzahl von Korrekturen zu berücksichtigen.

Diese Schwierigkeiten führen in Verbindung mit der unbedingten Notwendigkeit einer genaueren Messung der Stromstärke und der magnetischen Größen zur Anwendung einer natürlichen Erscheinung in der Präz. Meßtechnik, der paramagnetischen K.R. Dann gerade genauere A-Best. sind auch der Schlüssel für genauere Messungen atomphysikalischer Konstanten wie $N, \alpha, h/e, F$. Gerade in letzter Zeit sind sie besonders wichtig geworden, weil einige Diskrepanzen aufgetreten sind, die noch einer Klärung bedürfen und auf die ich hinweisen möchte. In der Praxis wird ja das Ampere beim BIPM und den nationalen Labors mittels einer Gruppe von Weston-Normalelementen und Normalwiderständen aufbewahrt. Die Beziehungen zwischen dem nationalen A und dem SI-Ampere wurden bisher mit der bereits erwähnten Stromwaage aufgestellt. Man kann sich aber auch die Beziehungen durch passende Kombination und fundamentalen physikalischen Konstanten, die durch das nationale A bestimmt wurden, ableiten. So erhält man 5 verschie-

dene K-Werte:

$$\begin{aligned} K_1 &= 1 - (3,46 \pm 0,52) \text{ ppm} \\ K_2 &= 1 - (6,68 \pm 0,54) \text{ " } \\ K_3 &= 1 - (9,1 \pm 3,4) \text{ " } \\ K_4 &= 1 - (0,4 \pm 3,1) \text{ " } \\ K_5 &= 1 + (0,7 \pm 2,6) \text{ " } \end{aligned}$$

als dem Verhältnis von nationalen A zum SI-Ampere;

K_1 wurde über die Avogadro-Konst. berechnet, K_2 über das gyromagnetische Verhältnis, K_3 über die Faraday-Konstante, K_4 als Mittelwert der klassischen Fundamentalbestimmungen und K_5 ist ein 1973 empfohlener Wert. Man erkennt, daß zwar K_1 , K_2 und K_3 auch gering voneinander abweichen, von K_4 und K_5 jedoch um 4 bis 10 ppm differieren. Man kann daraus folgern, daß zum Beispiel $K = \frac{A_{69-BI}}{A}$ eine Abweichung bis zu 10 ppm besitzen könnte oder aber auch der gegenwärtig festgelegte Wert für $\frac{2e}{h}$ eine derartige Abweichung hat; denn das 69-BI unterscheidet sich vom SI-Ohm nur um $(0,5 \pm 0,2)$ ppm. Es ist klar, daß verbesserte A-Bestimmungen den Wert von $\frac{2e}{h}$ verbessern würden. Das würde auch zur Lösung der oben genannten Unstimmigkeiten zwischen den verschiedenen Naturkonstanten beitragen. Wegen ihrer kritischen Rolle gehören daher Fundamentaldarstellungen des A mit Meßunsicherheiten um $1 \cdot 10^{-6}$ oder kleiner zu den wichtigsten elektrischen Messungen, die gegenwärtig durchgeführt werden müssen. Dem hat auch die 16. Generalkonferenz für Maß und Gewicht Rechnung getragen, die in ihrer Resolution B vom Oktober 1979 empfahl, weitere Untersuchungen zur indirekten Darstellung des A durch die Bestimmung physikalischer Konstanten durchzuführen.

Zu erwähnen ist noch, daß bereits 1960 das CCE, ein Fachauschuß des CIPM, eine Kommission zur Koordinierung der Arbeiten zur Bestimmung von γ'_p gebildet hat, die in Zusammenarbeit mit der CODATA 1973 einen Wert für γ'_p festgelegt hat. Im ASMW wird nun der Zusammenhang zwischen der Präzessionsfrequenz von Protonen in einem Magnetfeld und dessen Induktion B zur Verbesserung der Darstellung der Basiseinheit A herangezogen. Die Proportionalitätskonstante ist dabei γ'_p als das Verhältnis von magnetischem Moment zu mechanischem Drehimpuls. Durch Kombination von zwei verschiedenen Methoden zur Messung des gyromagnetischen Verhältnisses von Protonen in Wasser soll die Meßun-

sicherheit auf kleiner $1 \cdot 10^{-6}$ verringert werden. Grundlage dazu ist die Messung der Präzessionsfrequenz des Protons in zwei verschiedenen Magnetfeldern. Zunächst erfolgt die Einstellung der Kernresonanz in einem starken Magnetfeld der Induktion B_1 . Die Bestimmung der Induktion geschieht durch die Messung der Kraft, die auf einem stromführenden Leiter im Magnetfeld ausgeübt wird. Dabei erfährt ein senkrecht zur Richtung des magnetischen Feldes verlaufender Leiter der Länge l , der vom Strom I_1 durchflossen wird, in diesem Feld eine Kraft $F = I_1 \cdot l \cdot B_1$ die mit einer empfindlichen Analysenwaage bestimmt werden kann. Für γ'_p erhält man $\gamma'_p = \omega_1 \cdot L_1 \cdot l / F$

Zur Messung der Resonanzfrequenz ω_2 in einem schwachen Magnetfeld der Induktion B_2 bedient man sich des nichtstationären Verfahrens der freien Präzession. Die Probe befindet sich dabei in einem homogenen berechenbaren Magnetfeld einer Zylinderspule. Die Induktion ist $B_2 = \mu_0 \cdot C \cdot I_2$; C ist dabei die Spulenkonstante. γ'_p wird dann $\gamma'_p = \omega_2 / \mu_0 \cdot C \cdot I_2$.

Das heißt, γ'_p ist einmal proportional, das andere Mal umgekehrt proportional der Stromstärke. Für das A ergibt sich:

$$A = \sqrt{\frac{\{\omega_1\} \cdot \{l\} \cdot \{C\} \cdot \{\mu_0\} \cdot \{I_1\} \cdot \{I_2\}}{\{\omega_2\} \cdot \{m\} \cdot \{g\}}} \quad [I]$$

Die Genauigkeit der Darstellung der Stromstärke hängt von der Genauigkeit bei der Bestimmung der Spulenkonstante C , der Kraft F und der Länge l der Spule zur Messung des starken Feldes ab. I_1 und I_2 können verschieden groß sein. Sie müssen nur auf dieselbe Einheit bezogen werden. Zusammen mit der A -Darstellung kann außerdem ohne zusätzlichen Aufwand γ'_p bestimmt werden. Im ASMW wurde 1979 eine 1. und augenblicklich eine 2. A -Bestimmung unter noch nicht optimalen Bedingungen durchgeführt. Das Ergebnis lautet

$$A \text{ (ASMW)} = A + 2,8 \text{ A MU} \pm 3 \cdot 10^{-5} \text{ (1}\sigma\text{)}$$

und für 1980

$$A \text{ (ASMW)} = A + 2,1 \text{ A MU} \pm 8 \cdot 10^{-6} \text{ (1}\sigma\text{)}$$

Eine wichtige Rolle spielt der Wert der gyromagnetischen Konstanten natürlich auch in der Geophysik. 1973 wurde er von der CODATA zu $p = 2.675 \ 130 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1} \text{ T}^{-1}$ festgelegt. Die MU betrug $\pm 3 \text{ ppm}$.

Inzwischen wurde im NBS (USA) 1975 eine neue γ'_p -Bestimmung durchgeführt mit einer Meßunsicherheit von $\pm 0,4$ ppm. Dabei wurden insbesondere die Methoden zur Ausmessung der Feldspule, das heißt des Durchmessers, der Ganghöhen einschließlich Länge weiter verbessert (0,3 ppm). In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß auch das ASMW in Zusammenarbeit mit dem WNIIM Leningrad im Rahmen des Regierungsabkommens Metrologie eine γ'_p -Bestimmung mit einer Meßunsicherheit von $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ durchführten. Folgender Wert wurde erhalten:

$$\gamma'_p = 2,675\ 149 \cdot 10^8 \text{ s}^{-1} \text{ T}^{-1}$$

Im übrigen kann diese Verfahren als Relativverfahren zur Kontrolle der Stromstärkeneinheit eingesetzt werden.

Über die Bedeutung von γ'_p in der Geophysik brauche ich nicht viel Worte zu machen. Ich erinnere mich daran, daß bereits in den 50er Jahren in der angewandten Geophysik Geräte entwickelt wurden, die den Feldstärkebetrag mittels KR-Verfahren auf der Basis der freien Präzession gemessen haben. In der allgemeinen geomagnetischen Forschung galt es, das Kernresonanzverfahren durch Zusatzelemente, z.B. mit Hilfe magnetischer Zusatzfelder bekannter Richtung, auch zur Komponentenmessung nutzbar zu machen. Dieses Verfahren mit Zusatzfeldumpolung wurde gerade in Niemegek ausgebaut und bildet die Grundlage für ein im Observatorium und im Gelände einsetzbares Gerätesystem zur Messung und digitalen Registrierung des Feldstärkebetrages F , der Vertikal-komponente Z und der Ostkomponente Y .

Die enge Zusammenarbeit zwischen dem Geomagnetischen Observatorium und dem ASMW auf diesem Gebiet geht auch aus der Vereinbarung über die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit hervor, die 1977 abgeschlossen wurde. Lassen sie mich an dieser Stelle den verantwortlichen Leitern und allen Kollegen, insbesondere Kollegen Auster für ihre Hilfsbereitschaft und Unterstützung bei der Durchführung unserer Versuche recht herzlich danken. Ich gratuliere im Namen der FA 43 des ASMW dem Geomagnetischen Observatorium Niemegek zu seinem 50-jährigem Bestehen und wünsche Ihnen für die nächsten 50 Jahre alles Gute, Schaffenskraft und viel Erfolg bei der Bewältigung Ihrer Aufgaben.

24 Jahre Momentanwertvergleiche
in D, H und Z mit anderen europäischen Observatorien

W. Zander

Vor Beginn des letzten geophysikalischen Jahres vereinbarten, auf Anregung von Prof. Fanselau und Prof. Meier, die Observatorien Fürstenfeldbruck, Niemeck, Wien-Auhof und Wingst, laufend untereinander Absolutwerte auszutauschen. Damit sollte jede der Stationen in die Lage versetzt werden, frühzeitig die Basiswerte-Absolutwerte zu kontrollieren und gegebenenfalls auch zu korrigieren. Es wurden jeweils für jeden Monat 10 relativ ruhige Tage ausgewählt und der 2-Uhr-Wert ermittelt. Diese Werte wurden dann jeder der anderen Stationen mitgeteilt. Da sich der Vergleich als eine gute Methode der Kontrolle der Basiswerte der Variometer und auch der für die Absolutmessungen benutzten Instrumente erwiesen hat, ist die Teilnehmerzahl inzwischen auf 20 Observatorien angestiegen. Hilfreich ist der Vergleich besonders für die Stationen, die nur ein Variometersystem besitzen und für die Absolutmessungen nur Relativinstrumente benutzen.

Während der ganzen Zeit lag die Auswahl der Tage und auch die jährliche Bearbeitung in den Händen der Kollegen des Observatoriums in Wingst. Für diese mühevollen Arbeit möchten wir uns bei ihnen sehr herzlich bedanken.

Der Vergleich sagt nichts aus über das absolute Niveau der Observatorien, sondern in eingeschränktem Maße nur über die Veränderung der Niveaudifferenz der Stationen untereinander. Es wäre wünschenswert, in periodischen Abständen zusätzlich Vergleichsmessungen durchzuführen.

Hier soll in aller Kürze ein Ergebnis dieser Vergleiche für die Elemente D, H und Z für die Zeit von 1955 bis 1978 vorgelegt werden. Die Observatorien sind nach einem Schema durchnummeriert und nicht namentlich aufgeführt worden.

In den Abbildungen 1, 2 und 3 sind die Jahresmittelwerte aus den Differenzen der Momentanwerte gegen Niemegk für D, H und Z dargestellt. Diese Verläufe decken sich im wesentlichen auch mit solchen Werten, die man erhält, wenn man die Jahresmittelwerte vergleicht. Kleine Abweichungen von einem glatten Verlauf können auf die geomagnetische Aktivität und regionale Unterschiede der Variationen zurückgeführt werden. Bei dem verwendeten Maßstab dürften diese Unterschiede kaum sichtbar sein. Die aufgetragenen Differenzen stellen eine Funktion der Zeit und der unterschiedlichen geographischen Lage dar.

In der Darstellung für Z treten in der Anfangsperiode noch erhebliche Schwankungen auf, die in den meisten Fällen mit der Einführung der Kernresonanzmessungen sehr viel kleiner werden. Entsprechend der gewählten Reihenfolge von West nach Ost ist aus den Darstellungen für ΔD , ΔH und ΔZ gut erkennbar, wie unterschiedlich der Verlauf der Säkularvariation an den einzelnen Observatorien ist. Treten in einer Reihe der Funktionswerte (Differenzen gegen NGK) Fehler auf, so äußern sich diese in Δ^2 als negativer doppelter Fehler ($F = \frac{-\Delta^2}{2}$). Die Werte sind bei glatt verlaufenden Differenzreihen nahe 0. Ist dieses nicht der Fall, so muß mit einem Fehler in den Werten einer der beiden verglichenen Stationen gerechnet werden. Da hier mit den Differenzen aller anderen Observatorien und NGK gerechnet worden ist, wäre ein Fehler für NGK angezeigt, wenn in diesen Darstellungen im gleichen Jahr bei den meisten Observatorien eine Abweichung in der gleichen Richtung vorhanden wäre. Die Δ^2 -Werte sind jeweils im 2. Teil der Abb. 1, 2 u. 3 dargestellt.

Die Tabelle 1 enthält in der 1. Spalte die Nr. der Station, in der 2., 5. und 8. Spalte den mittleren Unterschied der Säkularvariation gegen NGK aus den Differenzreihen, in der 3., 6. u. 9. Spalte den mittleren Fehler (F) unter Berücksichtigung des Vorzeichens und in der 4., 7. u. 10. den Mittelwert des Fehlers ohne Berücksichtigung des Vorzeichens. Da die Zeit der Teilnahme der einzelnen Stationen an dem Vergleich unterschiedlich ist, ist in Spalte 11 die Anzahl der zur Mittelbildung verwendeten Werte eingetragen.

Die Werte in den Spalten 3, 6 und 9 liegen bis auf wenige Ausnahmen sehr nahe bei 0. Daraus läßt sich ableiten, daß bei fehlerfreier Erfassung der Ausgangswerte die Jahresmittelwerte der Differenzreihe ziemlich genau einer Funktion entsprechen. Zu erkennen ist an diesen Angaben auch, daß die Entfernung zwischen den Stationen kaum eine Veränderung der Zahlenwerte für F verursacht. In den Werten der Spalten 4, 7 und 10 drückt sich der Fehler der Differenzreihe aus. Im einzelnen gibt die Darstellung der Δ^2 -Werte eine Übersicht über die Fehler in den einzelnen Jahren.

Nun können innerhalb eines Jahres Schwankungen in der Differenzreihe auftreten, die im Jahresmittelwert schon völlig herausfallen und Sprünge und andere Fehler kaum noch erkennen lassen.

Die folgenden Tabellen 2, 3 und 4 enthalten deshalb die Variationsbreite der Monatsmittelwerte der Differenzen in den einzelnen Jahren, gemittelt für den Gesamtzeitraum.

Die erste Zeile und die erste Spalte enthält wieder die Nr. des Observatoriums. Die Werte sind für alle beteiligten Stationen untereinander gebildet worden. Da in den Werten noch die sehr unterschiedliche Säkularvariation enthalten ist, treten zwischen weit voneinander liegenden Stationen große Werte auf. Zwischen benachbarten oder nicht sehr weit entfernten Punkten sollten die Werte sehr klein sein.

Sind diese Merkmale nicht vorhanden, liegen wahrscheinlich fehlerhafte Werte der betreffenden Stationen vor. Unter der Nr, 20 sind die Werte des Observatoriums Niemeck eingetragen.

Tabelle 1: Mittlere Unterschiede der SMkularvariation und die Mittelwerte der Fehler
 $(F = \frac{-\Delta^2}{2})$ aus den Differenzreihen gegen Niemeqk für die Gesamtzeit

Nr.	$\Delta^1 D$	F		$\Delta^1 H$	F		$\Delta^1 Z$	F		n
		m.V.	o.V.		m.V.	o.V.		m.V.	o.V.	
4	1155	-0.01	±0.12	7.6 nT	-0.2 nT	±0.5 nT	-6.2 nT	0.2 nT	±1.6 nT	16
5	0.84	-0.03	0.18	3.8	0.0	0.9	-3.5	0.2	1.7	20
6	0.42	-0.01	0.09	1.9	0.3	0.7	-0.9	0.7	1.5	22
7	0.49	0.01	0.12	2.2	0.0	0.7	-3.2	0.7	1.5	22
8	-0.23	-0.01	0.16	-1.0	0.0	0.6	0.9	-0.5	2.8	21
9	-0.08	0.01	0.16	-0.2	-0.2	1.8	-2.5	0.2	0.7	9
10	-0.86	-	-	4.7	-	-	-6.6	-	-	1
11	-0.38	0.06	0.15	-1.8	-0.3	1.1	-2.1	0.0	1.6	22
12	-0.36	0.14	0.30	-4.2	1.2	3.1	-6.4	-1.4	2.2	9
13	-1.34	0.10	0.10	0.0	0.3	2.7	-2.6	0.3	3.5	4
14	-1.30	0.08	0.11	-3.5	-0.3	0.6	-4.5	-0.7	0.5	9
15	-1.95	0.04	0.34	-4.7	-0.2	0.6	0.5	-0.5	1.1	10
16	-1.89	0.12	0.17	-5.5	-0.3	0.7	-7.2	-1.3	1.8	9
17	-2.71	-0.06	0.17	-8.6	0.4	1.5	5.9	0.1	1.9	6
18	-2.41	0.04	0.47	-5.5	-0.4	3.0	-10.4	-5.8	5.0	9
19	-2.67	0.06	0.36	-7.0	-0.4	1.6	-9.7	-1.8	3.3	9

Tabelle 2: Variationsbreite der Monatsmittelwerte in den einzelnen Jahren,
 gemittelt für den Gesamtzeitraum
 $\Delta D^{(1)}$

	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	-	1.13	1.13	1.03	1.84	1.75	2.20	1.97	2.43	2.61	2.68	3.28	3.18	4.34	4.26	3.97	1.54
5	1.13	-	0.99	1.08	1.46	1.16	1.92	1.82	2.07	2.22	2.26	2.74	2.72	3.85	3.77	3.56	1.24
6	1.13	0.99	-	0.85	0.96	0.91	1.64	1.42	1.78	1.89	1.82	2.36	2.28	3.49	3.38	3.16	0.74
7	1.03	1.08	0.85	-	1.19	0.95	1.14	1.53	1.69	1.50	1.67	2.36	2.14	3.45	3.41	2.94	0.92
8	1.84	1.46	0.96	1.19	-	0.85	0.92	1.36	1.63	1.22	1.28	1.60	1.66	2.67	2.82	2.40	0.63
9	1.75	1.16	0.91	0.95	0.85	-	0.90	1.22	1.48	1.11	1.35	1.83	1.83	2.89	2.94	2.51	0.57
10	2.20	1.92	1.64	1.14	0.92	0.90	-	1.24	1.52	1.34	1.62	1.64	2.08	2.40	2.06	2.98	0.86
11	1.97	1.82	1.42	1.53	1.36	1.22	1.24	-	1.65	0.96	0.90	1.70	1.30	2.55	2.52	2.05	1.19
12	2.43	2.07	1.78	1.69	1.63	1.48	1.52	1.65	-	1.72	1.60	2.18	1.92	2.47	3.04	2.51	1.47
13	2.61	2.22	1.89	1.50	1.22	1.11	1.34	0.96	1.72	-	0.80	1.45	1.42	2.33	2.67	2.07	1.28
14	2.68	2.26	1.82	1.67	1.28	1.35	1.62	0.90	1.60	0.80	-	1.13	0.66	2.09	2.14	1.40	1.31
15	3.28	2.74	2.36	2.36	1.60	1.83	1.64	1.70	2.18	1.45	1.13	-	1.09	2.12	2.34	1.39	1.82
16	3.18	2.72	2.28	2.14	1.66	1.83	2.08	1.30	1.92	1.42	0.66	1.09	-	2.12	1.98	1.12	1.74
17	4.34	3.85	3.49	3.45	2.67	2.89	2.40	2.55	2.47	2.33	2.09	2.12	2.12	-	2.63	2.14	2.90
18	4.26	3.77	3.38	3.41	2.82	2.94	2.06	2.52	3.04	2.67	2.14	2.34	1.98	2.63	-	1.92	2.99
19	3.97	3.56	3.16	2.94	2.40	2.51	2.98	2.05	2.51	2.07	1.40	1.39	1.12	2.14	1.92	-	2.54
20	1.54	1.24	0.74	0.92	0.63	0.57	0.86	1.19	1.47	1.28	1.31	1.82	1.74	2.90	2.99	2.54	-
Mittel:	2.46	2.12	1.80	1.74	1.53	1.52	1.65	1.59	1.95	1.66	1.54	1.94	1.83	2.78	2.80	2.42	1.48

Tabelle 3:

Variationsbreite der Monatsmittelwerte in den einzelnen Jahren,
gemittelt für den Gesamtzeitraum

		ΔR																
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	-	5.8	7.2	6.2	9.5	7.2	7.4	8.2	16.7	9.7	11.5	12.8	12.9	14.4	18.7	14.7	8.0	
5	5.8	-	4.8	6.1	7.0	4.9	9.8	7.6	15.5	7.0	10.2	9.4	11.3	12.5	18.6	11.9	5.7	
6	7.2	4.8	-	6.6	5.2	4.9	10.5	6.5	14.8	5.5	9.0	7.4	9.7	9.3	17.3	10.2	4.4	
7	6.2	6.1	6.6	-	6.8	5.1	7.4	5.8	14.6	5.7	8.2	10.5	9.3	11.8	17.3	11.1	5.3	
8	9.5	7.0	5.2	6.8	-	6.6	12.0	6.5	15.2	7.4	7.2	6.8	8.8	7.6	16.7	9.3	4.1	
9	7.2	4.9	4.9	9.1	6.6	-	6.4	4.8	13.7	6.2	8.4	9.0	8.9	11.2	15.8	10.0	5.1	
10	7.4	9.8	10.5	7.4	12.0	6.4	-	6.9	24.4	9.5	10.2	14.3	12.6	20.2	13.5	13.8	10.8	
11	8.2	7.6	6.5	5.8	6.5	4.8	6.9	-	13.7	6.4	6.7	8.0	7.4	11.8	15.5	9.5	5.2	
12	16.7	15.5	14.8	14.6	15.2	13.7	24.4	13.7	-	10.9	13.8	16.1	14.3	17.4	20.9	16.9	13.8	
13	9.7	7.0	5.5	5.7	7.4	6.2	9.5	6.4	10.9	-	7.8	8.3	8.4	11.8	13.9	10.0	5.5	
14	11.5	10.2	9.0	8.2	7.2	8.4	10.2	6.7	13.8	7.8	-	9.9	4.8	11.8	13.9	10.0	6.6	
15	12.8	9.4	7.4	10.5	6.8	9.0	14.3	8.0	16.1	8.3	9.9	-	8.9	7.0	15.6	8.9	6.9	
16	12.9	11.3	9.7	9.3	8.8	8.9	12.6	7.4	14.3	8.4	4.8	8.9	-	11.8	13.9	8.8	7.8	
17	14.4	12.5	9.3	11.8	7.6	11.2	20.2	11.8	17.4	11.8	11.8	7.0	11.8	-	17.5	12.2	9.9	
18	18.7	18.6	17.3	17.3	16.7	15.8	13.5	15.5	20.9	13.9	13.9	15.6	13.8	17.5	-	15.8	15.7	
19	14.7	11.9	10.2	11.1	9.3	10.0	13.8	9.5	16.9	10.0	10.0	8.9	8.8	12.2	15.8	-	8.9	
20	8.0	5.7	4.4	5.3	4.1	5.1	10.8	5.2	13.8	5.5	6.6	6.9	7.8	9.9	15.7	8.9	-	
Mittel:		10.7	9.3	8.3	8.6	8.5	8.0	11.9	8.2	15.8	8.4	9.4	10.0	10.0	12.4	16.3	11.4	7.7

Tabelle 4:

Variationsbreite der Monatsmittelwerte in den einzelnen Jahren,
gemittelt für den Gesamtzeitraum

		ΔZ																
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	-	7.0	7.9	6.4	13.3	7.2	5.4	7.6	16.4	8.4	8.1	8.9	8.6	11.9	18.6	17.0	7.4	
5	7.0	-	6.1	5.0	10.8	5.4	5.6	7.6	15.6	5.5	6.2	5.0	7.7	9.2	17.4	15.7	4.7	
6	7.9	6.1	-	7.7	10.8	5.6	7.7	8.7	15.9	5.2	6.8	4.5	8.5	7.2	17.6	16.2	6.4	
7	6.4	5.0	7.7	-	11.8	4.8	4.7	7.7	15.4	5.0	4.8	5.7	5.8	10.9	17.0	15.2	6.3	
8	13.3	10.8	10.8	11.4	-	13.5	13.3	12.2	17.9	13.9	13.5	11.2	15.4	11.8	21.3	19.1	10.4	
9	7.2	5.4	5.6	4.8	13.5	-	7.0	5.8	16.0	5.9	5.9	5.6	7.1	9.9	17.6	15.9	5.2	
10	5.4	5.6	7.7	4.7	13.3	7.0	-	6.6	12.5	9.3	8.1	11.2	5.3	13.0	12.8	20.2	7.6	
11	7.6	7.6	8.7	7.7	12.2	5.8	6.6	-	15.9	6.0	6.4	5.9	7.3	9.8	17.6	15.3	8.0	
12	16.4	15.6	15.9	15.4	17.9	16.0	12.5	15.9	-	13.6	14.7	15.9	15.5	18.8	21.6	20.7	16.1	
13	8.4	5.5	5.2	5.0	13.9	5.9	9.3	6.0	13.6	-	5.4	5.6	6.7	9.7	12.6	10.9	4.4	
14	8.1	6.2	6.8	4.8	13.5	5.9	8.1	6.4	14.7	5.4	-	6.4	5.9	11.0	16.8	13.4	6.6	
15	8.9	5.0	4.5	5.7	11.2	5.6	11.2	5.9	15.9	5.6	6.4	-	8.7	8.0	17.5	15.4	4.6	
16	8.6	7.7	8.5	5.8	15.4	7.1	5.3	7.3	15.5	6.7	5.9	8.7	-	12.6	18.5	16.1	7.9	
17	11.9	9.2	7.2	10.9	11.8	9.9	13.0	9.8	18.8	9.7	11.0	8.0	12.6	-	17.0	15.6	8.3	
18	18.6	17.4	17.6	17.0	21.3	17.6	12.8	17.6	21.6	12.6	16.8	17.5	18.5	17.0	-	22.4	17.9	
19	17.0	15.7	16.2	15.2	19.1	15.9	20.2	15.3	20.7	10.9	13.4	15.4	16.1	15.6	22.4	-	15.8	
20	7.4	4.7	6.4	6.3	10.4	5.2	7.6	8.0	16.1	4.4	6.6	4.6	7.9	8.3	17.9	15.8	-	
Mittel:		10.0	8.4	8.9	8.4	13.7	8.6	9.4	9.3	16.4	8.0	8.8	8.8	9.8	11.5	17.8	16.6	8.6

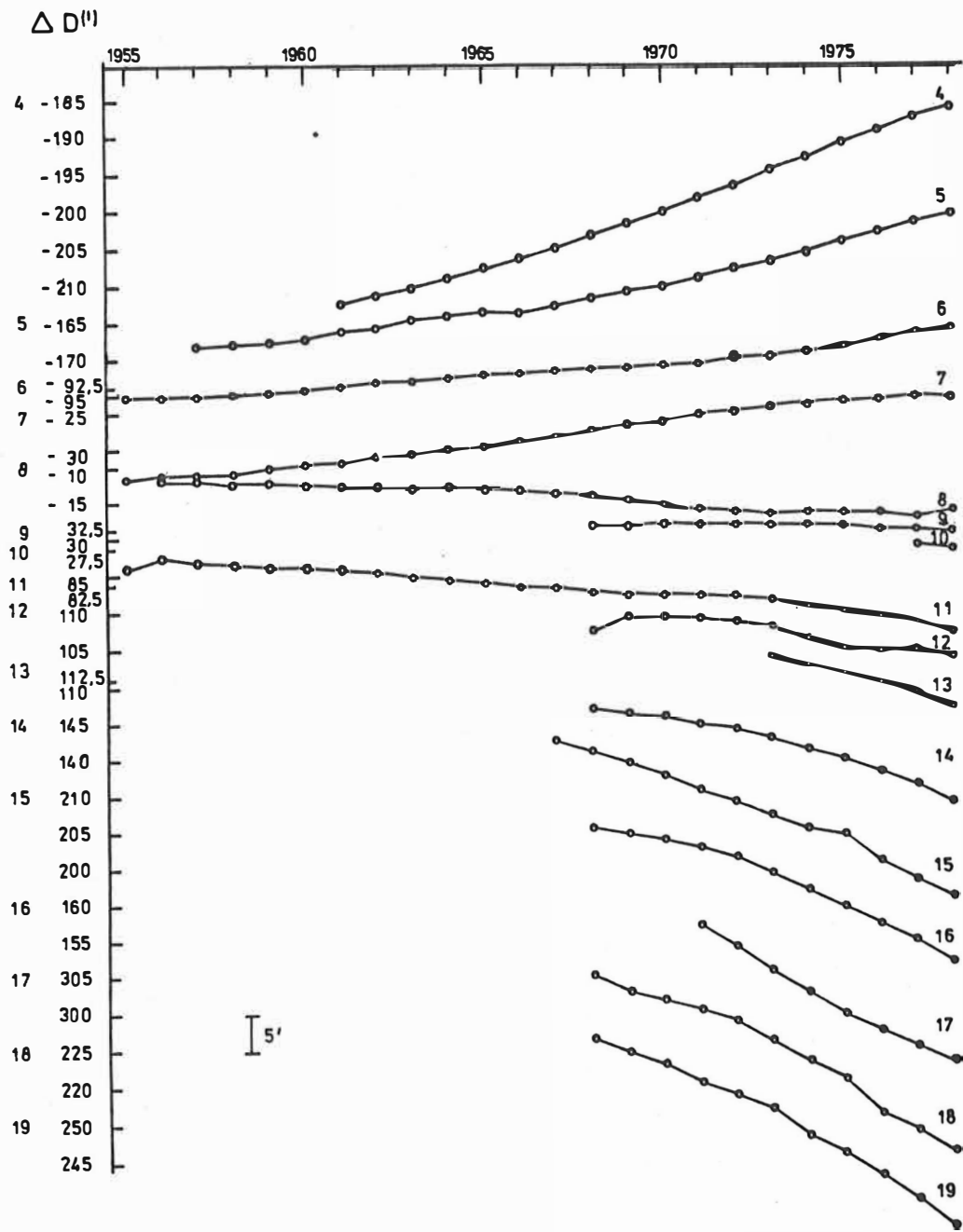


ABB.:1 JAHRESMITTELWERTE DER DIFFERENZEN GEGEN NIEMEKG
(MOMENTANWERTE)

