

Ulrich Vietinghoff; Maria-Luise Hubert; Peter Eschholz

Einsatz einer automatisch messenden Sonde für Langzeitmessungen im Greifswalder Bodden

Abstract

Application of an automatic measuring probe for long term measurements in Greifswalder Bodden.

An automatic probe developed at the University of Rostock for measuring water parameters has been in service in Greifswalder Bodden for three years. It measures mainly physical parameters at intervals of 10 minutes. Part of the time series is presented, interpreted and compared with monitoring data for the same time period. The importance of dense time series for the correct interpretation of ecological processes is demonstrated. To study the horizontal distribution of biological components, a probe was mounted on a pontoon towed alongside a small research vessel. The results documented the heterogeneity of the water body.

1 Einleitung

Wie an anderer Stelle ausgeführt wurde (KORPAL, ESCHHOLZ und VIETINGHOFF 1995, dieser Band), ist für ökologische Untersuchungen im Küstenbereich eine automatisch messende Gewässersonde entwickelt worden, die folgende Parameter zu messen gestattet:

Lufttemperatur,	PAR,
Windrichtung,	Windgeschwindigkeit,
Wassertemperatur,	PAR in versch. Wassertiefen,
Strömungsrichtung,	Strömungsgeschwindigkeit,
Leitfähigkeit,	(Chlorophyll a).

Die vorliegende Arbeit soll einen Überblick über die erzielten Ergebnisse vermitteln.

