

- Frstrup, B.: Die Klimaänderungen in der Arktis und ihre Bedeutung besonders für Grönland. „Erdkunde“, Bd. 6, Okt. 1952, S. 201–212.
- Hansen, P. M. og Hermann, F.: Fisken og havet ved Grönland. Skr. fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser, Nr. 15. Kopenhagen 1953.
- Horstedt, S. A. and Smidt, E.: The Deep Sea Prawn (*Pandalus borealis* Kr.) in Greenland Waters. Medd. Danm. Fiskeri- og Havundersøg. Ny Serie, Bd. 1, II, Kopenhagen 1956.
- Ingstad, H.: Landet under polarstjernen. Kopenhagen 1960.
- Larsen, H.: Eskimokulturen. 2. Aufl. Kopenhagen 1962.
- Lidegaard, M.: Grönlands Historie. Kopenhagen 1961.
- Malaurie, J.: Les derniers Rois de Thulé. Paris 1955.
- Rodewald, M.: Klima und Wetter in den Fischereigebieten West- und Südgrönlands. Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt. Bd. 3. In: Beiträge zum Wettergeschehen in den nord-europäischen Gewässern, Hamburg 1955.
- Roussel, A.: Farms and churches in the mediæval Norse settlements of Greenland. Appendix: Degerböl, M.: The osseous material from Austmannadal and Tungmeralik. M.o.Gr., 89,1. Kopenhagen 1941.
- Vebaek, Chr. L.: Farms in the Norse East Settlement. — Archaeological investigations in Julianehaab District, Summer 1939. Appendix: Degerböl, M.: Animal bones from Inland Farms in the East Settlement. M.o.Gr., 90, 1, 1943.
- Weidick, A.: Glacial variations in West Greenland in historical time. Part I: Southwest Greenland. M. o. Gr., 158, 4. Kopenhagen 1959.
- Sammelwerke, Schriftenreihen, Zeitschriften**
- Amdrup, G. (Her.): Grönland i tohundredåret for Hans Egedes Landing. 2 Bde. u. 1 Kartenbd. Kopenhagen 1921.
- Barfod, P. u. a. (Her.): Bogen om Grönland. Kopenhagen 1962.
- Birket-Smith, K. (Her.): Grönlands bogen. 2 Bde. Kopenhagen 1950.
- Beretninger vedrørende Grönland (Amtl. Mitteilungen, jährlich 5–6 Hefte). Kopenhagen und Godthåb)
- Frstrup, B. (Her.): Physikal geography of Greenland. Folia Geogr. Danica, Bd. 9, Kopenhagen 1961.
- Grönlandskommissionens Betaenkning. 6 Bde. Kopenhagen 1950.
- Rink, H.: Grönland geografisk og statistik beskrevet. — Første Bind: Det nordre Inspectorat, Ander Bind: Det søndre Inspectorat. Kopenhagen 1857.
- Vahl, M. (Her.) Greenland. 3 Bde. Kopenhagen und London 1928–29.
- Investeringsskitse 1960–64, uarbejdet af Ministeriet for Grönland. Grönlands tekniske Organisation, Planlaegingssektionen. Kopenhagen o. J.
- Sammen drag af fangstlister (jährl. ein Heft). Kopenhagen.
- Statistik Årbog Danmark (Anhang Grönland). Kopenhagen.
- Arktisk Institut: Danish Arctic Research; Acta arctica. Charlottenlund.
- Det Grönlandske Selskab: Det Grönlandske Selskabs Årsskrift (1906–1952). Seit 1953: „Grönland“. Det Grönlandske Selskabs Skrifter. (Charlottenlund)
- Grönlands Fiskeri-Undersøgelser: Fiskeri-Undersøgelser; Skrifter fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser (seit 1904); Meddelelser fra Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser (seit 1904). Charlottenlund.
- Grönlands Geol. Undersøgelse: Bulletin (seit 1948); Miscellaneous Papers (seit 1948).
- Meddelelser om Grönland (seit 1872). Zentrales Organ für alle Grönland betreffenden wiss. Forschungen.

## Seismoakustik, eine neue Meßmethode für die Gletschermechanik \*) \*\*)

Von Chr. Oelsner, Freiberg i. Sa.

Institut für Angewandte Geophysik der Bergakademie

Aus dem Forschungsprogramm des Nationalkomitees für Geodäsie und Geophysik der  
DDR bei der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin

Die seismoakustische Methode, auch mikro-seismische Eigenimpulsmethode genannt, ist ursprünglich eine bergbaugeophysikalische Methode zur Untersuchung des seismischen Verhaltens von Grubenbauten. Bei jedem dynamischen Spannungsausgleich im Gesteinsverband werden elastische Wellen erzeugt, deren tonfrequente Komponenten je nach Intensität als Knistergeräusche unterschiedlicher Stärke bis zum Knall oder als Explosion wahrnehmbar sind. Die seismoakustische Methode geht auf *Obert* (8) zurück. Routinemäßige Überwachungen von

Grubengebäuden sind aus der Sowjetunion (12), der CSSR (15) und den USA (9) bekannt. Mit entsprechenden Untersuchungen wurde am Institut für Angewandte Geophysik der Bergakademie Freiberg unter dem Direktorat von Prof. Dr. O. Meißer vor etwa fünf Jahren begonnen (3), die

\*) Erweiterte Fassung eines Vortrages zur 5. Internationalen Polartagung der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung in Hamburg (30. 9. — 2. 10. 1965)

\*\*) Mitteilung Nr. 22 des Instituts für Geodynamik, Jena, der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Forschungsgemeinschaft.