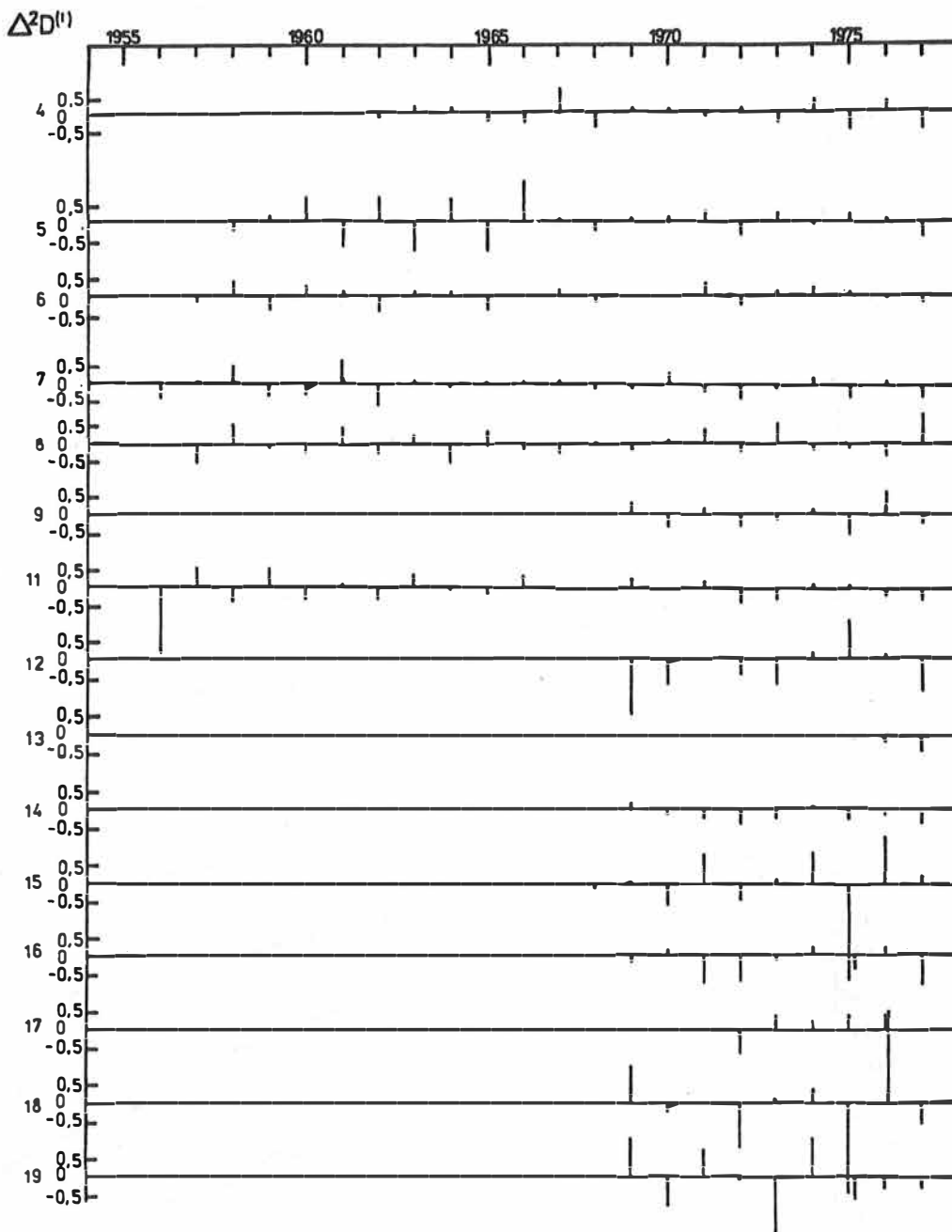


ABB. 1b

I_r

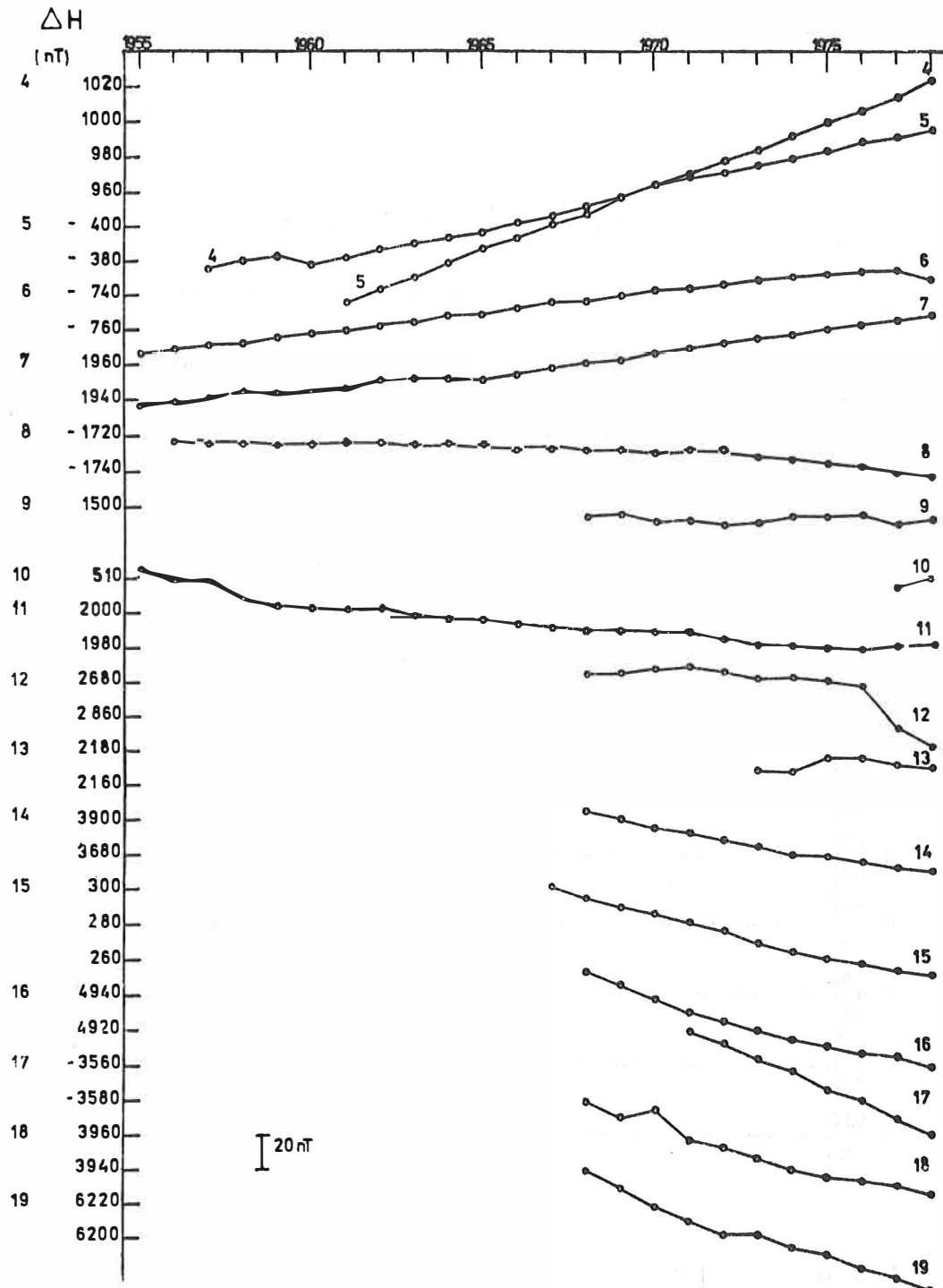
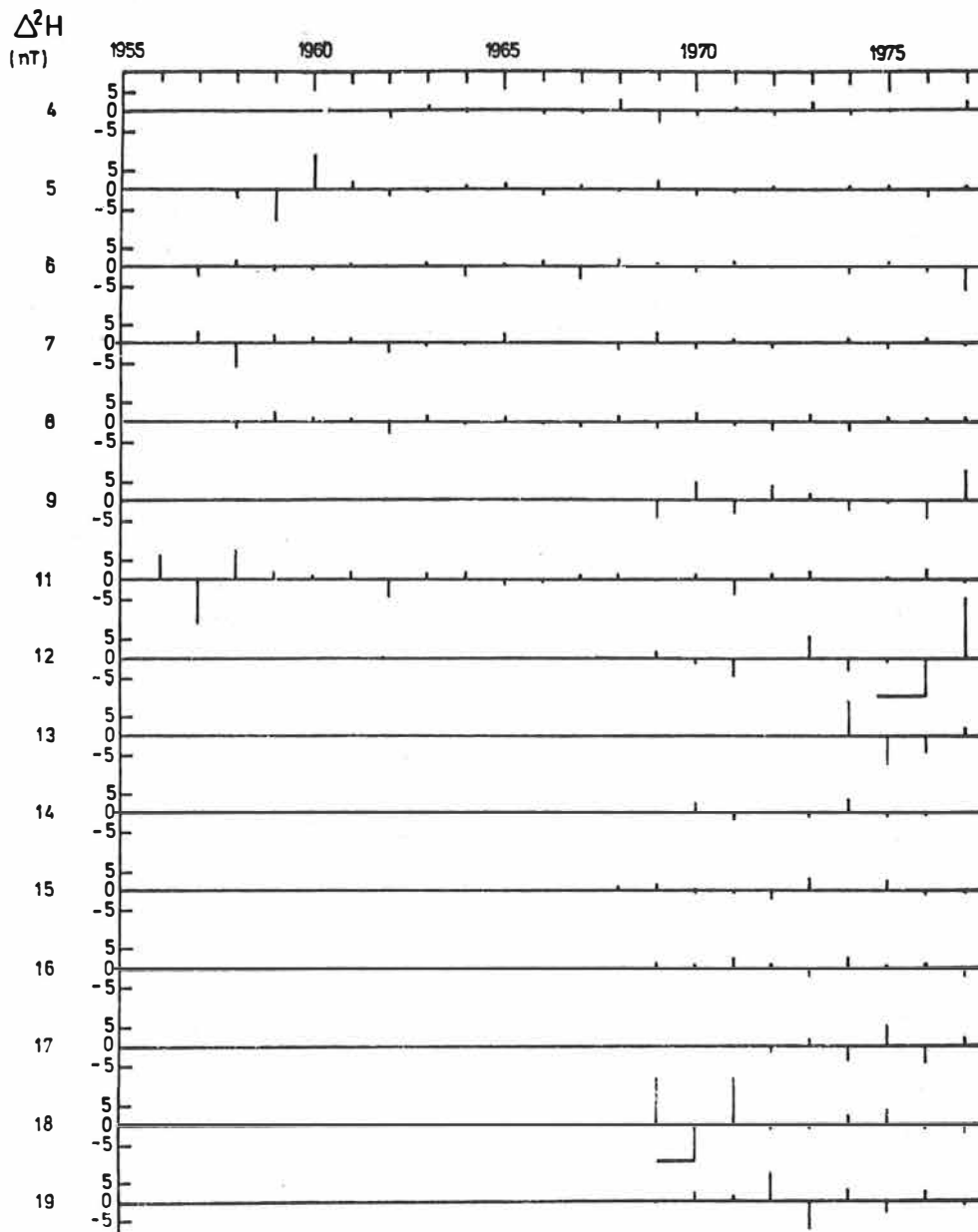
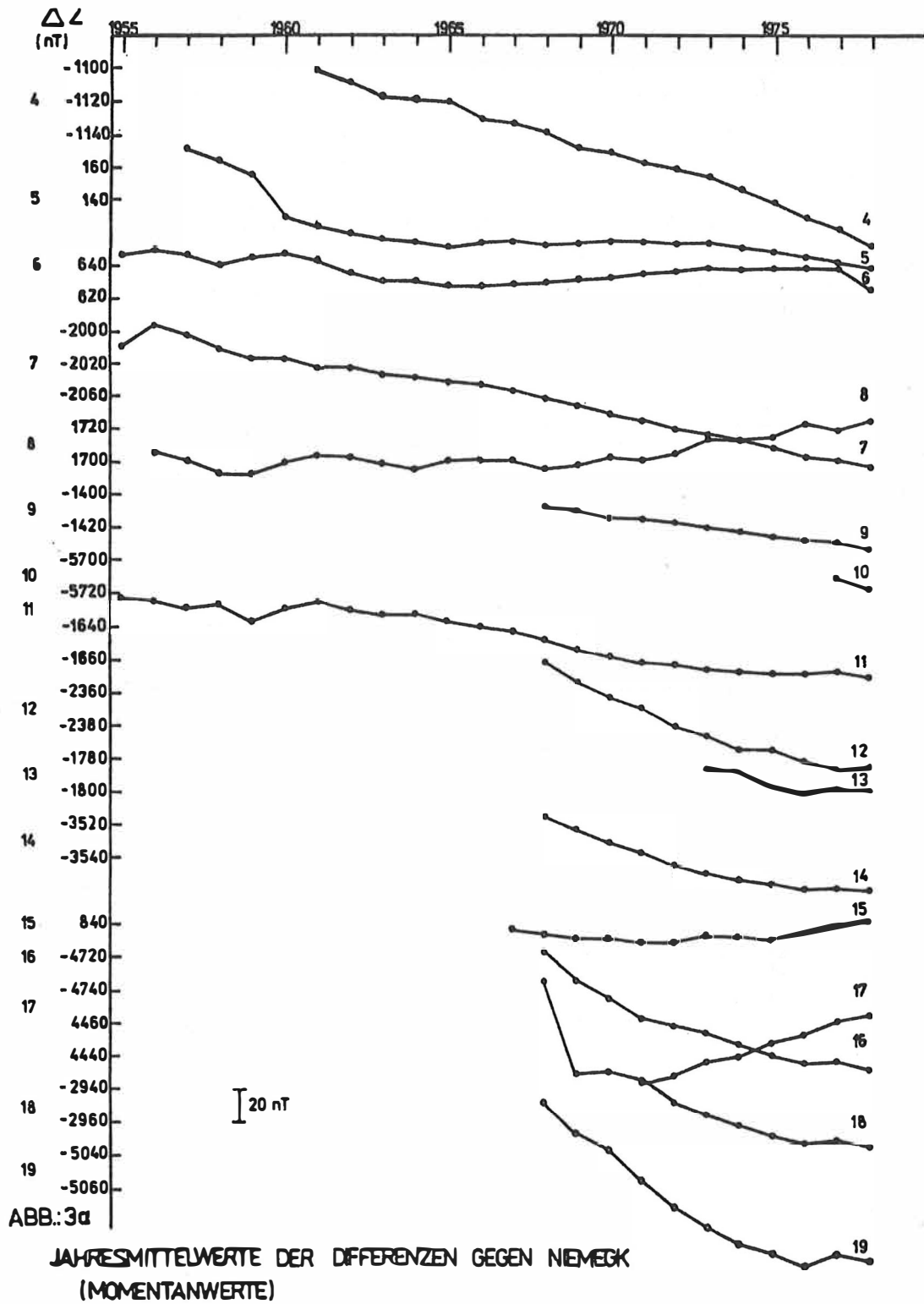
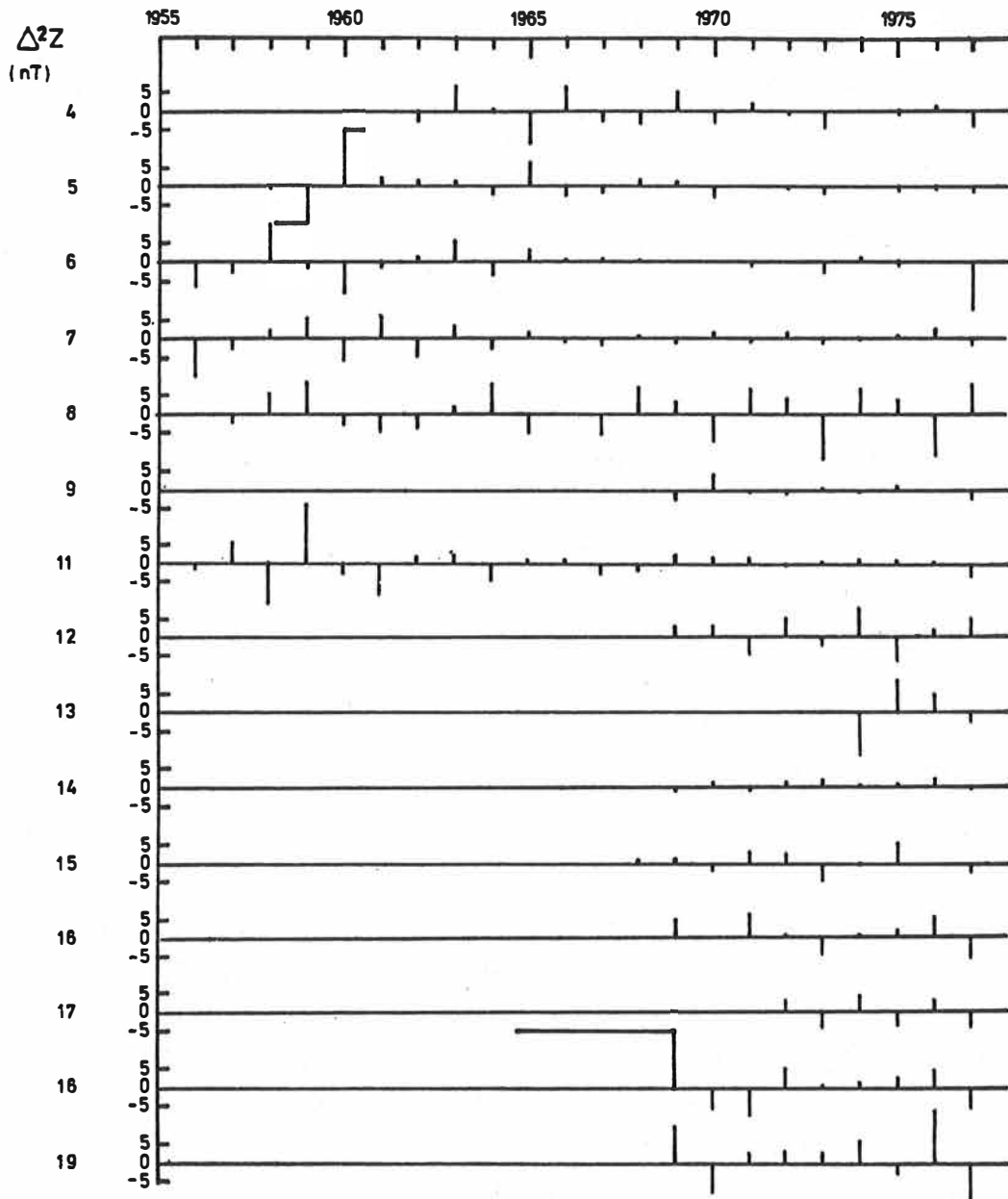


ABB.:2 JAHRESMITTELWERTE DER DIFFERENZEN GEGEN NIEMECK (MOMENTANWERTE)

ABB. 2b $\bar{\text{I}}_{10 \text{ nT}}$



ABB 3b $\lceil 10 \text{ nT}$

AUSTER, V.; LENGNING, K.

Anwendung von Filtermethoden im Bereich der geomagnetischen Normalregistrierung

Zusammenfassung

Aufbauend auf den Erfahrungen, die aus der Anwendung von numerischen Bandpassfiltern im Pulsationsbereich resultieren, wurde diese Methode auch für die Analyse von Zeitreihen, die durch Stunden- oder Tagesmittel der Komponenten des geomagnetischen Feldes gebildet werden, angewendet.

Erste Ergebnisse zeigen, daß man auf diese Weise im mittel- und langperiodischen Variationsbereich sowohl einen guten Anschluß an bisher übliche morphologische Betrachtungen findet, jedoch auch Zugang zu der Feinstruktur spezieller Effekte erleichtert wird.

Резюме

Исходя из опыта, приобретенного при применении цифровых полосовых светофильтров в диапазоне пульсаций, этот метод используется также для анализа временных рядов, образуемых из среднечасовых и среднесуточных значений компонент геомагнитного поля. Первые результаты показывают, что найдется таким образом в средне- и долгопериодическом диапазоне вариаций хорошая связь к стандартным морфологическим обсуждениям, а на другой стороне облегчается допуск к тонкой структуре частных эффектов.

Summary

Basing on experience gained with application of numerical band-pass filters in the pulsation range, this method has also been applied to analysis of time series which are formed by hourly or daily means of components of the geomagnetic field. First results indicate that in the mean- and long-periodic range of variations one can thus find not only a good transition to conventional morphological considerations but also an easier access to fine structure of special effects.

Die Periodenanalyse der Zeitreihen der geomagnetischen Variationen ist seit langer Zeit fundamentaler Bestandteil der Primärauswertung für Observatoriumsmessungen. Die Fortschritte auf dem Gebiet der elektronischen Datenverarbeitung besonders für große Datenmengen eröffnen hier völlig neue Perspektiven. Wir sammelten unsere ersten Erfahrungen auf diesem Gebiet durch die Anwendung von numerischen Bandpaßfiltern auf

digitale Registrierungen im Pulsationsbereich. Es wurde hierzu ein neues Verfahren entwickelt, das mit einer fortlaufenden Abtrennung periodischer Anteile, die durch relativ breitbandige Bandpässe abgespalten werden, von der Originalregistrierung arbeitet. Für die einzelnen Filterausgänge wird für vorgebbare Zeitintervalle eine sinusförmige Ersatzfunktion berechnet, deren konstante Amplitude und Periode als Kurzzeitmittel für den jeweiligen Filterausgang verwendet wird. Mit dieser Methode wurden im Pulsationsbereich bereits einige Erfolge bei der Untersuchung der zeitlichen Feinstruktur dieser Effekte erreicht. Es lag nahe, diese Methode auch im mittel- und langperiodischen Gebiet der geomagnetischen Variationen anzuwenden. Auch hier wurden Ergebnisse gewonnen, die zumindest zunächst eine gute Übereinstimmung mit den nach bisher üblichen Methoden (Mittelbildung, Kennziffernschätzung) erhaltenen zeigen. Auch hier wurde begonnen, in die Untersuchungen die Möglichkeiten einer feineren Zeitauflösung mit einzubeziehen. Als Beispiel seien die Ergebnisse einer Filterung der Tagesmittel unseres Observatoriums angeführt. Wir benutzten als Ausgangsmaterial die unifizierte Meßreihe der Stationen Potsdam, Seddin und Niemegek, bezogen auf Niemegek. Als mittlere Periode in den einzelnen Filterbereichen ergaben sich 6 d, 20 d, 75 d, 220 d, 2.8 a, 10.3 a und 75 a. Als interessantes Ergebnis stellte sich bei einer weiteren Untersuchung des zeitlichen Verlaufes der Amplitude in den ersten 3 Filterbereichen eine dominierende Periode von 10.8 a heraus. Hiermit wird eindeutig auf den solaren Ursprung dieser Effekte hingewiesen. Die Abweichung der mittleren Periode im zweiten Filterband von der zu erwartenden Größe der Sonnenrotationsperiode gab dazu Anlaß, die Reihe der Tagesmittel der Sonnenfleckenrelativzahlen mit dem gleichen numerischen Algorithmus zu untersuchen. Hier ergaben sich für die ersten 3 Filterbänder 11.7 d, 27.6 d und 135 d als mittlere Perioden.

References

- Fraser, D.C., Fuller, B.D., Ward, S.H.: Some Numerical Techniques for Application in Mining Exploration, Geophysics, 31, 6 (1966) p. 1066-1067
- Auster, V., Schiller, L.: Eine zeitabhängige Spektraldarstellung für die Komponenten der geoelektrischen Pulsationen, Jahrbuch 1974 d. A.-Schmidt-Obs. Niemegek, Potsdam 1975

ARE MAGNETOMETERS INTELLIGENT

Abstract

A single magnetometer is unable to tell the difference between an artificially produced magnetic field and a geomagnetically produced field. A good magnetician can recognize certain types of artificial disturbance but not all. If two identical instruments are used to measure the same field more information is available to the magnetician but still not enough because if the two instruments, both reading the same thing, give different results there is no way of telling which one is correct. Three identical instruments intelligently spaced and all measuring the same thing are probably the only safe way to record geomagnetic data and then only if the data is properly verified. This is particularly important when data is collected automatically and it is not carefully analysed by an experienced magnetician.

Zusammenfassung

Ein einzelnes Magnetometer kann den Unterschied zwischen einem nicht natürlich erzeugten magnetischem Feld und einem geomagnetischen Feld überhaupt nicht unterscheiden. Ein erfahrener Geomagnetiker kann nur bestimmte Typen von nicht natürlich erzeugten magnetischen Feldern erkennen. Wenn zwei identische Magnetometer dasselbe Feld messen, erhält der Geomagnetiker davon mehr, aber immer noch nicht ausreichende Information, denn wenn die beiden Instrumente abweichende Messungen anzeigen, kann man nicht feststellen, welche von beiden korrekt ist. Drei identische Magnetometer, in passender Entfernung voneinander aufgestellt, die alle dasselbe Feld messen, sind wahrscheinlich die einzige sichere Art und Weise geomagnetische Daten aufzunehmen und auch dann nur, wenn die Daten richtig überprüft werden. All das ist besonders wichtig, wenn die Daten automatisch aufgenommen werden und nicht sorgfältig von einem erfahrenen Geomagnetiker überprüft werden können.

[†]) Institut of Geological Sciences, Geomagnetism Unit
Murchison House, West Mains Road, Edinburgh

Резюме

Единичный магнетометр не сможет различать между искусственно созданным и геомагнитными полями. Опытный геомагнетик может наблюдать только определенные типы искусственных магнитных полей. Если два одинаковых магнетометра измеряют то же самое поле, тогда ученый получит больше, а не недостаточные информации. Так в случае несогласных измерений обоих приборов невозможно определить неправильно работающий прибор. Три идентичных магнетометра, установленных в подходеющем расстоянии и все измеряющих то же самое поле, по-видимому одиночный надежный метод измерить геомагнитные данные, и тоже тогда только, когда данные точно проверяются. Все это особенно важно когда данные измерены автоматически и не добросовестно проверены опытным ученым.

The straight answer to that is no. Nor are they intended to be. They have just one function in life - to measure magnetic fields. This they can do with great sensitivity and consistency. What they cannot do, however, is tell the difference between magnetic fields produced by man and those produced naturally i.e. geomagnetically. In the past, it has been left to man himself to decide whether any particular magnetometer record was of a wholly geophysically produced field or whether the record included some unwanted element. Man alone decided how much of a record was signal and how much was noise. Knowledge of how the geophysical magnetic field is produced is sufficient to give one confidence in believing that it is, for example, never likely to produce a step function, that is to say, it is unlikely to decrease almost instantaneously by say 20 nT. Recent evidence at Lerwick observatory, and before this at this observatory, Niemegek, shows that real life is never as simple as this. Artificial changes can and do occur so subtly that neither the magnetometer nor the man looking at the records can tell that the field being measured is not all it might seem.

So how then do we know that such things have ever happened. By using two magnetometers - not one. Most observatories of course do just that. One magnetometer, or set of magnetometers as La Cours or Fluxgates, is used as a variometer and the other, a proton vector magnetometer for example, is used as an absolute instrument for calibrating the variometer.

But what happens when, for example, for no apparant reason the absolute instrument and variometer seem to be out of step. The usual procedure is to assume one has made a bad absolute observation and ignore it. This assumption however is not reasonable. There is rarely any real reason to believe that either one instrument or the other is more or less likely to be telling the truth, yet from time to time we do assume one is wrong and ignore it. Why. The truth is we like to believe that site differences, that is to say the instantaneous difference between the magnetic field at one point and that at another near by, always remains constant. If it does not we pretend one instrument is having a bad day and ignore it. We tend look always for consistency.

During a magnetic survey at Lerwick Observatory it was found that measurements of site differences over distances of 50 m to 250 m were not constant. For this survey two identical proton magnetometers were used synchronnously. One as a reference and the other as a field instrument. The site differences could rarely be duplicated to better than 2 μ (2 nT) and sometimes to not much better than 10 nT. Nor were the magnetometers drifting. Checks with them running close together showed perfect correspondence at all times. So what was happening.

Not long after the time of the survey at Lerwick sudden very sharp changes in the magnetic field were recorded on three separate instruments, each within 100 m of each other. From the sensitivity of each instrument, the physical spacing of the instruments and careful measuring of these sudden changes some estimate of both, the likely position of this interference and its magnitude were made. In a very short time the exact location of a hitherto unknown cable was found. It was a cable

carrying D.C. which was switched on and off to operate an automatic rain gauge. Were these the cause of the changing site differences. No, in this case, it was found that the cable was not in existence at the time and changes were of a different order when considering distances. What the cable has shown though was the remarkable ease with which someone with three magnetometers could identify and locate artificially produced magnetic fields.

One instrument alone then can tell if there is noise on the signal if, but only if, the noise is of a very special kind. Two instruments can tell the same, and give additional information as to likely source of interference. They can do this also when the changes would otherwise, on a single instrument, look entirely geophysical. But, only three or more instruments, carefully spaced, can give virtually all the information one needs to determine exactly what is a geophysically produced field and what is not.

At Lerwick, in 1978, fluxgate magnetometers were installed in the same variometer hut as the La Cours were housed. A proton magnetometer, some 10 m away, was used to calibrate both the La Cours and the Fluxgates. In addition to this another proton magnetometer was run continuously some 100 m away as a standby. It was this combination that was to reveal so clearly that slow smooth changes of 5 nT to 15 nT were occurring over a period of 10 - 15 hours in such a way that in any other circumstances there was no way of telling they were anything but geophysical. Had a single absolute observation been made during one of these artificially or locally produced changes in the field one would have ignored the observation and hence perhaps the need for an important correction. A correction that must be made if it can be shown that the disturbance was produced only under the one instrument being used for the hourly means, and not equally by all three systems. The assumption made here is, of course, that any geophysical magnetic field will be produced by a source the dimension of which is large compared with the distance between the magnetometers.

