

**Manfred Bölter und Michael Meyer**, Institut für Polarökologie  
der Universität Kiel

### **Bearbeitung ökophysiologischer Datensätze von Untersuchungen an antarktischen Standorten**

Sowohl die Erfassung wie auch die Verarbeitung mikroklimatischer Meßserien und aktueller Werte der Photosynthese erfordern besondere Meßstrategien und Auswerteprozeduren. Die Datensätze umfassen einerseits meteorologische Meßwerte, wie Temperatur, Licht und Feuchte, andererseits werden Werte zur Stoffwechselaktivität biologischer Proben, Flechten oder Böden, ermittelt und registriert. Zwischen beiden Parametergruppen sollen dann letztlich Beziehungen hergestellt werden, die qualitativer oder quantitativer Natur sind.

Die meteorologischen Meßwerte zur Erfassung des Mikroklimas der verschiedenen Standorte weisen naturgemäß starke zeitliche und räumliche Variationen auf. Es muß bei ihrer Erfassung also mit einer entsprechend hohen Auflösung gearbeitet werden. Die zeitliche Frequenz des Abfragens von Temperatur, Licht und Feuchte ist ein 3- bzw. 6-minütiger Takt, je nach Datenlogger (Kappen, 1985, Kappen et al., 1986). Die räumliche Auflösung muß sich im Maßstab der Kleinklimazonen in den Flechtenrasen bewegen. So nehmen Meßfühler die Temperaturen einzelner Thalli auf, wie auch Temperaturen in geringem Abstand davon. Konsequenz aus dieser Meßstrategie sind eine Vielzahl von Meßfühlern, die ausgelegt werden müssen, um die notwendigen Informationen zu erhalten, und ein aufwendiger Datensatz.

Während der Expeditionen in die Antarktis (Stationen Arctowski 1984/85, 1986/87, Casey 1985/86) standen uns für die Datenerfassung drei voneinander unabhängige Systeme zur Verfügung:

1. Gaswechselmeßanlage. Hier werden im Abstand von drei Minuten auf 24 Kanälen biologische ( $\text{CO}_2$ -Konzentrationen) und meteorologische (Temperaturen und Licht) Meßwerte über einen AD-Wandler auf eine Lochstreifenstanze übertragen und registriert. Alle Werte sind als

Zahlen zwischen 0 und 1 000 (mV) kodiert. Eine entsprechende Eichung ermöglicht dann später wieder die Zuordnung zu den Originalmeßwerten.

2. Datalogger "Squirrel" (Fa. Grant, Cambridge). In Einheit mit einem EPSON HX-20 ist dieses Gerät zur Dauerregistrierung von Temperatur, Licht und Feuchte (4 bzw. 16 Kanäle) geeignet. Das System wird mit Batterien betrieben und ist daher vom Standort unabhängig. Die Meßrate kann frei gewählt werden, liegt aber in der Regel bei einem Intervall von sechs Minuten.

3. Meß- und Speichereinheit (System Cernuska, Innsbruck). Dies System ist für die Registrierung von Temperaturen mit Thermoelementen ausgelegt. Es arbeitet mit einem PC-1500 A (Fa. Sharp) als Steuer- und Speichereinheit, Meßintervall hier ebenfalls sechs Minuten.

Unter Einsatz dieser Meßinstrumente kamen z. B. bei den Einsätzen auf Arctowski 1984/85 und Casey 1985/86 über eine Million Einzelwerte zusammen, die derzeit am Institut bearbeitet werden. Als besonderes Problem erweisen sich die sehr unterschiedlichen Datenstrukturen und Datenträger. Sie werden über verschiedene Schnittstellen und Programme auf einen einheitlichen Träger gebracht. Dies sind die Disketten eines Sharp MZ 800. Bei einer binären Speichertechnik (1 - 2 Bytes pro Meßwert) lassen sich die Originaldaten für weitere Analysen auf diesem Wege komprimieren. Die Auswertung erfolgt dann in mehreren Schritten:

Zunächst werden Ausdrücke und Plots erzeugt, nach den Versuchsnummern sortiert, um dann bei Sichtung und Vergleich mit den Versuchsprotokollen notwendige Ergänzungen, Korrekturen und weitere Aufteilungen oder Zusammensetzungen vornehmen zu können. Dies gilt insbesondere für eine Vereinheitlichung der Zeitachsen der verschiedenen Registrierungen.