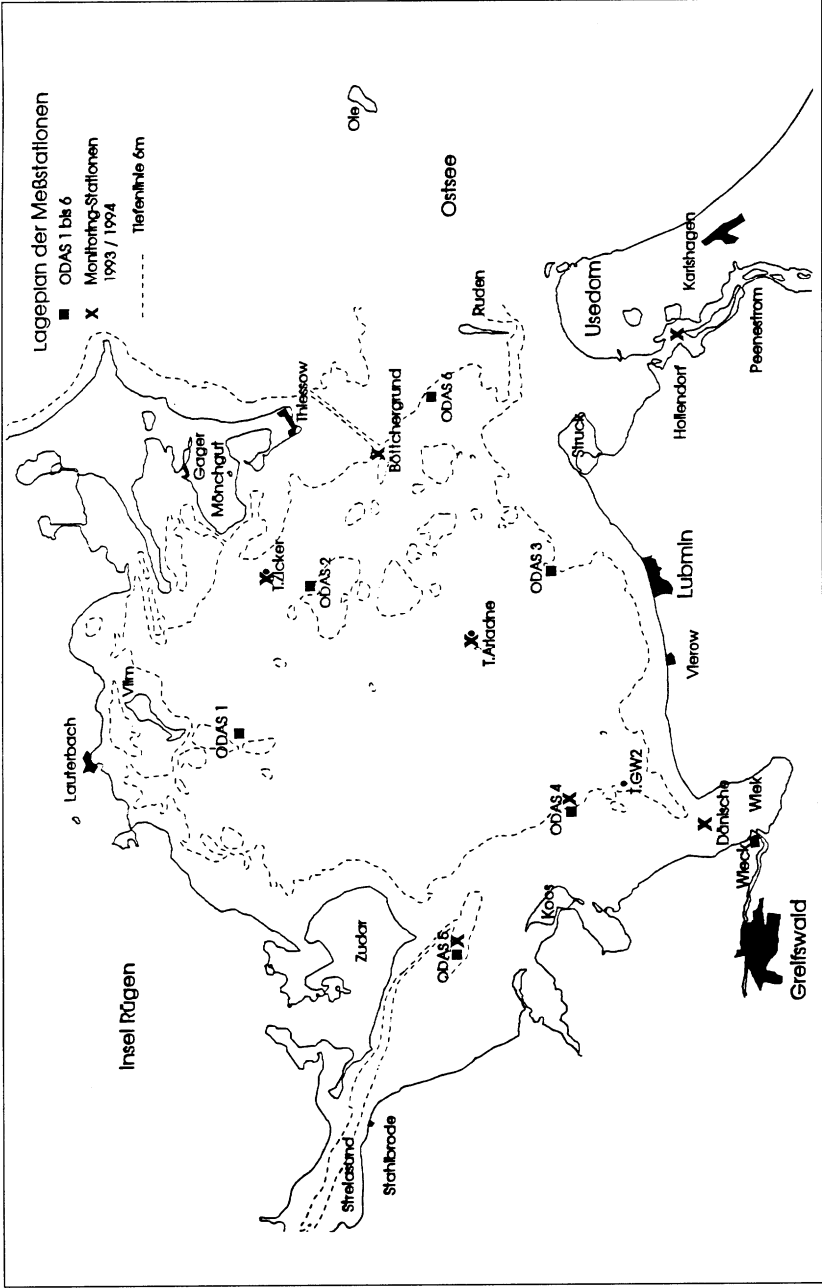


Abb. 1 Lageplan der Stationen ODAS 1 bis 6

2 Material und Methoden

Im Greifswalder Bodden waren im Jahre 1993 fünf und 1994 zwei Gewässersonden (Odas 2 und 3) ausgebracht; in dem laufenden Jahr wurden bisher 4 Sonden installiert. Den Lageplan der Gewässersonden zeigt Abb. 1. Die Daten wurden mit dem Handterminal von der Gewässersonde wöchentlich abgeholt und in eine Datenbank (dBase IV) des Labors übertragen. Die Auswertung der Daten erfolgt vornehmlich mit Statgraphics und Excel.

3 Ergebnisse

Bei der Darstellung der Ergebnisse der ODAS-Sonden beschränken wir uns auf die Darstellung der Ergebnisse der Sonde ODAS 2 (Zickersches Höft, Greifswalder Bodden) für den Zeitraum vom 1. bis 20. Juli 1994 (Abb. 2 bis 7) und einen Vergleich mit den Meßwerten der unabhängig durchgeführten 3 Monitoring-Fahrten dieses Zeitraumes, Station ODAS 2 (Tab. 1).

Tabelle 1 Meßwerte der 3 Terminfahrten des Monitoringprogrammes im Zeitraum 1.7.94 bis 20.7.94 Station ODAS 2, etwa 8 Uhr morgens (Bearbeiter H.-J. Hübel und B. Lenk)

Parameter	5.7.94	12.7.94	20.4.94
Lufttemperatur [°C]	16,8	20,8	20,0
Wassertemperatur [°C]	17,2	20,0	21,4
Sichttiefe [m]	1,5	1,4	1,2
Nitrat [$\mu\text{mol/l}$]	0,33	-	-
Phosphat [$\mu\text{mol/l}$]	0,25	-	-
Phytoplankton [mm^3/l]	0,2	2,39	2,75
Zooplankton [mg/m^3]	27,9	132,9	113,7
Gesamtbakterienzahl [$\cdot 10^6/\text{ml}$]	1,2	5,4	7

Im Zeitraum 1.7.94 bis 20.7.94 beginnt der Sommeraspekt der Phytoplankton-Entwicklung mit Dominanz der Cyanophyceen, insbesondere *Gomphosphaeria pusilla*. Die Sichttiefen an der Station ODAS 2 hatten mit 1,5 m bis 1,20 m sehr niedere Werte; die Nährstoff-Bestimmungen am 5.7.94 ergaben sehr geringe Konzentrationen (Tab. 1).

Die Wassertemperaturen (Abb. 2) lagen im untersuchten Zeitraum zwischen 18 °C am 1.7.94 und 22 °C am 20.7.94, waren also sehr günstig für die beginnende Sommerphytoplankton-Blüte. Wie Abb. 2 gleichzeitig zeigt, ist die Variabilität der Lufttemperatur erwartungsgemäß höher, als die der Wassertemperatur.

