

Die Abbildungen 5a und 5b zeigen einen Hochleistungs-Oszillographen aus Metall; die Kathode ist unten angebracht, die Aufnahmekassette oben. Das Auflösungsvermögen zeigt

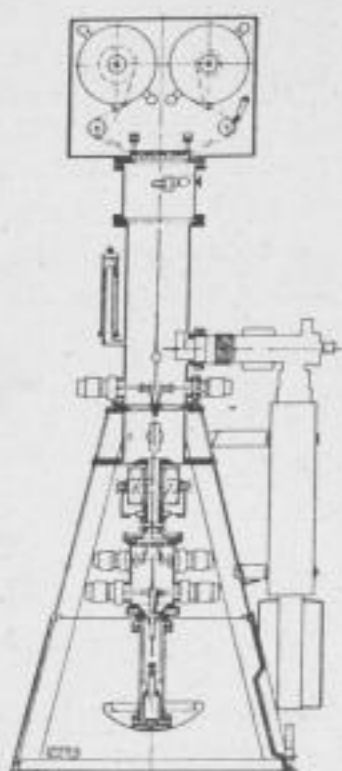


Abb. 5a. Schnitt durch den Metalloszillographen nach von Borries

Abbildung 6; der Pfeil entspricht einer millionstel Sekunde; der Spannungsabfall erfolgte bei dieser Wanderwelle etwa innerhalb einer zwanzigmillionstel Sekunde. Das entspricht etwa einer Schreibgeschwindigkeit von 70 Kilometern je Sekunde. Das ist noch nicht das Maximum; der Höchstwert der Schreibgeschwindigkeit liegt in der Größenordnung 10 000 Kilometer je Sekunde.

Ein einfacherer Kathodenstrahl-Oszillograph mit einem gläsernen, der ursprünglichen Braunschen Röhre ähnlichen Entladungrohr ist besonders zum Zweck der Zeitmessung eingerichtet. Bei ihm läuft der Lichtfleck mit großer Geschwindigkeit auf einem Kreise herum; Zeitmarken werden durch radiale Ablenkungen des Flecks sichtbar gemacht.

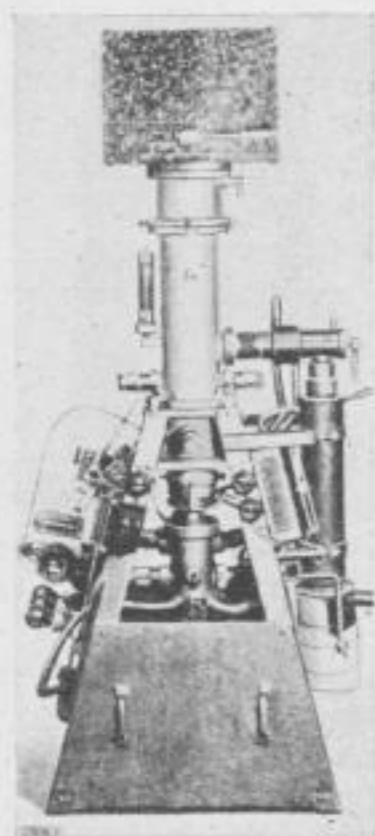


Abb. 5b. Metalloszillograph nach von Borries, Ansicht

### Die rein elektrischen Verfahren

Die rein elektrischen Verfahren der Kurzzeitmessung beruhen im wesentlichen darauf, daß ein Kondensator während der Meßzeit durch einen elektrischen Strom über einen hohen Widerstand aufgeladen oder entladen wird. Die im Kondensator am Ende der Meßzeit vorhandene Elektrizitätsmenge wird gemessen und daraus die Zeit der Ladung oder Entladung ermittelt. Auch diese elektrischen Verfahren sind vielseitig ausgebildet und bedienen sich vielfach der Elektronenröhren, um den Ladungs- oder Entladungsvorgang möglichst genau steuern zu können.

