

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Ein Gerät zur Schnellregistrierung des Druckes, der Temperatur und des Salzgehaltes für Anwendungen in der Ozeanographie

Von H. HINKELMANN

In der ozeanographischen Forschung besteht die Aufgabe, Temperatur und Salzgehalt des Meerwassers in Abhängigkeit von der Tiefe zu registrieren. Dabei ist folgendes zu fordern:

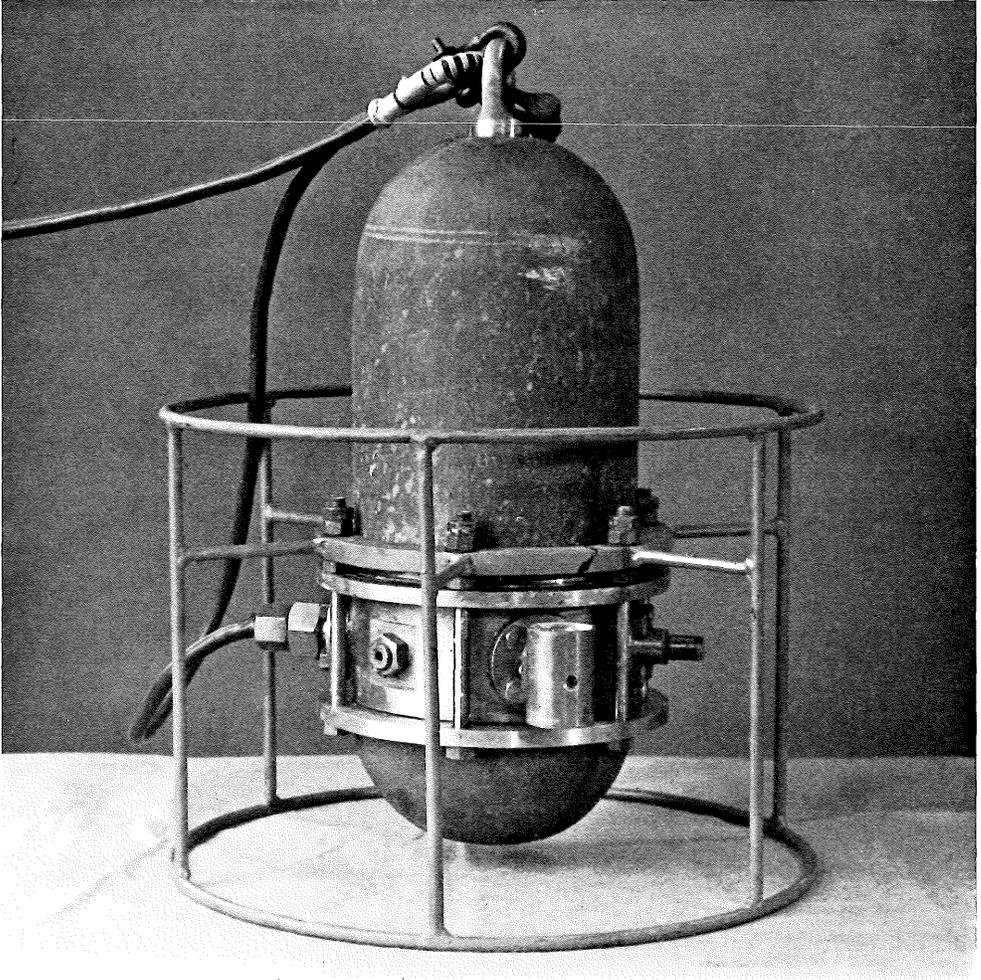
1. Die Messung muß genau sein, weil besonders in der Tiefsee oft sehr kleine Differenzen noch genau bestimmt werden müssen;
2. das Meßgerät muß ein großes Auflösungsvermögen besitzen, d. h. es soll die Eigenschaften eines kleinen Volumens messen, und es soll zeitlichen Änderungen der Meßgröße schnell folgen;
3. das Gerät soll bis zu großen Tiefen einsetzbar sein.

Als Maß für die Tiefe soll der Druck am Ort der Messung dienen. Die Temperatur läßt sich mit einem elektrischen Widerstandsthermometer hinreichend genau messen. Die erforderliche Kleinheit der Zeitkonstante verbietet aber, das Thermometer mit einem Schutzgefäß zu umgeben, so daß nur ein sehr niederohmiges Widerstandsthermometer verwendet werden kann. Der Salzgehalt ist einer direkten Messung nicht zugänglich. Von den Größen, die zur indirekten Bestimmung des Salzgehaltes geeignet sind, zeichnet sich die elektrische Leitfähigkeit dadurch aus, daß sie vom Druck nicht abhängt. Eine Leitfähigkeitsmeßzelle mit dem geforderten Auflösungsvermögen kann bei einem Innendurchmesser von 2 cm etwa 5 cm lang sein, ihr Widerstand beträgt dann etwa 3 Ohm. Es ist nicht möglich, so kleine Widerstände über ein langes Kabel mit einer Genauigkeit von 10^{-4} zu messen, auch dann nicht, wenn man für jedes Meßelement drei Leiter verwendet. Die Aufgabe ist daher nur so zu lösen, daß die eigentliche Messung im Meßkopf geschieht, und daß dabei den Meßwerten Übertragungsgrößen zugeordnet werden, die durch den Widerstand und die Ableitung des Kabels nicht merklich beeinflußt werden, wie etwa die Frequenz eines Wechselstromes; als Registriergerät dient in diesem Falle ein schreibender Frequenzmesser, der in Meter Wassersäule, $^{\circ}\text{C}$ oder mS/cm geeicht ist. Wenn man die Frequenz als Übertragungsgröße verwendet, kann man mehrere Meßwerte gleichzeitig über ein einadriges Kabel, oder, mit Hilfe von Ultraschall, über ein einfaches Stahlseil übertragen.