Any geophysical field would be equally recorded by all three magnetometers. This is not true of very locally produced fields and it is why only a properly spaced array of magnetometers can reveal the occurrence of certain misleading types of disturbance.

The idea of using an absolute instrument as the variometer itself is extremely neat in that it is its own standard and will never suffer from the problems of non constant site differences. This very fact however can be a hazard if at least one other, or preferably two other, similar instruments are not used as a back up.

So far we have suggested that one magnetometer alone has no intelligence at all, or at least very little, while two have more and three, properly spaced out, are really quite intelligent. What we should have said, however, is that even an array of magnetometers is of little use unless the records from it are carefully and intelligently analysed. Today, however, we are rapidly moving away from the days of the highly intelligent, intensely devoted magnetician avidly poring over every slight movement in a magnetogram trace. Today, single machines are pouring out masses of data the sheer volume of which precludes any direct personal contact with the phenomenon one is studying. The bland assumption is made that machines turn out more and better data than was ever possible before.

After one year's continuous operation of the present magnetometer arrangement at Lerwick, it has now been fairly well established that the occasional erratic absolute observation was invariably due to locally produced disturbances in the magnetic field close to the variometers. Fortunately these were not of such duration and amplitude that the annual means obtained from the variometers have been significantly affected. Fig 1 shows how the horizontal component of the geomagnetic field at Lerwick has changed very smoothly indeed over the

last three decades.

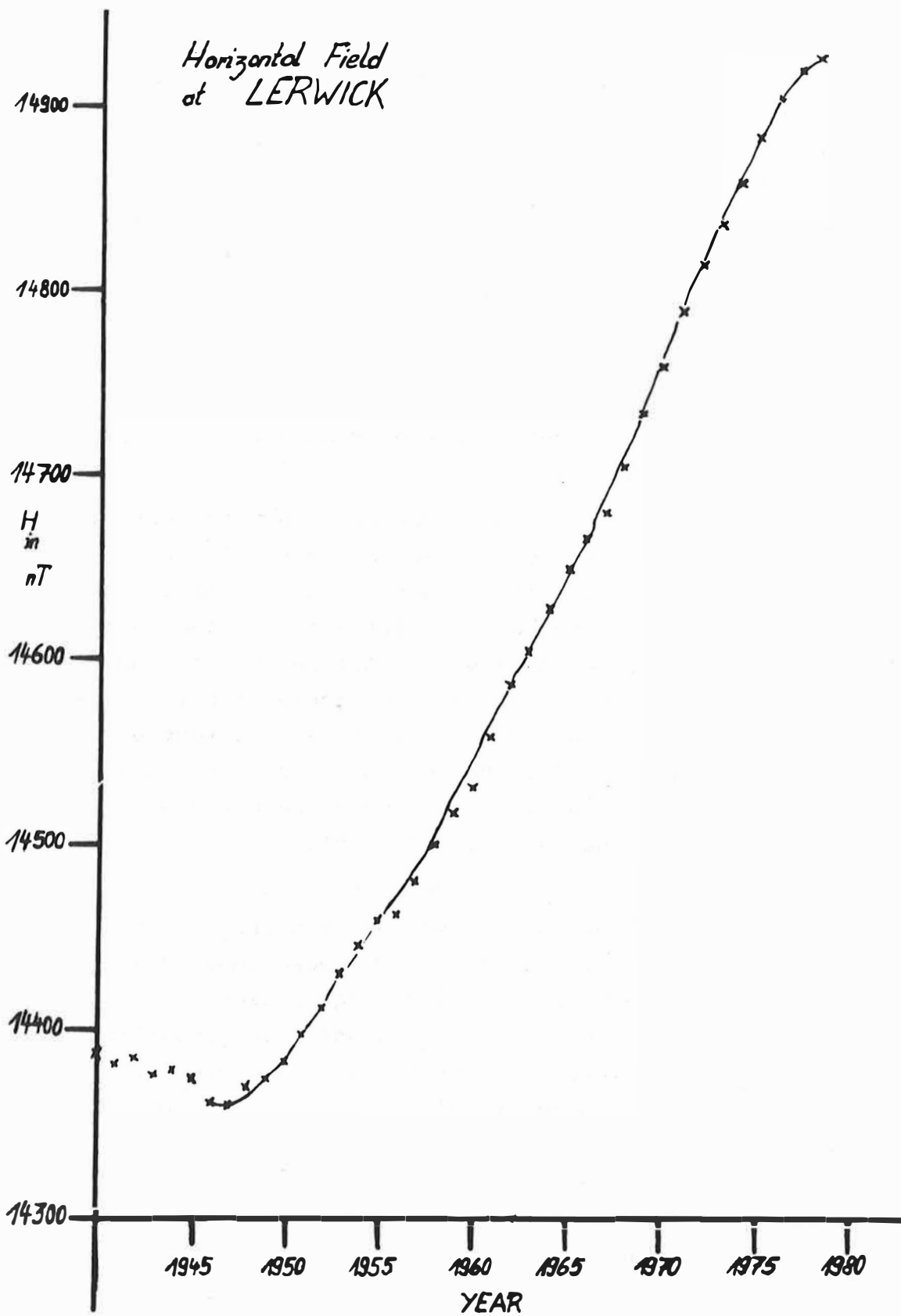
What have I just said. The data for Lerwick all fits neatly along a smooth curve, ergo it must have been O.K. But isn't this not just the pitfall we fell into with the absolute observations, that the odd reading must have been significant to ignore it. In which cases can one possibly say one may ignore this data but not that.

To go back to the case of the local disturbance at an individual observatory level we can now say that step functions are definitely non geophysical and should be allowed for in our data. At the same level, but on a slightly larger scale, and with a suitable magnetometer array, we can say there are sometimes disturbances which for all the world look remarkably like geophysical disturbances but which are not. In general these disturbances last hours, or at most days, and cannot significantly alter annual means unless there are a large number of them and they are not corrected for. In principle though these too should be eliminated from the data whenever possible.

Let's look again slightly more closely at just one plot of how a field changes. Look at Fig 1 for the years 1940-1946 inclusive. The temptation is very strong to simply draw a smooth curve through the points on the graph and call the resulting curve a plot of the real values that should have been. What real justification has one to do this - simply an instinctive feeling that a plot of annual means should follow such a smooth curve. One feels instinctively that this is the case but nevertheless slightly less than honest to actually do it particularly if you don't tell anyone what you have just done! If I told you that in 1940 a large army camp was built on the observatory grounds and that a considerable quantity of steel, in the form of Brengun carriers and the like, was introduced, you'd immediately suspect you were quite right to have drawn a smooth curve through all the points from 1940-1946 when the observatory was largely restored to normal. And so perhaps you were correct after all.

What about 1956. Was this sudden change in the otherwise smooth curve caused by the erection of steel towers on the observatory together with a certain amount of new building on site. Very probably.

From 1969 to 1978 all the points lie so close to the curve that one is tempted to say "That's because I was in charge of geomagnetism there during that period". But, much as one would like to say this, the real truth of the matter is that by 1969 the observatory was free of large steel towers, major rebuilding and, of course, army camps. We did however only narrowly miss having a government heavy vehicle testing ground on the observatory but nevertheless success came only from adequate instrumentation on a quiet, constant site and from meticulous attention to detail. As a world data centre Edinburgh receives a considerable amount of data from a very wide range of observatories. In general the vast majority of it is of an extremely high standard and it enables a considerable amount of work to be done on it with great confidence. We do, however, get data which in some cases, simply defies much sense at all and other data which is clearly not quite correct but which suggests small corrections should be made. Enquiries to the relevant sources invariably reveals that our suspicions were correct, or very nearly so, and appropriate corrections are made by the observatories themselves. We have to and do rely 100 % on the integrity of the observatories' data. It is for this reason that we should like to emphasize the importance we attach to all the details which go into magnetic observatory work. Details of changes of site, site differences, changes in standards, any corrections made, why they were made and how. In the last case it is important to know whether any change in standard is simply rated as a difference in readings between one instrument and another or whether corrections have been made. For example, if a new absolute instrument shows the old was reading 10 nT low has the observatory simply lost this change by adding 9 nT onto last year's means, 8 nT onto the previous year's means and so on, or just added 10 nT onto all previous year's data. In most cases, but by no means all, it is obvious



what has been done. In those cases where the data from one observatory seems to be anomalous and there are no notes or only conflicting notes, just what must one imagine. The way corrections are made can change the shape of the curve of plotted data and hence influence the outcome of any analysis using that data. How significant that influence is depends to some extent on the type of analysis being made. If spherical harmonic analysis is used to produce a world model then the odd anomalous observatory is not too significant but as more and more detailed analysis is made on smaller scale lengths each observatory's data becomes increasingly important. An artificially produced bay of 15 nT amplitude and 15 hours period or duration is a serious matter indeed if one is studying diurnal variations at an observatory where these natural variations are only 30 nT amplitude anyway.

I hope I have hinted at the importance we attach to correct instrumentation, good sites and meticulous attention to detail for producing data in which one can have explicit confidence, in no matter for what analysis it is used - at least three thoroughly reliable magnetometers tens to hundreds of meters apart to guarantee detection of locally produced adverse fields, magnetometers kilometers to tens of kilometers apart for sea coast and ocean effects and greater spacings also for worldwide work, but each and every one in complete harmony with the whole of the rest.

NIEMEGK seems to have pioneered a very desirable trend in using absolute instruments as the variometers from which drift free and consistent data can be produced. And it is this drift free entirely reliable data acquisition which will become, indeed has become, of such paramount importance today. Having to make large corrections to data, sometimes tens of years later, is never ideal particularly to the scientist who has just published a paper using data he now knows was just so much nonsense. In the final analysis, most theories are confirmed or disproved by the results of experiments. Let's make sure that if anything is wrong it is not the data.

D. LENNERS †)

Geomagnetische Datensammlung am Observatorium Niemeck unter Einsatz des PRS 4000

Zusammenfassung

Ausgehend von den wichtigsten Datenkomplexen und ihrer Bearbeitung mit dem PRS 4000 wird der damit begonnene Aufbau einer Datensammlung vorgestellt. Es werden die hierzu nötigen Programmsysteme in ihrem prinzipiellen Aufbau diskutiert und dabei auch die Möglichkeiten des Dateischutzes und der Datensicherung behandelt. Die Erweiterung der Datensammlung zu einer auf die Bedingungen des Observatoriums zugeschnittenen Datenbank mit Berücksichtigung der wichtigsten Daten der Beobachtungsreihe ab 1890, sowie die Verwendung der durch den Datenträgeraustausch mit dem WDC B2 Moskau erhaltenen Werte wird in ihrer Gesamtheit vorgestellt.

Abstract

Starting with the most important data complexes and their processing with PRS 4000, the building up of a data collection is represented. The programme systems necessary for this are discussed in their principal structure, as well as possibilities for data safeguard. Extension of the data collection to a data bank designed for the conditions of the observatory, considering the most important data of the series of observations from 1890 on, and application of data got by exchange of data carriers with the WDC B2 in Moscow are discussed as a whole.

†) Zentralinstitut für Physik der Erde
Adolf-Schmidt-Observatorium für Erdmagnetismus Niemeck

Резюме

Исходя из важнейших комплексов данных и их обработки компьютером ПРС 4000, представляется начатое построение собрания данных. Обсуждаются необходимые для этой системы программ, их основная структура и возможности охраны собрания и данных. Описываются расширение собрания данных на банк данных, моделированный на условия обсерватории и учитывая важнейшие данные наблюдательного ряда с 1890 г., и применение полученных обменом носителями данных с МЦД Б2 в Москве.

Die Einführung der maschinellen Hilfsmittel zur Erfassung und Verarbeitung der Daten am Adolf-Schmidt-Observatorium Niemeck führte auch schon frühzeitig zu der Erkenntnis, daß die immer umfangreicher werdenden digitalen Daten in einer geordneten Datensammlung zusammengefaßt werden müssen. Durch den Einsatz des PRS 4000 wurde nicht nur ein neuartiges Instrumentarium zur rechnerkontrollierten Datenerfassung und -verarbeitung geschaffen. Die Verwendung von Wechselplattenspeichern und Magnetbandgeräten als periphere Großraumspeicher ermöglichten auch den Aufbau einer digitalen Datensammlung in Form einer Datenbank.

Der Begriff einer Datenbank ist hier grundsätzlich anwendbar, denn nach der allgemeinen Begriffsbestimmung ist eine Datenbank die gesamte aus der Datenbasis eines Organisationsbereiches oder Problemkreises nach einheitlichen Gesichtspunkten gespeicherte Datenmenge einschließlich der Organisationsdaten.

Die drei wesentlichsten Eigenschaften einer Datenbank:

- die redundanzarme Speicherung der Daten
- die gespeicherte Darstellung der logischen Beziehungen zwischen den Daten
- der direkte Zugriff zu den Daten

sind hier ebenfalls zutreffend, denn die Voraussetzung für das Vorhandensein direkt adressierbarer Speichermedien wie Wechselplattenspeicher oder Festkopflattenspeicher ist erfüllt.

Die zweite Eigenschaft, die gespeicherte Darstellung der logischen Beziehungen zwischen den Daten ist in unserem Fall jedoch nicht vollständig erfüllt. Trotzdem kann hier der Begriff einer Datenbank vertreten werden. Die Magnetband-Dateien, die sich auf Grund dieser Sammlung ergeben, können zwar eine Datenbank zweckmäßig unterstützen, sind aber für sich selbstständig nicht als eine Datenbank zu bezeichnen.

Es ist in diesem Zusammenhang zuerst einmal nötig, sich einen Überblick über das Datenaufkommen zu verschaffen, das in die Datensammlung einfließt. Grundsätzlich ist dabei zwischen on-line und off-line erfaßten Daten zu unterscheiden:

On-line erfaßte Daten:

- Ergebnisse der Echtzeitfilterung kurzperiodischer Variationen (pc1 bis pc5)

Off-line erfaßte Daten:

- Protonenvektormagnetometer-Minutenwerte der Komponenten F, Z und Y, und die daraus berechneten Stundenmittel der Komponenten X, Y, Z, D, H, F und I
- Alle Daten der Jahrbuchberechnung ab 1965 auf Lochband bzw. Magnetband für 1890 - 1964 nachträgliche Erfassung der Jahrbuchwerte auf Lochband
- Geomagnetische Kennziffern K1 und AK 1890 - 1979 vollständig

- Monatsmittel der Momentanwerte-Differenzen von 18 europäischen Observatorien gegen Niemegek 1955 - 1979
- Organisationsdaten (Anschriftenverzeichnis u. ä.)

Bei dem Problem der Erfassung und Übernahme der einzelnen Datenkomplexe in die Datensammlung sind einige Besonderheiten zu beachten, die im folgenden näher beschrieben werden.

1. Echtzeitfilterung kurzperiodischer Variationen

Abb. 1 zeigt die Programmkomplexe für die Meßwernerfassung und Echtzeitfilterung. Die Ergebnisse der Filterung in den Frequenzbändern pc1 bis pc5 werden auf der Datenplatte (DP 0) gespeichert. Am Ende des Echtzeit-Beobachtungsintervalls werden diese Daten mittels eines speziellen Umspielprogramms (USDM) auf eine andere Datenplatte übertragen (DP 3I), wo nur die Ergebnisse aller Echtzeit-Intervalle gespeichert sind. Zur Datensicherheit erfolgt außerdem ein Umspeichern dieser Daten auf Magnetband in der Kodierung R 300 und rechnerinterner Dualkode.

Damit die Ergebnisse der Echtzeitbeobachtungen wiederum für nachträgliche Berechnungen zur Verfügung stehen, kann über ein Programmbaustein zur Bereitstellung dieser Daten (BFID) ein ausgewähltes Datenensemble wieder auf die Datenplatte DP 0 zurückgeholt werden, wo dann weitergehende Untersuchungen und Analysen möglich sind.

Zur Sicherung gegen mögliche Havarien während der Echtzeitbeobachtung ist eine nachträgliche Filterung der auf Magnetband vorhandenen Originaldaten durch Einlesen über das Programm BSMB möglich. Über LBDE ist eine Eingabe der zur Sicherheit auch auf Lochband abgespeicherten Filterwerte möglich.

Eine Sofortauswertung der Echtzeitbeobachtung geschieht durch:

- Berechnung und Druck der Stundenmittel aus den 6-Minuten-Mittel der Periodenbänder pc1 bis pc5 (DSMP)
- Klassifikation der Filterdaten in pc/pi-Pulsationen (KLPC).

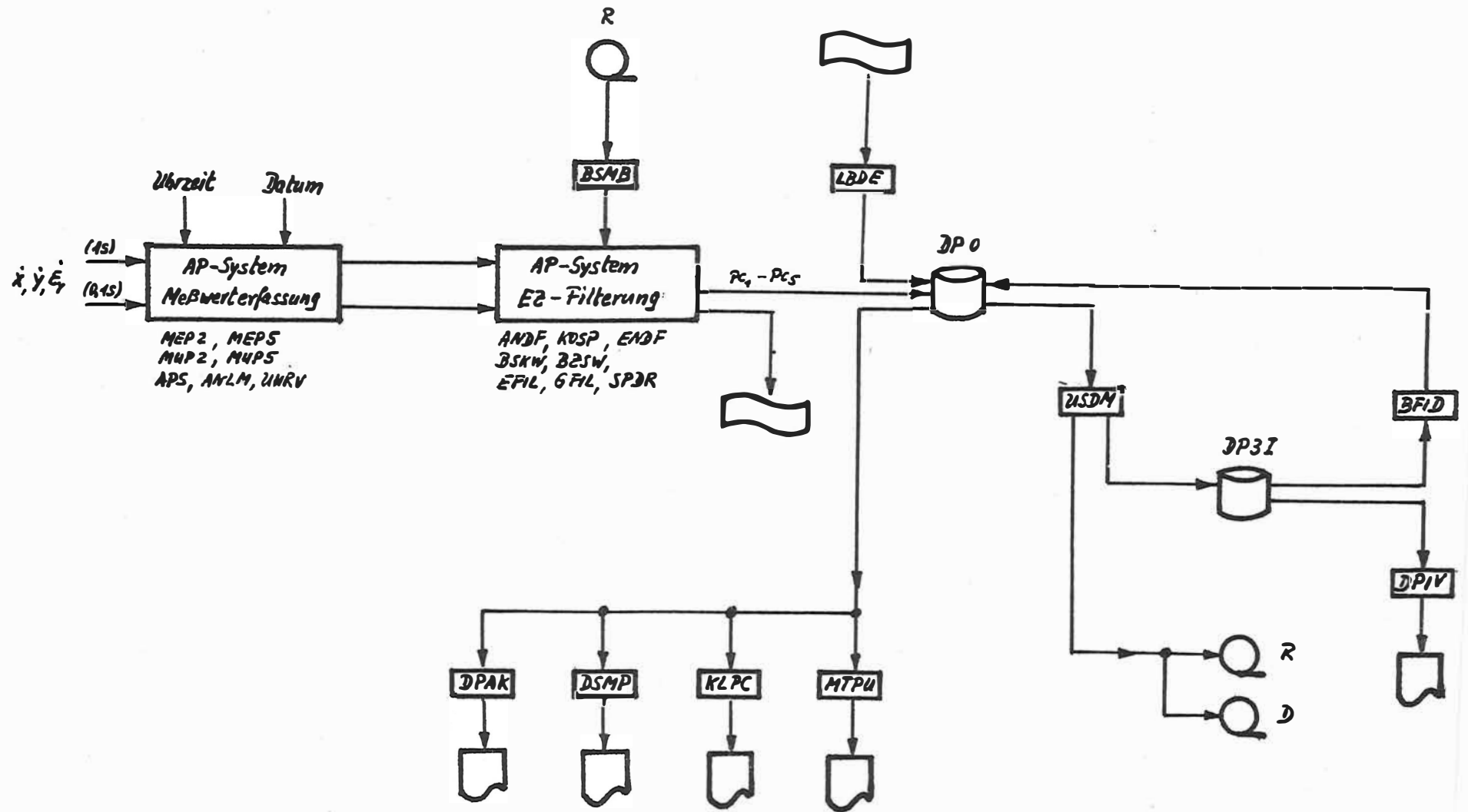


Abb. 1 Programmkomplex der Messwertfassung und Echtzeitfilterung kurzperiodischer Variationen

- Druck der Pulsationskennwerte mit der Kennziffer K1 (MFPU) und daraus ermittelter Pulsationsindices für die Veröffentlichung in den Monatsberichten

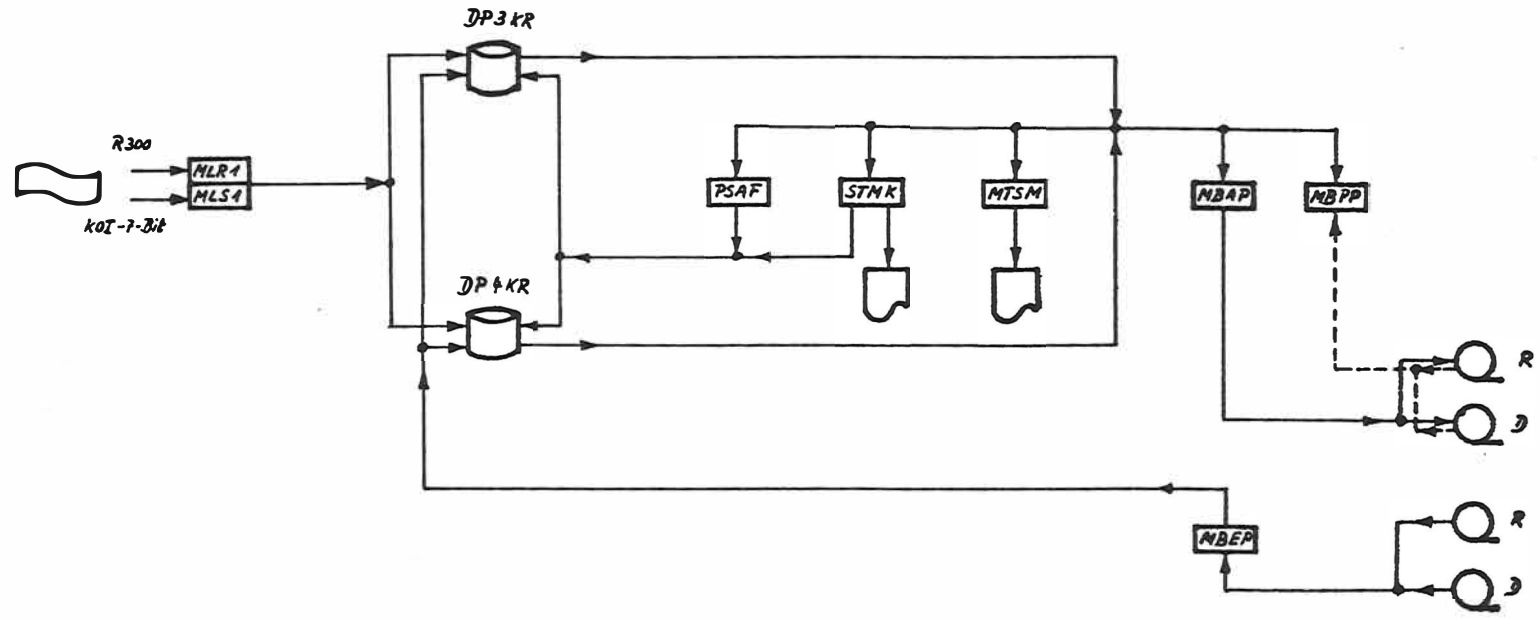
2. Off-line Erfassung der Protonenvektormagnetometer - Minutenwerte (Abb. 2)

Die auf Lochband gespeicherten Daten können im R 300- und KOI-7-Bit-Kode vorliegen. Sie werden durch die Programme MLS1 und MLR1 auf Sinnfälligkeit getestet und in geordneter Form auf 2 Datenplatten abgespeichert. Eine Weiterverarbeitung dieser Werte geschieht durch die folgenden Programme:

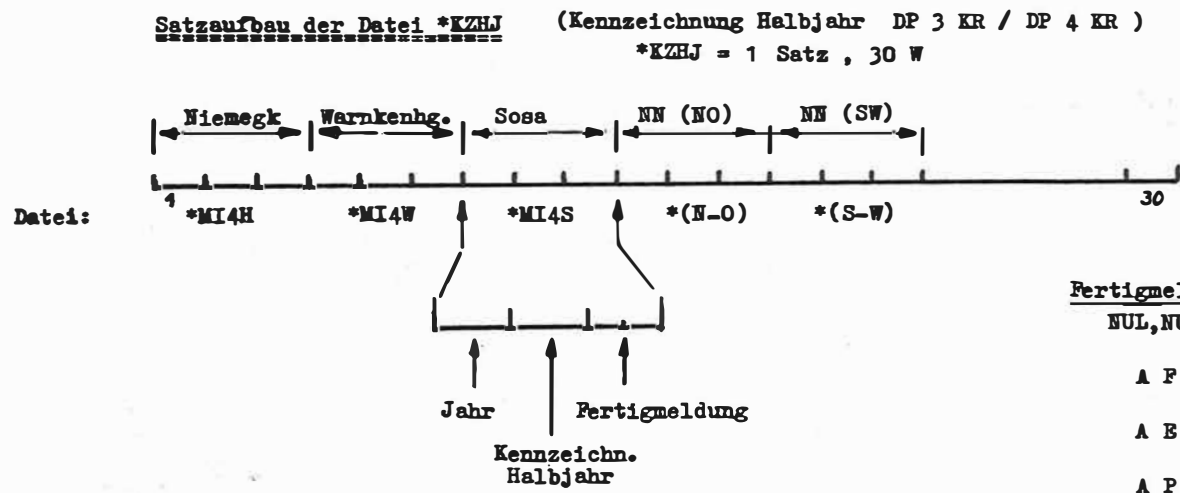
- Prüfung der Satzfolge der Dateien MI4H, MI4W und MI4S vor der Umspeicherung auf Magnetband nach Abschluß des Halbjahres (PSAF)
- Berechnung der Stundenmittel für X, Y, Z, D, H, F und I aus F, Z und Y, veröffentlicht in den Monatsberichten (MTSM).
- Korrektur der Stundenmittel bei hardware-Ausfall (STMK)
- Abspeicherung der Werte eines Halbjahres auf Magnetband in der Kodierung R 300 (R) und rechnerinterner Dualkode (D) (MBAP)
- Kontrolle der durch MBAP erfolgten Abspeicherung mittels Vergleichlesen der Dateninhalte des betreffenden Magnetbandes und der Datenplatte (MBPP).
- Umspeicherung der Protonenvektormagnetometer-Minutenwerte beliebiger Zeiträume vom Magnetband auf die Datenplatte zur weiteren Bearbeitung bei speziellen Analysen (MBEP).

Bei diesem umfangreichen Datentransport ist der Datensicherung besondere Beachtung zu schenken. Ein Beispiel hierfür ist die in Abb. 3 gezeigte Kennzeichnungsdatei KZHJ. Mit ihr wird eine Aussage über den Bearbeitungszustand der Daten eines Halbjahres jeder Station gegeben und damit ein fälschliches Umspeichern oder Überschreiben verhindert. Vor jedem Zugriff zu

Abb. 2 Programmkomplex für die off-line Erfassung der Protonenmagnetometer-Minutenwerte



R: MB-Nr. = 1004 - 1210
B: MB-Nr. = 2004 - 2105



- Fertigmeldung:
- NUL,NUL Datei vom AP MLR1 bzw. MLS1 bearbeitet.
 - A F Datei zur Aufzeichnung freigegeben. Lückenprüfprogramm (PSAF) abgearbeitet.
 - A E Aufzeichnung auf MB (MBAP) beendet. Datei vollständig auf MB übernommen.
 - A P MB-Aufzeichnung mit Dateinhalt überprüft (MBPF).
 - A V Aufzeichnung eines neuen Halbjahres vorbereitet (VNBHJ). Datenumspeicherung an den Halbjahresanfang beendet.
 - E E Eingabe (MB => DP) beendet (MBEP). Vorgegebenes Halbjahr vollständig vom MB auf die DP übertragen.
 - E L Eingabe (MB => DP) läuft (MBEP).

Abb. 3 Satzaufbau der Kennzeichnungsdatei *KZHJ

den Originaldaten wird geprüft, ob die Jahres- und Halbjahreskennzeichnung der zu bearbeitenden Station mit dem entsprechenden Inhalt der Kennzeichnungsdatei übereinstimmt. Der jeweilige Bearbeitungsmodus (Aktualisieren, Abspeichern, Rückspeichern oder Prüfen) wird durch die Kontrolle des Kennzeichenschlüssels der Fertigmeldung überprüft.

Das Magnetbandinhaltsverzeichnis wird in einer weiteren Datei geführt (Abb. 4). Neben der durch die Magnetbandroutine gesicherten Überprüfung des Vorblockes auf jedem Magnetband ist die davon getrennte Führung eines Magnetbandbelegungsverzeichnisses ein wesentlicher Bestandteil der Datensicherung. Für jede Station ist ein Satz vorgesehen, in dem die Magnetbandbelegung für vorerst 15 Jahre gespeichert ist. Abhängig von der verwendeten Magnetbandkodierung werden 15 bzw. 30 Worte je Satz benötigt, denn in der Kodierung "R 300" ist, im Gegensatz zur Kodierung "Dual", nur 1 Halbjahr auf ein Magnetband speicherbar. Die Magnetbandbelegung wird durch die Angabe von Jahr, Monat, Tag und Stunde des ersten und letzten auf dem Magnetband gespeicherten Blockes angegeben.