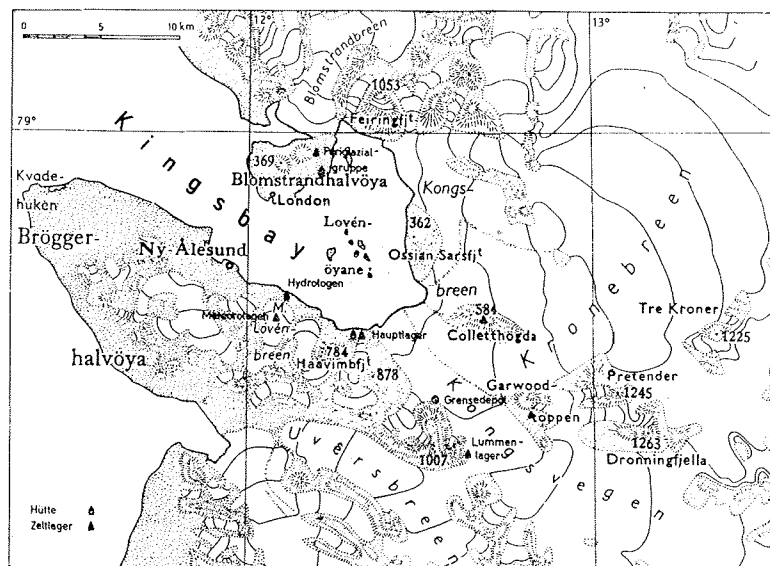
heute auch vom Institut für Geodynamik, Jena, der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Forschungsgemeinschaft, fortgeführt werden. Bei ingenieurgeophysikalischen Untersuchungen für den Talsperrenbau sind von beiden Instituten seismoakustische Messungen erfolgreich angewandt worden (13).

Als Teil des geophysikalischen Meßprogrammes der Deutschen Spitzbergenexpedition 1964/65 des Nationalkomitees für Geodäsie und Geophysik der DDR wurden im Sommer 1964 auf dem Mittleren Lovénbreen (Kingsbaygebiet, Westspitzbergen) seismoakustische Messungen durchgeführt. Das Expeditionsprogramm war komplex und umfaßte glaziologische, geodätische, hydrologisch-meteorologische, periglazialmorphologische und geophysikalische Arbeiten (11). Mit dieser Expedition wurden die von der Deutschen Spitzbergenexpedition 1962 (Leitung Prof. Dr. W. Pillewizer) begonnenen Arbeiten (10) fortgesetzt.

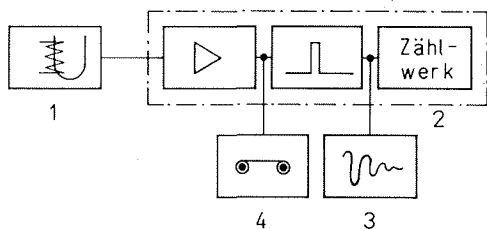
Der Mittlere Lovénbreen liegt ca. 4 km südöstlich von Ny-Alesund an der Nordseite der Bröggerhalbinsel. Er bildete etwa die westliche Grenze des Expeditionsarbeitsgebietes, das auf der Kartenskizze (Abb. 1) dargestellt ist.

Die seismoakustischen Eigenimpulse wurden von elektrodynamischen Geophonen aufgenommen. Die Geophone wurden mit Hilfe von Keilankern und 1,25 m langen Aluminiumröhren durch Einfrieren von letzteren an das Eis angekoppelt. Die Eiseigenimpulse wurden verstärkt, normiert und mit einem mechanischen Zählwerk gezählt. Das Blockschaltbild der Apparatur ist auf *Abbildung 2* wiedergegeben. Nach der Verstärkerstufe (Verstärkung  $2 \cdot 10^4$ ) können die Impulse z. B. mit einem Magnetbandgerät direkt registriert werden. Parallel zu dem Zählwerk kann ein Registriergerät zur Aufzeichnung der zeitlichen Verteilung der Impulse angeschlossen werden. Das auf *Abb. 2* mit Nr. 2 bezeichnete Eigenimpulzzählgerät (Eigenbau Institut für Angewandte Geophysik der Bergakademie Freiberg) besitzt die Abmessungen  $25 \times 12 \times 20$  cm und mit Batterieeinschub ein Gewicht von 4,5 kg. Das Gerät kann 3 Tage wartungsfrei betrieben werden. Das Zählgerät mit einem Tintenschreiber im Einsatz zeigt *Abb. 3*.

Die Eiseigenimpulse wurden an drei verschiedenen Stellen registriert: 1. auf der Gletscherzunge am Ablationsstangenpegel 2



**Abbildung 1**  
 Skizze des Expeditionsarbeitsgebietes aus (17)  
 Sketch of the expedition working area



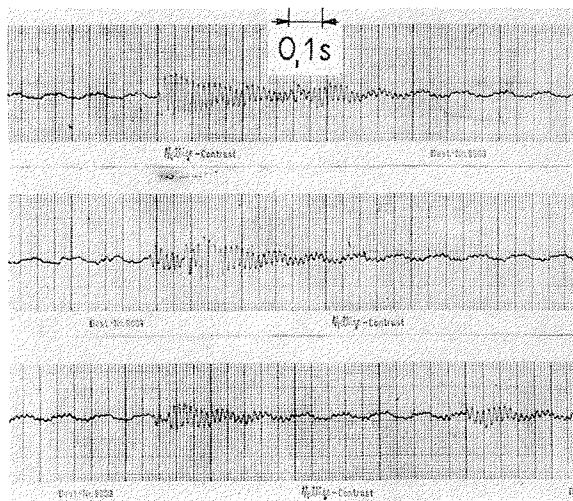
1 Geophon, 2 Verstärker, Impulsnormierung und Zählwerk (Eigenimpulszählgerät), 3 Direktschreiber, 4 Magnetbandgerät