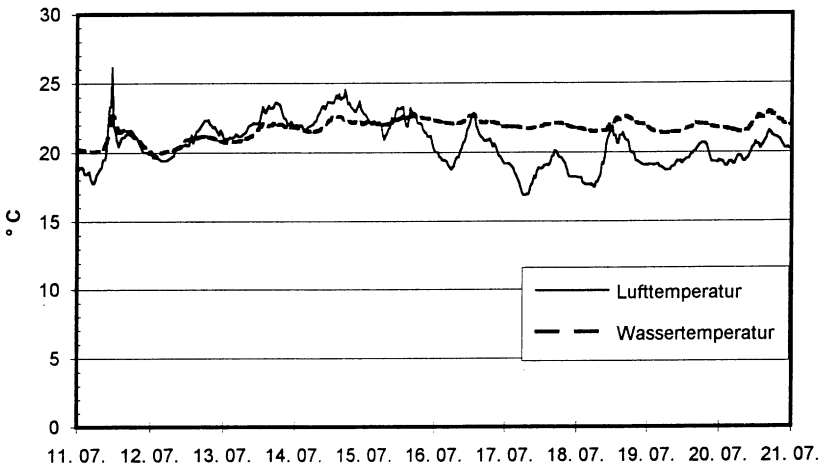
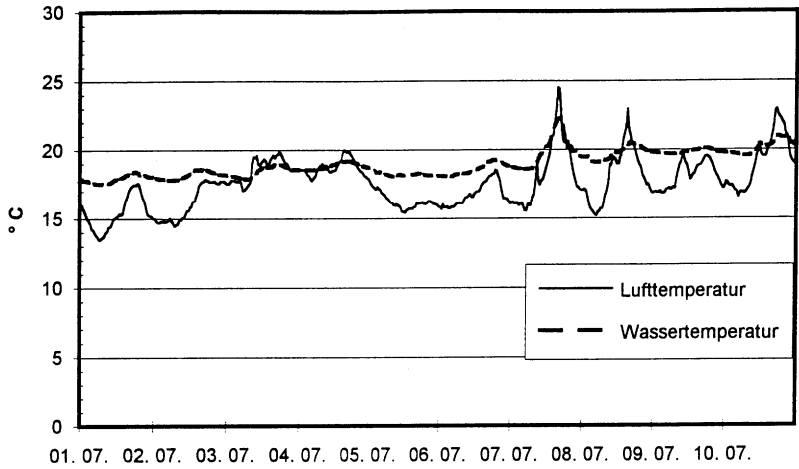


Abb. 2 Meßwerte der automatischen Sonde ODAS 2: Luft- und Wassertemperaturen

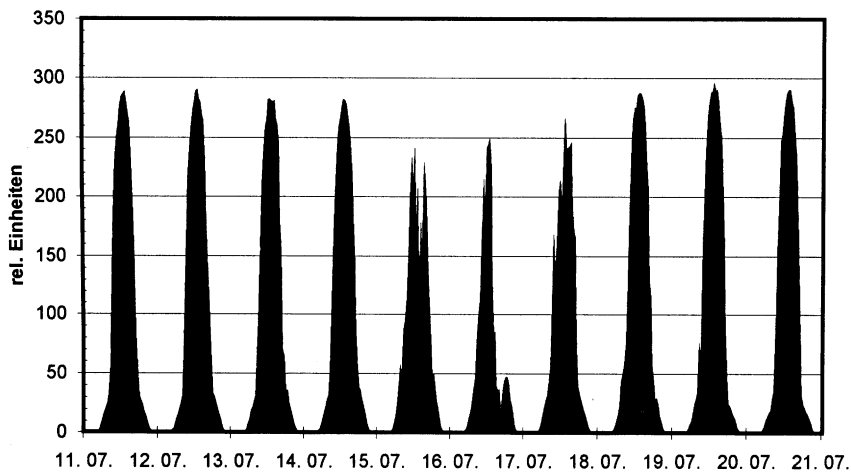
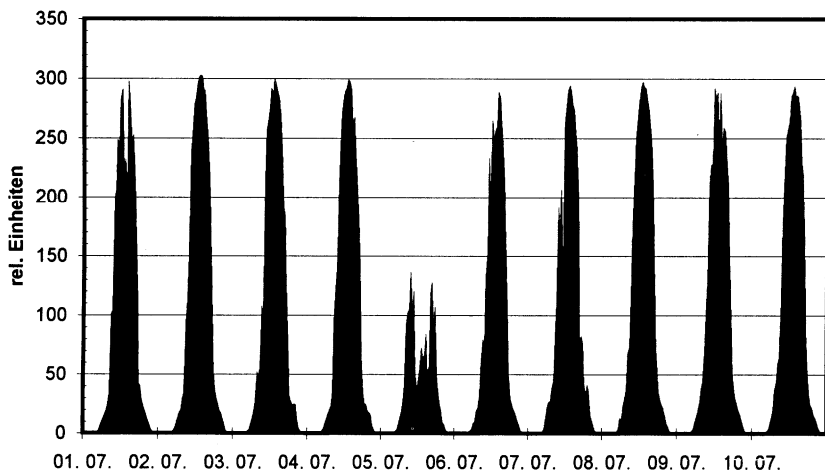