Zur Umsetzung der Meßgrößen in Frequenzen wurde eine lineare Oscillatorschaltung entwickelt, deren Frequenz von dem Wert eines reellen Widerstandes derart abhängt, daß eine Änderung des zu messenden reellen Widerstandes um 1% maximal eine Änderung der Frequenz im Verhältnis 1 : 2 ergibt. Die Schaltung zeichnet sich außerdem dadurch aus, daß Schwankungen der Betriebsspannungen und der Röhrendaten die Frequenz sehr wenig beeinflussen. Damit ist eine Fernmessung des Widerstandes mit einer Genauigkeit von 10^{-5} möglich, was eine Messung der Temperatur auf $\pm 0,002^{\circ}\text{C}$ ergibt.

Der Meßkopf besteht aus einem druckfesten Gehäuse aus Bronze, das drei Oscillatoren für die drei Meßgrößen enthält. Im Innern befindet sich außerdem das Manometer. Das Widerstandsthermometer, die Leitfähigkeitsmeßzelle und die Kabelkupplung sind

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 24)
Gesamtansicht des neuen Geräts für Schnellregistrierung von Druck, Temperatur und Salzgehalt.



Tafel 24

außen an dem Gehäuse befestigt und durch einen Käfig aus Rundeisen geschützt. Das Gerät wiegt etwa 30 kg und hat eine Wasserverdrängung von etwa 10 kg.

Als Druckmesser dient ein Bourdonmanometer, das bei Erhöhung des Druckes den Deckel eines Ferroxcube-Topfkerns abhebt und dadurch die Induktivität der auf den Kern aufgebrauchten Spule vermindert. Die Induktivität der Spule bestimmt die Frequenz eines kapazitiven Dreipunktoszillators, die dadurch ein Maß für den Druck ist. Die Genauigkeit ist etwa 0,1%. Zur Änderung des Meßbereiches muß das Manometer als Ganzes ausgewechselt werden.

Das Widerstandsthermometer besteht aus einer einlagigen Wicklung von 0,1 mm starkem Platindraht auf einem Trolituldorn. Wegen der sehr kleinen Wärmeleitfähigkeit von Trolitul ist die Temperatur des Dorns ohne Einfluß auf die Messung. Der Draht ist gegen das Wasser durch eine Schellackschicht isoliert. Die Wärmeträgheit des Thermometers ist so gering, daß sie durch schnelles Eintauchen in warmes oder kaltes Wasser nicht nachgewiesen werden konnte, sie beeinträchtigt also das Auflösungsvermögen des Gerätes nicht. Die auf den Meßbereich bezogene relative Ungenauigkeit ist 0,1% bei einem Meßbereich von 20° also 0,02° C.

Als Elektroden zur Messung der Leitfähigkeit dienen drei verplattete Messingringe, von denen die beiden äußeren miteinander verbunden sind, damit der ganze Meßstrom im Innern der Zelle fließt. Die Elektroden sind durch vier Trolitulringe in einem vertikalen Bronzerohr befestigt; die verbleibenden Hohlräume sind mit Plexiglas vergossen. Der Innendurchmesser der Zelle beträgt 2 cm, die Länge 5,6 cm, die Kanten sind abgerundet, so daß das Wasser frei durchströmen kann. Meßfehler können entstehen durch die Instabilität des Oscillators, durch eine Abhängigkeit des Zellenwiderstandes von der Vorbehandlung und durch Veränderungen an den Oberflächen der Elektroden. Die durch die Schaltung bedingte Ungenauigkeit beträgt etwa 0,1% bezogen auf den Meßbereich, der Fehler durch Nachwirkung ist kleiner. Langfristige Änderungen des Übergangswiderstandes wurden hier nicht untersucht.

Der vorliegende Aufsatz ist ein Auszug aus der Dissertation des Verf., Kiel 1956. Das Gerät wurde im Institut für angewandte Physik der Universität Kiel in Zusammenarbeit mit dem Institut für Meereskunde der Universität Kiel entwickelt. Für die Themenstellung und die wissenschaftliche Betreuung bei der Durchführung der Arbeit bin ich dem Leiter des Instituts für angewandte Physik, Herrn Prof. KROEBEL, zu großem Dank verpflichtet, ebenso möchte ich dem Direktor des Instituts für Meereskunde, Herrn Prof. WÜST, für seine Hilfe danken. Die Arbeit erscheint in der Zeitschrift für angewandte Physik.