**Abbildung 2**  
Schematische Darstellung der seismoakustischen Apparatur  
Flow sheet of the seismoacoustical device

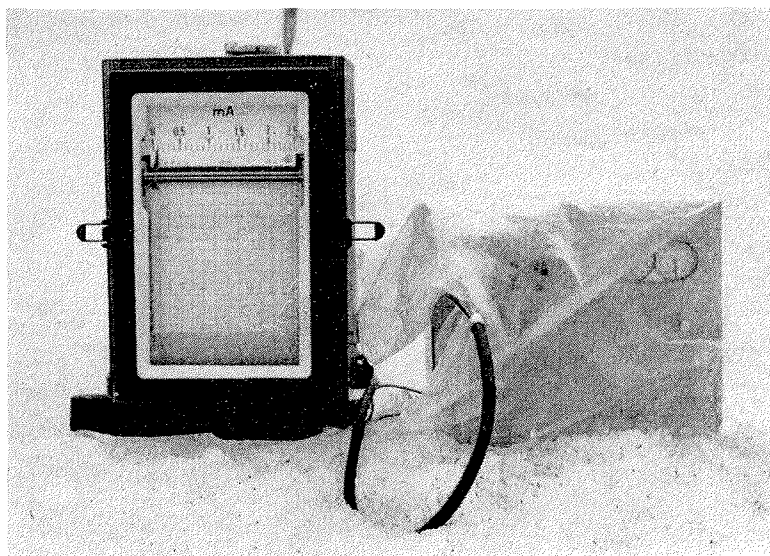
(Station 1); 2. auf dem mittleren Gletscherteil in der Nähe der oberen Meteorologischen Station am Ablationsstangenpegel 4 (Station 2); 3. am östlichen Rand des mittleren Gletscherteiles, ca. 1 km von Station 2 in Richtung N 158° E (Station 3).

Die registrierten Impulse besaßen Längen von 0,3 bis 0,5 s. Sie besitzen, wie *Abb. 4* zu entnehmen ist, etwa die Form einer gedämpften Sinusschwingung. Die Störschwingung mit der Frequenz von ca. 10 Hz ist die Eigenschwingung des Systems Aluminiumrohr-Anker-Geophon mit Hülse, das als einseitig eingespannter Stab mit Kopfmasse behandelt werden kann. Die Vorzugsfrequenz der Eigenimpulse liegt bei 60 Hz.

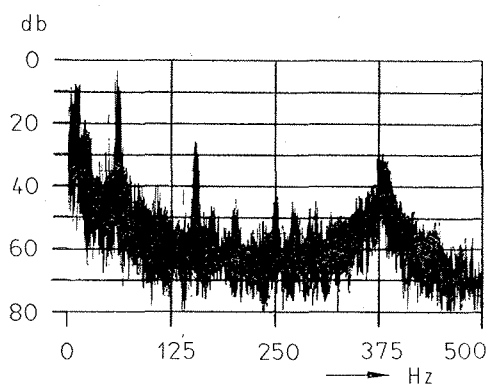
Das Frequenzspektrum eines Impulses ist auf *Abb. 5* wiedergegeben. Die breitere Spitze bei 375 Hz ist mit der Drehzahl des zur Stromversorgung des Magnetbandgerätes benutzten Umformers identisch. Die erhaltenen Impulsformen sind etwa denen gleich, die bei sowjetischen Laborversuchen beim Erzeugen von Trennbrüchen an Gesteinsproben erhalten wurden (12, 14). Macht man sich diese zwar fast etwas zu



**Abbildung 4**  
Eigenimpulse — Subaudible icenoises.



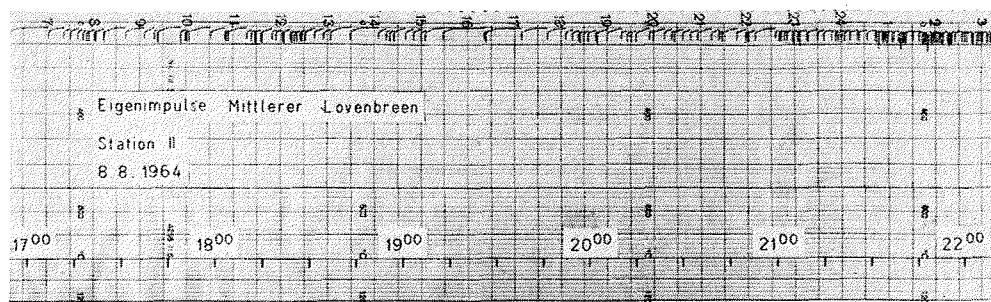
**Abbildung 3**  
Eigenimpulszählwerk und Direktschreiber im Einsatz  
Application of the seismoacoustical device