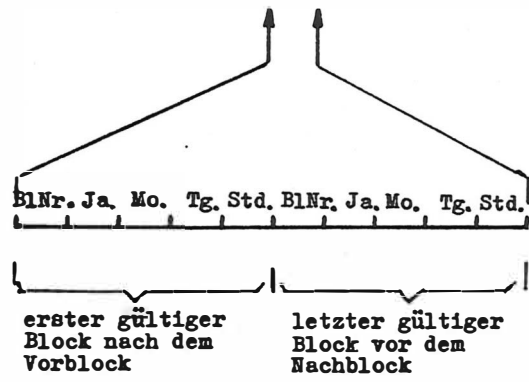
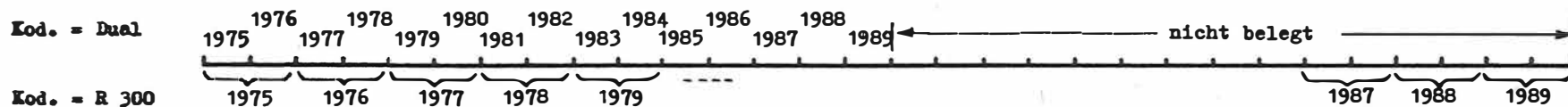
3. Off-line-Bearbeitung der Jahrbuchdaten

In Abb. 5 ist in der oberen Hälfte der umfangreiche Komplex der Jahrbuchberechnung nur symbolisch angedeutet. Alle im Zusammenhang mit der Jahrbuchberechnung verwendeten Daten sind auf einer eigenen Datenplatte DP 3JB für 5 bzw. 10 Jahre aktuell gespeichert. Sie werden jährlich mit dem Übernahmeprogramm UNAD auf die Archivdatenplatte DP 4AD überspielt. Hinzu kommen noch die Werte der Stundenmitteldatei von den Datenplatten der Protonenvektormagnetometer-Minutenwerte. Mit dem Programm USAD werden die Daten der Archivdatenplatte auf Magnetband ausgelagert bzw. zur Bearbeitung spezieller Analysen ausschnittsweise zurückgespeichert. Dabei wird auch wieder zwischen den beiden möglichen Magnetbandkodierungen "R 300" und "Dual" unterschieden.

Satzaufbau der Datei *BIV (Magnetbandinhaltsverzeichnis DP 3 KR / DP 4 KR)

=====

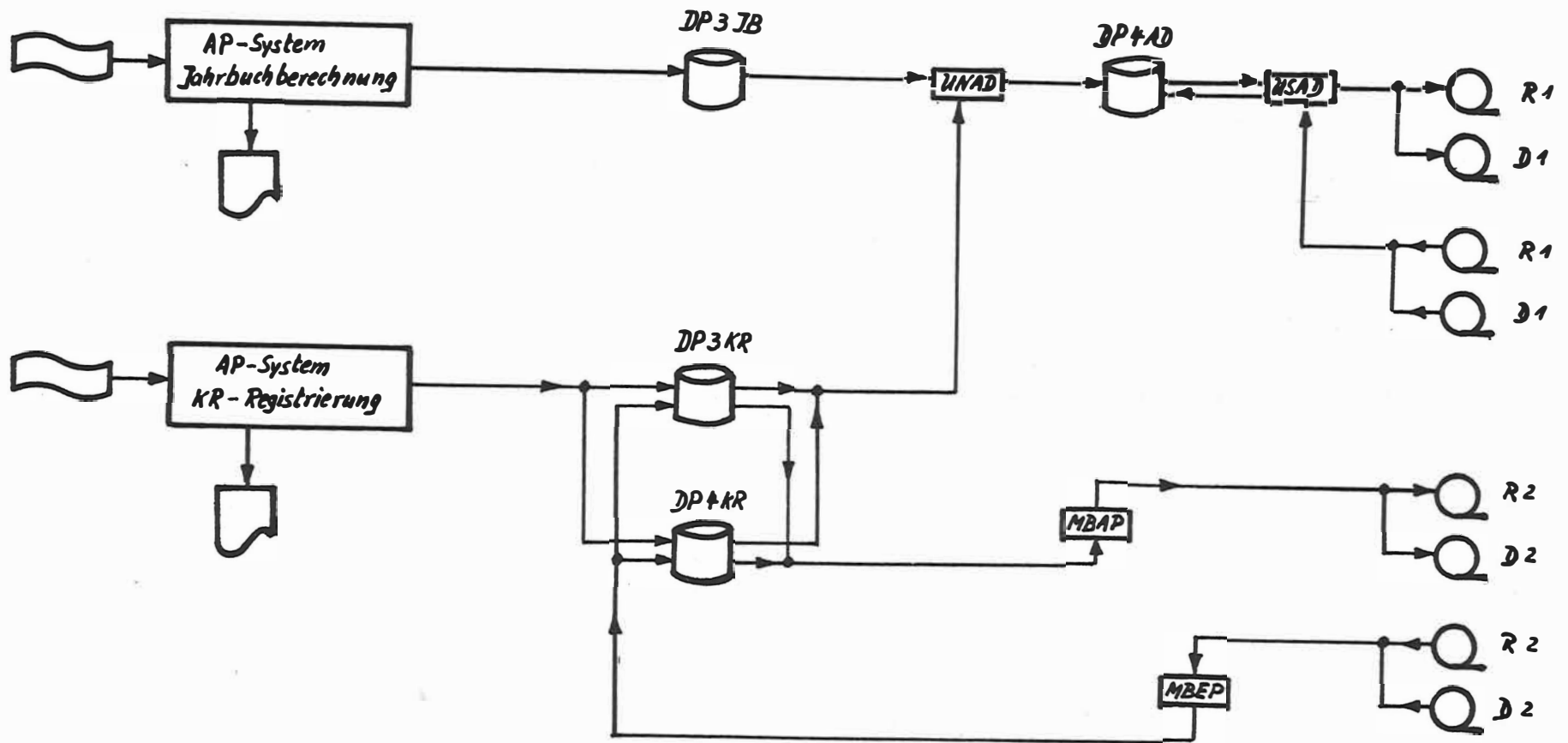
*BIV = 14 Sätze , 300 W/Satz



Satzzuordnung:

Satz-Nr.	Station	Kodierung	
		R 300	Dual
1	Niemegk	X	
2	Whg.	X	
3	Sosa	X	
4	NN (NO)	X	
5	NN (SW)	X	
6	-	X	
7	-	X	
8	Niemegk		X
9	Whg.		X
10	Sosa		X
11	NN (NO)		X
12	NN (SW)		X
13	-		X
14	-		X

Abb. 4 Satzaufbau der Datei *BIV zur Speicherung des Magnetbandinhaltsverzeichnisses



R1 : MB-Nr. = 1501 - 1530
 R2 : MB-Nr. = 1001 - 1210
 D1 : MB-Nr. = 2501 - 2530
 D2 : MB-Nr. = 2001 - 2105

Abb. 5 Programmkomplex mit Berücksichtigung der Jahrbuchberechnung

4. Monatsmittel der Momentanwert-Differenzen

Für Momentanwertvergleiche in D, H und Z zwischen 18 europäischen erdmagnetischen Observatorien wurden die Monatsmittel der Momentanwertdifferenzen ab 1955 in einer eigenen Basisdatei zusammengefaßt. Abb. 6 zeigt die daran beteiligten Observatorien und den Zeitraum, für den Differenzen gegenüber dem Observatorium Niemegek gebildet werden konnten. Für den Gesamtzeitraum 1955 bis 1979 wurden für D, H und Z Jahresmittel der Differenzen und die Variationsbreite der einzelnen Jahre für alle Observatorien untereinander gebildet. Aus den Variationsbreiten erhält man Hinweise auf Unregelmäßigkeiten bei der Absolutwerterfassung.

5. Magnetband-Datenaustausch mit dem WDC B2

Der eigene Bestand an Stunden- und Tagesmittel für D, H und Z konnte durch den Magnetband-Datenaustausch mit dem Weltdatenzentrum B2 in Moskau wesentlich erweitert werden. Abb. 7 zeigt die Observatorien, von denen Stunden- und Tagesmittel vorhanden sind. Entsprechende Daten des Observatoriums Niemegek sind als Ergebnis der Jahrbuchberechnung mit dem PRS 4000 bearbeitet ab 1970 vorhanden. Der Zeitraum 1965 bis 1969 wurde durch nachträgliche Berechnung noch vorhandener Lochbandeingangsdaten ergänzt. Für die in nächster Zeit vorgesehene Aufbereitung des restlichen Intervalls von 1890 bis 1964 sind die Stunden- und Tagesmittel, aus alten Jahrbüchern entnommen, bereits auf Lochband erfaßt. Somit besteht die Aussicht, daß die Stunden- und Tagesmittel für die vollständige Beobachtungsreihe ab 1890 Bestandteil der Datenbank sein werden. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung dafür geschaffen, daß mit Einsatz der modernen Rechentechnik das geomagnetische Variationsspektrum in seiner gesamten Breite, auch bis zu den längsten Perioden hin, bearbeitet werden kann. Durch direkten Zugriff zu den entsprechenden Daten anderer Observatorien sind auch großräumige Untersuchungen langzeitiger geomagnetischer Variationen möglich.

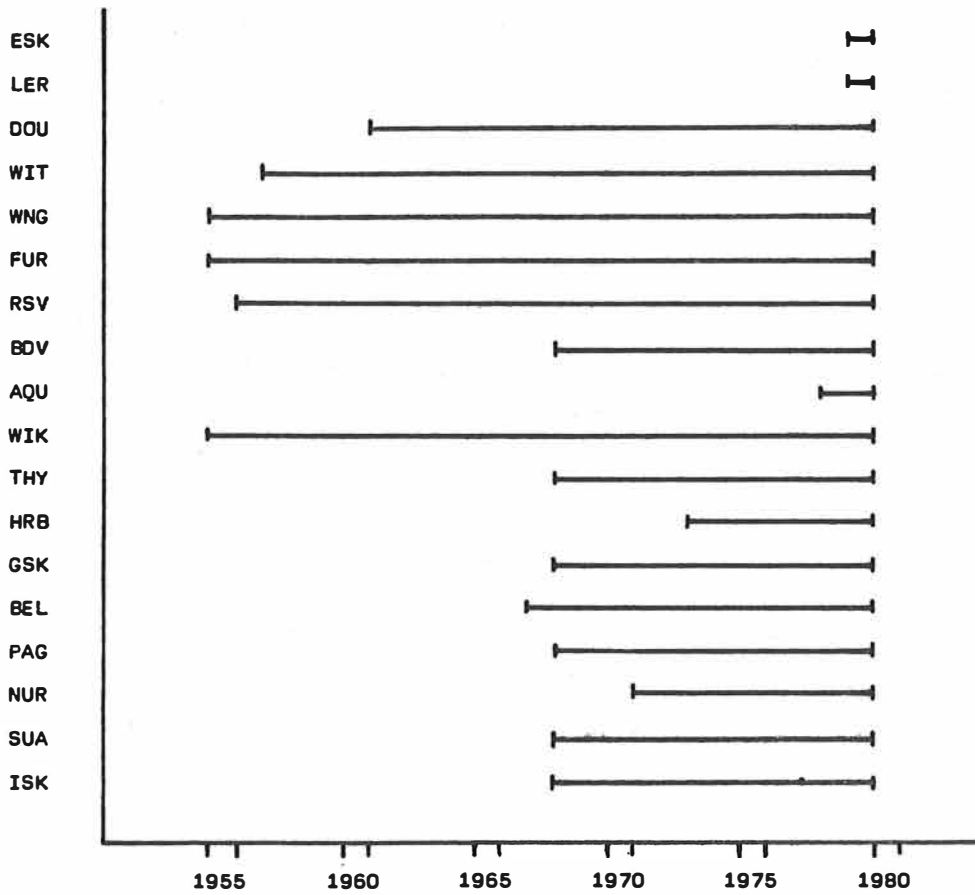


Abb. 6 Inhalt der Basisdatei für Monatsemittel der Momentenwert-Differenzen

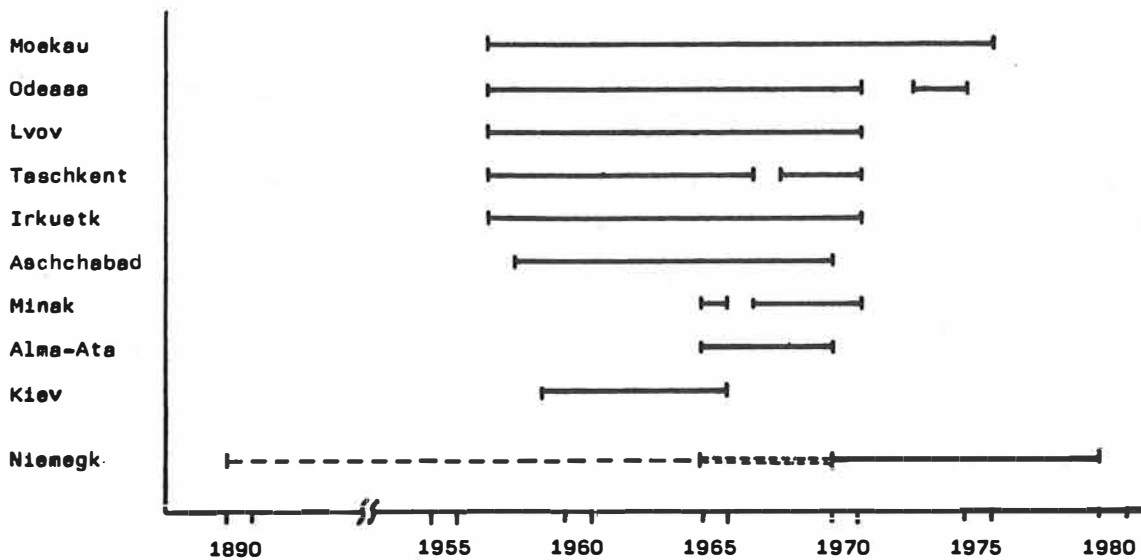


Abb. 7 Vorhandene Magnetband-Basisdateien fuer Stunden- und Tagesmittel

LENNERS, D.; SCHMIDT, H. †)

Die Entwicklung der Datenverarbeitung am Adolf-Schmidt-Observatorium in Niemegek

Zusammenfassung

Nach einer Darstellung der verschiedenen Etappen für die Einführung der maschinellen Hilfsmittel zur Erfassung und Verarbeitung von Daten am Adolf-Schmidt-Observatorium Niemegek wird der erreichte Stand vorgestellt. Die vielfältigen Aufgaben, die die Erfassung, Kontrolle und Verarbeitung eines umfangreichen, kontinuierlich angebotenen Datenmaterials kennzeichnen, werden diskutiert.

Abstract

After representing the different stages of introducing machines for data collection and processing at the Adolf-Schmidt-Observatory Niemegek the level reached is presented. The abundant tasks concerning data collection, control and processing of voluminous, continuously provided data material are discussed.

Резюме

После описания разных этапов внедрения машин для сбора и обработки данных в обсерватории им. А. Шмидта представляется достигнутый уровень. Обсуждаются многообразные задачи сбора, контроля и обработки обширного, непрерывно поставленного материала данных.

†) Zentralinstitut für Physik der Erde,
Adolf-Schmidt-Observatorium Niemegek

Die Einführung maschineller Hilfsmittel zur Erfassung und Verarbeitung von Daten erfolgte am Adolf-Schmidt-Observatorium Niemeck nach einer langfristig angelegten Konzeption. Dabei wurde zwischen drei technisch und methodisch getrennten Ausbaustufen unterschieden.

1. Einsatz von Kleinrechenautomaten mit Lochstreifen als Datenträger

Der erste am Observatorium Niemeck eingesetzte Kleinrechner vom Typ SER 2 war ein transistorisierter Rechner, der dem Beginn der zweiten Rechnergeneration zuzuordnen ist. Er wurde 1964 in Betrieb genommen und hatte als erstes bedeutsames Ereignis die Umstellung der Jahrbuchberechnung zur Folge. Die Schwierigkeiten in der Realisierung des Jahrbuch-Datenflusses lagen dabei weniger in der Programmierung als in der Sicherung der Datenwege im Hinblick darauf, daß die richtigen Daten an der richtigen Stelle benutzt werden. Dazu wurden Sichtkontrollen, Testrechnungen beim Programmwechsel, Summenkontrollen u. ä. vorgesehen, wobei darauf zu achten war, daß jeder Lochstreifenwert mindestens einmal abgedruckt wurde. Ein besonderer Vorteil beim Einsatz des Kleinrechners SER 2 mit Schreibmaschinenausgabe war die Herstellung offsetdruckreifer Tabellen, so daß die früher gegebenen Fehlermöglichkeiten des Setzens und Korrekturlesens entfielen.

Dem Zeitabschnitt der ersten Ausbaustufe ist auch die Entwicklung einer Meßwerterfassungsanlage zuzuordnen, die für Studienzwecke zur Untersuchung von Programmen für eine Klassifizierung von Störungstypen bzw. Ereignissen gedacht war. Diese Anlage ermöglichte die zyklische Abfrage von maximal 10 Meßstellen in Sekundenabständen. Der Abstand der Abfragezyklen war zwischen 1 und 10 Minuten wählbar. Als Meßwertgeber wurden lichtelektrisch kompensierende Magnetometer benutzt, deren Meßwerte als Ergebnis der Erfassung und Digitalisierung in Lochstreifen gespeichert vom Kleinrechner SER 2 verarbeitet wurden.

2. Nutzung mittlerer Rechenanlagen (R 300) in off-line-Kopplung mit Magnetband als Datenträger

Da die zur Lochstreifenverarbeitung geeigneten Datenmengen begrenzt sind, mußte im Hinblick auf die zur Untersuchung kurzperiodischer Variationen nötigen hohen Datenvolumina zum Magnetband übergegangen werden, einem Datenträger, der in computergerechter Form zur Aufnahme von Massendaten besonders geeignet ist. Zu diesem Zweck wurde 1970 eine Magnetband-Datenerfassungsanlage in Betrieb genommen, die auf der R 300-Technik basiert und einen Teil des R 300 (Hauptspeicher, Magnetbandsteuergerät, 3 Magnetbandgeräte ZMB 30 und Stromversorgung) beinhaltet. Diese Einheiten erfuhren eine Ergänzung durch selbstentwickelte Erkennungs- und Steuerschaltungen. Das Datenangebot besteht aus 5 pro Sekunde erfaßten Werten kurzperiodischer Variationen (X , Y , Z , E_x , E_y) sowie aus 15 Minutenwerten, je sechsstellig möglich, von denen 8 analogen Meßwertgebern (erdmagnetischen Komponenten, Temperaturen, Erdstrom) und 7 frequenzbestimmenden Signalgebern (Protonenmagnetometer) zuzuordnen sind. Die Datenerfassungsanlage, deren Blockschaltbild in Abb.1 zu sehen ist, gliedert sich in Informationsaufbereitung, Informationszwischen-speicherung und Speicherung auf Magnetband. Alle über die Analog- und Digitaleingabe eingelesenen Daten werden nach einer entsprechenden Signalaufbereitung mit Hilfe der Ein- und Ausgabesteuerung in das Transportsteuerwerk übertragen, wobei auch Uhrzeit und Datum über die Digitaleingabe mit erfaßt werden. Alle Werte einer Minute werden in einem Datenblock konstanter Länge zusammengefaßt und im Hauptspeicher abgespeichert. Entweder sofort oder längstens nach 31 Minuten erfolgt dann die endgültige Abspeicherung auf einem der drei Magnetbandgeräte.

3. Rechnergesteuerte Datenerfassung und -vorverdichtung für kurzperiodische Variationen im on-line-Betrieb, sowie Verarbeitung des anderen Datenangebotes in off-line-Kopplung mit Lochband und Magnetband als Datenträger

Die vielfältigen Aufgaben, die die Erfassung, Kontrolle und Verarbeitung eines umfangreichen, kontinuierlich angebotenen Datenmaterials kennzeichnen, erfordern den Einsatz von Rechenanlagen die in der Lage sind, die Daten im Echtzeitbetrieb zu erfassen,

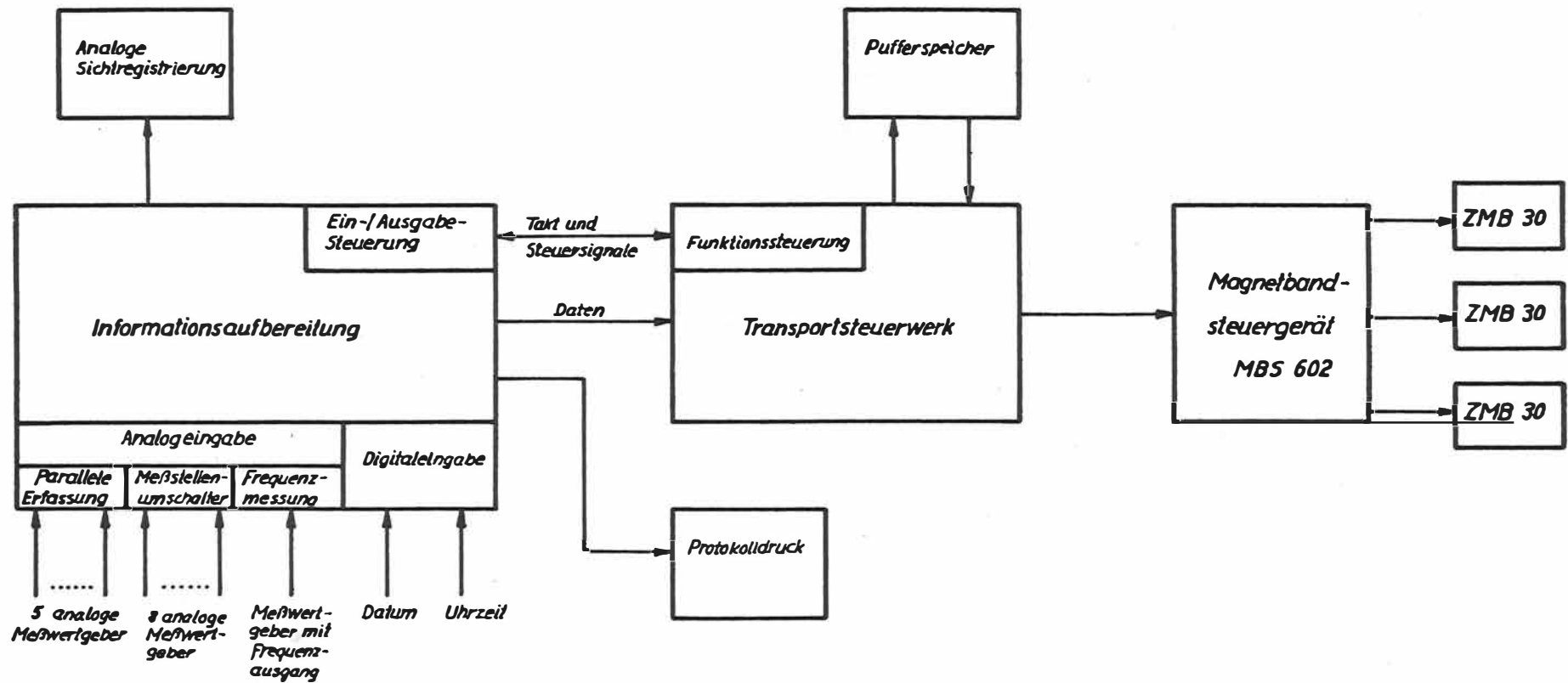


Abb. 1 Gesamtuebersicht der Magnetband-Datenerfassung in der 2. Ausbaustufe

und sie nach vielerlei Gesichtspunkten möglichst sofort zu verarbeiten. Zur Realisierung dieser auch international immer stärker vordringenden Methode der rechnergesteuerten Datenerfassung und -verarbeitung wurde 1974/75 ein Prozeßrechner-system PRS 4000 am Observatorium Niemeck in Betrieb genommen. Mit der bereits existierenden Magnetbanddatenerfassung wurde der Prozeßrechner zu einer integrierten Einheit der rechnerkontrollierten Datenerfassung und -bearbeitung zusammengefaßt, so daß sowohl Echtzeitaufgaben als auch weitere Berechnungen in der verbleibenden Zeit vorgenommen werden können.

Wie Abb. 2 zeigt, erfolgt die Kopplung des PRS 4000 mit der Datenerfassungsanlage derart, daß alle bisher erfaßten Meßstellen sowohl direkt zur Magnetbandaufzeichnung führen (bisherige Betriebsweise) als auch erweitert um weitere 30 Meßstellen, über die Prozeß-Ein-Ausgabe-Einrichtung URSADAT 4000 dem Prozeßrechner zugeführt werden können. Damit ist das Magnetband sowohl als Urdatenspeicher wie auch als vom Prozeßrechner gesteuerter Zwischenspeicher mit Rechenergebnissen zur weiteren Bearbeitung in größeren Rechnern nutzbar. Durch den Einsatz von 3 Wechselplattenspeichern erweitert sich das Einsatzgebiet des PRS 4000 wesentlich; denn der nun mögliche direkte Zugriff zu größeren Datenmengen gestattet erst eine optimale Bearbeitung der an einem erdmagnetischen Observatorium anfallenden Datenvolumina. Umfangreiche Steuerprogrammsysteme kombiniert mit Anwenderprogrammen ergeben ein Softwaresystem, daß die Informationsgewinnung nach dem neuesten technischen Stand und problemanalytischen Erkenntnissen gestattet.

Nach der Darstellung des Entwicklungsprozesses der elektronischen Datenverarbeitung am Adolf-Schmidt-Observatorium Niemeck soll an dieser Stelle noch ein Gesamtüberblick über den gesamten Datenfluß gegeben werden, wie er am Observatorium Niemeck bearbeitet wird. Wie Abb. 3 zeigt, lassen sich sämtliche Meßwertgeber grundsätzlich in zwei Komplexe aufteilen; in Meßwertgeber mit Analogsignal und Meßwertgeber mit Frequenz- oder Impuls-signal.

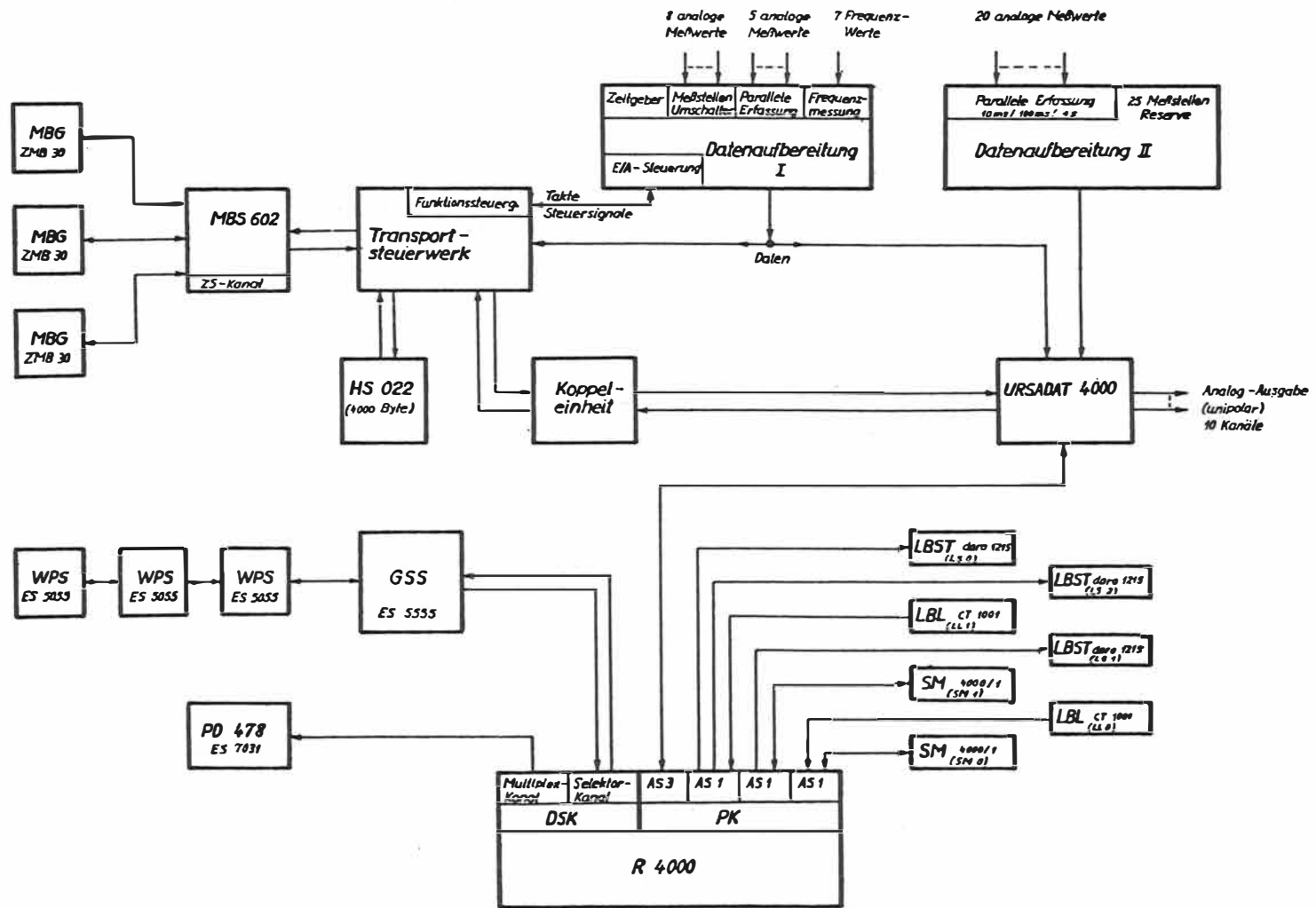


Abb. 2 Zusammenfassende Darstellung des Systems der rechnerkontrollierten Datenerfassung und Primaerverarbeitung

Zu den Meßwertgebern mit Analogsignal sind alle Geräte der klassischen magnetischen Meß- und Registriertechnik (Magnet am Faden) zu zählen, sowie elektronisch arbeitende Magnetometer mit Abgabe eines analogen Signals (Kompensationsmagnetometer, Induktionsspulen-Magnetometer). Der Gruppe der Meßwertgeber mit Frequenz- oder Impulssignal sind die Protonenvektormagnetometer und die Schwingzeitmeßanlage zuzuordnen.

