

Die CTD - Leitfähigkeit, Temperatur und Tiefe

Schulausgabe



Dieses Heft wurde von FSJlern
erstellt. (Freiwilliges Soziales Jahr in
Wissenschaft, Technik und
Nachhaltigkeit)



Einfluss des Salzes

Alle Lebewesen sind auf einen bestimmten Salzgehaltsbereich angepasst. Auch Menschen sind davon nicht ausgeschlossen. So können wir nur Wasser trinken, dessen Salzgehalt eher gering ist. Salzwasser führt beispielsweise schnell zu Erbrechen. Überlebende eines Schiffunglücks, die trotz dieses Effekts Salzwasser trinken, verdursten zudem schneller, als hätten sie überhaupt nichts getrunken. Der Salzgehalt wirkt sich natürlich besonders stark auf Wasserlebewesen aus. So würde z.B. eine Qualle keinen Aufenthalt in Leitungswasser überstehen, weil dieses nicht genug Salz enthält. In der Ostsee zeigt sich der Einfluss des Salzgehalts auch durch die Ausbildung der Haloklinen (Salzgehaltssprungschicht) als Ergebnis eines starken Salzgradienten. Aber wie wird der Salzgehalt im Wasser überhaupt gemessen?

Experiment 1: Die Mischung macht's

Geräte: Becherglas, Alufolie, 3 Kabel, Lämpchen mit Fassung, 4 Krokodilklemmen, 4,5V Blockbatterie, Teelöffel oder Spatel

Chemikalien: destilliertes Wasser, Speisesalz

Durchführung:

- Falte dir aus der Alufolie zwei relativ stabile Streifen.
- Baue folgende Schaltung auf:



Abbildung 1: Schaltplan

- Halte beide Alustreifen an das trockene Salz. Die Streifen dürfen sich dabei nicht berühren. Notiere deine Beobachtung
- Befestige die Alustreifen am Rand des Becherglases. Vermeide dabei Berührungen zwischen den Streifen. Fülle das Becherglas mit destilliertem Wasser. Notiere deine Beobachtung
- Entferne die Streifen, gib 1-2 TL Salz zum Wasser, rühre um, befestige die Streifen wieder und notiere deine Beobachtung.

Notiz: Sollte die Lampe am Ende nicht leuchten, kann man entweder mehr Salz hinzufügen oder muss eine andere Sorte Lampe benutzen. Da beim Experiment gasförmiges Chlor und Wasserstoff entstehen können, sollte der Stromkreis nur für ein paar Minuten geschlossen werden.

Die elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Begriff, der im Zusammenhang mit elektrischem Strom auftaucht. Sie gibt an, wie gut ein bestimmter Stoff den elektrischen Strom leitet. Dieser ist gekennzeichnet dadurch, dass sich geladene Teilchen, also Ladungsträger, entlang eines Ladungsgefälles, einer Spannung, bewegen. Dazu müssen natürlich freie Ladungsträger vorliegen. Salze sind aus geladenen Teilchen aufgebaut, die Ionen. Im festen Zustand sind diese in einem Ionengitter gebunden.

Wasser ist aus Molekülen aufgebaut, die sich praktisch nicht in einen einzelnen positiven und einen einzelnen negativen Teil auftrennen und deshalb nach außen hin neutral wirken.

Kannst du dir die Beobachtungen im Experiment erklären?

Leider hängt die Leitfähigkeit nicht nur vom Salzgehalt ab. Was könnte deiner Meinung nach noch Einfluss haben?

Druck und Wassertiefe

Jeder kennt das Phänomen: Je tiefer man ins Wasser taucht, desto stärker wird der Druck den man auf die Ohren bekommt. Aber warum eigentlich?

Experiment 2: Da ist ganz schön Druck dahinter!

Geräte: 2 Luftballons, Dichtband, 4 gleiche Plastikflaschen, Knete, 2 kurze Schläuche (ca. 5 cm lang), Schere, 2 Wäscheklammern, 1 kleine Wanne, Gießkanne

Chemikalien: Wasser

Durchführung:

- Zuerst vollständige Versuchsanleitung durchlesen
- Die Flaschen laut Abbildung zuschneiden.
- Die vier Flaschen so zusammenstecken, dass sich eine Art Riesenflasche bildet (ungefähre Höhe 1m) und dann mit Dichtband abdichten.
- Am oberen und unteren Ende der zusammengesetzten Flasche jeweils ein Loch schneiden, durch das der Schlauch gesteckt werden kann.
- Das eine Ende der Schläuche jeweils ca. 2cm tief in ein Loch der Flasche stecken und das Loch mit Knete abdichten.
- Die Luftballons aufblasen, die Enden verdrehen und mit den Wäscheklammern verschließen. Die Ballons danach über das andere Ende der Schläuche stülpen und festkleben.
- Die Flasche in die Wanne stellen und mithilfe der Gießkanne mit Wasser füllen, sodass der Wasserstand etwa 10cm über dem oberen Luftballon liegt.
- Zuerst die Klammer am oberen Luftballon öffnen, danach die am unteren.