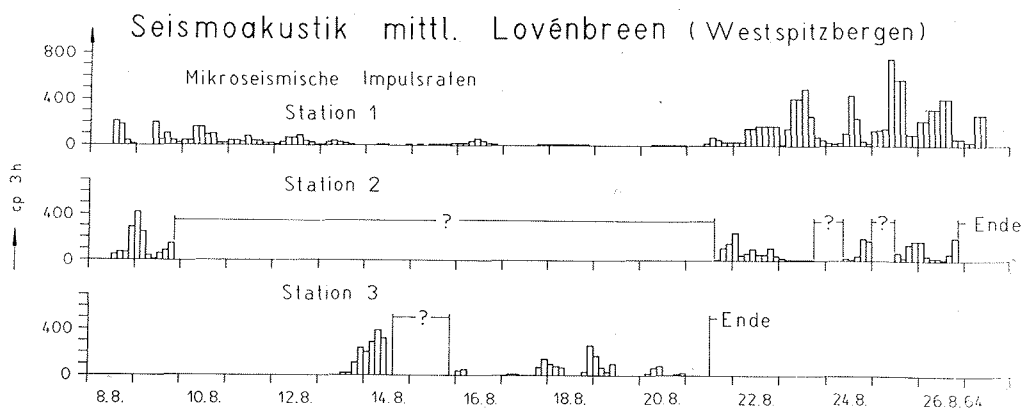
**Abbildung 5**  
Frequenzspektrum eines Eiseigenimpulses  
Frequency spectrum of a subaudible icenoise

idealen Ergebnisse zu eigen, sind die registrierten Eigenimpulse bei der Bildung von Trennungsbrüchen entstanden, welche von Zugspannungen erzeugt werden.

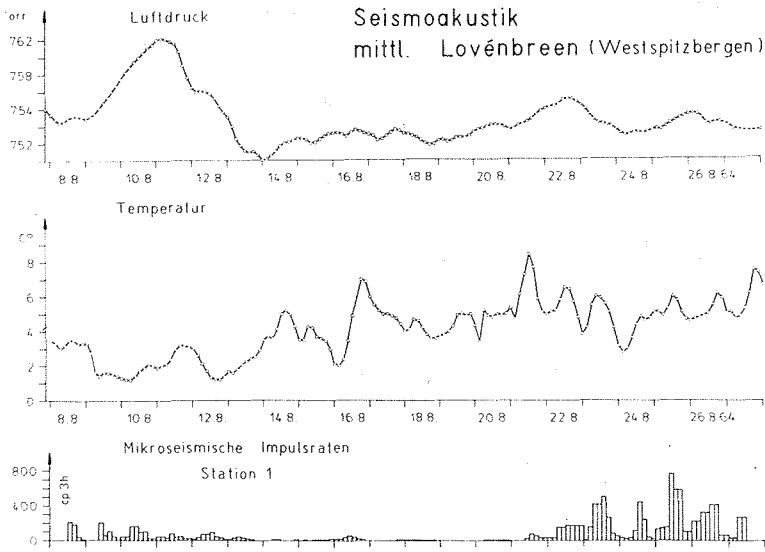
An Station 1 wurden vom 8. 8. — 27. 8. 1964 jeweils in Zeitabständen von 3—6 Stunden die Impulszahlen am mechanischen Zählwerk abgelesen. Die meisten Werte wurden von den Meteorologen *Tboss* und *Lojek* im Zuge ihrer Terminbeobachtungen mit abgelesen. An Station 2 wurde mit dem Tintenschreiber am 8. 8. und 9. 8. sowie vom 21. 8. — 26. 8. 1964 und an Station 3 vom 13. 8. — 20. 8. 1964 registriert. Ein Ausschnitt einer solchen Registrierung ist auf *Abb. 6* wiedergegeben. Zur weiteren Verarbeitung erwiesen sich die dreistündigen Impulsraten am günstigsten. Sie sind für alle drei Stationen auf *Abb. 7* zusammengestellt. Für die mit Fragezeichen versehenen Zeiten liegen keine Registrierungen vor. Die zwei kurzen Unterbrechungen bei Station 2 und die Unterbrechung bei Station 3 waren durch ungleiches Einschmelzen des Registriergerätes bedingt, wodurch der Schreibstift vom Papier abgehoben wurde.



**Abbildung 6**  
Beispiel einer Direktschreiberregistrierung — Example for an ink recording



**Abbildung 7**  
Zusammenstellung der im Verlauf der Messungen aufgetretenen dreistündigen mikroseismischen Aktivitäten — Compilation of 3-hourly activity of subaudible noises during the measurements



**Abbildung 8**  
Verlauf von Luftdruck, Temperatur und mikroseismischer Aktivität der Station 1 vom 8. 8. — 27. 8. 1965  
Shape of atmospheric pressure, temperature and activity of sub-audible noise from 8. 8. — 27. 8. 1965

An allen drei Stationen ist ein mehr oder weniger regelmäßiges An- und Abschwellen der mikroseismischen Aktivität mit einer Periode um 24 h festzustellen. Dabei scheint es so, als würden die Maxima an den Stationen 2 und 3 zwischen 9 und 15 Stunden später auftreten als an Station 1. Es liegt nahe, als Ursache der 24-Stunden-Periode