Datenfluß der Meßwertgeber mit Analogsignal (Abb. 3 linke Hälfte):

- Magnetometer der klassischen Meßtechnik, eingesetzt zur Absolutwertbestimmung, liefern Daten, die visuell abgelesen in Datenlisten eingetragen werden. Wegen ihres geringen Datenvolumens werden sie im Normalfall einer Handrechnung unterzogen, deren Ergebnisse wieder in Datenlisten festgehalten werden. Es ist dann eine off-line-Datenerfassung für eine spätere Weiterverarbeitung (Jahrbuch, Datenbank) oder auch eine weitere Berechnung mit den Kleinrechnern SER 2 bzw. EMG 666 möglich, bzw. sofortige Verwertbarkeit für periodische Publikationen.
- Zu den Meßwertgebern mit Analog-Analog-Umsetzer (optisch) sind die Geräte der magnetischen Registriertechnik zu zählen, bei denen die Winkelbewegung des Magneten über einen Lichtzeiger zu einer fotografischen Registrierung führen.
Die Magnetogramme dieser Variometer werden einer Sofortauswertung unterzogen und danach im Analog-Datenarchiv gespeichert.
- Meßwertgeber mit Analog-Analog-Umsetzer (elektronisch) liefern ein Analogsignal, das sowohl zur Kontrolle aufgezeichnet auch im Analog-Datenarchiv abgelagert werden kann, als auch über die on-line-Datenerfassung einer sofortigen Echtzeitbearbeitung zugeführt werden kann. Zu diesen Meßwertgebern sind alle Induktionsspulenmagnetometer, lichtelektrisch kompensierende Magnetometer elektronisch aufbereitete Erdstrommeßstrecken, Temperaturregeber u.ä. zu zählen. Die on-line-Datenerfassung und -verarbeitung mit dem PRS 4000 erfolgt z. Z. an den international vereinbarten Tagen der erweiterten Registrierung kurzperiodischer Variationen. Die Ergebnisse werden im Digitaldatenarchiv für

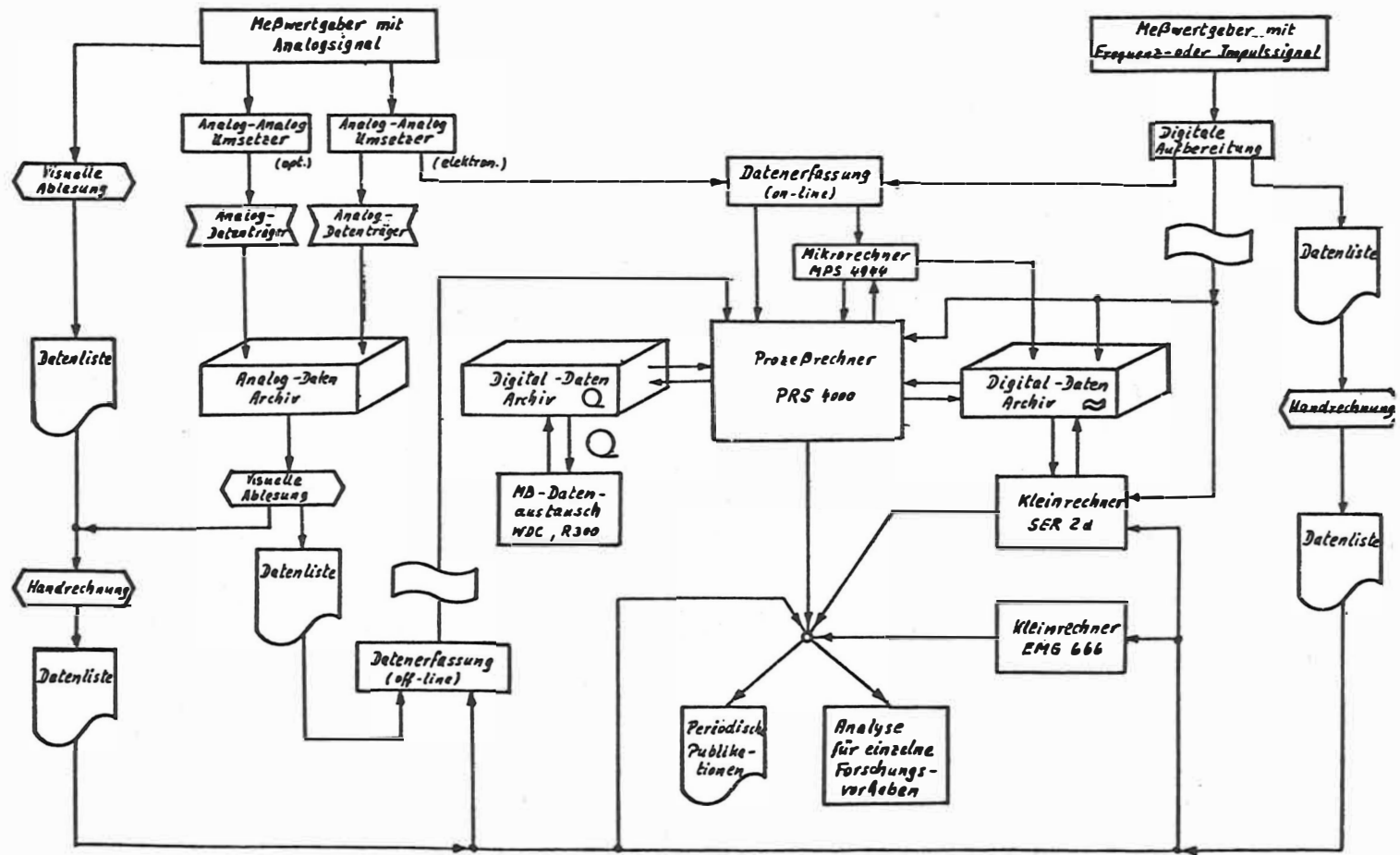


Abb. 3 Schematische Darstellung des Datenflusses am Adolf-Schmidt-Observatorium Niemeck

Magnetband und Lochband gespeichert, aber auch in periodischen Publikationen (Monatsberichte, Jahrbuch) veröffentlicht bzw. für die Analyse spezieller Forschungsvorhaben bereitgestellt.

Eine Erweiterung zeigt sich hier bei der on-line-Datenerfassung durch den Einsatz des Mikrorechnersystems MPS 4944 als Zwischenglied für eine rechnerkontrollierte Datenerfassung kleineren Umfangs. Dadurch ist es möglich, die rechnergestützte Beobachtung kurzperiodischer Variationen auch auf Zeiten außerhalb der international festgelegten Registrierintervalle auszudehnen, ohne die ständige Verfügbarkeit des PRS 4000 zu verlangen. Die im Mikrorechner zwischengespeicherten problemorientierten Filterwerte werden zu festgelegten Zeiten (zweimal je Tag) vom PRS 4000 übernommen, so daß der Rechner dann für längere Zeit auch anderen Aufgaben zugeführt werden kann.

- Im Verfolgen des Datenflusses aus dem Analog-Datenarchiv ist noch zu beachten, daß ein wesentliches Datenvolumen durch die visuelle Ablesung der Magnetogramme entsteht, deren Datenlisten (Reduktionshefte) über die off-line-Datenerfassung in Lochstreifen umgesetzt das Ausgangsmaterial für die Jahrbuchberechnung bilden. Der gesamte Komplex der Jahrbuchberechnung wird mit dem PRS 4000 durchgeführt. Ergebnisse erscheinen sowohl im Digital-Datenarchiv für Lochband und Magnetband als auch in offsetdruckreifer Form für die periodischen Publikationen.

Datenfluß der Meßwertgeber mit Frequenz- oder Impulssignal (Abb. 3 rechte Hälfte):

- Der überwiegende Anteil dieses Datenflusses wird von den ständig registrierenden Systemen der Protonenvektormagnetometer bestimmt. Zu jeder Minute werden je System die Komponenten F, Z und Y auf Lochband gespeichert. Eine routinemäßige Abarbeitung dieser, auch von den Außenstationen Warnkenhagen und Sosa gelieferten Lochbänder erfolgt off-line mit dem PRS 4000. Für die in Niemeck eingesetzten Protonenvektormagnetometer besteht zusätzlich eine Kopplung über die on-line-Datenerfassung. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen erscheinen sowohl in periodischen Publikationen (Monats-

berichte, Jahrbuch), werden aber auch für großräumige Analysen und spezielle Forschungsvorhaben weiterverwendet. Die Bearbeitung erfolgt dann auch mit dem PRS 4000, da speziell das Digital-Datenarchiv auf Magnetband und Wechselplattenspeicher in Form einer recht umfangreichen Datenbank für solche komplexen Untersuchungen gut eingesetzt werden kann.

- In der Abb. 3 ist auf der äußersten rechten Seite noch der Datenfluß für den Meßwertgeber mit Impulssignal (Schwingzeitmeßanlage) zu sehen. Die Daten dieser für Absolutmessungen eingesetzten Geräte werden nach der digitalen Aufbereitung über Drucker als Datenliste ausgegeben. Ihre Weiterbehandlung erfolgt wegen des geringen Datenvolumens vorwiegend durch Handrechnung. Die Verwertung der Ergebnisse geschieht in der gleichen Art wie die der Absolutmessung mit Meßwertgebern mit Analogsignal.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И СТРУКТУРИРОВАНИЕ СПУТНИКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ф.Л.Длиман, Б.П.Кац, В.П.Кривчикова, Ф.М.Фришберг

Институт прикладной геофизики Госкомгидромета

В работе рассмотрены особенности технологической цепи получения и обработки информации с радиометрического комплекса, установленного на борту ИСЗ "Метеор", проведены анализ информационных характеристик данных и структурирование информации как подготовительный этап к организации баз спутниковых данных.

Abstract

Radiometric information reception and processing technological chain is discussed in the paper, information characteristics of the data are analysed and structuring of data is fulfilled as a preliminary step of data base construction.

Zusammenfassung

In der Arbeit werden Besonderheiten der technologischen Kette der Gewinnung und Bearbeitung von Informationen mit dem Radiometrie-Komplex betrachtet, der an Bord des künstlichen Erdsatelliten "Meteor" installiert ist. Es wird eine Analyse der Informationscharakteristik der Daten und die Strukturierung der Information als Vorbereitungsstufe zur Organisation des Satellitendaten-Bestandes durchgeführt.

В настоящее время целый ряд таких важных задач, как обеспечение пилотируемых космических полётов, радиосвязь и радионавигация, надёжность функционирования энергетических силовых установок и др., требуют своевременного анализа и прогноза состояния радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве (ОКП), ионосферы, магнитного поля Земли. Поэтому весьма актуальной является проблема оперативного обеспечения заинтересованных потребителей необходимой информацией. Для этой цели в Институте прикладной геофизики (ИПГ) в рамках геофизических Служб создана и функционирует информационно-вычислительная система. В силу специфики деятельности геофизических Служб основным критерием качества функционирования этой системы является оперативность (т.е. доведение до потребителей гелиогеофизических данных и результатов их обработки в сроки, пока эти данные не утратили ценности для принятия решений).

Поэтому автоматизированная система должна обеспечить сбор, обработку, хранение, представление и распространение геофизических данных в режиме, близком к реальному масштабу времени.

Исходная информация поступает в ИПГ с обширной сети наземных станций наблюдения и искусственных спутников Земли (ИСЗ). К наиболее существенным особенностям этих данных можно отнести их уникальность, смысловую разнородность, значительный разброс пространственно-временных характеристик, разнородность форматов, несоответствие времени поступления информационных сообщений, времени наблюдений, постоянное поступление новой информации и необходимость её оперативного использования в комплексе с уже накопленными данными.

Значительную часть общего объема информации составляют данные радиометрического комплекса (РМК), поступающие с борта ИСЗ "Метеор". Особенности технологии получения и анализу структуры этой информации и посвящена настоящая работа.

Измеряемые на борту ИСЗ радиационные данные по телеметрическому каналу связи поступают на наземные измерительные пункты, где проходят предварительную обработку. Предварительная обработка осуществляется с помощью специализированной аппаратуры и состоит в декодировании телеметрического сигнала, контроля достоверности и выделении бортового времени. После этой стадии обработки информация по каналам связи передается в информационно-вычислительный центр ИПГ, который является функциональным ядром автоматизированной системы. По поступлению сюда информации, она подвергается первичной обработке.

На этом этапе осуществляется расшифровка поступающей информации, а также и привязка к московскому времени и географическим и геомагнитным координатам. Следующим этапом преобразования гелиогеофизических данных является их смысловая обработка, которая представляет собой расчёт обобщенных характеристик состояния среды и накопление результатов расчета, когда они служат исходным материалом для задач объективного анализа и прогноза. Характерной особенностью алгоритмов смысловой обработки является то, что они представляют собой обособленные части, ориентированные на решение определенных задач. Эти алгоритмы работают как с исходной информацией, так и с результатами расчетов. Управление процессом смысловой обработки осуществляется под контролем общего управления автоматизированной системой и заключается в определении моментов включения отдельных программ смысловой обработки, последовательности их работы и обеспечения доступа к данным из этих программ.

На всех этапах технологической цепи алгоритмы обработки информации строятся с учетом особенностей информационных характеристик данных. Ниже мы остановимся на рассмотрении таких характеристик для одной из важных составных частей гелиогеофизической информации – спутниковых данных. С точки зрения информационных характеристик, эти данные представляют собой однородный массив показаний установленных на борту ИСЗ детекторов, каждый из которых с определенной периодичностью измеряет потоки полей проникающих излучений. Каждому из показаний этих детекторов можно отнести вектор пространственно-временных координат ИСЗ. Это московское, местное, геомаг-

нитное время, высота, географические и геомагнитные координаты спутника, геомагнитная долгота Солнца. С борта ИСЗ поступают в закодированной форме показания детекторов. В центре осуществляется привязка этих показаний к пространственно-временным координатам спутника. Результирующий массив, хранимый в центре и используемый в оперативной работе геофизических Служб, содержит расположенные в хронологической последовательности показания детекторов со всеми соответствующими этим показаниям параметрами. Порядок следования показаний детекторов (в один и тот же момент времени могут сниматься показания сразу с нескольких детекторов) соответствует способу их коммутации на борту ИСЗ.

Постоянно возрастающие требования к возможностям использования спутниковой информации в оперативной работе для оценки гелиогеофизической обстановки и составления прогнозов, а также в научных исследованиях привели к тому, что существующая форма хранения и представления спутниковой информации оказалась недостаточной для решения всего спектра возникающих задач. Оказалось необходимым обеспечить более гибкий доступ к данным и, в частности, предоставить пользователям возможность ретроспективного поиска по всему объему хранимой информации и выборки данных по произвольному набору указанных характеристик. Для реализации эффективного информационного взаимодействия в системе необходимо обеспечить регулярное накопление, систематизацию и хранение гелиогеофизической информации. Эти "три кита" являются решающими факторами, обеспечивающими оперативность использования данных. Первым

шагом систематизации информации является оптимальная структурная организация гелиогеофизических данных, учитывающая как их информационные особенности, так и специфику их использования.

Рассмотрим подробнее вопросы, связанные со структурированием информации РМК с ИСЗ "Метеор". Массив данных, поступающих за один сеанс связи с борта спутника, можно представить как совокупность однотипных массивов, каждый из которых содержит показания одного из детекторов. Показания детекторов записываются в массиве в хронологическом порядке с фиксированной для каждого детектора периодичностью. Поскольку периоды снятия показаний детекторов различны, то и размеры массивов показаний также неодинаковы. Существенным является и то, что времена первых показаний детекторов в массивах, как правило, отличаются друг от друга. Каждое показание представляет собой группу цифр фиксированной длины. В силу периодичности снятия показаний детекторов эти показания можно не сопровождать временем. Зная начальный момент снятия показаний и положение интересующего нас показания в массиве, легко вычислить соответствующий момент времени, и наоборот, задавшись моментом времени, можно найти отвечающее ему показание соответствующего детектора. В используемой в настоящее время на борту ИСЗ "Метеор" аппаратуре детекторы работают в режиме простой периодичности (каждое следующее показание снимается через постоянный — для каждого детектора свой — интервал времени). Однако и при существенно более сложном режиме работы, в случае составного периода (показания сн-

маются через различные циклически повторяющиеся интервалы времени, сумма которых составляет сложный период), организацию массивов показаний детекторов можно оставить неизменной. При этом лишь усложнятся способы вычисления моментов времени, соответствующих заданным показаниям детекторов.

Отдельный массив составляют пространственно-временные координаты объекта. Он состоит из повторяющихся групп чисел, каждое из которых описывает значение одного из параметров, а вся группа характеризует положение спутника в фиксированный момент времени. Группы следуют в массиве в хронологическом порядке и имеют фиксированный формат, основанный на позиционном принципе записи составляющих элементов. Размеры этого массива, также, как и размеры массивов с показаниями детекторов, зависят от того, за какой промежуток времени передана информация с борта ИСЗ во время соответствующего сеанса связи. Обычно этот интервал времени колеблется от 10 до 16 часов. Важно отметить, что шаг по времени между двумя последовательными группами массива пространственно-временных координат ИСЗ отличается от шага между двумя последовательными показаниями детекторов (в первом он составляет одну минуту, а у детекторов колеблется от 12 до 48 секунд). Поэтому для точной привязки показаний детекторов по времени и координатам необходимо проводить интерполяцию пространственно-временных координат спутника. Поиск и связывание отдельных элементов из различных массивов осуществляется через привязку значений этих элементов к московскому времени, которое является единственным параметром, однозначно идентифицирующим значения

остальных параметров и показаний детекторов.

Вся спутниковая информация может быть представлена как расположенные в хронологическом порядке массивы данных, соответствующие последовательным сеансам связи с ИСЗ. Подобная организация спутниковой информации, когда показания детекторов отделены от пространственно-временных координат спутника, приводит к существенному уменьшению объема хранимых данных без потери их информативности. Одновременно возрастает и гибкость использования данных, так как облегчается обращение к ним по самым различным признакам.

Отметим в заключение, что предлагаемое в данной работе структурирование гелиогеофизических данных, поступающих с борта ИСЗ "Метеор", является предпосылкой создания банка оперативных данных – информационной основы автоматизированной системы.

Создание в рамках автоматизированной системы банка данных позволит :

- увеличить оперативность доступа к спутниковой информации и её использования для контроля, анализа и прогноза радиационной обстановки в ОКП ;
- осуществлять комплексный анализ и сопоставление данных за длительный период ;
- следить за динамикой развития явлений в ОКП ;
- проводить систематизацию данных для внешнего и внутреннего использования ;
- повысить эффективность использования информации в научно-методических исследованиях.

Головков В.П., Папиташвили Н.Е., Папиташвили В.О.,
Тимошкина Е.П., ХАРИН Е.П.

СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ В МЦД-Б

Резюме

В статье проводится системный анализ стандартной обработки геомагнитных данных в Мировых Центрах Данных. Рассмотрена структура системы обработки, определены выходные каналы потока геомагнитных данных. Приведены системы и комплексы программ стандартной и научной обработки базы геомагнитных данных и индексов.

Abstract

The paper is devoted to system analysis of standard processing of geomagnetic data in the WDC. There are defined the structure and output channels of the geomagnetic data stream. There are given examples for systems and complexes of programmes in standard and scientific processing of the base of geomagnetic data and indices.

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Systemanalyse der Standardverarbeitung geomagnetischer Daten im WDC. Die Struktur des Bearbeitungssystems wird betrachtet und die Ausgangskanäle des geomagnetischen Datenflusses bestimmt. Es werden Programmsysteme und -komplexe der Standard- und wissenschaftlichen Bearbeitung der geomagnetischen Datenbasis beschrieben.

Для того, чтобы получать новые фундаментальные знания о природе вариаций геомагнитного поля или научиться использовать результаты геомагнитных исследований в различных сферах человеческой деятельности, необходимо проделать ряд операций, порой многократно повторяющихся. Этот ряд операций можно назвать обработкой неких экспериментальных данных с целью получения более или менее ясных ответов на поставленные в научном исследовании вопросы.

Настоящая статья посвящена системному анализу стандартных операций с данными о вариациях магнитного поля Земли /рис. 1/. Стандартный материал о вариациях геомагнитного поля в виде таблиц, магнитограмм и различных индексов поступает с мировой сети геомагнитных обсерваторий в некую систему сбора, обработки и распространения этих данных. Накопление и научный анализ этого материала расширяют как фундаментальные наши знания о природе, так и имеют выход в народное хозяйство. Наряду с такой системой – назовем её "система I" – могут существовать и другие системы по сбору и обработке специальной геомагнитной информации – "системы II". В них используются глобальные и региональные сети станций и датчиков, часто организуемые для проведения каких-либо геофизических экспериментов. Здесь могут быть широко использованы ракеты, спутники, аэростаты и другие специальные виды наблюдений. Основной выход информации из этих систем может быть как непосредственно в народное хозяйство, так и в "систему I" для обобщений.

Мы рассмотрим более детально только "систему I" /рис. 2/. Поток стандартной геомагнитной информации распределяется между Мировыми Центрами Данных и научными институтами. Институты, в свою очередь, постоянно взаимодействуют с научными библиотеками и Мировыми Центрами, обмениваясь запросами и проводя компиляции данных. Фундаментом этой системы служит мировая сеть геомагнитных обсерваторий, своего же рода фасадом здания сис-

темы являются результаты преобразования геомагнитных данных.

На своем пути к конечному этапу – использованию в народном хозяйстве – геомагнитные данные претерпевают стандартную и научную обработку и используются в научных и прикладных исследованиях /рис. 3/. Первичная обработка потока геомагнитных данных достаточно проста. Это приведение их к единым масштабам и стандартным формам, расчет различного рода планетарных индексов и формирование базы геомагнитных данных и индексов /рис. 4/. Основные методы обработки – это идентификация, осреднение и стандартизация данных. Результат – приведение данных к виду, удобному для анализа и использования разными исследователями.

Схема научных и прикладных исследований на основе базы геомагнитных данных более сложная. Это определение пространственно-временных параметров методами математической статистики, корреляционного и спектрального анализов, проверка гипотез, сопоставление с другими геофизическими параметрами, построение математических моделей явлений и процессов /рис. 5/. В результате расширяется область наших фундаментальных знаний о природе геомагнитного поля, а расчеты его параметров и индексов позволяют строить алгоритмы использования геомагнитных данных для решения негеофизических задач.

Теперь, когда мы проследили основные функции Мировых Центров данных в системе сбора и обработки геомагнитной информации, рассмотрим конкретные схемы обработки, используемые и разрабатываемые в рамках МЦД-Б.

На рис. 6 представлен комплекс программ для обработки таблиц среднечасовых значений – одной из основных форм представления геомагнитных данных. Годовой объем перфокарт записывается на магнитный диск и, после корректировки отдельных ошибочных записей, сбрасывается на магнитную ленту в рекомендованном Международной Ассоциацией по Геомагнетизму и Аэрномии формате: в виде так называемого МАГА-файла [1]. Для проверки таких МАГА-файлов, подготавливаемых в МЦД-Б или полученных в рамках международного обмена данными, нами реализован на ЭВМ Единой Серии комплекс программ анализа метеорологических и геомагнитных данных [2]. В перспективе планируется реализация та-

ких программных комплексов для стандартной обработки геомагнитных данных в диалоговом режиме с внешних терминалов ЭВМ.

Одна из возможных реализаций системы научного анализа базы геомагнитных данных приведена на рис. 7. Универсальные модули поиска, осреднения и сортировки выводят из базы наземных и межпланетных данных о вариациях магнитного поля требуемые для научных программ интервалы, которые в свою очередь поступают в ряд научных программ для анализа, результаты которого могут быть выведены на графопостроитель. Эта система разработана в ИЗМИР АН СССР совместно с МЦД-Б для анализа 2,5-минутных цифровых геомагнитных данных, получаемых с сети автономных магнитовариационных станций в Антарктиде [3].

В рамках КАПГ на обсерваториях стран социалистического содружества проводится унификация обработки геомагнитных данных с цифровых магнитовариационных станций - ЦМВС [4]. В МЦД-Б накоплен пятилетний объём данных с сети советских ЦМВС: это 2,5-минутные значения вариаций геомагнитного поля в машиночитаемой форме. Опыт взаимодействия в этих вопросах с ИЗМИР АН показал, что наиболее удобной формой представления материалов в МЦД-Б является магнитная лента. Этап стандартной обработки геомагнитных данных желательно проводить ещё на обсерваториях или в институтах. Конечно, некоторый регулярный поток данных, например среднечасовые значения, может перерабатываться и в МЦД-Б. В таблице приведен список обсерваторий, по которым за соответствующие интервалы времени в МЦД-Б имеются данные по среднечасовым значениям на магнитных лентах ЭВМ ЕС. Постоянно расширяемый набор этих данных, добавление к нему 2,5-минутных значений, индексов и параметров межпланетного магнитного поля и магнитосферы в машиночитаемой форме создают основу для развития комплекса информационно-поисковых систем по геомагнетизму. Работа в таких системах может вестись только по заказам на макроязыке управления данными и программами, тем самым создавая структуру банка геофизических данных и научных программ. Ученый из любой страны социалистического содружества, находясь у себя дома или приехав в Москву, может получить доступ ко всей хранящейся в МЦД-Б геофизической информации.

СИСТЕМА I

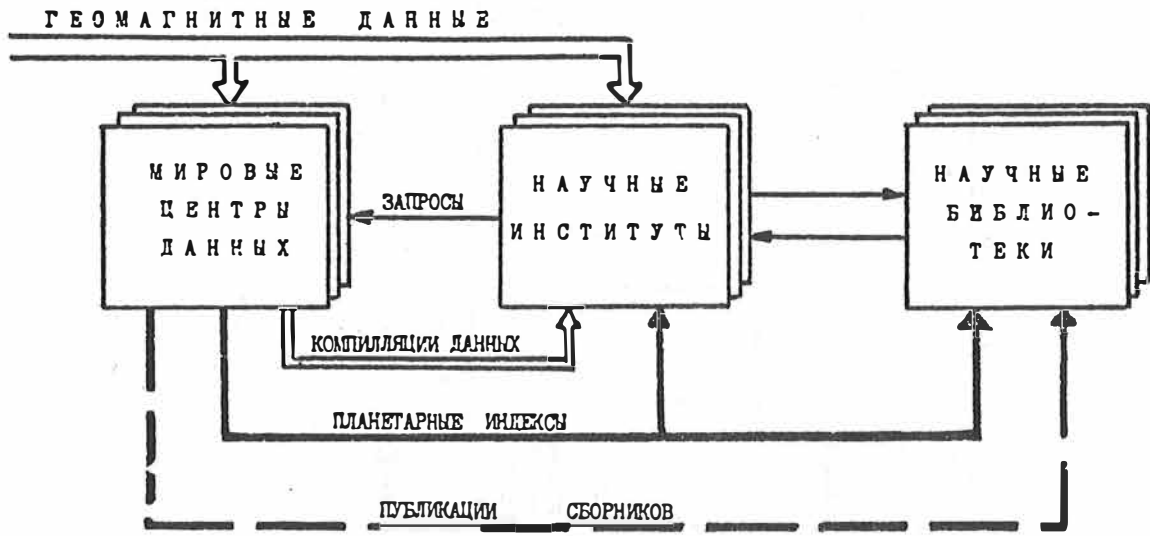


Рис. 2.

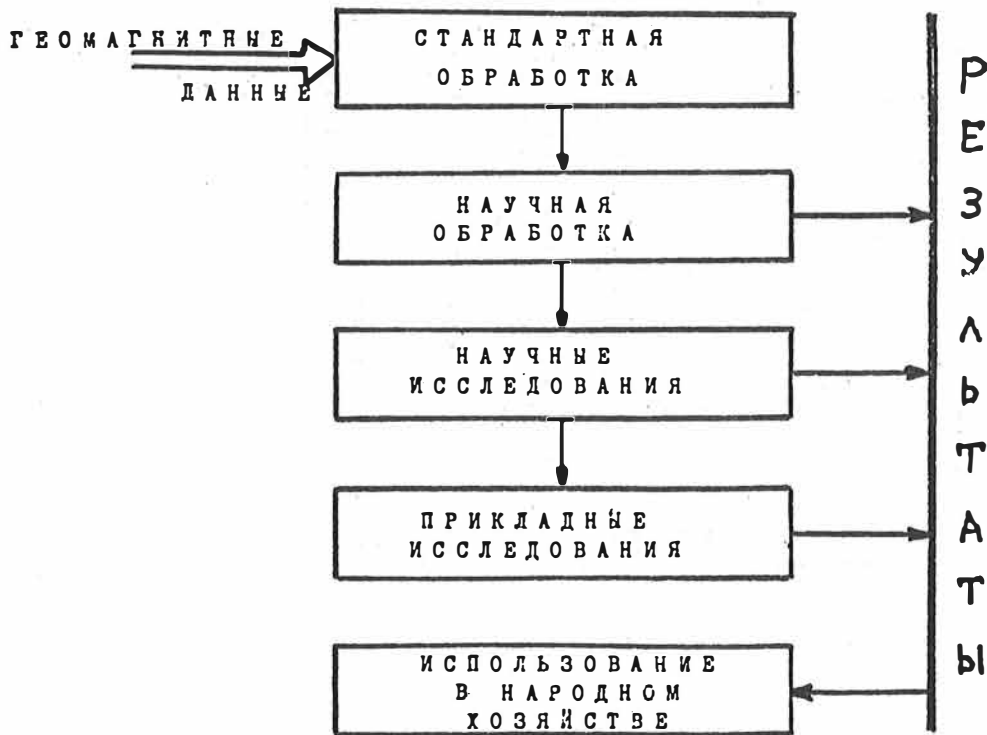


Рис. 3.