### Die Eichung von Kurzzeitmessern

Kurzzeitmesser bedürfen einer Eichung oder Nachprüfung ihrer Genauigkeit; sie geschieht, indem man genau bekannte, gleich große Zeitabschnitte

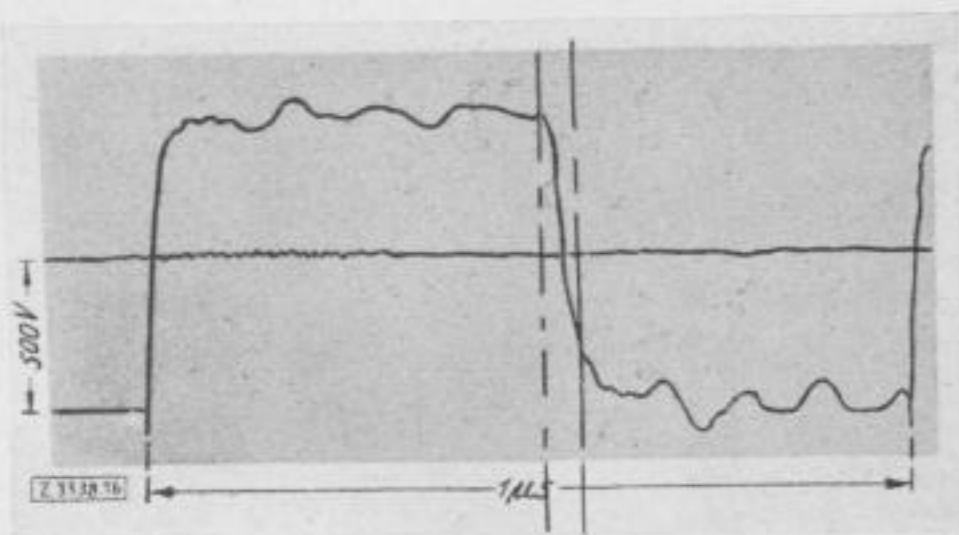


Abb. 6. Kathodenoszillogramm einer Wanderwelle; die Pfeillänge ist ein Millionstel einer Sekunde

mehrmals nacheinander herstellt und sie jedesmal mit dem zu prüfenden Kurzzeitmesser mißt. Diese Zeitabschnitte müssen natürlich jederzeit in gleicher Länge wiederholbar sein. Als mechanisches Gerät zu ihrer Herstellung dient

seit langem das Helmholtz-Pendel. Die Abbildung 7 zeigt eine Ausführungsform des Apparats. (Hersteller: Berliner physikalische Werkstätten.)

### Die Grundlagen der Echolote

In besonders großer Zahl werden heute Kurzzeitmesser an Bord der Seeschiffe zur Echolotung verwendet. Das Prinzip dieses außerordentlich bequemen Lotverfahrens zeigt Abbildung 8. Mit einem geeigneten Schallsender S erzeugt man am Schiffsboden einen kurzen, scharf begrenzten Schallimpuls; dieser läuft zum Meeresboden, wird dort reflektiert und kehrt als Echo zum Schiff zurück, wo es den Empfänger E