Zum Erkennen von versteckten Periodizitäten einer Zeitfunktion ist am besten die Autokorrelationsfunktion (AKF) und deren Fouriertransformierte, das Leistungsspektrum, geeignet. Die theoretischen Grundlagen sind z. B. bei *Jaglom* (2), *Gabor* (1) oder *Lange* (4) nachzulesen. Bei der Autokorrelationsfunktion

$$B_{xx}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} x(t + \tau) x(t) dt \quad (1)$$

den Tagesgang der Temperatur zu vermuten. Von *Luosto* und *Saastamoinen* (6) wurde bereits berichtet, daß die Häufigkeit der Brüche der Eisdecke eines Sees von der Temperatur abhing. Auf *Abb. 8* sind deshalb außer der mikroseismischen Aktivität noch die dreistündigen Temperatur- und Luftdruckmittelwerte mit aufgetragen. Letztere wurden auf dem Gletscher in der Nähe der Station 1 registriert und freundlicherweise von der Arbeitsgruppe Hydrologie—Meteorologie zur Verfügung gestellt. Auf allen Kurven erkennt man mehr oder weniger regelmäßige Schwankungen. Bei den Impulsraten tritt eine 24stündige Periode am deutlichsten in Erscheinung, die beim Temperaturverlauf teilweise, beim Luftdruck jedoch nur noch recht undeutlich zu erkennen ist.

kehrt jede Periodizität im Zeitbereich  $t$  als gleiche Periodizität im Verzögerungsbereich  $\tau$  wieder. Die Phasenlage im Zeitbereich  $t$  hat auf den Verlauf der AKF keinen Einfluß. Das Verschwinden der AKF für  $\tau > \tau_0$  bedeutet, daß nach der Zeit  $\tau_0$  kein statistischer Zusammenhang in der Zeitfunktion mehr vorhanden ist. Da die AKF eine gerade Funktion ist, kann ihre Spektralfunktion, die Fouriertransformierte, geschrieben werden als

$$f_1(\lambda) = \frac{2}{\pi} \int_0^{\infty} \cos \lambda \tau B(\tau) d\tau \quad (2)$$

Sie hat physikalisch die Bedeutung einer Leistungsdichte, weshalb die Bezeichnung Leistungsdichtespektrum oder kurz Leistungsspektrum gebraucht wird.

Mit der Kreuzkorrelationsfunktion

$$B_{xy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-\infty}^{+\infty} x(t + \tau) y(t) dt \quad (3)$$

kann man entscheiden, ob eine Periodizität, die in der Funktion  $x(t)$  enthalten ist, auch in der Funktion  $y(t)$  vorhanden ist. Da die Kreuzkorrelationsfunktion eine ungerade Funktion ist, ist ihre Fouriertransformierte, das Kreuzspektrum bzw. die Kreuzspektral-dichte

$$f(\lambda) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} e^{i\lambda\tau} B(\tau) d\tau \quad (4)$$

Aus (4) ist zu ersehen, daß das Kreuzspektrum komplex ist. Die auf Abb. 8 dargestellten Zeitfunktionen wurden entsprechend den Gleichungen (1) bis (4) auf dem ZRA 1 des Deutschen Brennstoffinstitutes, Freiberg, bearbeitet.

Die normierten Autokorrelationsfunktionen

$$\rho(\tau) = \frac{B(\tau)}{B(0)} \quad (5)$$

der dreistündigen mikroseismischen Impulsraten, von Luftdruck und Temperatur sind auf Abb. 9 wiedergegeben. Die Zeitfunktionen von Impulsraten, Luftdruck und Temperatur wurden mit  $x(t)$ ,  $y(t)$  und  $z(t)$  bezeichnet. Entsprechend sind die AKF von Impulsraten  $B_{xx}$ , von Luftdruck  $B_{yy}$  und von Temperatur  $B_{zz}$ , die normierten AKF

$$\rho_x(\tau), \rho_y(\tau) \text{ und } \rho_z(\tau)$$

Aus den Impulsraten AKF  $\rho_x(\tau)$  ist folgendes abzulesen:

1. Die Impulsraten sind nach  $35 \tau = 105$  Stunden inkohärent
2. Die Form der AKF läßt sich erklären als Überlagerung folgender Vorgänge: a) Vorgang mit 24stündiger Periode; b) Vorgang, dessen AKF die Form einer abklingenden cos-Funktion mit einer Kohärenzzeit von ca.  $20 \tau = 60$  Stunden besitzt; c) Vorgang, dessen AKF eine Exponentialfunktion mit der Kohärenzzeit  $35 \tau = 105$  Stunden ist.

#### Seismoakustik mittl. Lovénbreen (Westspitzbergen)

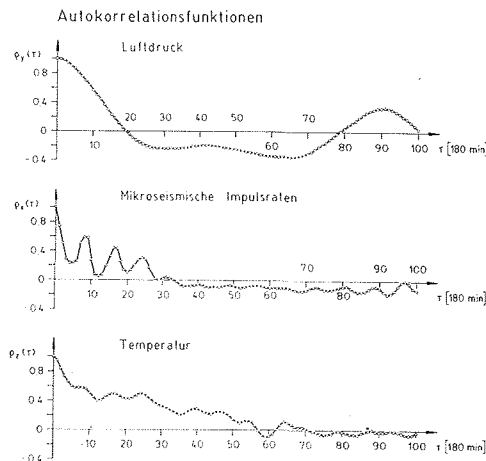


Abbildung 9  
Normierte Autokorrelationsfunktionen für Luftdruck, Eigenimpulsaktivität und Temperatur  
Normalized auto-correlation functions of atmospheric pressure, temperature and activity of subaudible noise