Рис. 4. СТАНДАРТНАЯ И НАУЧНАЯ ОБРАБОТКА
ПОТОКА ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ

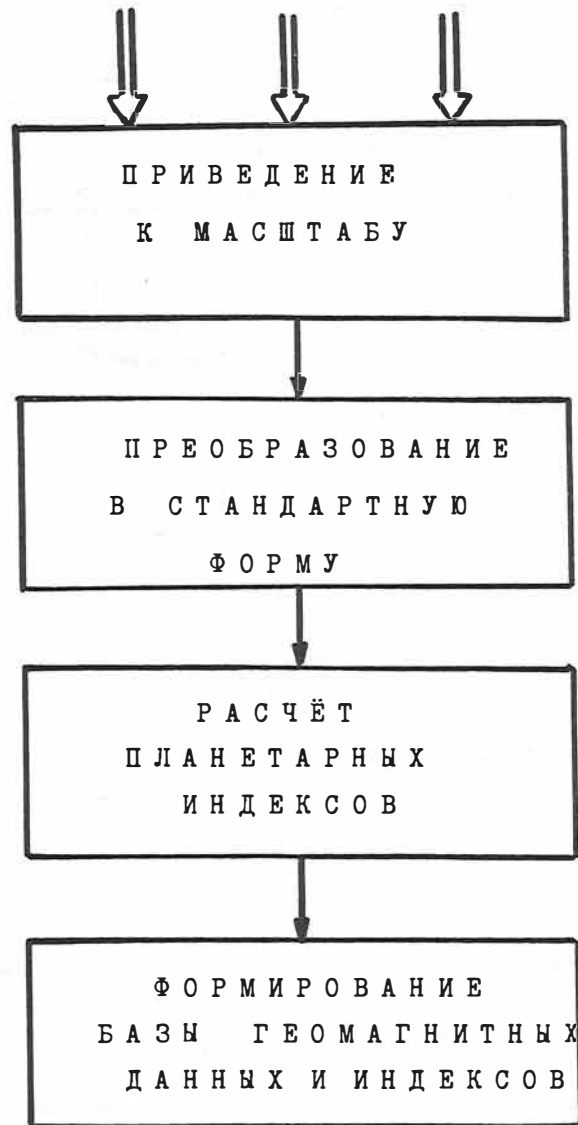
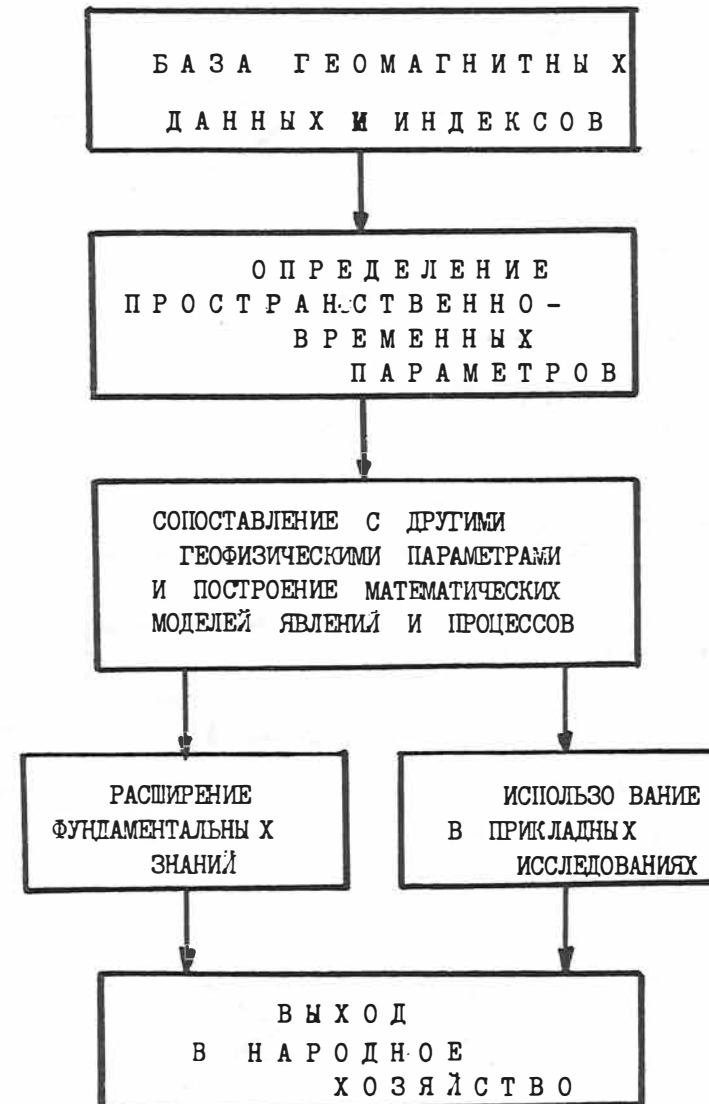


Рис. 5. НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ



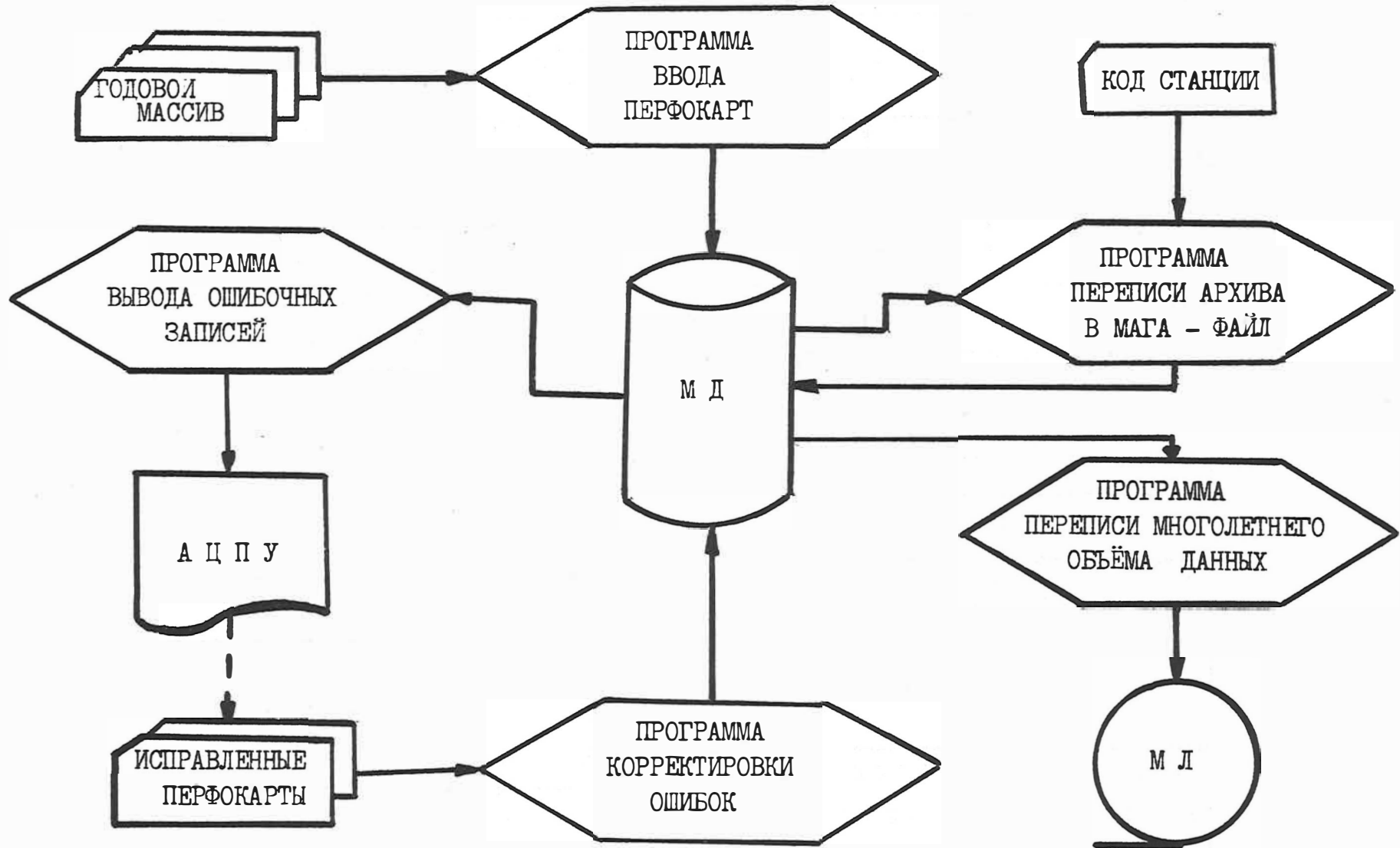


Рис. 6.

НАБОР 25-МИН. И СРЕДНЕЧАСОВЫХ ДАННЫХ

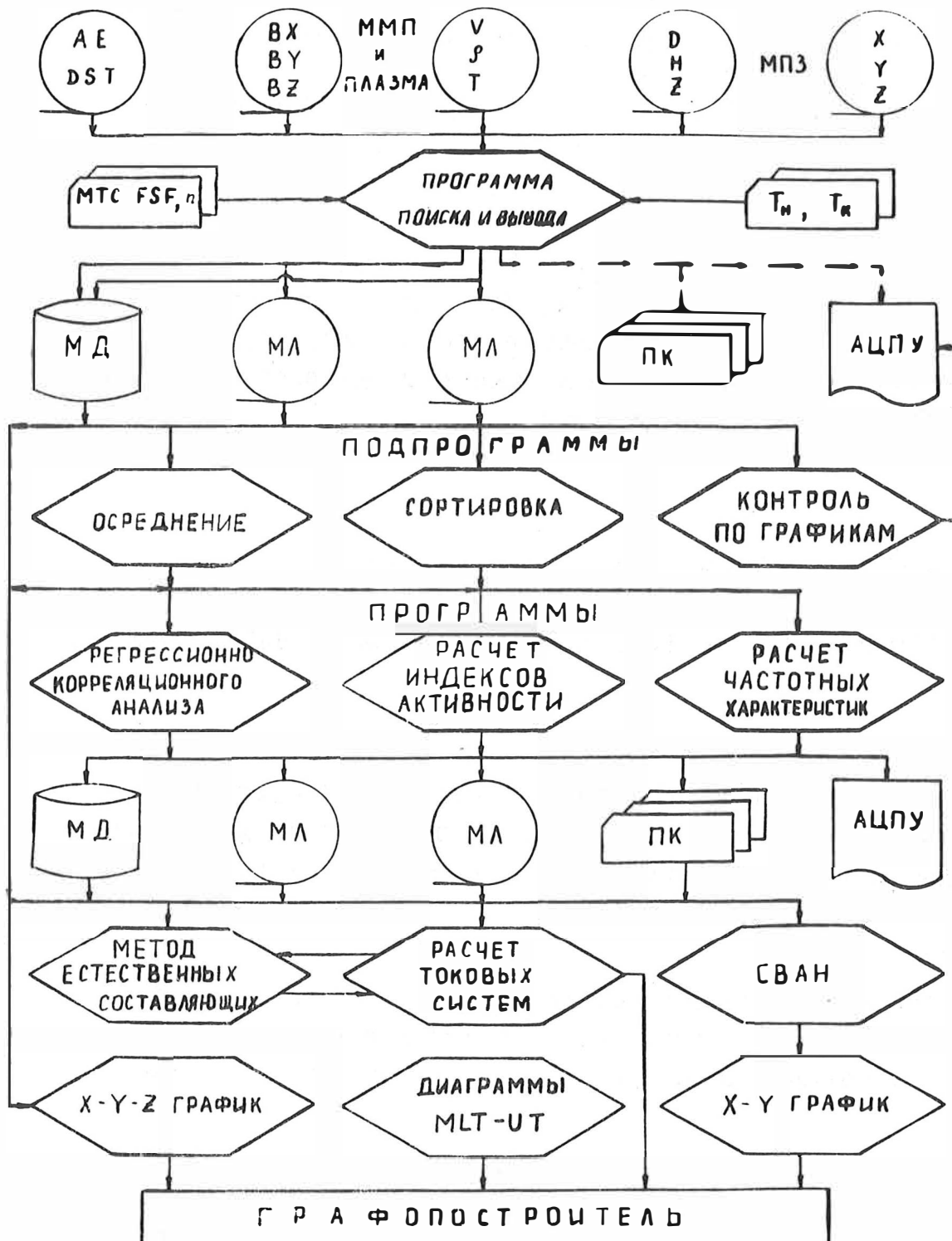


Рис. 7.

ЛИТЕРАТУРА

1. D.R. Barraclough, M.P. Fisher. Geomagnetism Unit, Rep. No. 7, Geophys, Div., Institut of Geological Sci., Scotland, 1969.
 2. J. Morris, J.C. Gupta. Program DATACK for editing of hourly magnetic and meteorological data. Preprint. Earth Physics Branch, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa, 1979.
 3. А.Н.Зайцев, В.О.Папаташвили, Г.А.Тимофеев, Н.Е.Папаташвили. Система обработки геомагнитных данных по проекту "Геофизический полигон в Антарктиде". Сб. "Геомагнитные исследования", в печати.
 4. А.С.Амиантов, А.Н.Зайцев, В.О.Папаташвили, В.Г.Петров. Опыт сравнительных испытаний и обработки данных цифровых магнито-вариационных станций на сети магнитных обсерваторий социалистических стран. Сб. "Геомагнитные исследования", в печати.
-

Ляховский В.А., Тимошкина Е.П., Штульберг Л.И.*

БАЗА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ МЦД И ЕЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Резюме

В этой работе описана структура базы МЦД. Обсуждаются специально составленные средства программирования для обслуживания базы данных и собрание программ применения.

Abstract

In the present report the structure of data base of WDC is described. Specially developed software for maintaining data base, and collection of application programs are discussed.

* Советский Геофизический Комитет, Мировой Центр Данных Б2

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wird die Struktur der Datenbasis im WDC beschrieben. Speziell entwickelte software zur Anwendung in der Datenbasis und eine Zusammenstellung von Anwendungsprogrammen werden diskutiert.

В Мировом Центре Данных Б2 на базе ЭВМ ЕС- 1022 проводятся работы по созданию банка геофизических данных. Целью этих работ является создание максимальных удобств для пользователей при работе в МЦД с большими массивами данных в машиночитаемой форме. На рис. I перечислены геофизические дисциплины и виды наблюдений по этим дисциплинам собираемые в МЦД Б2. Ниже приводятся объемы этих данных и скорости их накопления.

Вид данных	Объемы данных в байтах	Оценка скорости увеличения объема данных в байтах/год
1) Палеомагнитные данные	10^6	10^3
2) Тепловой поток	10^6	10^6
3) Сейсмология	$10^9 - 10^{10}$	$2 \cdot 10^6$
4) Солнечная активность	10^7	10^6
5) Постоянное магнитное поле	10^3	10^4
6) Переменное магнитное поле	10^7	10^5
7) Ионосферные наблюдения	10^7	10^5
8) Космические лучи	$5 \cdot 10^5$	10^3

Естественно, что для проведения исследовательских работ на ЭВМ со столь значительными объемами информации необходимо иметь сервисное обеспечение, которое позволило бы пользователю не знакомому с детальной организацией хранения этих данных тем не менее легко ими манипулировать. Реально это означает, что пользователь должен иметь возможность составлять стандартным образом запрос к системе, по которому система будет 1) выдавать разного рода справочную информацию о базе данных; 2) выдавать запрашиваемые данные либо непосредственно в программу пользователя, либо формировать файл из этих данных на требуемом внешнем носителе; 3) проводить стандартную обработку данных. Степень сложности системы выполняющей эти функции зависит от сложности структур базы данных и от типа стандартных запросов. Анализ логической структуры геофизических данных МЦД /I/ показал, что все они могут быть описаны с помощью древовидной структуры, причем глубина и разветвленность деревьев невелика. Логическая база данных представляет собой, таким образом, совокупность деревьев, каждое из которых соответствует некоторому разделу геофизических данных. Каждому блоку нижнего уровня на рис.1 соответствуют некоторые данные, имеющие собственную структуру, отраженную в соответствующих подсхемах /I/. В качестве примера на рис.2-4 приведены несколько таких подсхем. Двойные стрелки указывают на связь "один ко многим".

Следует отметить, что большинство проанализированных данных имеют тривиальную структуру - плоский файл. Иными словами, эти данные естественно организуются в файл, состоящий из набора независимых записей, каждая из которых состоит из одних и тех же (для данного файла) элементов расположенных в фиксированном порядке. Хорошим примером таких данных являются большинство сейсмических каталогов (см. рис.2).

Для автоматизации выборки подобных простых данных из базы, в МЦД используется система "Каталог". Эта система осуществляет выбор записей, элементы которых удовлетворяют заданным пользователем условиям и передает нужные элементы этих записей либо в программу пользователя, либо выводит их на заданный внешний носитель.

Задание на выборку создается используя символы алфавита, цифры и некоторые служебные символы и представляет собой логический полином, позволяющий накладывать любые условия на элементы записи.

Для включения нового файла в базу данных, обслуживаемую системой "Каталог" достаточно занести описание этого файла, состоящее из формата записи, имен и типов элементов записи и некоторой дополнитель-

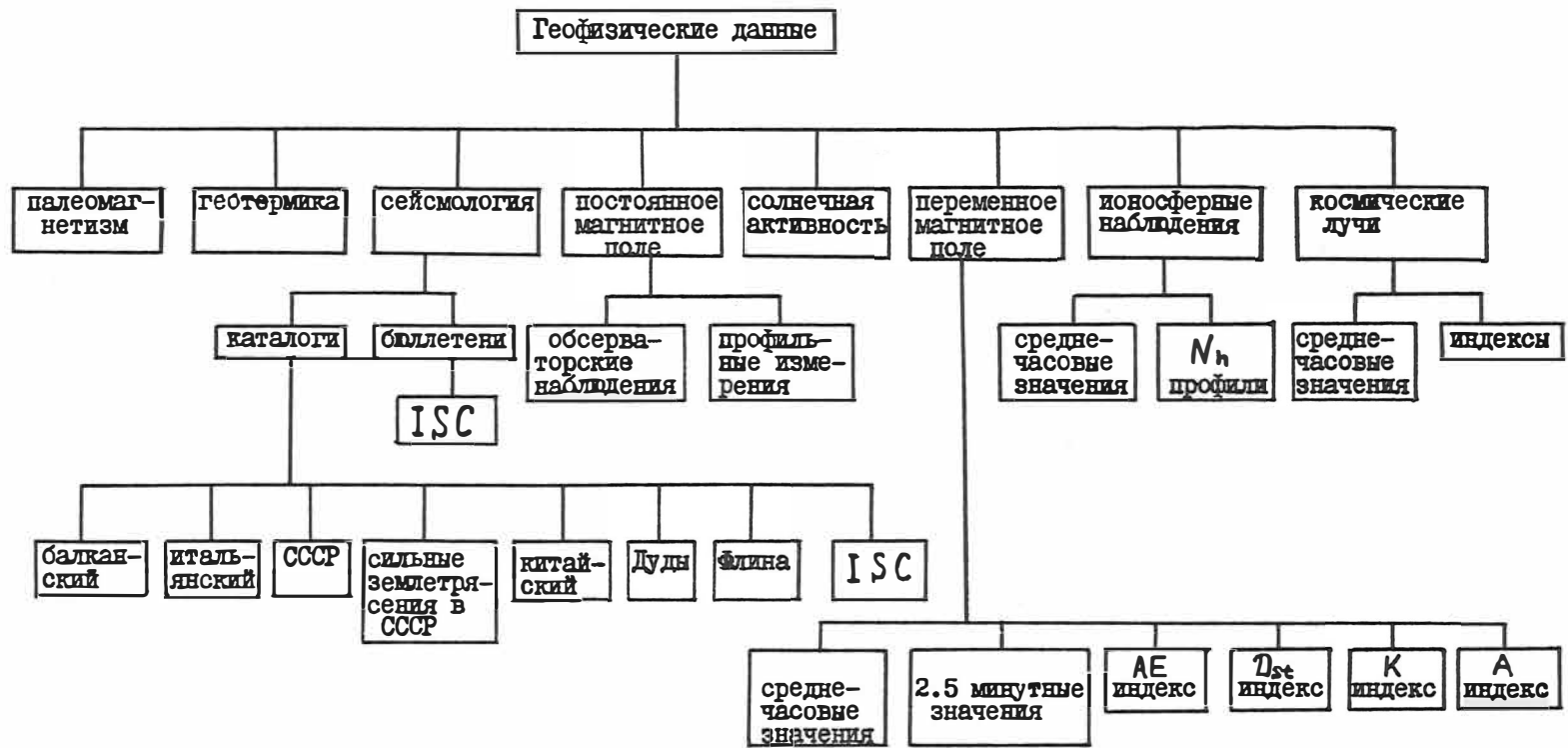


Рис. I С Х Е М А

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

день	ме- сяц	год	час	мин.	сек.	широ- та	дол- гота	глуби- на	№ района	магниту- да	коммента- рий

Сейсмический каталог Флина

Рис. 2 (Подсхема)

Сейсмический бюллетень I S C

(Схема)



Рис. 3

Стационарные наблюдения постоянного магнитного поля

(Подсхема)

ОБСЕРВАТОРИЯ

ИМЯ	признак продолжения	географические координаты		геомагнитные координаты		высота над уровнем моря	время работы обсерватории	
		широта	долгота	широта	долгота		начало	конец

ИЗМЕРЕНИЕ

Год	значения составляющих						
	\mathcal{D}	H	I	X	Y	Z	T

ИЗМЕНЕНИЯ

признак неизвестности	$\Delta \mathcal{D}$	ΔH	ΔI	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔT
-----------------------	----------------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

КОММЕНТАРИЙ

--

КОММЕНТАРИЙ

--

Рис. 4

ной информации в специальный модуль системы. Таким образом, нет необходимости проводить специальное редактирование нового файла при включении его в базу данных.

Для работы с данными более сложной структуры – древовидной – в МЦД создается система "Бюллетень". Эта система рассчитана на форматное представление данных. Каждый тип записи в дереве имеет определенный формат. Реально, при форматном представлении каждый экземпляр записи сопровождается номером ее формата и номером формата записи физически следующей за данной записью. Эти номера являются в некотором роде метками и ссылками. При этом существенно облегчается процесс поиска записи с заданным именем, т.к. система оперирует лишь с номерами форматов. Иерархическая структура таких данных отражается в соответствующих таблицах.

Возможности, которые эта система будет предоставлять пользователю, такие же как и у системы "Каталог".

Помимо информационно-поискового программного обеспечения для работы с базой данных в МЦД разрабатывается комплекс программ стандартной обработки массивов геофизических данных. В настоящее время разработана и функционирует система программ статистической обработки временных рядов позволяющая:

- 1) определять наличие линейного тренда во временном ряде
- 2) проводить фильтрацию
- 3) проводить спектральный анализ с помощью различных временных окон и методом максимальной энтропии
- 4) определять амплитуды и фазы соответствующих гармоник ряда.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Н.Вадковский и др. Структура базы геофизических данных МЦД. Доклад на Международном Симпозиуме КАПГ "Банки данных для комплексных геофизических исследований", ЧССР, Братислава, 1979г.

Galkin A.I., Kuklin G.V., Ponomarev E.A., Irkutsk

METHODOLOGICAL AND INFORMATION ASPECTS OF DATA ANALYSIS IN
PLANETARY GEOPHYSICS

Abstract

Some typical features of experiment realization in planetary geophysics are considered. The most general requirements to the measuring - and - recording instrument used in experiment are formulated. Peculiarities of primary data analysis: classification of initial data and model construction, are briefly described.

Zusammenfassung

Charakteristische Besonderheiten der Durchführung des Experimentes in der planetaren Geophysik werden betrachtet. Verallgemeinerte Anforderungen an das im Experiment verwendete Meß- und Registriergerät werden aufgestellt. Die Besonderheiten der primären Datenanalyse (Klassifizierung der Ausgangsdaten und Modellaufbau) werden kurz beschrieben.

Резюме

Рассмотрены характерные черты постановки эксперимента в планетарной геофизике.

Сформулированы самые общие требования к используемому в эксперименте измерительному регистрирующему прибору.

Кратко описаны особенности первичного анализа данных: классификация исходного материала и построение моделей.

The recent years have witnessed a significant increase of the volume of investigations in the field of planetary geophysics, where both the very aspect of geophysical science and the methodology of investigations have changed considerably during this time span. It is probable that the heroic era of "geographic discoveries" when striking results were attained by applying relatively simple means, has now been left behind. The outlook faces us of ever greater labor expenses per "unit of useful information" both in the form of making super-installations and on account of applying sophisticated "multi-level" methods of processing.

The methods and instruments utilized by geophysicists differ little from those in physics. The overwhelming majority of specialists-geophysicists have a "classical" physical and mathematical education, they prefer to think by the same categories as physicists and mathematicians do, and to describe the objects of their investigations and results obtained in terms habitual for physicists and mathematicians.

However it appears important and well-timed to pay attention to some typical features of the methodology of investigations in planetary geophysics /1/.

Even the very statement of the problem in physics differs from the one in geophysics.

In typical problems of physics solved experimentally, the investigator is able to clearly detect the phenomenon under study, he can neglect the influence of external causes being uncontrollable by the experimenter, upon the object of study since he for himself has troubled about to make that

their influence be insignificant. For most of the objects of study in physics, stability is distinctive in the sense that almost all physical phenomena studied in laboratory, can be repeatedly reproduced to a very high, nearly absolute degree.

It may be said that the object of study in physics is a "closed" isolated system.

Unlike physical experiment, in carrying out investigations in planetary geophysics one has nearly exclusively to deal with a multi-parametric "open" system. The influence of all external causes cannot be excluded or even if fairly completely taken into account in it. Even if the investigator is successful in somehow evaluating these causes, it remains unclear how their influence on the object of study should be taken into account since the contribution of each of them to the resulting observed effect varies from experiment to experiment in a nearly accidental, not always controllable way.

The foundation on which any investigation relies (both in physics and geophysics) are the basic physical laws. The most widespread aim of experiment is to describe the behavior of the object under study in terms of known physical laws. The task of the experiment is to place in accord with the phenomenon under study this or that physical law. In the framework of physical experiment, in carrying it out, as mentioned above, one is always able to detect the phenomenon under study and deflect one's attention from the many by-factors, the statement of such a problem is in principle beyond difficulty.

When organizing geophysical experiment, because the system under study is open, at the same time there are a great number of nearly equitable cause-and-effect relationships, geophysicists often encounter a difficulty even with a qualitative description of observable phenomena using the familiar physical laws. Each separately taken cause-and-

effect relationship might be established and described but due to their plurality and a not unfrequent nonlinear influence on each other one is not always successful in correctly detecting the determinant part in each specific case. For that reason, geophysics widely uses the regularity (Gesetzmässigkeit) concept. Unlike the basic physical laws that never and nowhere are violated, the regularity manifests itself only on the average for a large number of observation cases. Precisely as a result of such averaging, the influence of irregularly acting factors turns out to be excluded from consideration.

Table 1

"Laboratory" (classical) physics	Planetary geophysics
"Closed" system	"Open" system
Possibility of precise reproduction of experiment	Non-reproducibility of single experiment
Possibility of using the result of one separately considered experiment	Necessity to use representative totality of separately obtained results
Law (determinate property)	Regularity (stochastic property)

Regularity, in view of "non-categoriness" inherent in it, allows one to achieve reproducibility of the effect in each specific observation run only with a certain unpredictable deviation from results of previous experiment. This deviation implies many typical features of the error of measurement and therefore is at times called the "observation error". Its value may significantly exceed the proper errors of the measuring system and may be of the same order as they are.

Taking into account the fact of how expensive is to maximize

the accuracy of modern measuring systems it is desirable to evaluate both the expected value of the "observation" error and the accuracy characteristics of the instrument used in experiment.

Presently available measuring-recording instruments (the term "measuring-information system", MIS, is now being used to an ever greater extent) possess a rather complex structure. Even a one-channel MIS designed for measuring some one parameter or characteristic, is regarded as consisting of a number of units of different functional purpose. The use of MIS in experiment must necessarily be preceded by its metrological analysis, in the course of which the system proper error is estimated. It should be taken into account here that errors arise independently of each other in each of the system units.

Obligation of quantitative estimation of MIS error is obvious. Incorrect account of their influence may lead (and in some instances does lead) to groundless conclusions about the reliability of results obtained, unjustified overstating of requirements to the computational accuracy during processing of experimental results, etc. An error is rather frequently made that consists in substituting the value of total error of the system for the value of parameter determination accuracy in the final unit of MIS-recorder.

In correspondence with the general principles of information theory /2/, at the input of the measuring device (measuring information system) there is always a superposition of two processes: "useful signal" that carries information about the object under study, and noise (see Fig. 1). Since, as mentioned above, noise (or measurement errors) is produced also within the MIS itself, it is essentially and methodologically significant to make attempts to separate these two types of noise. As for

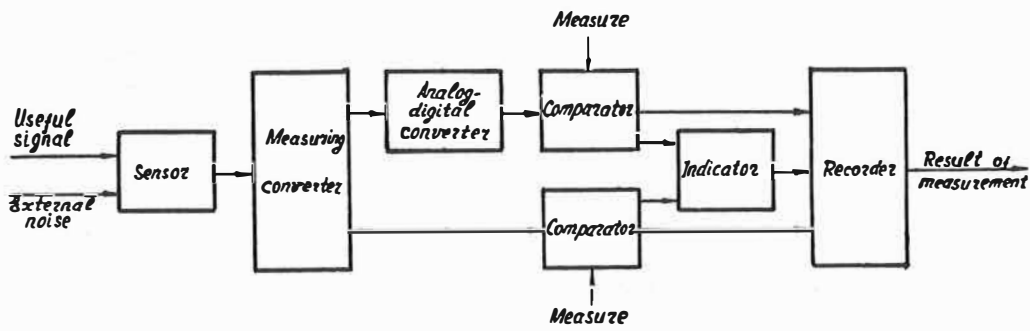


Fig. 1

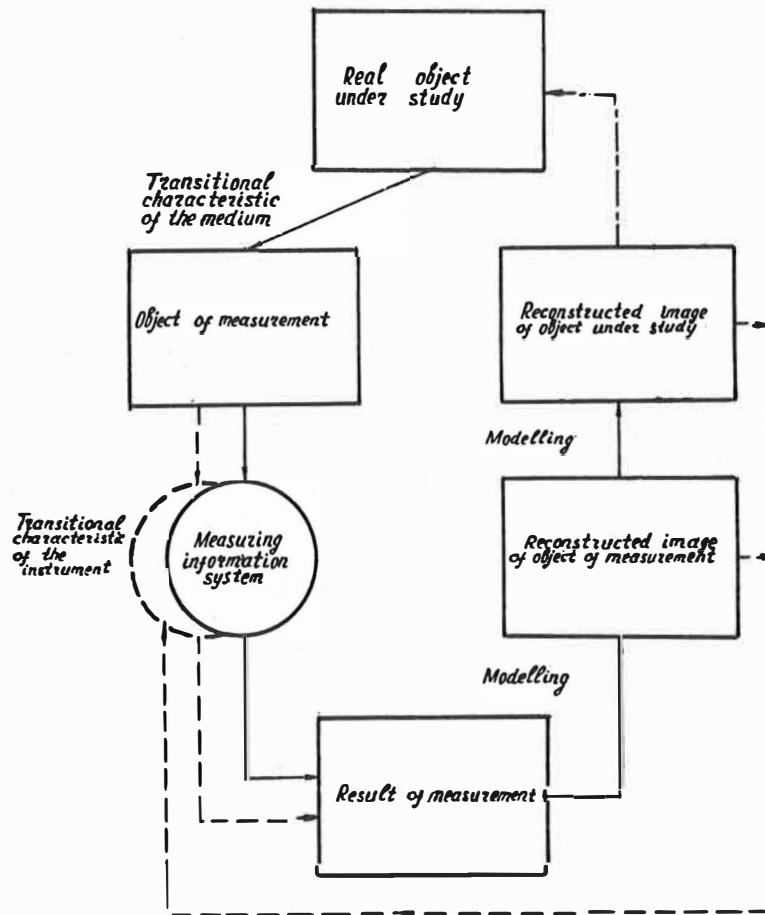


Fig. 2

geophysical experiment, this is the more so important because in an open multi-parametric system it is most often impossible to determine a priori what part of the signal coming to the input of the recorder carries useful information, and what part is noise. Depending on the kind of specific study problem, one and the same part can be both noise and a useful signal.

