

KIELER MEERESFORSCHUNGEN

Institut für Meereskunde der Universität Kiel

Herausgegeben von G. DIETRICH

unter Mitwirkung von

A. REMANE und E. SCHULZ (Zoologisches Institut),
F. DEFANT, F. GESSNER, K. KÄNDLER, W. KRAUSS, J. KREY,
C. SCHLIEPER und G. WÜST (Institut für Meereskunde)

Band XX

1964

Heft 2

Sonderdruck S. 130—135

Ein System zur kontinuierlichen Messung
physikalischer Größen im Meere

Von G. KRAUSE und G. SIEDLER

Kommissionsverlag Walter G. Mühlau, Kiel

Ein System zur kontinuierlichen Messung physikalischer Größen im Meere

Von G. KRAUSE und G. SIEDLER

Zusammenfassung: Es werden zwei in flachen Meeren auslegbare Meßstationen mit dem zugehörigen Datenverarbeitungssystem beschrieben. Die erste Station besteht aus einer Unterwasserwinde, die eine Meßsonde mit Eigenauftrieb auf und ab bewegt. Die Sonde kann bis zu vier Meßfühler enthalten, mit denen in situ-Messungen verschiedener Parameter des Meerwassers durchgeführt werden können. Die Stromversorgung und die Fortleitung der frequenzmodulierten Meßsignale erfolgt über einen Kabelanschluß zum Land.

Die zweite Unterwasserwinde arbeitet mit Batterieantrieb und steuert die zugehörige Meßsonde nach einem physikalischen Parameter des Meerwassers. Die Meßsonde folgt der Tiefenlage einer vorgewählten Isotherme oder einer Isolinie der Lichtintensität. Ihr geringer Energiebedarf gestattet den Einsatz der Station im freien Meeresgebiet. Die frequenzmodulierten Meßsignale werden mit einer Sendeboje übertragen. Das Datenverarbeitungssystem, das für beide Systeme anwendbar ist, liefert die Meßwerte analog auf Registrierpapier oder Magnetband und digital auf Lochstreifen.

A system for continuous measurements of physical parameters in the sea (Summary): A system was developed to record continuously different physical properties of sea-water. The main part is an underwater winch allowing movement up and down a measuring unit. The winch is part of a moored housing containing the motor and some electronics. Because it is difficult to find a compromise between a near-shore unit with high speed of lowering and an off-shore unit with low power consumption, two different units were developed. The electronic system is based on frequency modulation to achieve simultaneous telemetering of several signals over one conductor of a cable. The measuring signals may be recorded in three ways: 1. on a two-pen, two-axis graphic recorder with an additional paper feed, 2. on an audio range tape recorder, 3. over a counter on a teleprinter or tape punch. Principles and some details are to be seen on the figures. Figs. 15, 16, and 17 show examples of measurements.

Die Aufgabenstellung

Beim Studium zeitabhängiger Vorgänge im Meer wird die Wahl der Meßmethode entscheidend von der Länge des Meßintervalls bestimmt. Langzeitige Änderungen, also z. B. jährliche oder jahreszeitliche Schwankungen der physikalischen Parameter eines Seegebietes, können von Forschungsschiffen erfaßt werden, die auf ausgewählten Meßpositionen in regelmäßigen Abständen die in Frage kommenden Messungen durchführen, wenn die kurzzeitigen Änderungen klein gegen die zu untersuchende langzeitigen Variationen sind. Beträgt das Meßintervall dagegen nur einige Wochen, so ist es

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

Abb. 1: Arbeitsprinzip der küstennahen Station

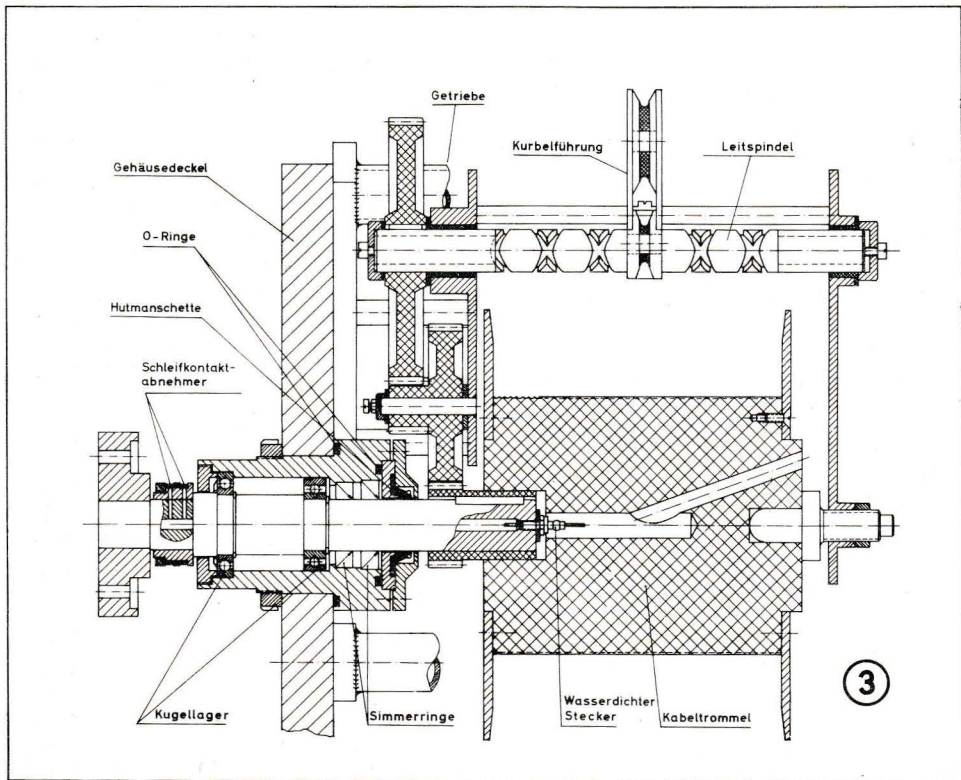
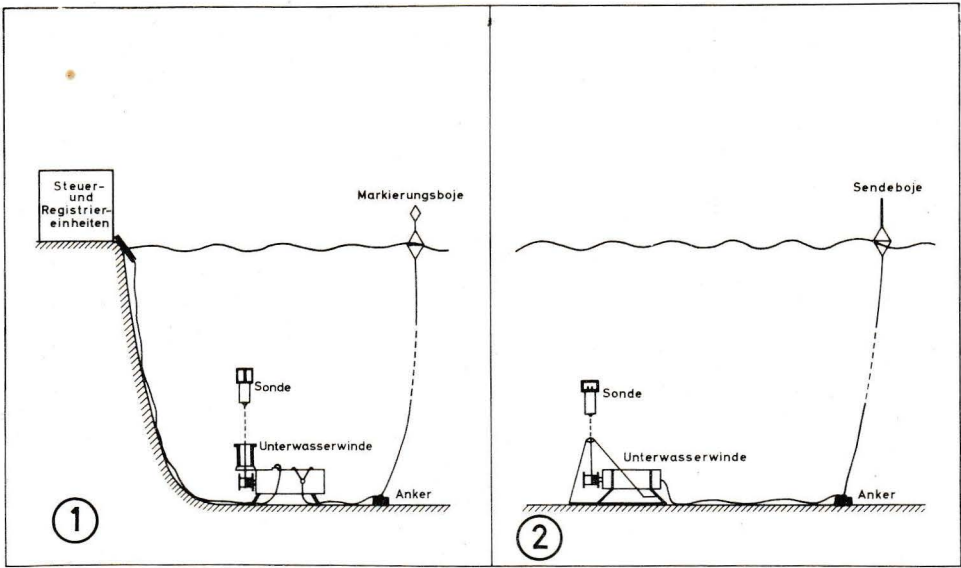
Abb. 2: Arbeitsprinzip der Seestation