Häufig erweist es sich dann als notwendig, die Daten zu filtern, um das Geräterauschen zu unterdrücken, das sich insbesondere bei kleinen Signalen der Messung der Stoffwechselaktivität störend auswirkt.

Es wird auch versucht, die schnellen Schwankungen des Lichtes, bei z. B. rasch wechselndem Bedeckungsgrad, die sich physiologisch nicht auswirken, zu glätten.

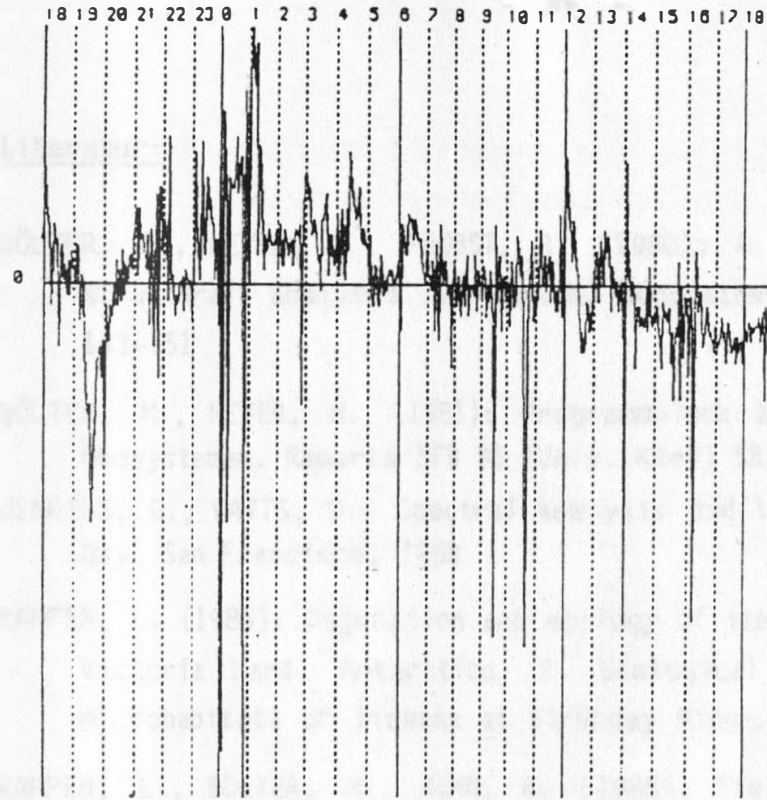
Im ersten Ansatz finden einfache Filter Anwendung (Moving Average u. ä.). In Abb. 1 ist ein Beispiel hierfür gegeben. Der Nachteil eines derartigen Verfahrens besteht aber darin, daß eventuell wertvolle Informationen durch Nivellierung verloren gehen. Um einen optimalen Fehler zu verwenden, muß der notwendige Frequenzbereich ermittelt werden. Hierzu bietet die univariate Spektralanalyse entsprechende Verfahren an. An der Filterung mittels autoregressiver Prozeßgleichungen (vergl. Jenkins and Watts, 1968) wird zur Zeit gearbeitet.

Auf diese Weise "bereinigte" Felddaten können nun auf ihre Spektren hin untersucht werden oder über bestimmte Zeitintervalle integriert werden. Zur Erfassung von zeitlichen Verschiebungen, z. B. zwischen Licht und Photosynthese, werden bivariate Spektralanalysen oder time-lag-Korrelationsanalysen angewandt. Entsprechende Programme stehen am Institut zur Verfügung (Bölter et al., 1980, Bölter und Meyer, 1981).