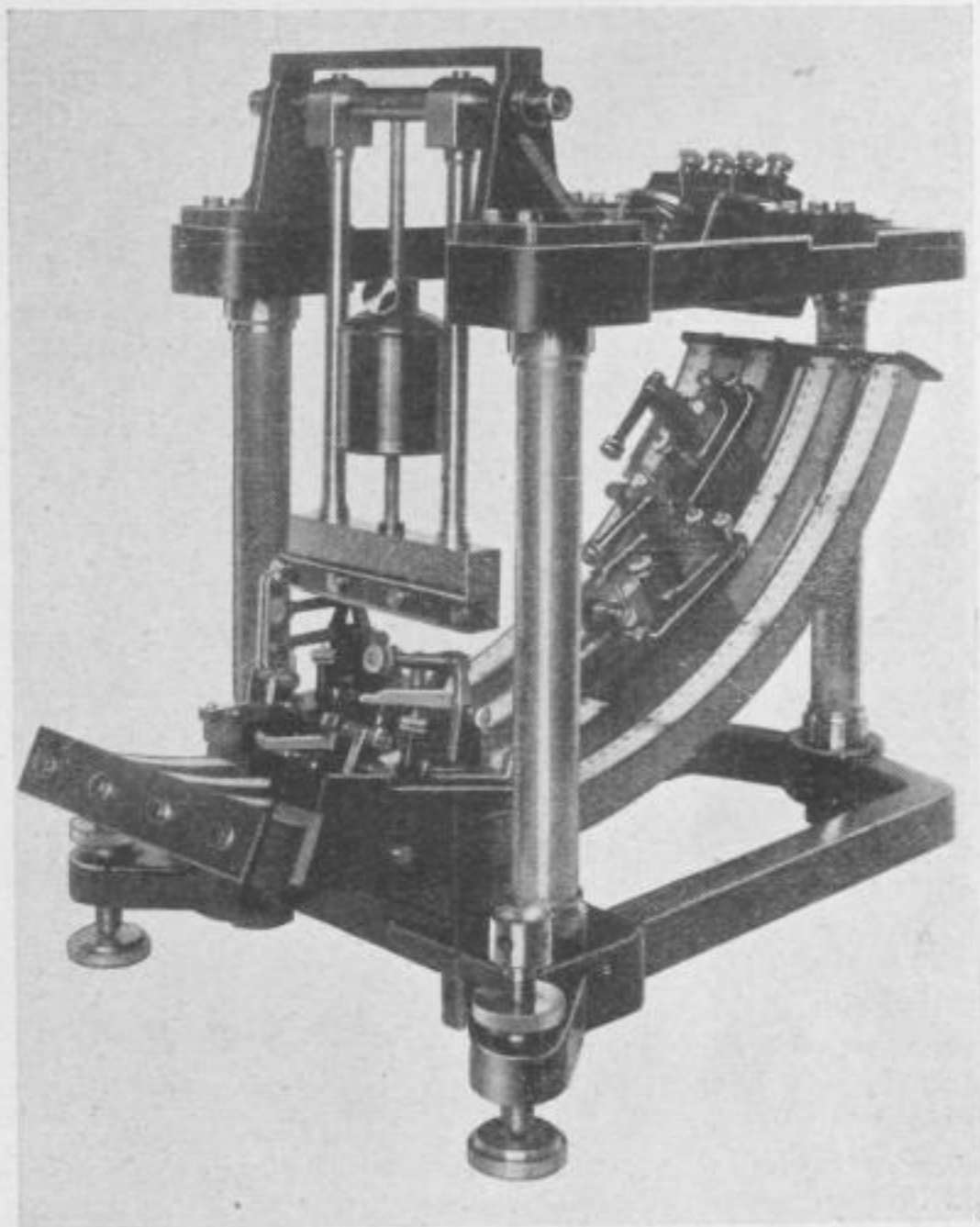


Abb. 7. Pendelunterbrecher nach Helmholtz

trifft und ihn ansprechen läßt. Gemessen wird die Zeit, die der Schall für seinen Weg gebraucht. Aus dieser „Echozeit“ erhält man die Laufstrecke des Schalles durch Multiplikation mit der Schallgeschwindigkeit im Wasser. Die Wassertiefe unter dem Kiel des Schiffes ist angenähert gleich der halben Laufstrecke. Auf den Skalen der Echolote ist diese Umrechnung bereits ausgeführt, so daß sie unmittelbar die Tiefe unter dem Schiffsboden anzeigen.

Die Schallgeschwindigkeit im Wasser ist abhängig von seiner Temperatur, seinem Druck und dem Salzgehalt und beträgt für Wasser der Nordsee etwa 1500 Meter je Sekunde, genauer 1490 Meter je Sekunde. Beim Loten großer Wassertiefen in der Tiefsee ist die Echozeit ziemlich lang; bei 5000 m Tiefe beträgt sie z. B. 6,7 Sekunden. Die Messung solch großer Tiefen kann daher durch unmittelbares Abstoppen der Zeit nach Gehör ausgeführt werden. Sie bietet jedoch für die Handelsschifffahrt und die Ortsbestimmung nur geringes Interesse; sie ist vielmehr Sache der Meeresforschung. Ich erinnere an die Pionierarbeit des „Meteor“, der auf seiner

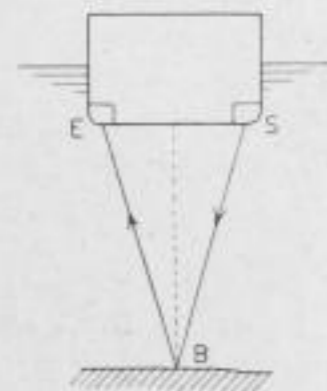


Abb. 8. Prinzip des Echolots