Abb. 3: Konstruktionszeichnung der Wellenabdichtung (küstennahe Station)

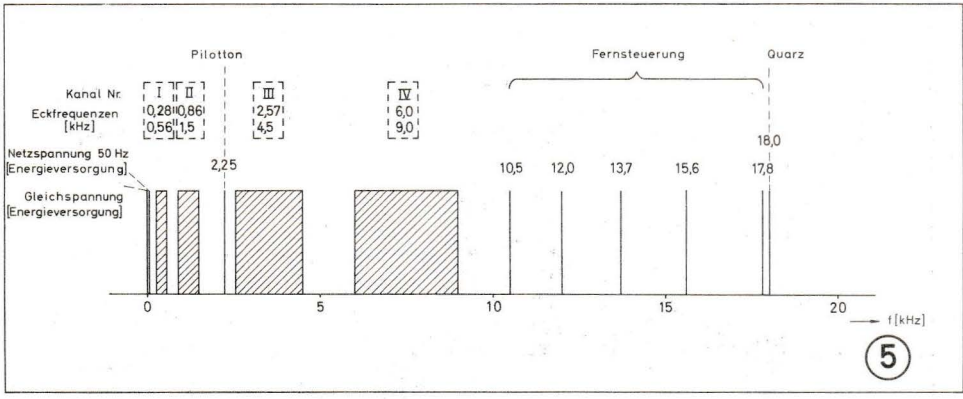
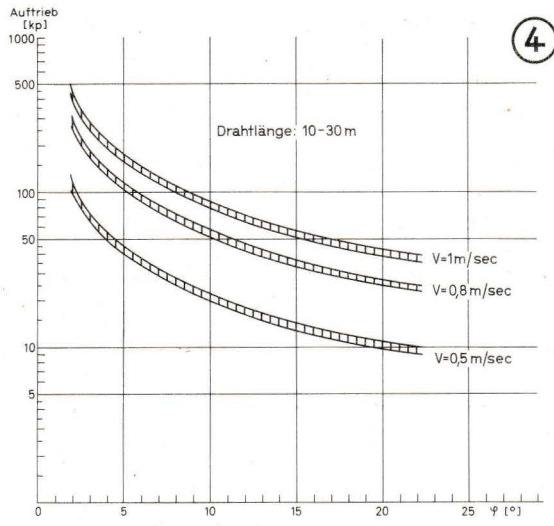
Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 2)

Abb. 4: Diagramm zur Bestimmung der Zusammenhänge zwischen Drahtwinkel, Drahtlänge, Meeresströmung und Auftrieb der Sondenkörper.

Abb. 5: Übersicht über die benutzten Frequenzbänder der Meßanordnungen



Tafel 1 (zu G. Krause und G. Siedler)



Tafel 2 (zu G. Krause und G. Siedler)