Abb. 3 Meßwerte der automatischen Sonde ODAS 2 : PHAR oberhalb der Wasseroberfläche

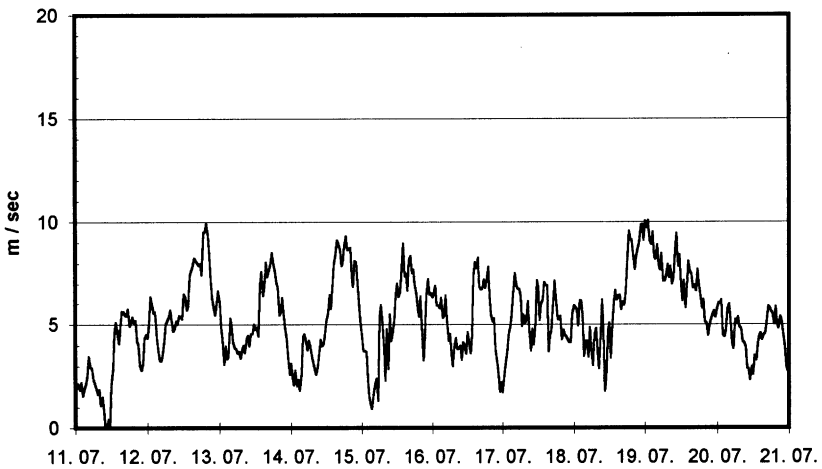
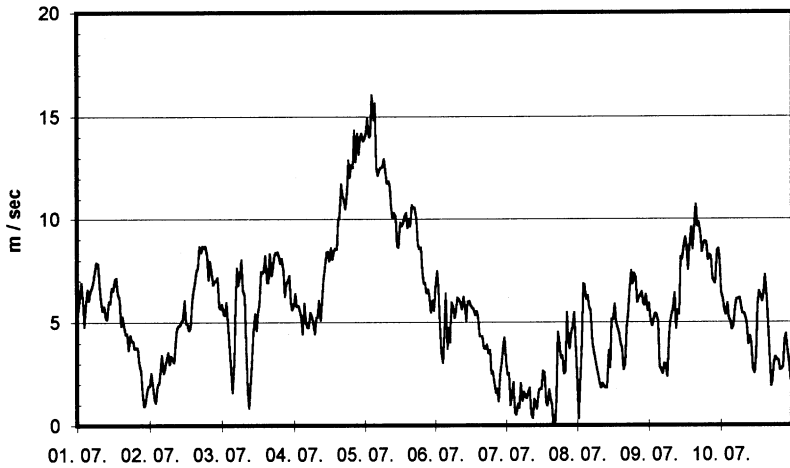


Abb. 4 Meßwerte der automatischen Sonde ODAS 2: Windgeschwindigkeit

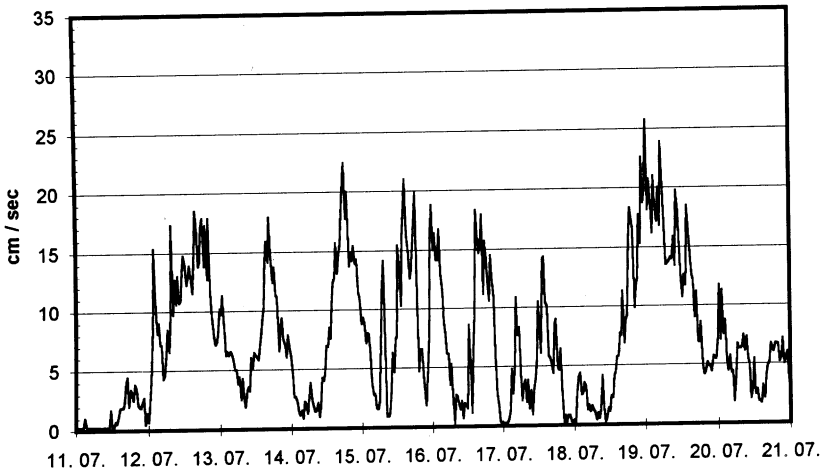
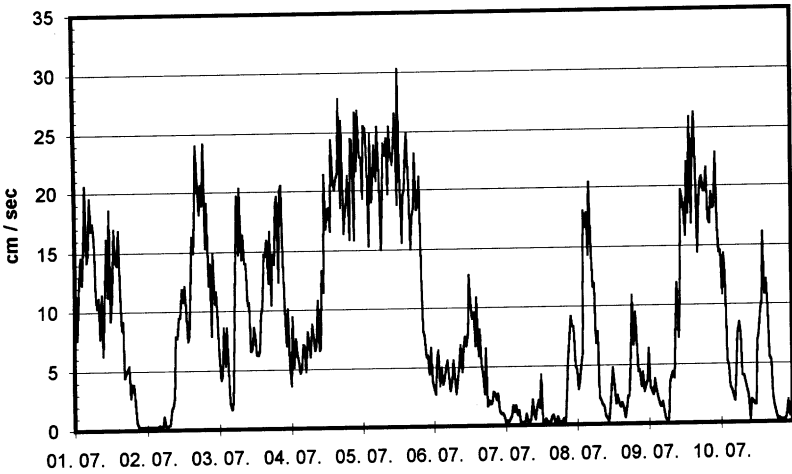