#### Seismoakustik mittl. Lovénbreen (Westspitzbergen)

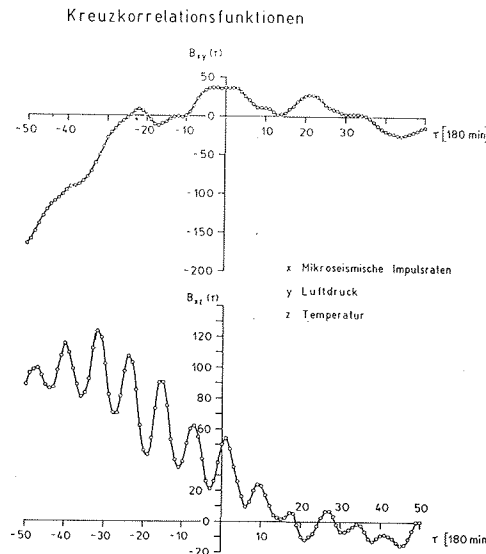


Abbildung 10  
Kreuzkorrelationsfunktionen Mikroseismik — Luftdruck und Mikroseismik — Temperatur  
Cross-correlation functions subaudible noise — atmospheric pressure and subaudible noise — temperature

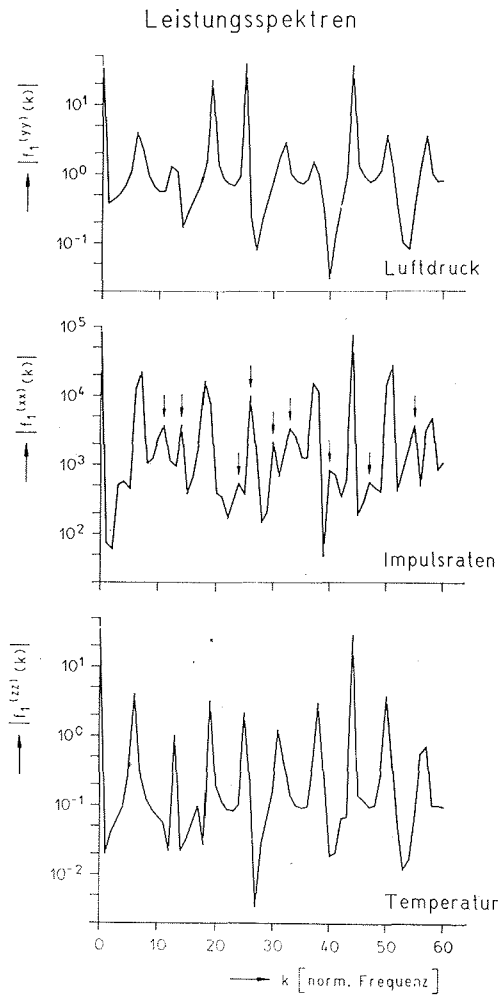
Der Vorgang a) ist auch in der AKF des Temperaturverlaufes enthalten, die bei  $60 \tau = 180$  Stunden gegen Null geht. Auf der Kreuzkorrelationsfunktion Mikroseismik - Temperatur (Abb. 10, unten) tritt diese 24-stündige Periode ( $= 8\tau$ ) besonders deutlich hervor. Die Deutung des Vorganges a) als täglichen Temperaturgang erscheint somit gerechtfertigt. Der Vorgang b) kann eine Folge des Luftdruckes sein, da die Kreuzkorrelationsfunktion Mikroseismik - Luftdruck eine, wenn auch nicht stark ausgeprägte Periode von  $20 \tau' = 60$  Stunden erkennen läßt (Abb. 10, oben). Aus der Kreuzkorrelationsfunktion  $B_{xz}$  ist abzulesen, daß zwischen Temperatur und Mikroseismik eine Phasenverschiebung von etwa drei Stunden besteht (Abstand zwischen  $\tau = 0$  und dem 1. Maximum von  $B_{xz}$ .) Der statistische Zusammenhang zwischen Temperatur und Mikroseismik läßt sich über  $60 \tau = 180$  Stunden verfolgen. Das bedeutet, daß der Temperaturgang eines Tages sich auf die Eiseigenimpulse noch 7,5 Tage lang auswirkt.

Die aus den Autokorrelationsfunktionen  $B_{xx}$ ,  $B_{yy}$  und  $B_{zz}$  berechneten Leistungsspektren sind auf Abb. 11 dargestellt. Auf der Abszisse ist eine normierte Frequenz  $k$  aufgetragen, aus der sich die Periode  $\nu^{-1}$  [Stunden] bestimmt zu  $\frac{6 \pi}{k}$ . Auf der Or-

dinate ist der Betrag  $f_1(k)$  aufgetragen. Die Spektren wurden für  $k = 0$  bis  $k = 60$  mit der Schrittweite  $k = 1$  berechnet, d. h. es wurden vorwiegend kurze Perioden ( $< 18$  Stunden) untersucht. Man erkennt, daß die Spektren von Luftdruck und Temperatur (obere bzw. untere Kurve) im Untersuchungsbereich etwa gleich sind. Das Leistungsspektrum der Impulsraten weist zum größten Teil die Luftdruck- und Temperaturkomponenten auf. Ihr Anteil zwischen  $k = 1$  und  $k = 60$  an der Gesamtleistung beträgt ca. 82 %. Die verbleibenden 18% verteilen sich auf Komponenten anderer Frequenz und wurden mit einem Pfeil markiert. Diese markierten Komponenten bestätigen die Annahme, daß außer Luftdruck und Temperatur bei der Ausbildung der Gletschereigenimpulse noch andere Erscheinungen mitwirken. Neben Effekten wie Wind und Strahlung wird zu einem Teil

die Gletscherbewegung an der Ausbildung der Eiseigenimpulse mit beteiligt sein. Da das „Rest“-spektrum im Untersuchungsbereich Komponenten zwischen 20 und 115 Minuten besitzt, wird auch eine Gletscherbewegung mit im gleichen Periodenbereich liegen, d. h. es muß eine ruckweise Bewegung auftreten. Über ruckweise Gletscherbewegungen im gleichen Periodenbereich wurde bereits von *Lliboutry* (5) und *Millecamp* (7) berichtet. Nach *Weertman* (16)