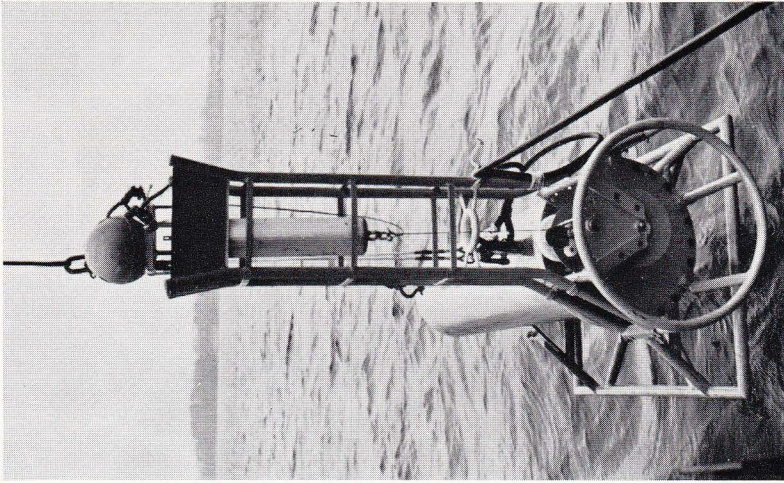


Abb. 6

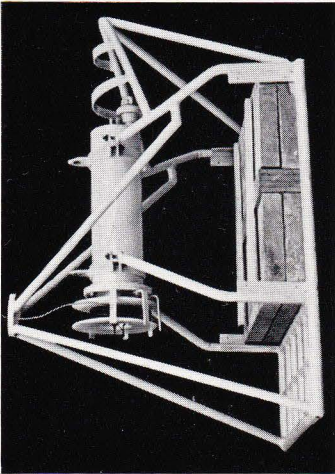


Abb. 7

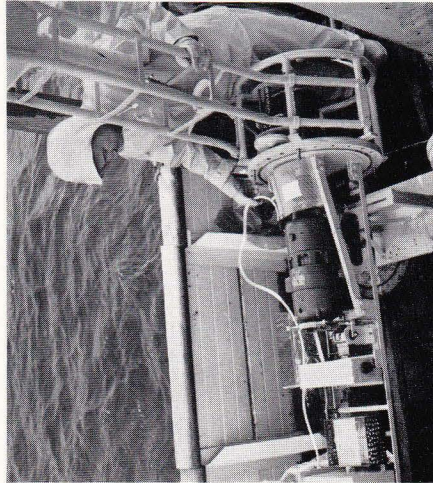


Abb. 8

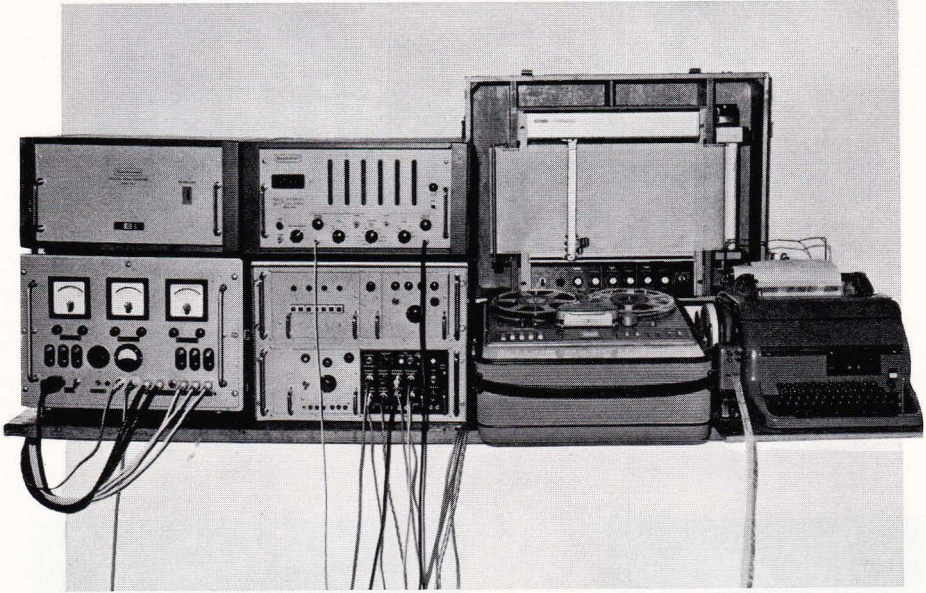


Abb. 9

Tafel 4 (zu G. Krause und G. Siedler)

zweckmäßig, selbsttätig messende Geräte zu verankern. Kommt die Zeitskala des zu untersuchenden Vorganges schließlich in die Größenordnung der Periodendauer der Oberflächenwellen, so müssen zur Vermeidung von Störungen entweder schwimmende Plattformen mit großer Tauchperiode (PEARLMAN 1964, RUDNICK 1964, TALLEY 1964) oder aber Anordnungen eingesetzt werden, die eine feste Basis auf dem Meeresboden besitzen.

Für Messungen, die in unmittelbarer Nähe des Meeresbodens durchgeführt werden können, ist die Forderung nach einer festen Basis durch auf dem Boden ausgelegte Sonden leicht zu erfüllen. Diese Technik ist z. B. zur Periodendauer- und Amplitudennmessung der Oberflächenwellen (GEISSLER 1941, SNODGRASS, MUNK, TUCKER 1958, MCILWRAITH, HAYS 1963) angewandt worden. Auch die direkte Strommessung in Bodennähe (THORNDIKE 1962) stellt ein typisches Beispiel dieser Methode dar.

Für die Gewinnung von Daten aus verschiedenen diskreten Tiefenhorizonten hat KRAUSS (1960) für Schelfmeergebiete auslegbare Beobachtungsmasten als Instrumententräger entwickelt. Für größere Tiefen sind von FRASETTO (1963) Angaben über eine Meßanordnung gemacht worden. Außerdem kommen natürlich verankerte Geräteketten in Frage. Die kontinuierliche Erfassung der gesamten Wassersäule ohne den störenden Einfluß der Oberflächenwellen auf die Tiefenlage der Meßsonde war bisher nur von fest aufgebauten ozeanographischen Meßtürmen aus möglich.

Das Arbeitsprinzip des Systems

Die Forderung, kontinuierliche Messungen mit auf beliebigen Positionen auslegbaren Geräten zu erhalten, wobei die Baukosten klein gegen diejenigen ozeanographischer Meßtürme sein sollten, führte zur Entwicklung eines speziellen Meßsystems, über dessen Technik bereits früher in einem Vortrage (SIEDLER, KRAUSE, 1964) kurz berichtet wurde.

Das Kernstück des Systems ist eine elektrisch angetriebene Unterwasserwinde, mit der eine Meßsonde in der Vertikalen bewegt werden kann. Damit läßt sich einmal das Meßgerät in einen bestimmten Tiefenhorizont bringen, ferner kann die Sonde in vorgewählten Zeitabständen auf- und abgefahren werden, um so zeitliche Änderungen der vertikalen Verteilung physikalischer Größen zu erfassen. Schließlich ist auch ein Einsatz als Parameterfolger möglich. Dabei wird die von der Winde bewegte Meßsonde auf den Sollwert einer Meßgröße eingestellt und folgt dann automatisch den Tiefenänderungen dieses Sollwerts. Es ist jedoch wegen des unterschiedlichen Energiebedarfs für verschiedene Aufgaben nicht zweckmäßig, alle beschriebenen Möglichkeiten in einer Station zu vereinen. Der hohe Energiebedarf einer Winde, die eine Meßsonde mit großer Geschwindigkeit auf und ab bewegt, erfordert eine Kabelverbindung zur Küste, während der geringe Energiebedarf eines Parameterfolgers aus Batterien gedeckt werden kann. Aus diesem Grund entstanden eine Station für Küstennähe und eine für die offene See, deren prinzipieller Aufbau aus Abb. 1 und Abb. 2 zu erkennen ist. Abb. 6

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 3)

Abb. 6: Windengehäuse der küstennahen Station

Abb. 7: Windengehäuse der Seestation

Abb. 8: Innenaufbau der küstennahen Station

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 4)