Abb. 5 Meßwerte der automatischen Sonde ODAS 2: Strömungsgeschwindigkeit

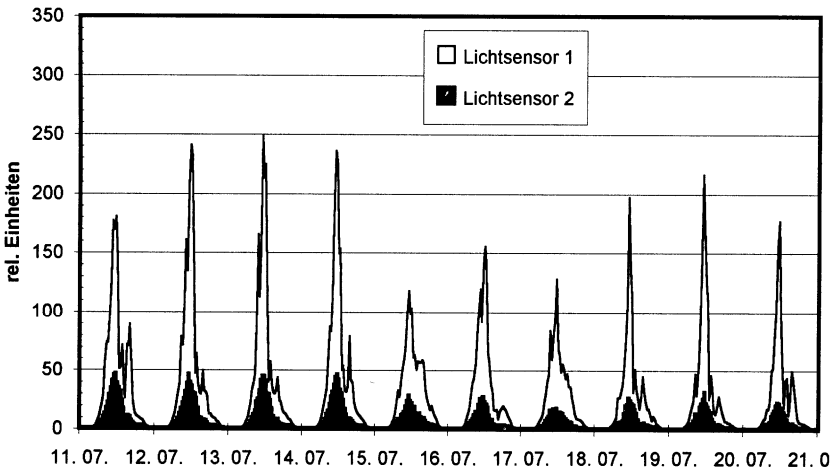
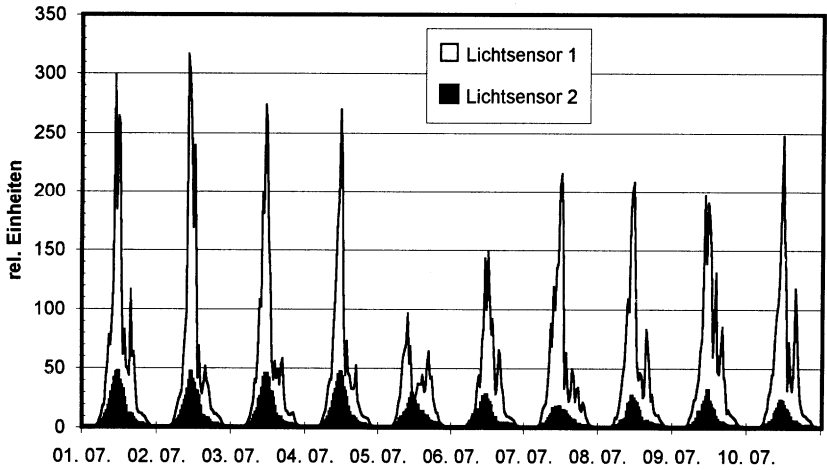


Abb. 6 Meßwerte der automatischen Sonde ODAS 2:
PHAR in 0,15 m und in 0,80 m Wassertiefe