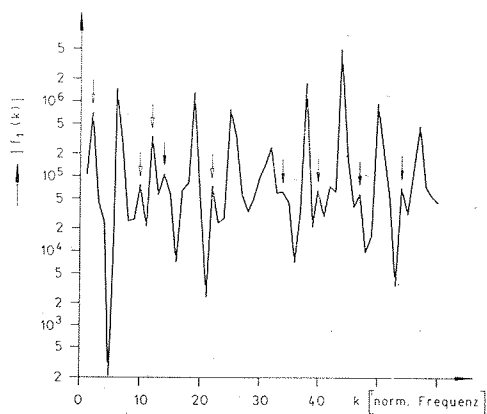
Seismoakustik mittl. Lovénbreen  
(Westspitzbergen)



**Abbildung 11**  
Leistungsspektren von Luftdruck, Eigenimpulsaktivität und Temperatur  
Power spectra of atmospheric pressure, activity of subaudible noise and temperature

können solche Bewegungen mit einer Wasserschmierschicht am Untergrund erklärt werden. Deshalb wurde der Abfluß des Lovéngletschers entsprechend untersucht. Die Gruppe Hydrologie-Meteorologie stellte dazu die Stundenmittel der Abflußmengen des rechten Gletscherbaches zur Verfügung. Daraus wurden dreistündige Mittelwerte berechnet und von diesen wiederum die Autokorrelationsfunktion und das Leistungsspektrum. Letzteres ist auf *Abb. 12* wiedergegeben. Auf diesem Spektrum wurden diejenigen Peaks, die dem Temperaturspektrum entsprechen, nicht markiert. Mit einem ausgefüllten Pfeil wurden diejenigen Komponenten bezeichnet, die auch im Eigenimpulsspektrum auftraten. Alle restlichen Komponenten wurden mit einem leeren Pfeil versehen. Aus dem Vergleich des Impulsratenpektrums mit dem Abflußspektrum wird geschlossen, daß bei der Bewegung des Mittleren Lovénbreen eine ruckweise Gletscherbewegung mit Perioden von 20 bis 33 Minuten und etwa 80 Minuten ( $k = 54, 47, 34$  und  $14$ ) zumindest mit beteiligt ist, die auf eine Wasserschmierschicht zurückzuführen ist. Der Anteil des „Schmierwassers“ am Gesamtabfluß beträgt im Untersuchungsbereich ca. 3 %.

Seismoakustik mittlerer Lovénbreen (Westspitzbergen)  
Leistungsspektrum des Wasserabflusses vom rechten Gletscherbach



**Abbildung 12**  
Leistungsspektrum der dreistündigen Wasserabflußmengen des rechten Gletscherbaches  
Power spectrum of the 3-hourly river discharge of the right stream of the glacier

Zu diesen Betrachtungen ist unbedingt noch hinzuzufügen, daß natürlicherweise in die Bewegung auch noch Komponenten des „direkten“ Temperatureinflusses eingehen werden. Es sind jene Komponenten bzw. ein Teil davon, die hier so behandelt wurden, als bestünde zwischen dem Temperaturverlauf und der Gletscherbewegung kein Zusammenhang. Es wurde lediglich Wert darauf gelegt, nachzuweisen, daß eine ruckweise Bewegung bei der Bewegung dieses Gletschers mit vorliegt und daß ein Teil davon die genannten Spektralkomponenten besitzt. Ob und in welchem Umfang eine Fließbewegung mit vorkommt ( $k = 0$ ) kann nicht gesagt werden.

Das vollständige Spektrum der Gletscherbewegung gewinnt man, wenn es gelingt, ihre Autokorrelationsfunktion zu bestimmen. Es gilt

$$B_{\text{BEW.}}(\tau) = B_{xx}(\tau) - \sum_{i=1}^n B_{y_i y_i}(\tau) \quad (6)$$

In (6) ist  $B_{\text{BEW.}}(\tau)$  die AKF der Gletscherbewegung,  $B_{xx}$  ist die AKF der Eiseigenimpulsverteilung und die  $B_{y_i y_i}$  sind die AKF der zu berücksichtigenden Vorgänge wie Temperatur, Luftdruck, Strahlung usw. einschließlich der des Störpegels (Rauschen der Apparatur).

Es darf angenommen werden, daß bei breiterer Anwendung dieser doch recht einfachen Meßmethode in der Gletscherforschung weitere Erfolge nicht ausbleiben.

#### Zusammenfassung:

Als Teil des geophysikalischen Meßprogrammes der Deutschen Spitzbergenexpedition 1964/65 wurden im Sommer 1964 auf dem Mittleren Lovénbreen (Kingsbay-Gebiet, Westspitzbergen) seismoakustische Messungen durchgeführt. 20 Tage lang beobachtete dreistündige Impulsraten wurden mit Hilfe der Korrelationsanalyse untersucht. Durch Berechnung der Leistungsspektren konnte der Einfluß von Temperatur und Luftdruck eliminiert werden. Das Restspektrum wurde mit dem des Wasserabflusses des rechten Gletscherbaches verglichen und in einigen Bereichen Gleichheit gefunden. Daraus wurde abgeleitet, daß eine ruckweise Gletscherbewegung, deren Ursache eine Wasserschmierschicht am Untergrund ist, mit vorliegt.