Analysis of data obtained in the course of geophysical experiment is further complicated due to the fact that in the course of geophysical experiment we have, in the absolute majority of cases, to deal with indirect remote measurements /3/. This means that account should be taken of the transition from the object under study (characteristic of the medium) to the object being recorded (physical value at the instrument input), and from that to the recording result (physical value at the instrument output)- see Fig. 2. In the course of analysis one must go through this chain in the reverse direction, from the recording result to the object under study, bearing in mind that all transitions are accompanied by additional distortions introduced. Considering the result of each individual experiment as an individual realization of the random (stochastic) process (or superposition of the random and determined processes) we come to a need, for carrying out an effective and objective analysis, to have available a sufficiently large amount of initial data, a representative set of realizations. There is also a completely required primary step of analysis, the preview of data; its classification, separation of a variety of objects under study using some clearly definite and easily detectable signs. The success of further advancement largely depends on the adopted system of classification /4-6/.

When choosing classifying signs, procedures not yet algorithmizable, are often used that are based on the investigator's experience and intuition. Nevertheless,

classification of results obtained must be performed according to more accurately and clearly formalized rules.

Any system of classification must possess properties of completeness, hierarchyness and unambiguity. This means that:

- 1) all known objects liable to classification must find their place in the classification system under development;
- 2) all classifying signs must be divided into groups (levels) used in classification in consecutive order; signs of the highest order used first in classification must possess the largest generality;
- 3) to each classification unity of the lowest level must correspond, if possible, one and only one set of qualifying signs.

The signs, with which classification is made, may refer to external manifestations of physical processes of different nature. Because the object under study, as mentioned above, is evaluated from results of indirect remote measurements, recording results rather than even the objects under study themselves are often subjected to classification (see Fig. 2). This naturally presents additional problems in the course of further identification, connected, in particular, with the fact that the signs detected clearly and easily in analysis of recording results, may be insignificant (non-informative) for the object under study.

The task of classification is detection of homogeneous sets of objects of the same nature. A priori, one of course cannot be sure of that such separation using external signs will be successful in the sense that objects of different nature will get into different classification clusters. As in animal kingdom, the morphological likeness not always means genetic kinship, let us remember dolphins

and fishes. Of course, also a reverse statement - phenomena of the same physical nature may strongly differ morphologically, - is justified. By the way, nature does not seem to make available to us a better alternative for primary treatment of data than morphological classification. Therefore it is thus far worth striving for such efforts be made consciously and, if possible, carefully.

Table 2 gives different variants that arise in constructing a classification system.

Version 1 corresponds to the case of informative classifying signs.

Version 2 illustrates the surplus information of the sign.

Version 3 corresponds to an inadequate-informative sign leading to a need to revise experiment.

Such revision is in principle possible on account of the action both on the object under study (dash-dots in Fig.2) and on the measuring system used in experiment. Only the MIS modification is realized in geophysics which is illustrated by the dotted line in Fig. 2.

Table 2

	1	2	3
Classifying sign	a' a''	b' b''	c
Object to be classified	\downarrow A_1 \downarrow A_2	\swarrow \searrow B	\swarrow \searrow C_1 C_2

After more or less detailed classification, one can pass on to constructing the model of the object under study. Simulation is the main way of study in planetary geophysics.

If the foundations of modeling are formed by physical laws, we call such a model a physically adequate one. A peculiar alternative of such models are empirical models, construction of which is based on empirical regularities.

Models used in planetary geophysics can be divided also after another principle. Let us call the model a structurally adequate one if it is possible to trace a correspondence between the object under study and its model in all parts of the model. Content of such a model are, as a rule, physical mechanisms. The ultimate aim of the study is the construction of a structurally adequate model. It is rather frequently difficult to construct such a model at once. Then one should construct a functionally adequate model, for which the correspondence to the object under study must be satisfied only at the input and output (i.e. the model of a corresponding "black box"). Such models happen to fit quite well the achieving of a number of applied practical aims, e.g. the solution of the task of forecasting, which is rather vastly accepted in planetary geophysics.

As an illustration of the functionally adequate model we might mention the Ptolemaeus solar system model, while an example of the structurally adequate model in this case is the Copernicus-Newton model.

In recent years, planetary geophysics has used fairly effectively the so called hybrid models which combine the properties of structurally and functionally adequate (physically adequate and empirical) models.

The problems considered in this paper are not quite new from the viewpoint of principle. On its development way physics has now passed those stages which at present are being passed by planetary geophysics.

The "cognition spiral", as new information is being accumulated, returns us to old problems but we (armed with the formely acquired experience and knowledge of new facts) come to revision of these problems, to construction of new models, which provides us with an irrefutable advantage over the tailor making turning of old clothes.

Literature used

1. V.V.Nalimov. Teorija eksperimenta (Theory of experiment. In Russian), "Nauka", Moscow, 1971, 207 p.
2. G.I.Kavalerov, S.M.Mandelshtam. Vvedenie v informatsionnuju teoriju izmerenij (Introduction to information theory of measurements). "Energiya", Moscow, 1974, 375 p.
3. A.S.Alekseev. Problema novikh metodov v geofizike (The problem of new methods in geophysics). In: Metodologicheskie problemy sovremennoj nauki (Methodological problems of modern science), "Politizdat", Moscow, 1979, p.130-143.
4. B.G.Dolgoarshinnykh, G.V.Kuklin. On recognition of "proton" and "non-proton" flares. In: Issledovaniya po geomagnetizmu, aeronomii i fizike Solntsa, v.42, 1977, p.44-47.
5. B.G.Dolgoarshinnykh, G.V.Kuklin. Forecast of active region development by constructing logical recognizing graphs. In: Issledovaniya po geomagnetizmu, aeronomii i fizike Solntsa, v.37, 1975, p.24-31.
6. Yu.I.Vakulin, I.Vasilyev, V.A.Parkhomov, E.A.Ponomarev, V.A.Shaftan. Investigation of the relation between auroral radio reflections and irregular geomagnetic pulsations. In: Issledovaniya po geomagnetizmu, aeronomii i fizike Solntsa, v. 39, 1976, p.144-152.

Computer Controlled Data Collecting System
aboard Research Vessels of the Institute of
Marine Research

by
Friedrich Moeckel

Institute of Marine Research of the Academy of
Sciences of the GDR
Seestrasse 15
DDR - 2530 Rostock - Warnemuende

Zusammenfassung:

Für den Einsatz auf den beiden Forschungsschiffen des Institutes für Meereskunde wurde ein rechnergesteuertes Datenerfassungssystem entwickelt. Das Multi-Mess-System für hydrologische, meteorologische und nautische Daten eignet sich für kleine Schiffe und Präzisionsmessungen in Gebieten starker Schichtung sowie für Meßtiefen über 2000 m. Prinzipien und Einzelheiten der apparativen Lösung, Vorteile der Verarbeitung frequenzanaloger Information werden erläutert zusammen mit Methoden zur Fehlersuche sowie Datenkompression zur Telemetrie. Es wird über Erfahrung aus 4-jähriger Applikation an Bord berichtet, insbesondere Fremdstörungen, interne Ausfälle, Personalprobleme und jährliche Einsatzstunden.

Abstract :

For use aboard the both research vessels of the Institute of Marine Research a computer controlled data collecting system has been developed. It is a multi-measuring system for hydrological, meteorological, and nautical data, proper for little ships and high precision measurements as well in regions with strong stratification as in oceanic waters down to over 2000 m. Principles and details of the instrumentation, the advantage of handling information in frequency analogous form are explained together with methods for tracing disturbed values and data compression for telemetry. Experience from 4years application is reported, especially problems of liability to external interferences, internal troubles, personal problems and hours of operating per year.

Резюме:

Для установления на обоих НИС Института мореведения АН ГДР была разработана система заготовки данных, которая управляется ЭВМ. Многократна-измерительная система для гидрологических, метеорологических и навигационных данных годится для мало-тоннажных судов и точных измерений в областях сильной стратификации воды как и для измерений в горизонтах глубже 2000 метров. Принципы и подробности конструкционного решения, преимущества применения частотно-аналогичной информации объясняются совместно с методами поиска ошибок и концентрации данных для дистанционной передачи. Сообщается об опытах при четырехлетнем применении на борту судна, особенно о посторонних повреждениях, внутренних выходах, проблемах с персоналом и ежегодном времени работы.

1. Introduction

A special computer controlled Data Collecting System OM75 for research ships has been developed in the Academy of Sciences of the GDR (AdW) and installed aboard the 2 research vessels of the Institute of Marine Research (IFM).

Among others the following functions should be fulfilled

- universal application aboard manned, swimming platforms, especially on small, inexpensive ships (lab of 3x4m²)
- no service or repairs by the manufactors of the equipment during journey
- proper for hydrography from shelf waters with strong stratification to oceanic water down to \approx 2000 m
- multi-measuring system for hydrological, meteorological, and nautical data
- simultaneous measurement of hydrological parameters
- data collecting and processing by a small inexpensive computer (dimensioned data from different sensor outputs, tracing and elimination of errors, preparation for storage in peripheral units, compressing for telemetry and digital diagrams)

- detection of critical situations and prevention of harmful operations in the Oceanographic equipment (lost of probes)
- in normal hydrographical series resolution in space and time 0.2 m respective 1 s
- resolution of measuring range better than 24 000 steps (14 Bit)

The methods and details of the solution differ in some principles and details from the systems used in geomagnetic observations. Common to both is the computer controlled, automatic collection and processing of data for the investigation of environmental processes in space and time.

2. Some details of the system OM75

2.1 Aboard marine research ships the rate of data collected per second changes very much.

When a ship^{is} going from one measuring position to the next within its working region, nautical, meteorological and some hydrological surface data are measured. Then the data rate drops beneath 5 Bit/s, which may be collected in sets 50 times per hour, beside collecting, control, processing and external storage of these data, the system has plenty of time for off-line processing of other data.

During normal hydrological series the data rate rises to nearly 1000 Bit/s. This corresponds with the writing speed of the daro 1250 magnetic tape cassette units. So series from 30 to 50 minutes are possible with 1 cassette, depending on the cassette type.

Only for special investigations of extreme " fine structure " by a free sinking probe with spatial resolution better than 1 cm a continuous registration on tape cassettes is impossible, then the data are buffered in the memory of the computer, the capacity of 1 file is limited to 2 or 3 kilowords.

2.2 In the OM75 small computers type KSR 4100 produced by Robotron are used, the technical data correspond to the Hungarian TPAi and the former PDP8 of Digital Equipment Corporation. In the OM75 a variant is installed with a memory of 24 kilowords each of 12 Bit. Among the small, freely programmable computers available in the GDR at that time, the KSR 4100 was preferred because of

- tolerable environmental conditions (+ 5 to + 40°C)
- modular construction proper to installation in narrow rooms aboard small vessels (1 cupboard with standard chassis 520 mm broad) of $b = 575$ mm
 $h = 1800$ mm $d = 500$ mm
- sufficient capacity for on - and off-line processing
- freely programmable
- low price (about the half of a Robotron 4201 computer)

2.3 A timer delivers all necessary marks between 1 μ s and 1 year connected with the computer and digital watch displays in the labs and the navigation rooms. In Niemegek a dc amplitude analogous system is used with a set of commercial digital voltmeters. A special feature of the OM75 is frequency analogous information. For this, 2 groups of frequency analogous inputs are used, each containing 16 dual counters of 20 Bit. The first set works with 1-s integration simultaneously in all 16 channels, the second with 1 minute integration. The pause between succeeding integration periods is 0.2 s respectively 0.2 min. The data transfer between the counters and the computer goes by direct memory access (DMA). Some reasons for the use of frequency analogous inputs were

- when starting the development of the computer controlled system OM75, the IFM possessed know-how in constructing high-precision, reliable, submersible sensors with frequency analogous outputs (details of which had been reported 1977 in Libliče).
- the hardware integration (averaging) by frequency counters is extremely simple. It relieves the computer of a multiple amount of data (capacity of memory) along with primitive averaging.
- the simultaneous integration in all channels avoids errors by time sharing if a new function is calculated from sets of several measured parameters.
- the time relation pause/integration = 0.2 is equivalent to continuously measuring and generates no statistical uncertainty of the data
- voltage controlled oscillators (VCO) are available as hybrid circuits now (KKWH type 81-13 SG L6), so the development of further frequency analogous sensors with errors beneath 1% became easy.
- sensors as proton-magnetometers may be directly connected to frequency analogous systems

2.4 For digital in - and outputs, the OM75 has the ' programmed channel ' of the KSR 4100 and the standard interface telex, Sif 1000 mod, Sif 1000 (daro), Si 1.2 (chain), Si 2.2 (line), here the standard periphery is connected. A survey of the data in/ out-puts shows fig. 1. The marketable robotron periphery is used such as 2 teletypes T 51 dat 2, 1 punch tape reader 1213, 1 tape puncher 1215 , 1 alphanumerical printer 1156, 2 magnetic tape cassetts units 1250. In the research vessel A.v.Humboldt 2 computers complete with periphery are installed. Here additionally a SSPI buoy electronic has been connected for tests. It is part of the SSPI satellite data collecting system still in development by a group of socialistic countries and not yet operating 1980.

This system will permit the transfer of 1024 words each 9 Bit per day and per buoy with a lag time maximal 24 hours and is destined for data collection from 16 platforms by 1 rotating satellite. In the GDR SSPI data may be received by the station Neustrelitz of the Institute of Electronics of the AdW, later on if necessary directly by the user.

3. On-line data collecting with 1.2 s repetition rate

The 1.2 s sampling rate chiefly is used for hydrographical series. The cassette units need the prevailing part of the time. Therefore only few logical operations are possible. After data transfer (DMA) an equation of 3 rd degree is applied to each value X_N

$$Y_N = A_{N,0} + A_{N,1} \cdot X_N^1 + A_{N,2} \cdot X_N^2 + A_{N,3} \cdot X_N^3$$

for the calculation of the measured parameter Y_N . The matrix of coefficients A of all sensors is given by teletype or punch tape and remains in the memory until it is corrected. The processing of nonlinear sensor characteristics is a fundamental advantage of computer monitored systems. This is of growing importance with increasing precision of the measurements. It permits the use of the reproducibility of sensors even if they d'ont have exactly linear characteristic, for example temperatures in the ocean are measured with errors of 0.01 K.

The Y_N are stored on cassette tapes together with time information and marks (word, set, file). Calculated pressures are compared with the memory for closing water bottles for chemical and biological analysis. If reaching such a value a closing command is sent, the consecutive number of the bottle joint to the set. Additional the control of cable strength is made regularly, a command triggered in case of critical values.

During the collection with 1.2 s repetition, 1.2 minute data are stored over 45 min in the computer memory without processing. The letter is automatically done after stop of the 1.2 s collecting. If the calculation of geographical positions from Deccameter, a mean wave radio navigation system, data is requested during hydrological series, the demand is stored till the end of the series. In all cases, full time information (day, hour, minute, second) is added automatically at beginning and end of each series and to positions calculated automatically or on request.

Data sets collected with 1.2 s repetition rate may contain

- static water pressure
- dissolved oxygen
- electric conductivity
- water temperature
- current direction)
- current speed) or 2 current components
- sound velocity
- pH
- wind speed
- etc.

(all simultaneously averaged over 1 s)

Most of the hydrographical series are vertical profiles made by a sinking probe, sometimes time series in a constant depth are necessary. Further processing is made off-line often together with on-line - collecting of 1-minute data.

4. On-line data collecting with 1.2 minute repetition

The 1.2 minute sampling rate is preferred for the investigation of horizontal variations in the sea surface when the ship is going to her next position and for meteorological data. With regard to the high concentration of electric machines and active radio equipment aboard, with growing averaging time the probability of disturbed values rises. The 1-minute averaging showed satisfying results, longer integration, may be done after automatic error control by the computer. Analog to the 1-second system a function of 3rd order is allowed for each sensor. Before storing on magnetic tape cassettes the desired final results are calculated such as humidity from the dry and wet bulb of an aspiration hygrometer together with the barometric pressure, radiation balance, absolute wind values, salinity from conductivity and temperature of the water, chlorophyll from fluorometer measurements etc. As mentioned above, during 1-s-series all 1-minute data are stored temporarily in a buffer without processing.

5. Off-line processing of hydrographic series aboard

A higher degree of data processing aboard is necessary for several purposes. The judgement of a hydrologic situation requires values of the salinity and the density. Both cannot be measured "in situ", they have to be calculated from conductivity, temperature, and pressure. Operational corrections of experimental research programs (duration between some weeks and half a year far from the home institut) become easier if additional diagrams are plotted or printed.

Real time data are transmitted over radio lines to operational services TESAC of the WMO or others) and to coordinating centres of international programs, other data by SSPI-satellite system to the Institute.

In any case 3 steps are necessary

- tracing of disturbed values and uncertain sets, their correction or cancellation
- data compression without notable lost of information and with more reliable results
- calculation of new variables as function of several measured parameters

5.1 Simple tracing of disturbed values and uncertain sets

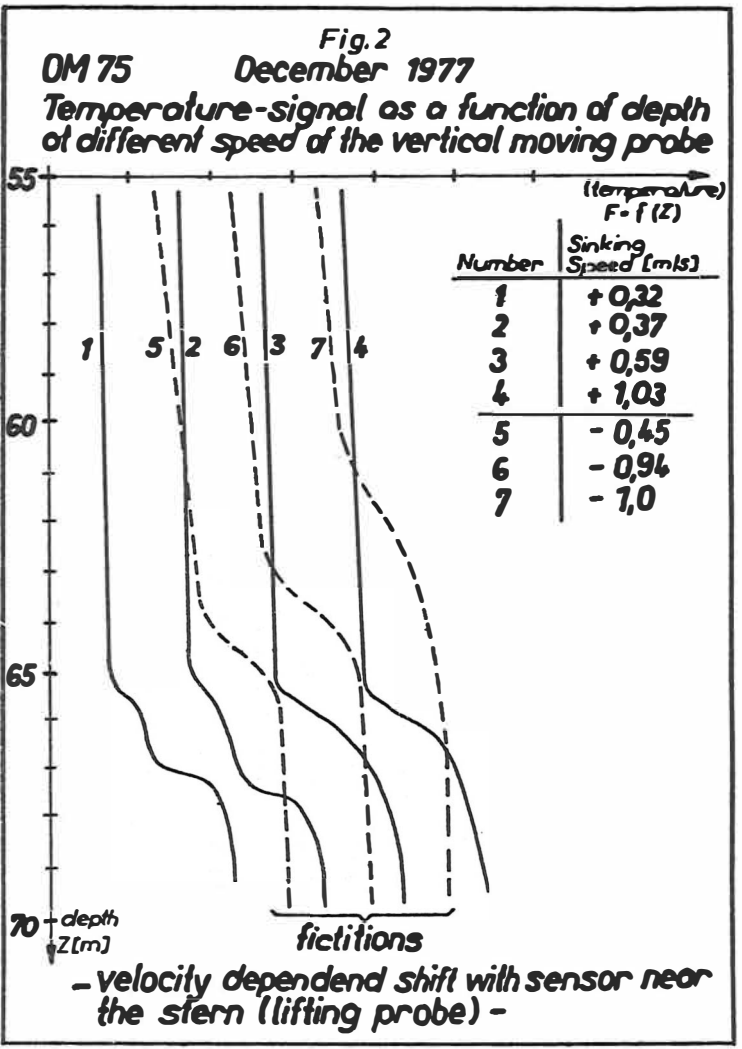
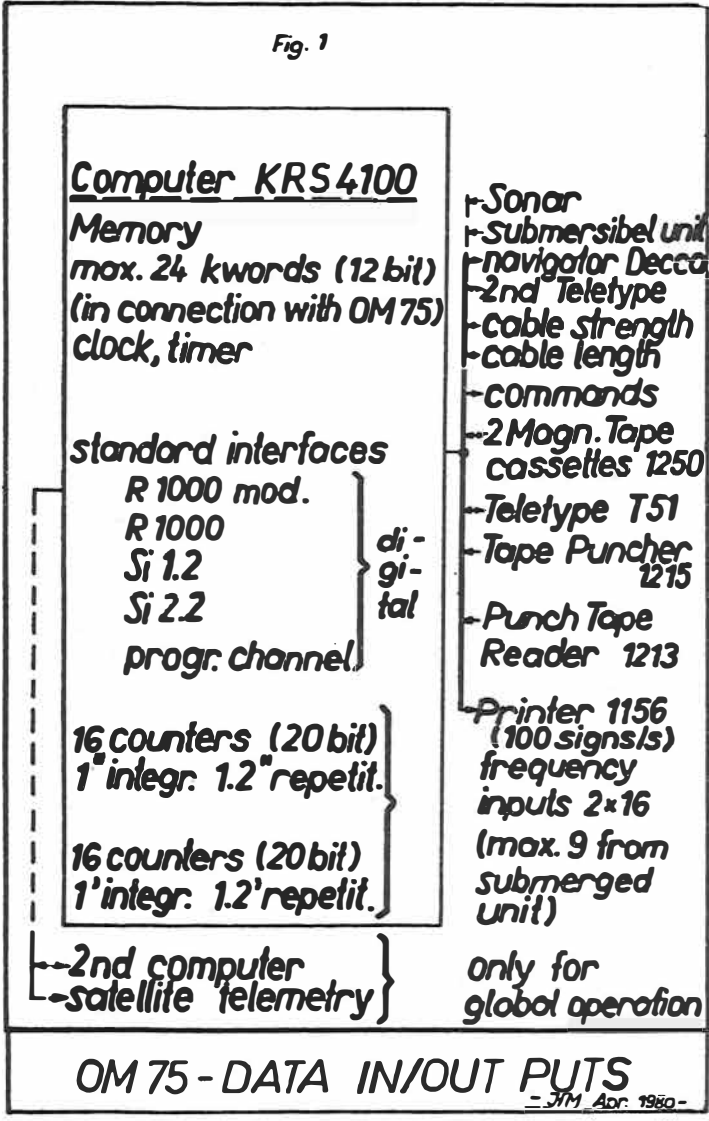
5.1.1 Under and upper absolute limits are given for each parameter.

This primitive method detects only evident errors, isolated are replaced by the mean of the preceding and following. In case of accumulation the program stops, decision by the operator is expected.

5.1.2 Typical for multi-purpose, hydrographical probes are small disturbances near the bow and large near the stern when moving through the water, the result on measurements is shown in Fig.2 . With the temperature-sensor at the bow (dropping probe, curve 1 to 4) a temperature step is measured between 65 and 68 m at probe-speeds from 0.32 to 1.03 m/s. With Lifting probe (temperature sensor at the stern, curve 5 to 7) a speed-dependend, fictitious shift of the temperature step occurs up to 60 m . Due to the mechanical coupling of the probe with the rolling ship, even with a sinking probe sets with regressive depth (pressure) occur. These are cancelled, since the original structure of the water is disturbed.

5.1.3 Peak control

The next step is the comparison of the vertical gradients of each parameter Y equivalent to $\Delta Y / \Delta P$ (P = pressure). Only if the sign of succeeding gradients is different (peak) additional test is made if given gradient limits are exceeded, in case the improbable value is replaced by the mean of the two adjacent. This relatively simple procedure uses only gradients of 1st order which are anyway necessary for data compression and it proofed effective, the great



majority of faults was detected.

5.1.4 As result of the validation according 5.1 the data of the 1-s-integration block showed low 'self-raise', ≤ 0.002 K in the temperature and ≤ 0.003 mS/cm in conductivity.

5.2 Data compression aboard for real-time information

Dependent on the depth range, standard depths are listed. Linear interpolation is applicated using the mean value and the mean gradient of all sets between $0.5 \times$ step width above and beneath the standard depth. Extra sets are interpolated from 3 original sets, if given limits of vertical gradients are exceeded. So, few data are calculated if the variability is small and vice versa, the letter is important in regions with high stratification. In depths with low stratification data compression of 8:1 often is possible without notable lost of spatial resolution.

5.3 Real-time calculation aboard of new variables as function of several measured parameters

Important oceanographic variables as salinity and density are calculated from 3 direct measured parameters. The attempt of calculation set by set from 1-second on-line data often results in an evidently higher fluctuation of the new variable compared to the source parameters. The reason is unequal water circulation around the sensors as explained in 5.1.2 and not the difference of electronic time constants of different sensors. The calculation from validated and then averaged parameters reduces such mistakes.

5.4 In all, the described data processing is sufficient for real-time information, a little computer can do this. For further processing the institute has an ES 1010 and a central data bank on magnetic tapes. Data exchange with Kopenhagen (Baltic data) and other centres is made from here.

6. Experiences from 4 years application aboard

6.1 Liability to external interferences

Aboard a ship we find a high concentration of electric power consumers, shocks in the power system are numerous, 1 kW radio transmitters are working 10m distant from the computer. As main source of disturbances proved the earthing system installed aboard. If the existing earthing contacts were used, the computers failed completely. A separate currentless earthing and additional separation transformers in the power system were required. All connections with sensors distributed around the ship are made by 2 isolated wires with screen and transformers at both ends which is very easy with frequency analogous information. Amplifiers in meteorological sensors have capacitive reverse feedback against radio frequencies, dc power net has decoupling filters in each consumer.

6.2 Internal troubles

About 85% of all troubles came from bad contacts (goldplated).

Instruments constructed by our institute use 2 contacts for each pole, with this simple method contact fails are nearly unknown. Relatively often service of peripheral electro-mechanical units is necessary. Faults of electronic components were seldom.

6.3 Personal problems

On ships operating far from the GDR, service of the manufactor (robotron) is possible only in the home port. The crew is limited, operating the system, service, and repairs at sea must be done by the same persons, the ships work 24 hours per day. The smaller vessel with voyages of 2 to 5 weeks and a break every 10 to 12 days mostly has 2 operators. The ' RV. A.v.Humboldt ' with voyages of 2 to 6 months needs 4 men.

The introduction of the measurmy system with punch tapes for the data (visually readable) brought few problems. The change over to magnetic type cassetts resulted in a temporary decrease of the data quality due to operation mistakes.

6.4 The ships were operating from Baltic winter to equatorial summer, the measuring systems worked 3000 to 5000 hours/year. The system and the sensors were developed in cooperation of

- Institut fuer Meereskunde, Rostock - Warnemuende
- Zentralinstitut fuer Kernforschung, Rossendorf
- Forschungsinstitut Meinsberg der TU Dresden
- Zentrum fuer wissenschaftlichen Geraetebau, Berlin
- Karl-Marx-Universitaet, Leipzig, AG Ozeanologie

7. Further development

In construction is a Sif 1000 interface for the ES 1010 computer which is required for the direct connection of daro 1250 magnetic tape cassette units.

In discussion is the development of a battery powered system for unmanned platforms with data telemetry, steered by a microprocessor.

Erfahrungen beim Echtzeitbetrieb zur Erfassung kurzperiodischer Variationen

Zusammenfassung

Die bisher angewendete Registrierung von kurzperiodischen geomagnetischen Variationen auf Fotomaterial erlaubt nur eine grobe Auswertung mittels visueller Schätzmethoden. Genauere Struktur- und Aktivitätsuntersuchungen sind nur mit Digitalrechnern möglich. Dazu sind Registrierungen in digitaler Form nötig. Auf Grund des hohen Datenvolumens ist eine Datenkompression erforderlich. Es wird eine Methode zur digitalen Registrierung und Datenverdichtung unter Einsatz des Prozeßrechner-systems PRS 4000 im Echtzeitbetrieb beschrieben.

Abstract

The recording of short-periodic geomagnetic variations on photographic material allows only a rough evaluation by means of visual methods of estimation. More exact structure and activity investigations are possible only by means of digital computers. For this purpose digital recordings are necessary. There is described a method for digital recording and data condensation, using the process computer system PRS 4000 in real-time operation.

Резюме

Примененная до сих пор регистрация короткопериодических вариаций на фотобумагу допускает только грубую обработку посредством визуальных оценивающих методов. Более точные исследования структуры и активности возможны только при помощи цифрового вычислительного устройства. Для этого нужны регистрации в цифровом виде. Из-за большого количества данных нужна компрессия данных. Описывается метод цифровой регистрации данных, и сжатия данных, применяя вычислительную машину для управления процессами ПРС 4000 в работе в истинном масштабе времени.

+) Zentralinstitut Physik der Erde, Adolf-Schmidt-Observatorium Niemegek

Kurzperiodische geomagnetische Variationen werden seit langem am Observatorium Niemegek auf Fotomaterial registriert. Die Auswertung dieser Registrierkurven, die zu Aussagen über die Aktivität der Pulsationen führen soll, ist verhältnismäßig kompliziert. Es existieren dazu verschiedene subjektive Schätzmethode, die aber nur sehr grobe Auswertungen ermöglichen. Will man die Struktur der geomagnetischen Pulsationen untersuchen, so ist es nötig, die Registrierungen in digitaler Form vorzunehmen, um die Analysen auf einem Digitalrechner durchführen zu können.

Will man das gesamte Periodenspektrum erfassen, das sich von etwa 0,5 Sekunden bis 600 Sekunden erstreckt, so muß man eine sehr große Abtastrate (0,1 Sekunde) wählen und erhält damit in kurzer Zeit eine große Datenmenge. Das stellt hohe Anforderungen an die Speicherkapazität und an die Geschwindigkeit des Speichermediums. Zur Begrenzung des Datenvolumens ist eine Datenkompression nötig. Dazu muß man sich im klaren sein, welcher Teil aus der Gesamtmenge an Informationen für die gewünschten Untersuchungen interessant ist, da durch die Datenkompression bekanntlich Informationen der Ursprungsdaten verloren gehen. Am Adolf-Schmidt-Observatorium Niemegek ist ein Verfahren gewählt worden, das eine größtmögliche Kompression der Ursprungsdaten ermöglicht. Bei dieser Methode werden die digitalisierten, in Abstand von 0,1 sek abgetasteten Pulsationssignale zunächst mit digitalen Bandpässen gefiltert. Die Grenzen der Bandpaßfilter entsprechen den international festgelegten Pulsationsbändern pc 1 bis pc 5. Aus den in den einzelnen Bändern herausgefilterten Signalen werden über den Zeitraum von 6 Minuten spektrale Mittelwerte berechnet, und zwar eine mittlere Amplitude und eine mittlere Periode. Diese spektralen Mittelwerte werden für 5 Pulsationsbänder von je 3 Komponenten auf verschiedenen Speichermedien zu weiteren Untersuchungen bereitgestellt.