Abb. 9: Geräte zur Steuerung und Registrierung

und 7 zeigen die am Meeresboden aufzustellenden Gehäuse mit den Windentrommeln, Abb. 8 gibt einen Einblick in den Innenaufbau des Bodengehäuses für küstennahen Einsatz. Die Arbeitstiefen betragen 100 m bzw. 300 m. Mit der großen Winde lassen sich Geschwindigkeiten bis zu 18 m/min. erzielen, die kleine Winde, die hauptsächlich als Antrieb der Parameterfolgeranordnung dient, ist für eine Geschwindigkeit von 2 m/min. ausgelegt. Die wichtigsten technischen Probleme bei der Entwicklung der Stationen stellten Dichtungen, Kabelführung, Motoren, Meßwertwandler, Meßwertübertragung und Steuerung. Abb. 3 zeigt, wie das Problem der Wellendichtung bei der Station für Küstennähe gelöst wurde. Zwischen Achse und Gehäuse befinden sich 2 Simmerringe und eine Hutmanschette, die Zwischenräume sind mit Silikonöl aufgefüllt. Das Ende des elektrischen Verbindungskabels zur Meßsonde wird mit einem Unterwasserstecker in die durchbohrte Achse eingeführt. Im Innern befinden sich Schleifringe zur Abnahme der Signal- und Speisespannungen. Die bei großen Geschwindigkeiten notwendige Kabelführung zeigt dieselbe Abbildung. Die notwendige Antriebsleistung der Windenmotore berechnet sich aus dem zulässigen Drahtwinkel und den Stromgeschwindigkeiten des betreffenden Seegebietes. Vernachlässigt man den Auftrieb des Drahtes und berücksichtigt nur den Auftrieb der Meßsonde, so folgt aus der Bedingung, daß die vom Auftrieb A und vom Strömungswiderstand $W(1)$ hervorgerufenen Drehmomente gleich sein müssen

$$A \cdot l \cdot \sin \alpha = \cos \alpha \int_0^1 W(1) dl$$

(l = ausgefahrene Drahtlänge, α = Winkel gegen Vertikale)

Der Widerstand W setzt sich zusammen aus dem des Drahtes und dem der Meßsonde

$$W = c_1 \cdot \frac{\gamma}{2g} F_1 v^2 + c_2 \frac{\gamma}{2g} F_2 v^2$$

($c_{1,2}$ = Widerstandsbeiwert, $F_{1,2}$ = Flächeninhalt der umströmten Fläche, v = Geschwindigkeit der Meeresströmung, γ = spez. Gewicht des Wassers).

Für kleine Drahtwinkel und konstante Stromgeschwindigkeit in der gesamten Wassersäule $v(1) = v_0$ erhält man

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{W}{A} = \frac{\gamma}{2gA} (c_1 F_1 + c_2 F_2) v_0^2$$

Diese Beziehung liegt Abb. 4 zu Grunde, aus der zu dem vorgegebenen Drahtwinkel, der Länge des Drahtes und der Stromgeschwindigkeit der erforderliche Auftrieb ermittelt werden kann. Die Motorleistung ist dann

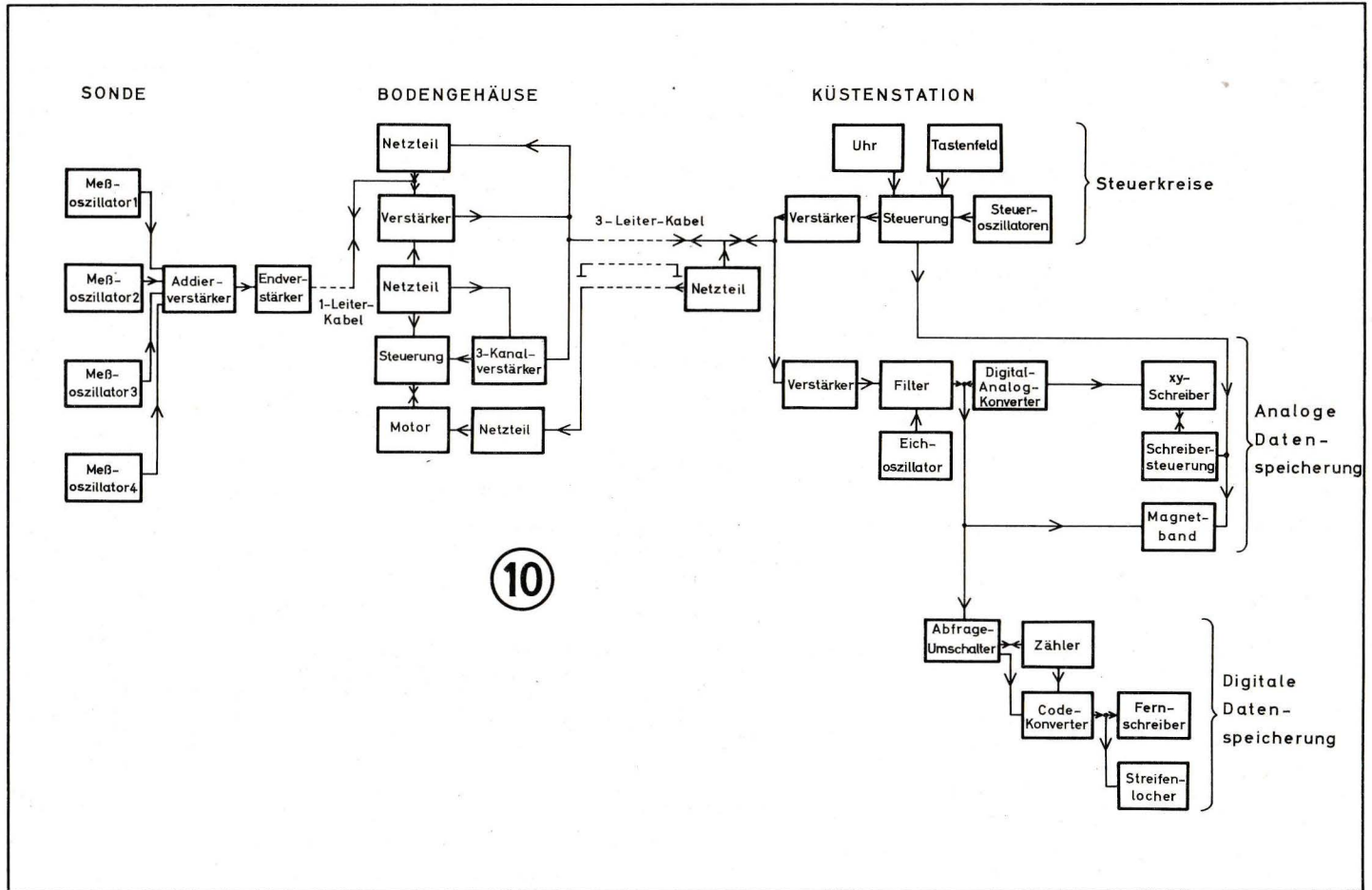
$$N = A \cdot v_f$$

wobei v_f die gewünschte Geschwindigkeit der Meßsonde bedeutet. Für die bisherigen Anwendungen wurden Motoren mit folgender Leistungsaufnahme ausgewählt: Wechselstrommotor 250 W (Küstennahe Station), Gleichstrommotor 20 W (Seestation).