Herrn Prof. Dr. O. Meißer (†), der meine Expeditionsteilnahme ermöglichte und in großzügiger Weise durch Befreiung von anderen Aufgaben eine rasche Auswertung des umfangreichen Meßmaterials ermöglichte, gilt mein besonderer Dank. Alle Messungen waren nur möglich durch das gute Zusammenwirken und den uneingeschränkten Einsatz aller Expeditionskameraden. Der Dank dafür ist kaum in Worte zu fassen.



Literatur:

- (1) Gabor, D.: Summary of communication theory; in "Communication Theory", herausgegeben von W. Jackson. — Butterworth Scient. Publ. London (1953)
- (2) Jaglom, A. M.: Einführung in die Theorie der stationären Zufallsfunktionen. — Akademie-Verlag, Berlin (1959)
- (3) Kundorf, W.; Rotter, D.: Eine Untersuchung über die Anwendung der Methode natürlicher hochfrequenter seismischer Felder (Eigenimpulsmethode) im Steinkohlen- und Erzbergbau. Freib. Forsch. H. C 120 (1961)
- (4) Lange, F. H.: Korrelationselektronik. — Verlag Technik (1959)
- (5) Lliboutry, L.: Frottement sur le lit et mouvement par saccades d'un glacier. — Comptes rendus 247 (1958), S. 228—230.
- (6) Luosto, U.; Saastamoinen, P.: Observations about ice-shocks on Lake Sääksjärvi. — Geophysica, Helsinki 9, 1, S. 87—92.
- (7) Millecamp, R.: Sur le direction d'écoulement superficiel d'un tronçon de la Mer de Glace. — Comptes rendus 242 (1956), S. 397 bis 400.
- (8) Obert, L.: Use of subaudible noises for prediction of rock bursts. — Bureau of Mines, Report 3555 (1941)
- (9) Obert, L.; Duvall, W. J.: Seismic methods of detecting and delineating subsurface subsidence. — Bureau of Mines, Report 5882 (1961)
- (10) Pillewizer, W.: Deutsche Spitzbergenexpedition 1962. Peterm. Geogr. Mitt. (1962), H. 4.
- (11) Pillewizer, W.: Deutsche Spitzbergenexpedition 1964/65. Peterm. Geogr. Mitt. (1964), H. 3.
- (12) Riznicenko, Ju. V. u. a.: Seismoakustische Methoden zur Erforschung des Spannungszustandes von Gesteinen an Proben und unter Tage (russ.) Tr. geofiz. inst., Moskau (1956) 34 (161), S. 74—163.
- (13) Rotter, D.: Die Eigenimpulsmethode — ein geophysikalischer Beitrag zur geomechanischen Forschung. Monatsber. d. DAW zu Berlin 7 (1965) 3, S. 221—229.
- (14) Samina, O. G.: Elastische Impulse bei der Zerstörung von Gesteinsproben (russ.) — Izv. akad. nauk SSSR, Ser. geofiz. (1956) 5, S. 513—518.
- (15) Simáné, J.: Die seismoakustische Station Příbram A Freib. Forsch. H. C 126, S. 33 bis 44.
- (16) Weertmann, J.: On the sliding of glaciers. J. of Glaciology 3 (1957) 21.
- (17) o. V. Bericht über die Spitzbergenexpedition der DDR 1964—1965, Teil I, Unveröffentlicht NKGG, Potsdam (1965)

## Morphologie der Westantarktischen Eiskappe zwischen Mary-Byrd- und Edith-Ronne-Land

Von M. Hochstein,  
D. S. I. R. Geophysics Div., Neu-Seeland

Während des antarktischen Sommers 1963/64 überquerte eine Gruppe der Universität von Wisconsin die Westantarktis zwischen der Byrd-Station und dem Filchner-Eis-Schelf. Dabei fand man, daß das Eis einen breiten Rücken zwischen dem 80. und 84. Breitengrad bildet, wobei die Eisscheide etwa dem 100° W Meridian folgt. Abbildung 1 zeigt, daß dieser Teil des westantarktischen Inlandeises als eine zwei-dimensionale Eiskappe aufgefaßt werden kann. In *Abbildung 1* ist die Expeditions-Route durch eine dünne, ausgezogene Linie angedeutet; dünn gestrichelte Linien markieren Routen früherer Expeditionen. Höhenlinien sind etwas dicker ausgezogen; die Zahlen geben die Höhen in Metern an; die das Eis durchstoßenden Gebirge sind schraffiert angedeutet. Der Teil der westantarktischen Eiskappe, der besprochen wird, ist eingeraht.

Ein Depot wurde bei 82° 3.5' S; 89° 27' W in der Nähe von zwei Nunataks errichtet (B in Abb. 1). Zwei Punkte auf dem Eis wurden durch Triangulation mit Stationen auf festem Fels verbunden; die Basislinie wurde mit Tellurometern eingemessen. Zwei Monate später wurde auf der Rückkehr dieses Netz wieder gemessen. Nach Eliminierung einer lokalen Störkomponente erhielt man eine mittlere Geschwindigkeit von

$$v = 61 \pm 13 \text{ m/Jahr.}$$

Zum Vergleich wurde die theoretische Geschwindigkeit  $u$  für eine zweidimensionale Eiskappe auf ebenem Felsuntergrund nach der Kontinuumsgleichung

$$u \cdot h = a \cdot x \quad (1)$$

berechnet; in (1) bedeuten  $h$  die Eismächtigkeit in der Entfernung  $x$  von der Eisscheide,