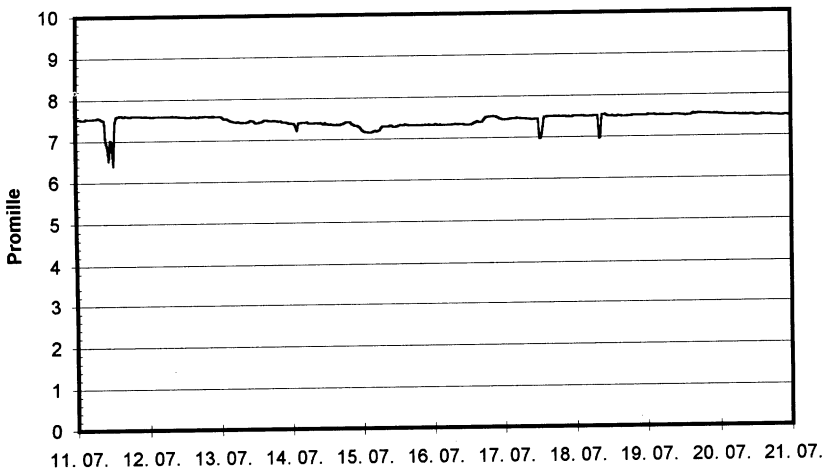
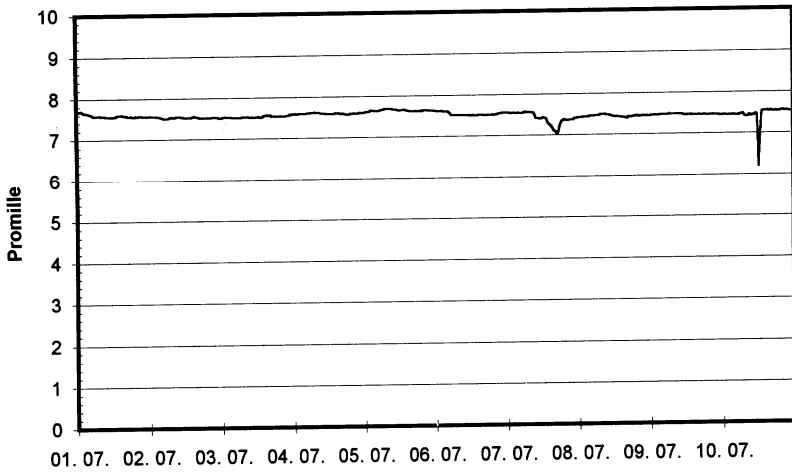


Abb. 7 Meßwerte der automatischen Sonde ODAS 2: Salinität (in Promille)

Die photosynthetisch aktive Strahlung in 2 m Höhe über der Wasseroberfläche zeigt an vielen Tagen etwa gleich hohe Werte, am 5.7.94 und vom 15.7.95 bis 17.7.94 zeigen beide ODAS-Sonden relativ kleinere Werte an (Abb. 3); offenbar bewirkt der stärkere Bewölkungsgrad an diesen Tagen einen verminderten Strahlungsinput.

Die Darstellung der Wind- und Strömungsverhältnisse in der Zeit vom 1.7.94 bis 20.7.94 (Abb. 4 und 5) zeigt deutlich, daß in diesem Zeitraum mit großer Regelmäßigkeit Wind mit 7 m/s und stärker (Windstärke 4 der Beaufort-Skala und mehr) gemessen wurde. Auffallend parallel dazu verlaufen auch die Strömungsgeschwindigkeiten (der Leser beachte bitte die unterschiedlichen Ordinate-Maßstäbe!). Diese Strömung führt zu einer Aufwirbelung des Detritus und trägt damit zu einer Verschlechterung von Sichttiefe und PAR-Klima bei.

Beginnendes Phytoplanktonmaximum, stochastisches Auftreten der Bewölkung und Sedimentaufwirbelung durch starke Strömung (5.7.94) spiegeln sich in den PAR-Messungen in der Wassersäule (Sensor 1 in 15 cm, Sensor 2 in 80 cm Wassertiefe) wider (Abb. 6): Während der Strahlungsinput über Wasser (Abb. 3) nach dem Minimum am 5.7.94 zwischen dem 7.7.94 und 14.7.94 wieder normale Werte zeigt, nimmt das Unterwasserlichtklima (Abb. 6) erst allmählich wieder zu (Seston sinkt langsam wieder aus), ohne die volle Höhe wieder zu erreichen (Phytoplanktonwachstum).

Dieses Beispiel zeigt, wie die Aufzeichnung mehrerer physikalischer Faktoren bei der Entwirrung der komplexen kausalen Wechselwirkungen im Ökosystem sehr nützlich sein kann.