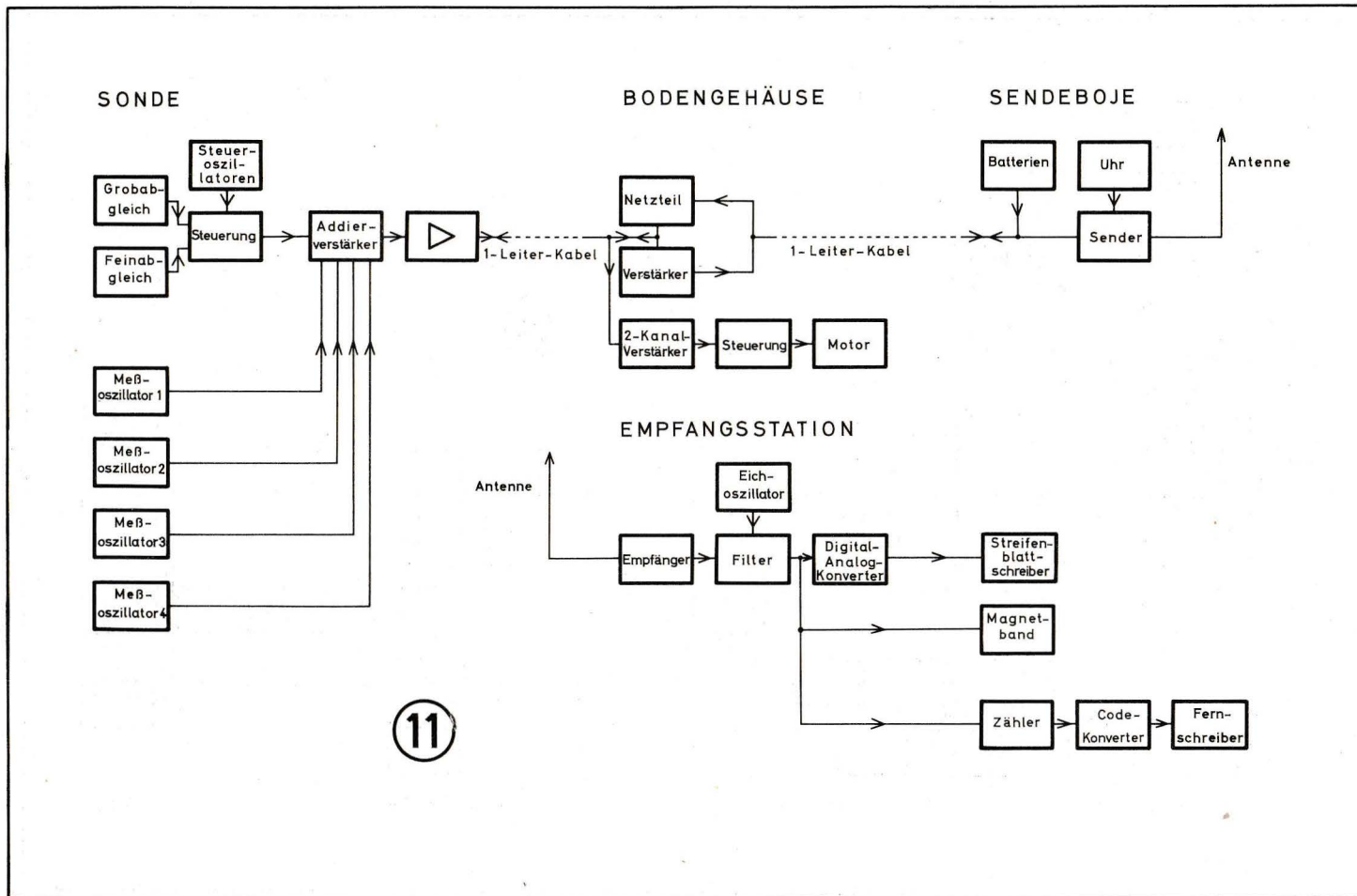
Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 5)
Abb. 10: Blockschaltbild der küstennahen Station

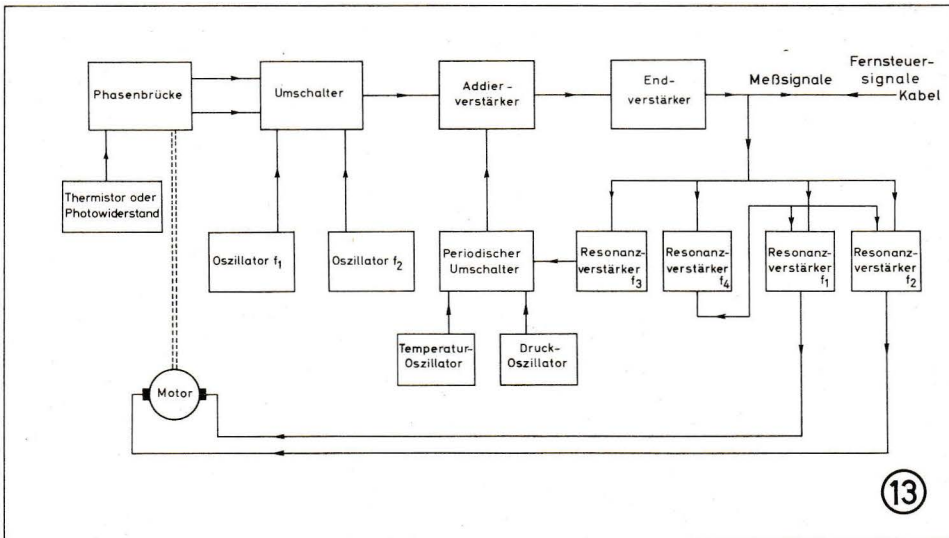
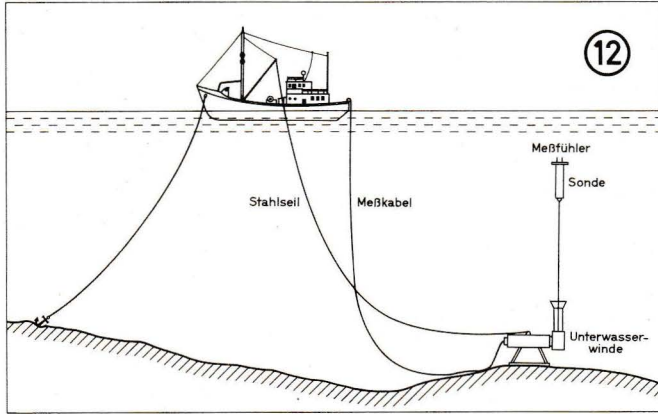
Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 6)
Abb. 11: Blockschaltbild der Seestation