Diese Bearbeitung erfolgt auf dem im Adolf-Schmidt-Observatorium Niemegek installierten Prozeßrechnersystem PRS 4000 im Echtzeitbetrieb an den drei Welttagen in jedem Monat. Weitere Bearbeitungen der gewonnenen Daten können außerhalb des Echtzeitbetriebes erfolgen.

Zur Erfassung und Primärverarbeitung der Pulsationssignale ist das Programmsystem in [1] beschrieben.

Pulsations Indices for Hourly Mean Values for Amplitude and
for Periode (Northcomponent)

Niemegek	N o v e m b e r			1980
U.T.	11.11.1980	12.11.1980	13.11.1980	
0- 1	b— c02 d14 e25	b— c03 d14 e33	b10 c01 d12 e12	
1- 2	b— c13 d13 e24	b— c13 d13 e12	b— c14 d13 e13	
2- 3	b— c13 d24 e23	b— c13 d13 e35	b10 c12 d13 e—	
3- 4	b— c13 d12 e24	b— c14 d12 e13	b— c14 d12 e—	
4- 5	b— c13 d12 e24	b— c15 d13 e12	b— c14 d12 e—	
5- 6	b— c23 d23 e45	b— c14 d22 e23	b— c24 d12 e25	
6- 7	b— c13 d13 e22	b— c24 d32 e23	b— c24 d12 e14	
7- 8	b00 c12 d24 e22	b— c25 d42 e22	b— c25 d12 e33	
8- 9	b— c13 d23 e22	b— c13 d33 e32	b— c14 d13 e13	
9-10	b— c13 d23 e22	b— c15 d32 e32	b— c14 d13 e—	
10-11	b01 c12 d23 e23	b— c23 d32 e33	b— c15 d11 e—	
11-12	b10 c12 d23 e22	b— c26 d42 e23	b10 c13 d13 e—	
12-13	b02 c12 d13 e22	b— c25 d32 e23	b— c14 d12 e24	
13-14	b10 c12 d13 e24	b— c15 d32 e32	b— c14 d13 e13	
14-15	b— c12 d12 e23	b— c25 d32 e13	b— c14 d13 e23	
15-16	b— c12 d13 e34	b— c15 d32 e12	b— c03 d12 e—	
16-17	b— c13 d23 e22	b— c14 d12 e—	b— c01 d13 e23	
17-18	b— c12 d13 e34	b— c14 d12 e25	b— c04 d14 e11	
18-19	b— c13 d35 e33	b— c14 d13 e23	b00 c12 d14 e23	
19-20	b10 c12 d15 e23	b00 c12 d13 e23	b— c— d12 e—	
20-21	b— c— d14 e23	b— c— d12 e24	b— c— d13 e33	
21-22	b— c14 d24 e24	b10 c13 d34 e22	b— c— d— e—	
22-23	b— c13 d13 e22	b— c13 d24 e12	b— c14 d14 e—	
23-24	b— c14 d23 e22	b— c02 d14 e12	b— c02 d15 e—	
DMV-PI	b11 c13 d13 e23	b00 c14 d23 e23	b10 c13 d13 e23	

DMV-PI = PI for the Daily Mean Values

Tab. 1

Die bei der Primärverarbeitung errechneten Sechsmittelnwerte für die Amplitude und die Periode für alle 5 pc-Bänder für 3 Komponenten werden zusammen mit der Zeitinformation auf Magnetplatte und Magnetband aufgezeichnet und stehen damit auf maschinenlesbaren Datenträgern jederzeit für rechentechnische Untersuchungen zur Verfügung.

Seit Januar 1980 werden in den Monatsberichten des Adolf-Schmidt-Observatoriums aus den Sechsmitteln berechnete Aktivitätsindices für jede Stunde der drei Welttage veröffentlicht.

Tab. 1 zeigt dazu ein Beispiel.

Der laufende Echtzeitbetrieb mit dem PRS 4000 erfordert, daß ständig eine Person zur Überwachung am System anwesend ist, um bei auftretenden Havariefällen sofort eingreifen zu können. Das erfordert Schichtsystem und bringt personelle Probleme mit sich. Aus diesem Grunde wird die beschriebene Art der digitalen Registrierung nur an den 3 Welttagen ganztätig durchgeführt. Zur laufenden Registrierung wird zur Zeit der Einsatz eines Mikrorechners realisiert, der auf Grund des wesentlich geringeren Umfanges des Systems nicht die ständige Beaufsichtigung durch eine Person erfordert. Nach Fertigstellung dieses Systems wird es möglich sein, eine ständige Registrierung der kurzperiodischen Variationen im Periodenbereich von 3 bis 600 Sekunden zur digitalen Weiterverarbeitung durchzuführen.

Literatur

- [1] Auster, V.; Linthe, H.-J.:
Programmsystem zur Primärverarbeitung von Digitalregistrierungen kurzperiodischer geomagnetischer Variationen im Echtzeitbetrieb.
Jahrbuch 1978 des Adolf-Schmidt-Observatorium
Niemegk, S. 133 bis 138

Schmidt, H., Niemegek

MORPHOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN LANGZEITIGER GEOMAGNETISCHER
VARIATIONEN MIT MASCHINELLER KURVENTYPISIERUNG

bereits veröffentlicht in: Gerl. Beitr. Geophysik, 89 (1980) 3/4, S. 257 - 267

Zusammenfassung:

Zur maschinellen Typisierung digitalisierter Zeitfunktionen werden die Vorzeichenfolgen der Differenzen benachbarter Werte zur Berechnung von Knotenpositionen eines Graphen benutzt. Damit ist eine Charakterisierung bestimmter Kurvenformen durch ganze Zahlen möglich, mit denen ein darstellbarer und leicht abfragbarer Katalog realisiert werden kann. Die Anwendung dieser Methodik auf geomagnetische Tagesvariationen liefert in der verdichteten Darstellung durch monatliche Gleichförmigkeitsgrade Aussagen über das Verhalten der die geomagnetischen Störungen verursachenden Stromsysteme in den einzelnen Tagesdritteln.

Summary:

The series of signs of differences between adjoining values of time series are used for computerized typisation by calculating knot points of a graph. Therefore, a characterization of determined forms of curves by integer numbers is possible, and a computerized catalogue can be realized. The application of this method on geomagnetic daily variations gives, in the compressed representation by monthly degrees of uniformity, informations about the behaviour of current systems responsible for geomagnetic variations during single thirds of the day.

Резюме:

Для машинной типизации цифровых функций времени используются последовательности знаков разностей соседних данных для калькуляции узловых позиций графа. Таким образом можно характеризовать определенные формы кривых целыми числами, которыми осуществляется машинно представляемый и несложно опрашиваемый каталог. Применение этой методики на геомагнитные дневные вариации дает в уплотненном представлении месячными коэффициентами равномерности показания о поведении систем потоков, которые вызывают геомагнитные помехи в разных третях дня.

Geophysik vor 50 Jahren

von Walter Kertz, Braunschweig

Institut für Geophysik und Meteorologie der TU

Einleitung

Es gibt eine bemerkenswerte Ähnlichkeit zwischen geschichtlicher und geophysikalischer Forschung: In der Geophysik gibt es nur sehr selten "reine Effekte", gewöhnlich haben wir es mit einem Sammel-surium von Haupt- und Störeffekten zu tun. Ganz ähnlich oder noch schlimmer ist es bei der Erforschung geschichtlicher Entwicklungen. Auch hier laufen gewöhnlich viele unterschiedliche Prozesse nebeneinander und durcheinander, so daß man Kausalitäten nur schwer erkennen kann.

1930 spürte man in Deutschland noch sehr stark die Folgen des ersten Weltkrieges. Die letzten französischen Besatzungstruppen verließen auf Grund des Young-Planes von 1929 das Rheinland. In diesem Plan war zum erstenmal eine Endsumme der Reparationszahlen genannt worden, nämlich 105 Milliarden Mark, die in Raten bis 1988 abgezahlt werden sollten. Darüber brach die Weltwirtschaftskrise herein, welche auch die wissenschaftliche Forschung in ihren Bann schlug. 1930 hatte die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft noch 7 Millionen Mark für die Forschung zur Verfügung stellen können, 1931 wurden es: 5,1, 1932: 4,4 und 1933: 4 Millionen. An dem schon lange für 1932/33 geplanten zweiten internationalen Polarjahr konnten die Amerikaner wegen der Weltwirtschaftskrise nicht teilnehmen. Die anderen Länder, vor allem die UdSSR brachten ein reduziertes Programm zustande, welches für die Folgejahre äußerst wichtiges Beobachtungsmaterial lieferte. Kühne technische Pläne wurden verwirklicht, so der propellerangetriebene "Schienenzppelin" des Ingenieurs Franz Kruckenberg. Leo Wenzel-Pollak aus Prag führte das Lochkartenverfahren zur Rationalisierung und Mechanisierung der Verwaltung und Verrechnung geophysikalischen Zahlenmaterials ein.

Einsteins Relativitätstheorie interessierte weite Kreise. Die Physik erlebte die goldenen Jahre der Quantentheorie. Der Planet Pluto von Lowell lange gesucht, wurde in seiner Sternwarte entdeckt. Obwohl Kienle 1930 noch gesagt hatte: " Es ist ausgeschlossen, mit den uns

heute bekannten Hilfsmitteln das Studium der Korona unabhängig von der Beobachtung totaler Sonnenfinsternisse zu machen, und es sind auch keine Möglichkeiten abzusehen, diesen Zustand in der nächsten Zeit zu ändern." baute Lyot im folgenden Jahre den ersten Koronographen.

Die geophysikalischen Disziplinen vor 50 Jahren

Im folgenden will ich über die Geophysik 1930 berichten, so wie sie sich uns in den veröffentlichten Arbeiten und Vorträgen darstellt. In diesem Jahre erschienen auffällig viele Lehr- und Handbücher: Gutenbergs Handbuch der Geophysik; Prey, Mainka, Tams, Nippoldt, Keränen, Schweidler, Defant, Einführung in die Geophysik in 3 Bänden; Ergebnisse der kosmischen Physik; Wien Harms, Handbuch der Experimental-Physik; (blaues) Handbuch der Physik; Müller Pouillet 14. Auflage. Offenbar war man der Meinung, die Methoden der Geophysik hätten einen gewissen Abschluß erreicht und verdienten es, in größerem Umfang eingesetzt zu werden.

Beginnen wir mit dem Erdmagnetismus. Die Abb. 1 stellt einen Versuch dar, die Entwicklung unserer Wissenschaft quantitativ zu erfassen. Sieht man von der kurzzeitigen Spitze durch das zweite Polarjahr ab, so befinden wir uns 1930 auf einem Plateau. Der Stagnation bei den staatlichen Forschungsstellen stand aber eine erhebliche Vermehrung industrieller Forschung gegenüber.

1930 erschien Chapmans neue Theorie des magnetischen Sturms. Sydney Chapman war seit 1924 am Imperial College und bekam einen anglo-italienischen Doktoranden zu betreuen, Vincenzo Antonio Ferraro. Chapman hatte schon früher eine Theorie des magnetischen Sturmes entwickelt, der durch Teilchen einheitlichen Vorzeichens, die von der Sonne kamen, hervorgerufen werden sollte. Frederik Alexander Lindemann, Mitarbeiter von Nernst in Berlin, der später der wissenschaftliche Berater von Winston Churchill werden sollte, hatte diese Theorie kritisiert, weil eine solche Wolke wegen der elektrostatischen Abstoßung niemals zusammenbleiben würde. Auf jeden Fall müsse es sich um gleich viele positive und negative Teilchen handeln. Chapman erzählte einmal, daß nach vielen vergeblichen Versuchen der große Durchbruch gekommen wäre mit der Erkenntnis, daß es sich bei der Partikelwolke um einen

sehr guten Leiter handle. Chapman und Ferraro benutzten zunächst Modellrechnungen, die schon von Maxwell in seiner Treatise angegeben waren. Schließlich ergab sich das dargestellte Bild, ^(Abb. 2) bei dem das ankommende Gas eine Höhle um den Erddipol bildet. Wir wissen heute, daß diese Höhle durch die Magnetosphäre ausgefüllt ist.

Viele Untersuchungen gab es 1930 über solarerterrestrische Beziehungen. Von Faselau erschienen in der Zeitschrift für Geophysik die Arbeiten über den Einfluß des Mondes auf die erdmagnetischen Elemente in Samoa und "Was sagen uns die Parameter eines Magneten?" Ein Teilgebiet des Erdmagnetismus gewann neue Konturen: Der Gesteinsmagnetismus. Johann Königsberger befruchtete dieses Gebiet mit klaren Definitionen und präzisen Messungen. Königsberger hat 1930 sehr viel veröffentlicht, ganz im Gegensatz zur Folgezeit, wo er, der jüdischer Abstammung war, sehr zurückgezogen leben mußte. Ein schlimmes Unglück traf den Erdmagnetismus 1930 mit dem Brand des für erdmagnetische Messungen geschaffenen Forschungsschiffes Carnegie (Abb. 3). Bei diesem Brand kam der Kapitän Ault und ein Schiffsjunge ums Leben.

Wenden wir uns zur Erforschung der Ionosphäre oder Heaviside-Kennelly-Schicht wie es damals hieß. 1925 hatten Tuve in USA und Appleton in Großbritannien die E- und F-Schicht erstmalig direkt nachgewiesen. In Deutschland wurden 1930 die Versuche auf dem Herzogstand bei Kochel aufgenommen. Es wurden erste Versuche gemacht die Braunsche Röhre einzusetzen. Bei der Tagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft in Potsdam hielt am 12.9. Mögel einen Vortrag über: "Beziehungen zwischen Störungen des Kurzwellenempfangs und erdmagnetischen Störungen".

An verschiedenen Stellen erschienen zusammenfassende Berichte über die Arbeiten von Carl Störmer zur Erforschung des Polarlichts. Brüche veröffentlichte seine Experimente zu Störmers Polarlichttheorie. Baron Rayleigh definierte Maßzahlen für die Intensität des Nordlichts, die später nach ihm benannt wurden.

Der Name "Kosmische Strahlung" wurde von Millikan eingeführt, Kohlhörster sprach von "Höhenstrahlung" und Regener von "Ultrastrahlung". Sowohl in Nature als auch in der Physikalischen Zeitschrift erschien

1930 ein Artikel von Millikan "Bemerkungen zur Geschichte der Kosmischen Strahlung". Es ging um einen Prioritätsstreit zwischen der deutschen und der amerikanischen Forschergruppe. Zum Schluß schreibt Millikan: "In Anbetracht der Tatsache, daß der internationale Kontakt auf wissenschaftlichem Gebiet im Zunehmen begriffen ist - und das ist jetzt gewiß ^{mehr} als je zuvor der Fall - sollte die Hoffnung, daß sich die wissenschaftliche Kritik in steigendem Maß einer objektiven Ausdrucksform bedient, nicht zu unbescheiden sein." Die Kosmische Strahlung war 1912 von Victor F. Hess entdeckt worden. Dafür erhielt er 1936 den Nobelpreis, nach dem sie das Interesse vor allem der Elementarteilchen-Physiker erregt hatte. Positron, μ - und π -Mesonen und die Hyperonen wurden mit ihrer Hilfe entdeckt. 1930 stand sie wahrlich im Interesse der Forschung. Es erschienen Arbeiten von Hess, Rossi und Regener. Hess wirkte 1930 an der Universität Graz. Er war überzeugter Weltbürger und Katholik und emigrierte 1938 in die Vereinigten Staaten, wo er an der Fordham-Universität eine neue Wirkungsstätte fand.

Auch in der Seismologie wurden in dieser Zeit Röhrenverstärker eingeführt. Die Abb. 4 zeigt die Zahl der Salzdomfunde an der Golfküste. Man erkennt den deutlichen Anstieg nach der Einführung geophysikalischer Methoden. Ab 1929 verlangsamte sich dieser Anstieg wohl in Folge der Wirtschaftskrise. Herbert Hall Turner, ursprünglich Astronom, der aber nach dem Tode von Milne die internationale Zusammenstellung seismischer Beobachtungsergebnisse herausgab, starb 1930 bei der Tagung der IUGG in Stockholm. Ihm verdanken wir erste Untersuchungen über die Verteilung der Tiefherdbeben. In Deutschland lag die größte Aktivität bei Gutenberg. Er schrieb zahlreiche Arbeiten, eine Diskussion mit Krumbach über die Laufzeitkurven, über Viskosität und innere Reibung fester Körper. Er bekam den Auftrag in Pasadena das "Seismological Laboratory" aufzubauen. Gutenberg ging 1930 nach Amerika. Als Jude hätte er ohnehin seine Arbeit in Deutschland nicht fortsetzen können.

Gravimeter gab es 1930 noch nicht. Die Drehwaagen wurden vervollkommnet und mit Erfolg zur Suche von Salzstöcken und vor allem den Salzstockrändern eingesetzt. Auch Pendelapparate dienten zur Ermittlung örtlicher Unterschiede der Schwerebeschleunigung. Karl Jung schrieb

einen viel beachteten zusammenfassenden Artikel über gravimetrische Methoden der Angewandten Geophysik in dem von Wien und Harms herausgegebenen Handbuch der Physik. Von nachhaltigem Einfluß waren die Pendelmessungen im Unterseeboot, die Vening Meinesz auf fast allen Weltmeeren ausführte.

Von Victor Moritz Goldschmidt erschien in den Naturwissenschaften eine zusammenfassende Darstellung über "Geochemische Verteilungsgesetze und kosmische Häufigkeit der Elemente". Dieser ist die Abb. 5 entnommen. Goldschmidt, der Begründer der modernen Geochemie mußte Deutschland nach 1933 verlassen.

In den Naturwissenschaften finden wir auch einen Übersichtsartikel von Otto Hahn über "Das Alter der Erde". Damals nahm man an, daß das Alter der Erde zwischen 1,5 und 3 Milliarden Jahren lag, aber natürlich enthält der Artikel darüber hinaus Altersangaben für die wichtigsten geologischen Epochen.

Von der Polarforschung wurde schon oben im Zusammenhang mit dem zweiten internationalen Polarjahr berichtet. 1930 fand aber auch eine Grönland-Expedition unter der Leitung von Alfred Wegener statt. Er kam bei dieser Expedition ums Leben. Mit dem Namen Alfred Wegeners verbinden wir noch stärker die Kontinentalverschiebungs-Hypothese. Diese wurde im Jahr 1930 in Deutschland nur sehr selten diskutiert. Man war sich eigentlich einig darin sie abzulehnen. Sie erwachte erst später wieder zu neuem Leben und dann nicht in Deutschland.

Schluß

Erwähnt wurde schon die Tagung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik in Stockholm. Für die deutschen Geophysiker ergaben sich große Schwierigkeiten. Da Deutschland nicht Mitglied des Internationalen Forschungsrates (ICSU) und der zu ihm gehörenden IUGG war, kam für die deutschen Geodäten und Geophysiker nur die Teilnahme als Gäste in Frage. An diese allgemeine Einladung wurde die Bedingung geknüpft, daß die zur Teilnahme bereiten deutschen Gelehrten dahingehend Anträge an den Präsidenten der Union stellen sollten. Der nationale Stolz verbot dies. Eine Einladung wurde erst

am ersten Tage der Stockholmer Unions-Tagung ausgesprochen, nachdem die anwesenden Delegierten einstimmig die telegraphische Einladung deutscher Vertreter beantragten. Dieser telegraphischen Einladung, die von dem schwedischen Lokalkomitee wärmstens unterstützt wurde, folgten die Herren Angenheister, Hecker, Kohlschüter, Linke und Nippoldt. Auch bei anderen internationalen Tagungen hatte es erbit- terte Auseinandersetzungen um die Teilnahme von Deutschen gegeben. Einige Wissenschaftler, unter ihnen vor allem David Hilbert, hatten sich für eine bedingungslose Teilnahme der Deutschen eingesetzt. Die deutsche Geophysik konnte sich 1930 nicht von politischen Ein- flüssen freihalten. Wir haben bei unseren Betrachtungen immer wieder feststellen müssen, daß die Nazi-Zeit ihre Schatten voraus warf.

Im Jahr 1930 wurde David Hilbert Ehrenbürger seiner Geburtsstadt Kaliningrad, dem damaligen Königsberg. Im selben Jahr fand dort im September die 91. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturfor- scher und Ärzte statt. Dabei hielt Hilbert einen Vortrag über Natur- erkennen und Logik. Er begann: "Die Erkenntnis von Natur und Leben ist unsere vornehmste Aufgabe", und gab einen Überblick über die Entwicklung von Mathematik und Naturwissenschaften und wandte sich vehement gegen DuBois Reymond's "ignorabimus". Zum Schluß führte er aus: "Der wahre Grund, warum es nicht gelang, ein unlösbares Problem zu finden, besteht meiner Meinung nach darin, daß es ein unlösbares Problem überhaupt nicht gibt. Stattdes törichten ignorabimus heiße im Gegenteil unsere Losung: Wir müssen wissen, wir werden wissen."

Geschichtliche Betrachtungen rufen bei aktiven Forschern immer eine Reihe von Fragen nach der eigenen Forschung hervor: "Werden unsere Arbeiten vor der Geschichte standhalten? - Arbeiten wir an den richtigen Problemen? - Bringen wir die Forschung vorwärts?" Ich meine unsere Betrachtung lehrt uns folgendes: Der Fortschritt der Wissenschaft läuft von selbst. Aber ob man selbst beteiligt ist, ob ein Institut, ein Land beteiligt sind, hängt von mancherlei Um- ständen ab aber auch von unseren eigenen Entschlüssen.

Wir müssen wissen, wir werden wissen!

Zusammenfassung: Trotz der Wirtschaftskrise war die geophysikalische Forschung 1930 sehr aktiv. In Deutschland warf die Nazizeit ihre Schatten voraus.

Summary: In spite of the economic crisis, there was an active research in geophysics during 1930. In Germany the Nazism was already shadowing the scene.

Резюме: Несмотря на экономический кризис в 1930 году геофизическое исследование было очень активным. В Германии нацизм бросил тень на обстановку.

Total number of geomagnetic observatories in operation

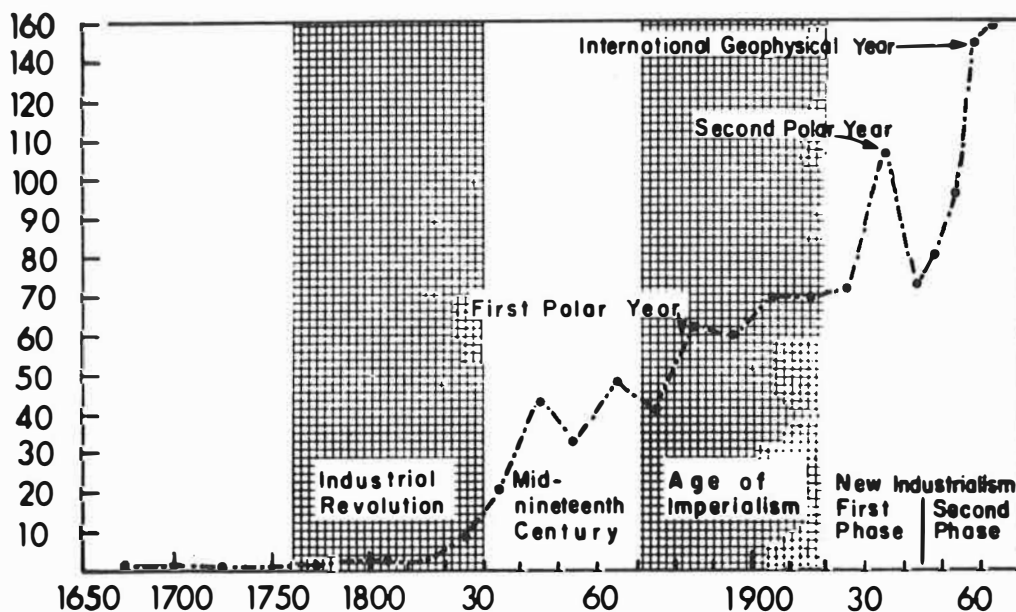


Abb.1: Anzahl erdmagnetischer Observatorien auf der Erde (Aus D.H.Hall, History of the Earth Sciences during the Scientific and industrial Revolutions. Amsterdam-Oxford-New York 1976, p.42)

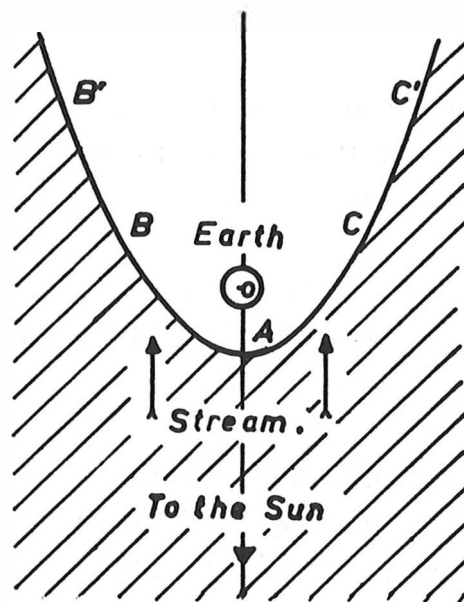


Abb.2: Höhle, die sich im Strom ankommender Teilchen um die Erde mit ihrem Magnetfeld bildet (Aus Chapman und Ferraro, Nature 126 (1930) p.129) (umgezeichnet)

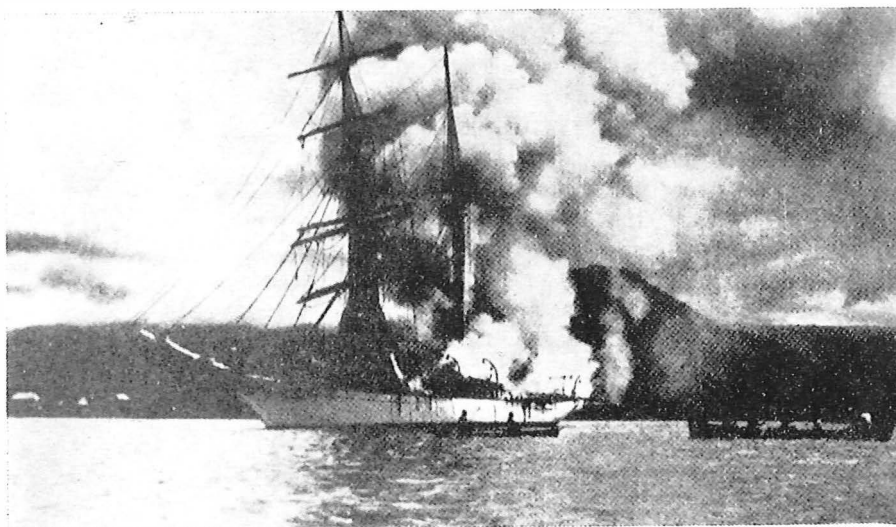


Abb.3: Die brennende "Carnegie" im Hafen von Apia (Aus Terr. Mag. 35 (1930) p.28)

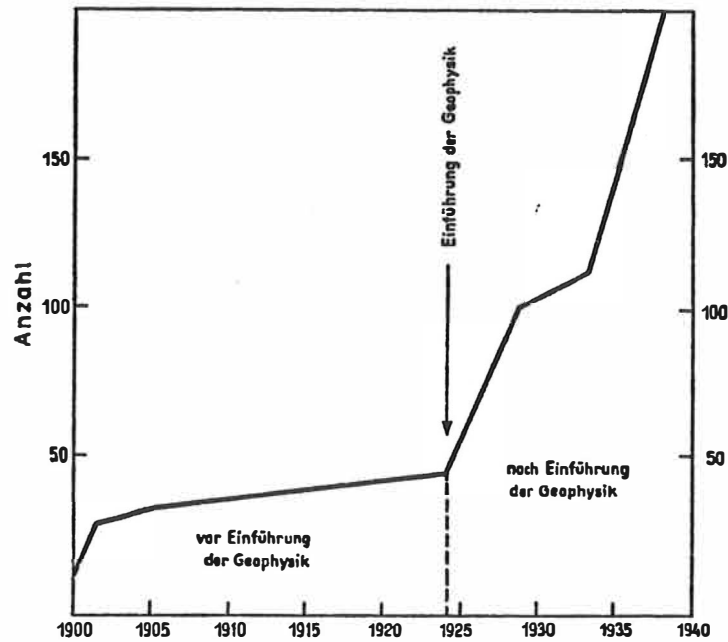


Abb. 4

Anzahl der Salzdomfunde 1900 — 1939 an der Golfküste (Texas USA)
 (nach L. MINTROP: Geophysikalische Verfahren zur Erforschung von Gebirgsschichten, Schweizer Archiv für Angewandte Wissenschaft und Technik, 16, Nr. 11, 1950, S. 329)

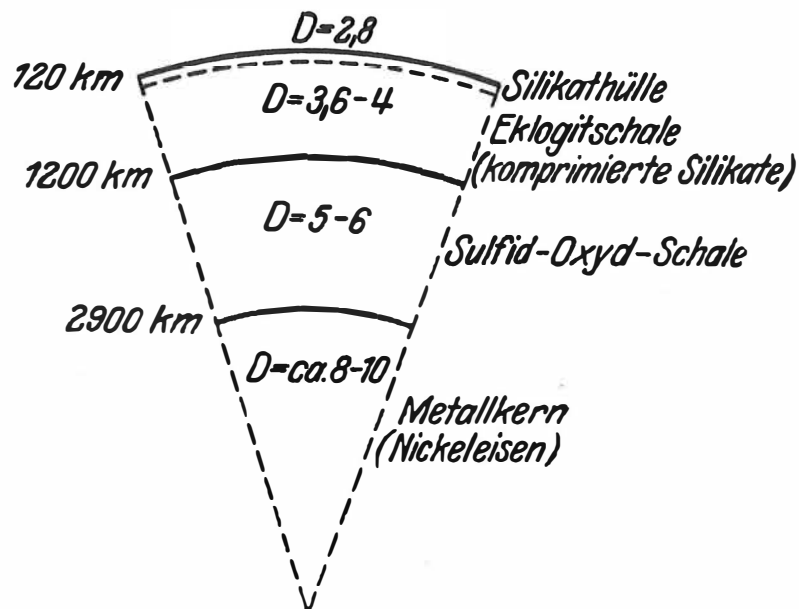


Abb. 5: Zur chemischen Zusammensetzung der Schichten der Erde
 (Aus Goldschmidt, Naturwissenschaften 1930 S.1000)