4 Vergleich der Ergebnisse der automatischen Meßwerterfassung mit unabhängigen Messungen des Monitorings

In der Anfangsphase des Einsatzes der Gewässersonden war es sehr wichtig, die Ergebnisse der automatischen Messung der Sonden durch direkte Messung mit Handgeräten während eines Monitoring-Programmes zu kontrollieren. Die Ergebnisse dieser Kontrolle zeigt Tab. 2.

Tabelle 2 Vergleich ausgewählter Parameter des Sondenprogramms und des Monitoringprogramms (Werte des Monitorings von H.-J. Hübel)

Datum/Uhrzeit		Wassertemperatur [°C]		Leitfähigkeit [mS/cm]	
		ODAS 2	Monitoring	ODAS 2	Monitoring
8.6.94,	9:20	13,75	13,7	11,7	11,4
21.6.94,	8:00	14,36	14,3	11,9	11,3
28.6.94,	8:00	17,12	17,8	12,3	11,5
5.7.94,	7:45	18.10	17,2	13.0	12,8
12.7.94,	8:00	20,22	20,0	13.0	12,6
20.7.94,	8:00	21,52	21,4	12,9	12,6
4.8.94,	9:35	24,34	24,6	12,1	12,4
16.8.94,	7:45	19.40	19,2	12,7	12,3
23.8.94,	7:50	18,65	18,5	12,4	12,4
31.8.94,	9:55	17,73	17,8	12,2	12,4
6.9.94,	7:50	16,85	16,2	12,5	12,6

Die ausgewählten Parameter zeigen eine recht gute Übereinstimmung zwischen den Meßwerten der Sonde und den Meßwerten des Monitorings, die mit Handmeßgeräten gewonnen wurden. Es ist bei der Einschätzung zu berücksichtigen, daß die Sensoren zwar fast jede Woche gewartet wurden, in jedem Falle aber mehrere Monate im Feldeinsatz waren. Die Übereinstimmung kann u.U. noch verbessert werden, wenn an die Arbeitsprozesse an Bord noch höhere Anforderungen gestellt werden, indem z.B. die Wassertemperatur an Wasserproben gemessen werden, die mit dem Wasserschöpfer aus 1 m Tiefe genommen werden. Die ODAS-Wassertemperatur wird auch in 1 m Wassertiefe gemessen. (Gegenwärtig wird die Wassertemperatur beim Monitoring an einer Wasserprobe direkt von der Oberfläche gemessen).

Aus dem Vergleich der beiden Datensätze ist weiterhin ersichtlich, daß in den Meßwerten der Sonde keine fehlerhafte Drift vorkommt! Solche Fehler wären schwer zu korrigieren gewesen!

5 Diskussion

Die automatisch messenden Sonden haben insbesondere 1994 und 1995 eine Fülle von Informationen über das Ökosystem Greifswalder Bodden geliefert, die nur auszugsweise hier dargestellt werden konnten. Die Werte von 1994 sind zum großen Teil in VIETINGHOFF et al. 1994 enthalten. Die Auswahl der Darstellungen macht aber deutlich, daß selbst durch ein wöchentliches Monitoring nur Momentanwerte, und nicht ihr Entstehen und Abklingen gezeigt werden

können. Am Tage des Monitorings werden vormittags die östlichen Stationen (Zicker, Böttchergrund, Hollendorf) beprobt und einige Parameter direkt gemessen; am Nachmittag werden die westlichen Stationen (Ariadne, Strelasund, Salzboddengrund, Dänische Wiek) angefahren und die Werte und Proben genommen. Die Temperaturwerte der östlichen Stationen sind deshalb oft niedriger als die der westlichen Stationen; die Attribute zu den Daten sind von großem Wert und bei statistischen Berechnungen zu beachten. Aus Abb. 2 ist zu entnehmen, daß bei der Lufttemperatur Änderungen von 5 °C und mehr pro Tag auftreten können. Solche circadiane Veränderungen haben offenbar auch merklichen Einfluß auf die Nährstoff-Werte (H. WESTPHAL, pers. Mitt.) und andere Komponenten. Es wäre wünschenswert, diese Änderungen messend zu verfolgen.

Nachteilig wirkt sich gegenwärtig aus, daß chemische und biologische Komponenten nicht ohne weiteres automatisch gemessen werden können. Über Ansätze hierzu wird in 2 Beiträgen (SCHOLZ und VIETINGHOFF 1995, ZÖLDER, PALZER und VIETINGHOFF 1995, dieser Band) berichtet.