Tafel 5 (zu G. Krause und G. Siedler)



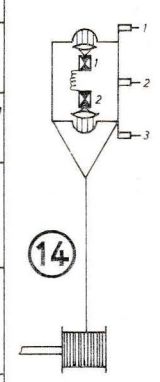
Tafel 6 (zu G. Krause und G. Stedler)

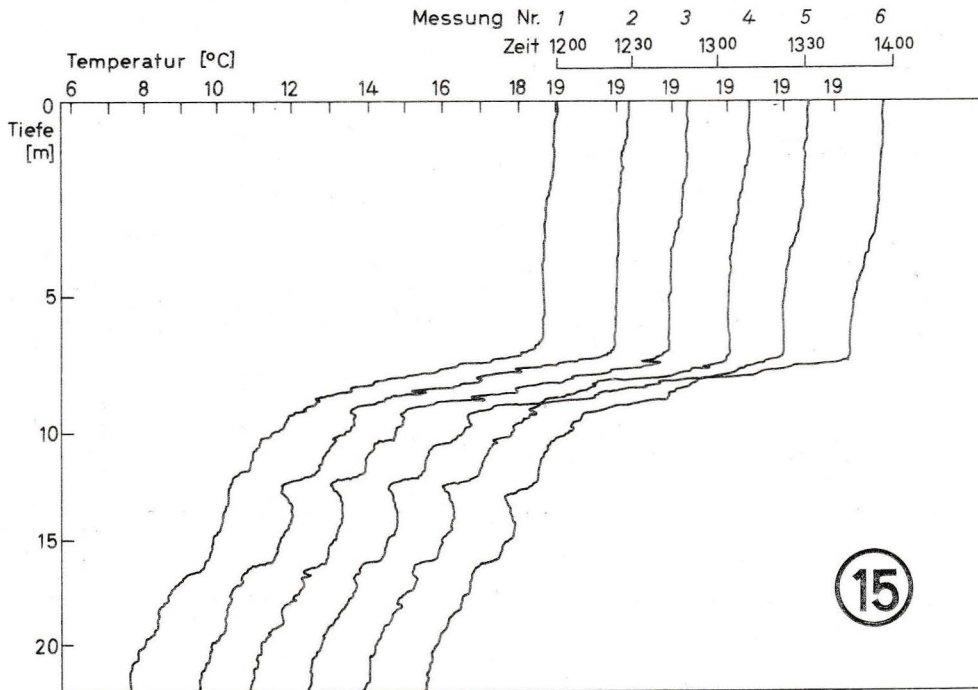




Tafel 7 (zu G. Krause und G. Siedler)

Steuergröße	Meßfühler	Meßgrößen	Meßfühler
Lichtintensität	Photowiderstand	Temperatur Druck	Thermistor 2 Bourdon-Rohr
Temperatur	Thermistor 1	Lichtintensität Druck	Photowiderstand 1 Bourdon-Rohr
Oberlicht	Photowiderstand 1	Druck Unterlicht Temperatur	Bourdon-Rohr Photowiderstand 2 Thermistor 1
Temperatur	Thermistor 1	Druck Oberlicht Unterlicht	Bourdon-Rohr Photowiderstand 1 Photowiderstand 2
Temperaturgradient	Thermistor 1,2,3	wie oben	wie oben





Tafel 8 (zu G. Krause und G. Siedler)

Das elektronische Meß- und Steuersystem der Anordnungen basiert auf dem Frequenzmeßverfahren (HINKELMANN 1956, 1957, KROEBEL 1961, SIEDLER 1963), mit dem mehrere Meß- und Steuersignale gleichzeitig und ohne gegenseitige Beeinflussung über ein Einleiterkabel übertragen werden können. Jedem Meßwert wird innerhalb seines Variationsbereiches ein Frequenzband zugeordnet. Die gewählten Bänder sind aus Abb. 5 zu ersehen. Die Eckfrequenzen gehen durch Teilung aus einem 18 kHz-Signal hervor, das ein Quarzgenerator zur Eichung liefert. Für die Registrierung auf Magnetband wird die Frequenz 2250 Hz als Pilotton benutzt, die ebenfalls aus 18 kHz durch Teilung hergestellt wird und zwischen Kanal II und III liegt. Abb. 5 enthält ferner die Frequenzen 0 Hz und 50 Hz, die der Stromversorgung entsprechen, und 5 verschiedene Steuerfrequenzen. Das Frequenzmeßverfahren und die Frequenzaufteilung ist für die küstennahe und die Seestation gleich, Unterschiede bestehen nur im Steuersystem und in der Stromversorgung.

Die küstennahe Station

Die in den folgenden beiden Abschnitten dargestellten Einzelheiten für die beiden Stationen geben die gesamten Anordnungen an, soweit sie bisher eingesetzt waren, und enthalten ferner einige Angaben zu Teilen und Einsatzmöglichkeiten, die in absehbarer Zeit vorhanden sein werden.

Abb. 10 zeigt die Funktion der küstennahen Station anhand des Blockschaltbildes. Die Meßsonde links enthält bis zu vier Oszillatoren für verschiedene physikalische Meßgrößen. Eine Meßgröße ist stets der Druck, um die Tiefenlage der Sonde zu erhalten. Die Signale werden addiert und über ein Einleiterkabel zum Bodengehäuse übertragen. Das dort befindliche Netzteil (oben) sorgt für eine Gleichspannungsvorsorgung der Meßsonde über das gleiche Kabel. Das Bodengehäuse enthält ferner den Motor für den Windenantrieb mit Empfangsschaltungen für die von Land kommenden Steuersignale und Relaischaltungen zur Steuerung des Windenantriebes. Außerdem ist ein Verstärker für die Meßsignale zwischen das Einleiterkabel und das zur Küstenstation führende Dreileiterkabel eingebaut. Die Küstenstation enthält ein Tastenfeld und eine Schaltuhr, von wo von Hand oder automatisch Steuersignale aus Kombinationen von 3 Frequenzen über das Kabel zum Bodengehäuse geschickt werden können. Es lassen sich nach Vorwahl einer von 4 Fiergeschwindigkeiten und einer von 2 Fierlängen Startsignale geben, die die Meßsonde nach oben und automatisch zurücklaufen lassen. Ein Stoppen der Sonde in jeder beliebigen Tiefe ist möglich. Die Meßsignale der Sonde werden in der Landstation durch Filter getrennt und über Digital-Analogwandler in Gleichspannungen umgewandelt, die auf einem XY-Schreiber registriert werden können. Man erhält so die Verteilung der Meßgrößen in Abhängigkeit vom Druck, d. h. der Tiefe. Der verwendete Schreiber enthält zusätzlich eine Papiertransportvorrichtung, die die Schreibrolle nach Beendigung der Messung um ein zeitproportionales Stück zu