Ziel dieser Untersuchungen sind zunächst Korrelationsmodelle, in denen getestet werden soll, welchen Effekt die verschiedenen meteorologischen Faktoren auf die biologischen Aktivitäten ausüben. Mittels Verfahren aus der beschreibenden und analytischen Statistik, z. B. der Path Analysis oder multivariaten Korrelation, können dann weitere Modellansätze helfen, das terrestrische System antarktischer Biotope zu vergleichen und ihre Funktion zu verstehen.

VERSUCHSNUMMER 121 PARAMETER 3 ORDINATENEINHEIT : MG CO2

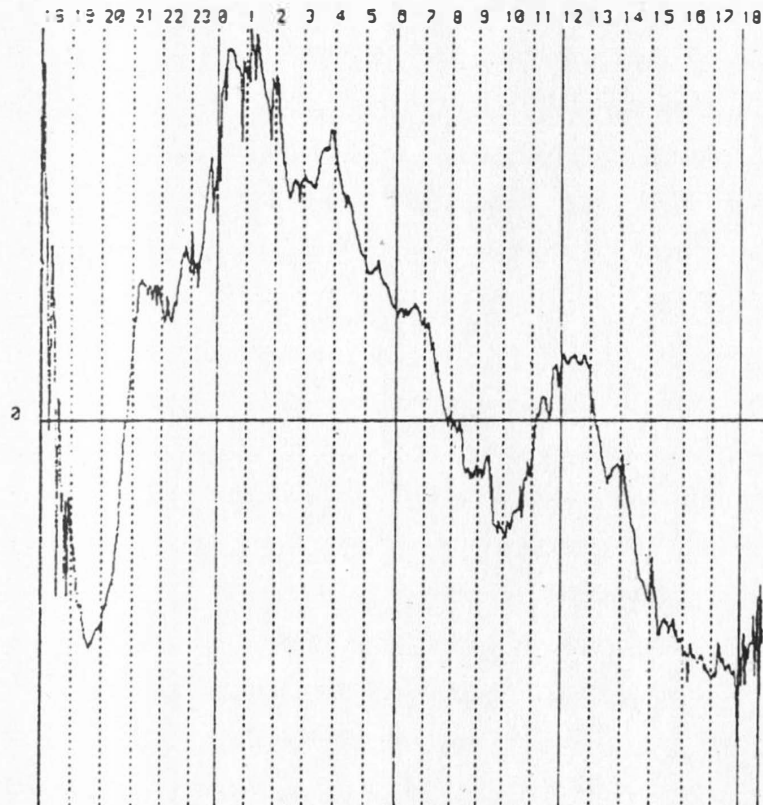
.198



MESSBEGINN :0. 5.12 :U. 17.59 ENDE :0. 6.12 :U. 18.51

VERSUCHSNUMMER 121 PARAMETER 3 ORDINATENEINHEIT : MG CO2

.264



MESSBEGINN :0. 5.12 :U. 17.59 ENDE :0. 6.12 :U. 18.51

Abb. 1: Originalmeßwertregistrierung des CO<sub>2</sub>-Verbrauchs von Schneevalgen (oben) und gefilterte Daten derselben Meßreihe (unten), Moving average, 24 Werte.

Literatur:

- BÖLTER, M., MEYER, M., PROBST, B. (1980): A statistical scheme for structural analysis of marine ecosystems. Ecol. Modelling 9, 143-151
- BÖLTER, M., MEYER, M. (1981): Programmblock zur Strukturanalyse von Ökosystemen. Reports SFB 95 (Univ. Kiel) 58, 1-47
- JENKINS, G., WATTS, D.: Spectral analysis and its application. Holden-Day, San Francisco, 1968
- KAPPEN, L. (1985): Vegetation and ecology of ice-free areas of northern Victoria Land, Antarctica. 2. Ecological conditions in typical microhabitats of lichens at Birthday Ridge. Polar Biol. 4, 227-236
- KAPPEN, L., BÖLTER, M., KÜHN, A. (1986): Field measurements of net photosynthesis of lichens in the Antarctic. Polar Biol. 5, 255-258