6 Zusammenfassung

An der Universität Rostock wurde eine automatisch messende Gewässersonde entwickelt und seit 3 Jahren im Greifswalder Bodden eingesetzt. Vor allem physikalische Parameter werden kontinuierlich alle 10 Minuten gemessen. Ein Ausschnitt aus den Meßreihen wird dargestellt, interpretiert und mit ausgewählten Monitoring-Daten des gleichen Zeitraumes verglichen. Es wird gezeigt, wie enge Zeitreihen physikalischer Parameter auch bei der Interpretation ökologischer Prozesse eine wichtige Rolle spielen können. Zur Untersuchung der horizontalen Verteilung von Biokomponenten wurde eine Sonde auf einen Schlepp-Ponton montiert und seitlich vom Forschungskutter gezogen. Es zeigt sich, daß der Wasserkörper heterogen ist.

Danksagung

Unser Dank gilt dem Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF/BEO, Abt. Meeresforschung, für die Unterstützung der Untersuchungen im Rahmen der Projekte "Ökosystemare Grundlagenforschung im Bereich des Greifswalder Boddens" sowie im Rahmen des Verbundprojektes "Greifswalder Bodden und Oderästuar - Austauschprozesse" (GOAP).

Die Schiffsreisen wurden mit dem 17 m - Forschungskutter "GADUS" (Kapitän Herr Ulrich Nagel, Technischer Offizier Herr Rudi Reinhäckel, Technischer Assistent Herr Uwe Friedrich) des FB Biologie der Universität Rostock durchgeführt.

Literatur

- HÜBEL, H.-J.; U. VIETINGHOFF; M.-L. HUBERT; S. RAMBOW-BARTELS; B. KORTH; H. WESTPHAL u. B. LENK (1995): Ergebnisse des Monitorings Greifswalder Bodden September 1993 bis März 1995. Dieser Band.
- VIETINGHOFF, U.; N. ERDMANN; H. ARNDT; V. KELL u. M.L. HUBERT (1984): Integrated samples provide accurate means of parameters characterising aquatic ecosystems. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 69, H. 1, 121 - 131.
- VIETINGHOFF, U.; M.-L. HUBERT; A. ZÖLDER & T. HEENE (1991): Anwendung von Methoden der Informatik in der Ökosystemforschung Greifswalder Bodden. *Informatik-Fachberichte* Nr. 296, 221 - 229. Springer.
- VIETINGHOFF, U.; M.-L. HUBERT; A. KOB; S. RAMBOW; P. ESCHHOLZ; R. KORPAL; U. KLÜBER u. TH. HEENE (1994): Ökosystemare Grundlagenforschung im Bereich Greifswalder Bodden. Abschlußbericht des Projektes BMFT/BEO 03 F00 24A.
- VIETINGHOFF, U.; M.-L. HUBERT u. H. WESTPHAL, Hrg.: (1995): Zustandsanalyse und Langzeitveränderungen des Ökosystems Greifswalder Bodden. Abschlußbericht zum Fördervorhaben des Umweltbundesamtes Z 1.5-25105/235 - RII-102 04 252.
- VIETINGHOFF, U.; H.-J. HÜBEL; H. WESTPHAL; B. LENK; S. RAMBOW-BARTELS; B. KORTH (1995): Die Forschung begleitendes Monitoring Greifswalder Bodden. Abschlußbericht zum Fördervorhaben des Ministeriums für Bau, Landesentwicklung und Umwelt des Landes Mecklenburg-Vorpommern. 141 Seiten.
- ZÖLDER, A. (1991): Ein Beitrag zur automatischen Zooplankton-Analyse mit Methoden der digitalen Bildverarbeitung. Dissertation, Univ. Rostock.
- ZÖLDER, A.; H. Palzer u. U. Vietinghoff (1995): Entwicklung von Algorithmen zur automatischen Auswertung von Bildern des Zooplanktons der Südlichen Ostsee und des Greifswalder Boddens mit Hilfe eines Bildverarbeitungssystems. Abschlußbericht des EUREKA-Projektes EUROMAR EU 413 (MAROPT III).

Verfasser

Prof. Dr. habil. Ulrich Vietinghoff
Dr. Maria-Luise Hubert
Dipl.-Ing. Peter Eschholz
Universität Rostock
FB Biologie
Abt. Biophysik
18051 Rostock