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 7)

Abb. 12: Erprobung der Seestation vom verankerten Schiff

Abb. 13: Blockschaltbild des Parameterfolgers

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 8)

Abb. 14: Übersicht über die Anwendungsmöglichkeiten des Parameterfolgers

Abb. 15: Temperaturregistrierungen aus der Eckernförder Bucht

verschieben gestattet. Als weitere Möglichkeit der Datenspeicherung steht die direkte Registrierung auf Magnetband zusammen mit dem über den Quarzoszillator gewonnenen Pilotton und die Registrierung auf einem Fernschreiber und Streifenlocher über einen Zähler und Konverter zur Verfügung. Das Meßzeitintervall des Zählers läßt sich durch den Pilotton steuern. Dadurch wird bei späterer Wiedergabe der auf Magnetband gespeicherte Meßwert durch Gleichlaufschwankungen des Magnetbandes nicht beeinflußt. Die so gewählte Anordnung hat den Vorteil, den sofortigen Überblick über die Meßergebnisse durch den Linienschreiber zu verbinden mit einer digitalen Speicherung, die eine schnellere und genauere Auswertung erlaubt. Abb. 9 zeigt die Geräte der Küstenstation.

Die Seestation und ihre Anwendung als Parameterfolger

Die Seestation läßt sich für die gleiche Art der Messung, allerdings mit entsprechend kleineren Geschwindigkeiten, einsetzen, die bei der küstennahen Station beschrieben wurde. Besonderes Interesse verdient aber ihr Einsatz als Parameterfolger. Die Idee, eine Sonde automatisch einer Meßgröße im Meere folgen zu lassen, ist nicht neu. 1909 benutzte O. PETERSEN und später KULLENBERG (vgl. KULLENBERG 1932) zur Messung interner Wellen einen auf einen bestimmten Dichtewert austarierten Schwebekörper, der den vertikalen Verschiebungen der Dichtesprungschicht folgte und diese Verschiebungen über einen eingebauten Druckmesser registrierte. Ein automatischer Isothermenfolger wurde ferner von LAFOND (1960) von einem ozeanographischen Meßturm aus eingesetzt.

Abb. 11 zeigt das Blockdiagramm der Seestation. Links ist wieder die Sonde mit den Meßoszillatoren und dem Addierverstärker zu sehen, die hier außerdem Brückenanordnungen enthält, die Steuersignale für die Windenbewegung einschalten. Im Bodengehäuse befindet sich der Motor, die Empfangsschaltungen für die Steuerung und ein Meßsignalverstärker. Die oben gezeichnete Sendeboje zur Übertragung der Meßsignale ist zur Zeit im Bau; bisher wurde eine Kabelübertragung benutzt (Abb. 12). Die Empfangsstation entspricht im wesentlichen derjenigen der vorher beschriebenen Küstenstation. Sie enthält allerdings keine Steuerkreise. Da beim Parameterfolger zeitabhängig gemessen wird, wurde kein XY-Schreiber, sondern ein Streifenblattschreiber mit einstellbarem Vorschub verwendet. Die Registrierung auf Magnetband und auf Fernschreiber und Lochstreifen erfolgt wie bei der Küstenstation.

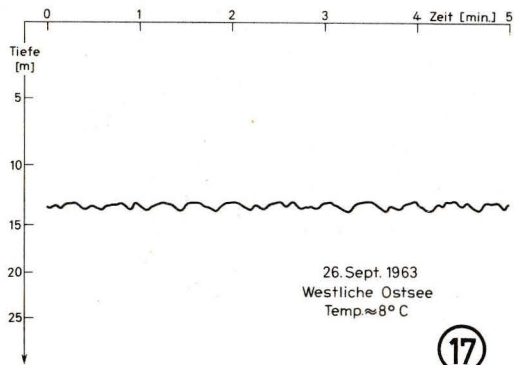
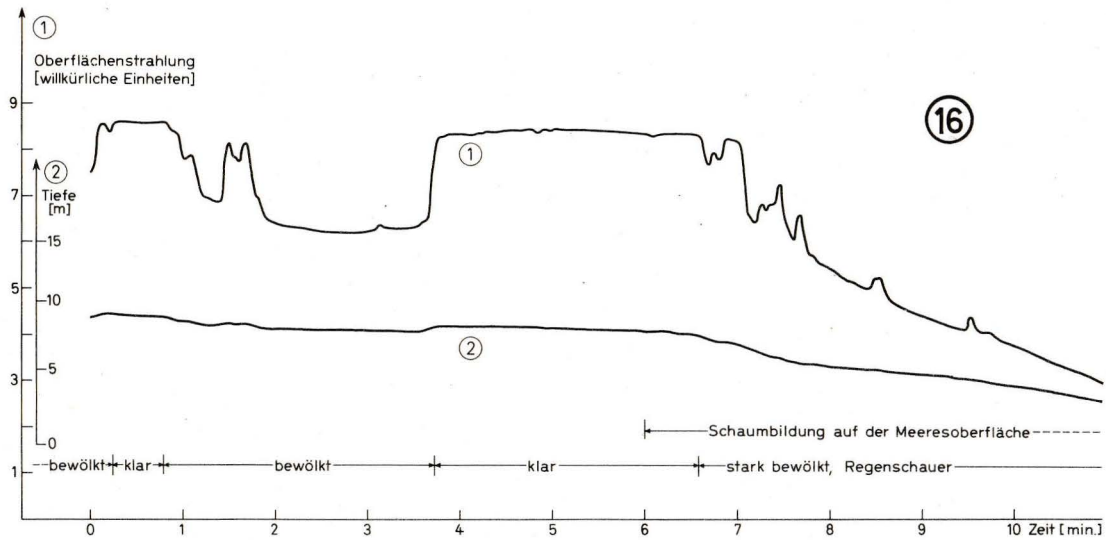
Anhand des Blockschaltbildes in Abb. 13 sollen die Einstellung und die Arbeitsweise des Parameterfolgers näher beschrieben werden. Nachdem das Windengehäuse verankert ist, wird die Sonde mit Hilfe der vom Schiff gesendeten Frequenzen f_1 oder f_2 zunächst in die gewünschte Tiefenlage gebracht. Danach setzt die Frequenz f_4 die beiden Resonanzverstärker für f_1 und f_2 im Sondengehäuse in Betrieb. Ist die den Meßfühler enthaltende Phasenmeßbrücke in der vorgegebenen Tiefe nicht abgeglichen, so betätigt ihre Ausgangsspannung einen elektronischen Schalter, der je nach Phasenlage die Frequenz f_1 oder f_2 zu den entsprechenden Resonanzverstärkern gelangen läßt. Im Ausgang dieser Verstärker liegt ein Abgleichmotor, der mit Hilfe eines Potentiometers die Brücke auf den in der vorgegebenen Tiefe vorhandenen Meßwert abgleicht. Nach Abschalten der Frequenz f_4 wird dieses interne Kompensationssystem ausgeschaltet und der Windenmotor übernimmt, gesteuert über 2 weitere im Bodengehäuse befindliche

Legenden zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 9)

Abb. 16: Registrierbeispiel der Seestation als „Lichtfolger“

Abb. 17: Registrierbeispiel vom Einsatz der Seestation als „Temperaturfolger“.

Tafel 9 (zu G. Krause und G. Siedler)



Resonanzverstärker für f_1 und f_2 , die Funktion des Abgleichens der Phasenmeßbrücke durch Aufwärts- oder Abwärtsbewegung der Meßsonde.

Die Phasenmeßbrücke kann als Steuermeßfühler jeden Wandler enthalten, der als elektrische Ausgangsgröße einen veränderlichen Widerstand liefert. Bei den bisher durchgeführten Messungen wurden beim Einsatz als Isothermenfolger Thermistoren und bei optischen Messungen Photowiderstände benutzt. Im letztgenannten Fall folgt die Sonde einer Isolinie der Lichtintensität eines bestimmten Spektralbereiches. Aus Abb. 14 sind die Anwendungsmöglichkeiten des Parameterfolgers beim derzeitigen Entwicklungsstand dargestellt. Es ist möglich, die Sonde einer gewählten Lichtintensität, z. B. der Kompensationshelligkeit einer Planktonart, folgen zu lassen und gleichzeitig Temperatur und Tiefe zu messen oder aber die Temperatur als Steuergröße zu verwenden und die Lichtintensität zu messen. Schließlich besteht die Möglichkeit, Temperaturgradienten zur Steuerung heranzuziehen, um die Sonde innerhalb einer Temperatursprungschicht zu halten. Dieser Anwendungsfall ist jedoch noch nicht praktisch erprobt worden.

Die letzten drei Abbildungen zeigen Ausschnitte aus Registrierungen, die bei den Erprobungen der Meßanordnungen gewonnen wurden. Temperaturprofile mit der Zeit als Parameter zeigt Abb. 15. Die Messungen stammen von der küstennahen Station. Bedingt durch die feste Basis auf dem Meeresboden werden Feinstrukturen und vertikale Gradienten mit großer Genauigkeit wiedergegeben.

Ein kurzer Ausschnitt aus einer Registrierung des Isothermenfolgers ist aus Abb. 17 zu ersehen, sie zeigt kurze Stabilitätsschwingungen. Für diesen Anwendungsfall kann die Anordnung als Pegel für interne Wellen bezeichnet werden. Die Abb. 16 zeigt schließlich die Auswirkung der Bewölkung und des Seeganges auf die Lichtintensität unter der Meeresoberfläche.

Literaturverzeichnis

- FRASETTO, R. F. (1963): Certain aspects of a moored buoy system for recording temperature microstructure in areas of strong currents. Meeting of Experts of Anchored Oceanographic Buoys. Kiel, June 1963 (unpublished). — GEISSLER, H. (1941): Die deutschen Hochseepegel, Archiv der Deutschen Seewarte, **61** (1), 1—88. — HINKELMANN, H. (1956): Ein Gerät zur Schnellregistrierung des Druckes, der Temperatur und des Salzgehaltes für Anwendungen in der Ozeanographie. Kieler Meeresf. **12**, (2), 200—201. — HINKELMANN, H. (1957): Gerät zur Schnellregistrierung in der Ozeanographie. Z. Angew. Physik **9** (10), 505—513. — KRAUSS, W. (1960): Hydrographische Messungen mit einem Beobachtungsmast in der Ostsee. Kieler Meeresf. **16** (1), 13—27. — KULLENBERG, B. (1932): A recording Boundary Gauge for the Open Sea. Medd. Göteborg. Högskolas Oceanog. Inst. 3. — LA FOND, E. C. (1960): Internal temperature waves in shallow water. Association d'Océanographie Physique, General Assembly, July-August 1960, Reprints of abstracts, 135—136. — McILWRAITH, C. G., HAYS, S. D. (1963): Ocean-wave measurement by sonar. J. Marine Res., **21** (2), 94—101. — PEARLMAN, M. D. (1964): Considerations for the optimization of particular characteristics of stable buoys. Transactions of the 1964 Buoy Technology Symposium, Marine Technology Society, March 1964, Washington, D.C. 17—29. — RUDNICK, P. (1964): FLIP (Floating Instrument Platform) Transactions of the 1964 Buoy Technology Symposium, Marine Technology Society, March 1964, Washington, D.C. 502—504. — SNODGRASS, F. MUNK, W., TUCKER, M. J. (1958): Offshore recording of low-frequency ocean waves. Transactions Am. Geophys. Union, **39**, 114—120. — SIEDLER, G. (1963): On the in situ measurement of temperature and electrical conductivity of sea-water. Deep Sea Research **10**, 269—277. — SIEDLER, G., KRAUSE, G. (1964): An anchored vertically moving instrument and its application as parameter follower. Transactions of the 1964 Buoy Technology Symposium, Marine Technology Society, March 1964, Washington D.C., 483—488. — THORNDIKE, E. M. (1962): A suspended-drop current meter, Lamont Geological Observatory Techn. Report No. 4. — TALLEY, D. L. (1964): SPAR (Seagoing Platform for Acoustic Research). Transactions of the 1964 Buoy Technology Symposium, Marine Technology Society March 1964, Washington D.C. 269—273.