Notiz: Nach der letzten Beobachtung sollte der unterste Ballon wieder verdreht werden, anderenfalls kann er platzen. Wenn die Ergebnisse beim oberen und unteren Luftballon gleich sind, versuchen Sie es mit mehr Luft im unteren Ballon oder einer höheren Wassersäule.

Fragen:

1. Was hast du beobachtet?
2. Was lässt sich daraus folgern?

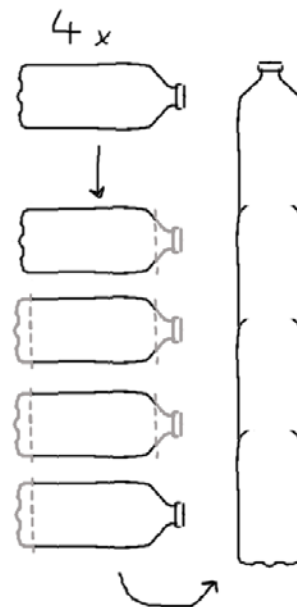


Abbildung 2: Skizze zum Zerschneiden der Flaschen

Zusatzaufgabe

Die Dichte ρ des Wassers beträgt circa $1\,000\text{ kg/m}^3$, die Fallbeschleunigung g circa 10 m/s^2 . Die Wassertiefe ist h in m.

Die Formel für den Druck lautet

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

wobei der Druck hierbei in der Einheit Pascal (Pa) errechnet wird.

- Berechnung des Drucks für

$$h_1 = 1\text{ m} \quad p_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Pa}$$

$$h_2 = 2\text{ m} \quad p_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Pa}$$

$$h_3 = 10\text{ m} \quad p_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Pa}$$

- Es gibt eine weitere Einheit für den Druck: $1\text{ bar} = 100\,000\text{ Pa}$. Die gebräuchlichste Einheit in der Ozeanographie ist jedoch dbar (dezibar).
Rechne die Drücke von oben in dbar um.

$$p_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Pa} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ bar} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dbar}$$

$$p_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Pa} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ bar} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dbar}$$

$$p_3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Pa} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ bar} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dbar}$$

- Kannst du dir denken, warum der Druck in der Ozeanographie normalerweise in dbar angegeben wird?

- Welchen Einfluss hat eine Änderung der Dichte auf den Druck? Und welchen hat sie auf die Wassertiefe?

Die CTD

Bei einer CTD handelt es sich um eine Sonde, die die Leitfähigkeit (englisch: **Conductivity**), die Temperatur (englisch: **Temperature**) und den Druck, also auch die Tiefe (englisch: **Depth**), misst. Diese Sonden messen meistens kontinuierlich, so dass man Temperatur- und Salzgehaltsprofile erstellen kann. Das heißt, dass die Temperatur- oder Salzgehaltswerte einer Tiefe zugeordnet werden. In der zentralen Ostsee könnten die Profile, je nach Jahreszeit, in etwa so aussehen:

Profil A:

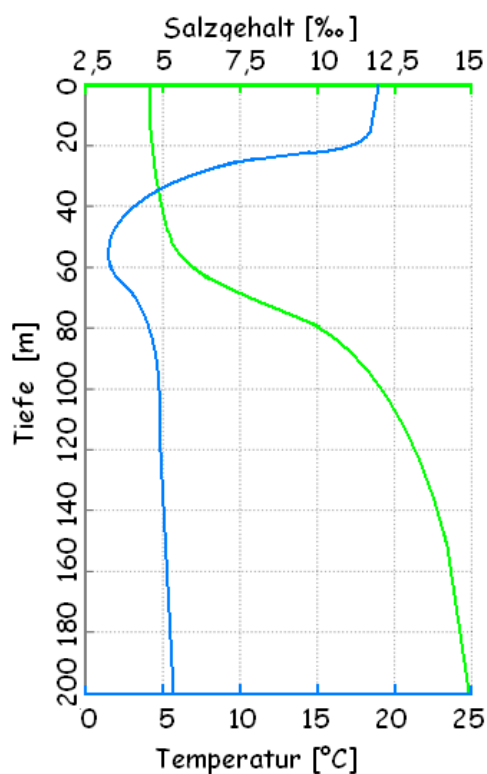


Abbildung 3: Jahreszeitliche Darstellung der Temperatur und des Salzgehalts in der zentralen Ostsee¹

Profil B:

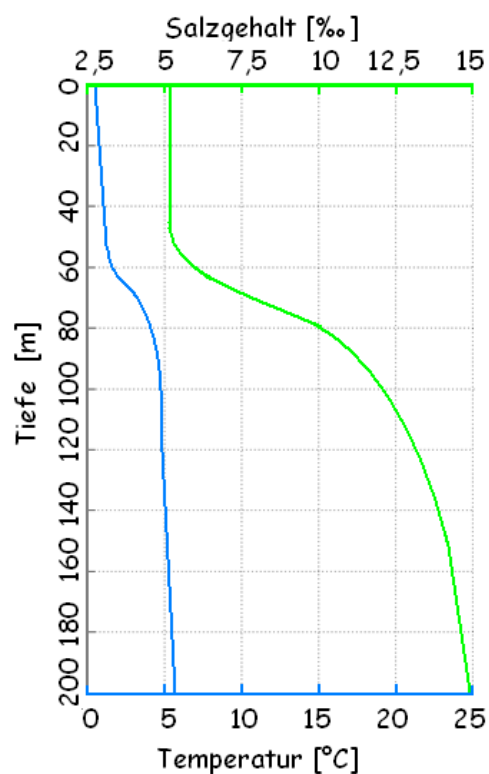


Abbildung 4: Jahreszeitliche Darstellung der Temperatur und des Salzgehalts in der zentralen Ostsee²

Aufgaben:

1. Die Profile sollen den Zustand im Sommer und im Winter darstellen. Kannst du die Profile den Jahreszeiten zuordnen? Begründe deine Entscheidung.
2. Kennzeichne die Thermokline (Temperatursprungschicht) und die Halokline (Salzgehaltssprungschicht).

¹ Vgl. Matthäus (1996) Abb. 32

² a.a.O. Fn. 3

Die CTD kommt bei fast jeder Art von Messung in der Meeresforschung zum Einsatz, da es grundlegende hydrographische Gegebenheiten widerspiegelt. Aus diesem Grund gibt es auch, je nach Einsatzgebiet, verschiedene Arten von CTDs. Zum Beispiel gibt es kleine, tragbare Hand-CTDs, die nur jeweils einen Sensor je physikalischer Größe enthalten. An Bord der Forschungsschiffe werden diese meist doppelt gemessen. Die Schiffs-CTDs sind auch oft mit weiteren Sensoren, zum Beispiel für Sauerstoffkonzentrationen bestückt und befinden sich meist in einer Rosette aus Wasserschöpfern, das sind Röhren die in einer bestimmten Tiefe geschlossen werden und mit denen somit Wasser aus einer bestimmten Tiefe an die Oberfläche gebracht wird. Diese CTDs müssen aufgrund ihrer Größe und ihres Gewichts mittels einer Winde ins Wasser gelassen werden.

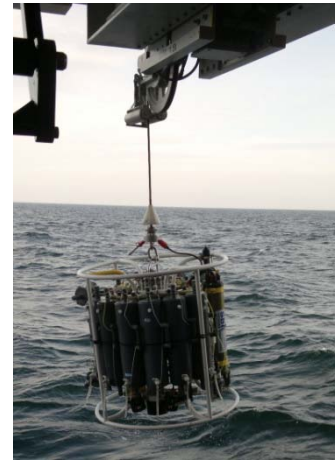


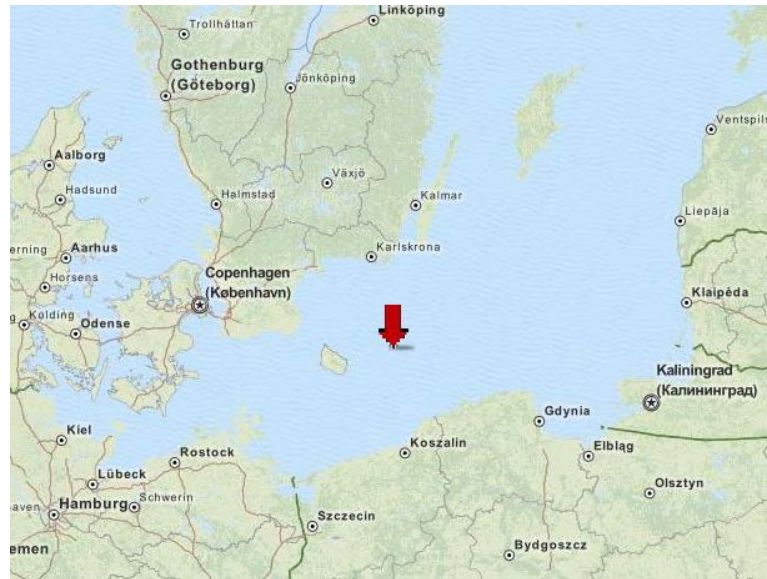
Abbildung 5: CTD mit Wasserschöpferrosette der FS Elisabeth Mann Borgese



- 1.) Drucksensor von unten
- 2.) Leitfähigkeitssensor von unten
- 3.) Temperatursensor von unten
- 4.) Computerausgang
- 5.) Nr. 4 mit Dichtung
- 6.) Kontrolllämpchen
- 7.) Magnetschalter
- 8.) Auftriebskörper
- 9.) Sensoren
- 10.) Schutzkäfig
- 11.) Seil

Abbildung 6: beschriftete Hand-CTD

Auch bei der Langzeitbeobachtung werden CTDs eingesetzt. So wurde auch im Mai 2013 bei einer Monitoringfahrt bei 55° 15' Nord und 15° 59' Ost (siehe Karte) dieses Profil gemessen:



Station TF0213 06.05.2013

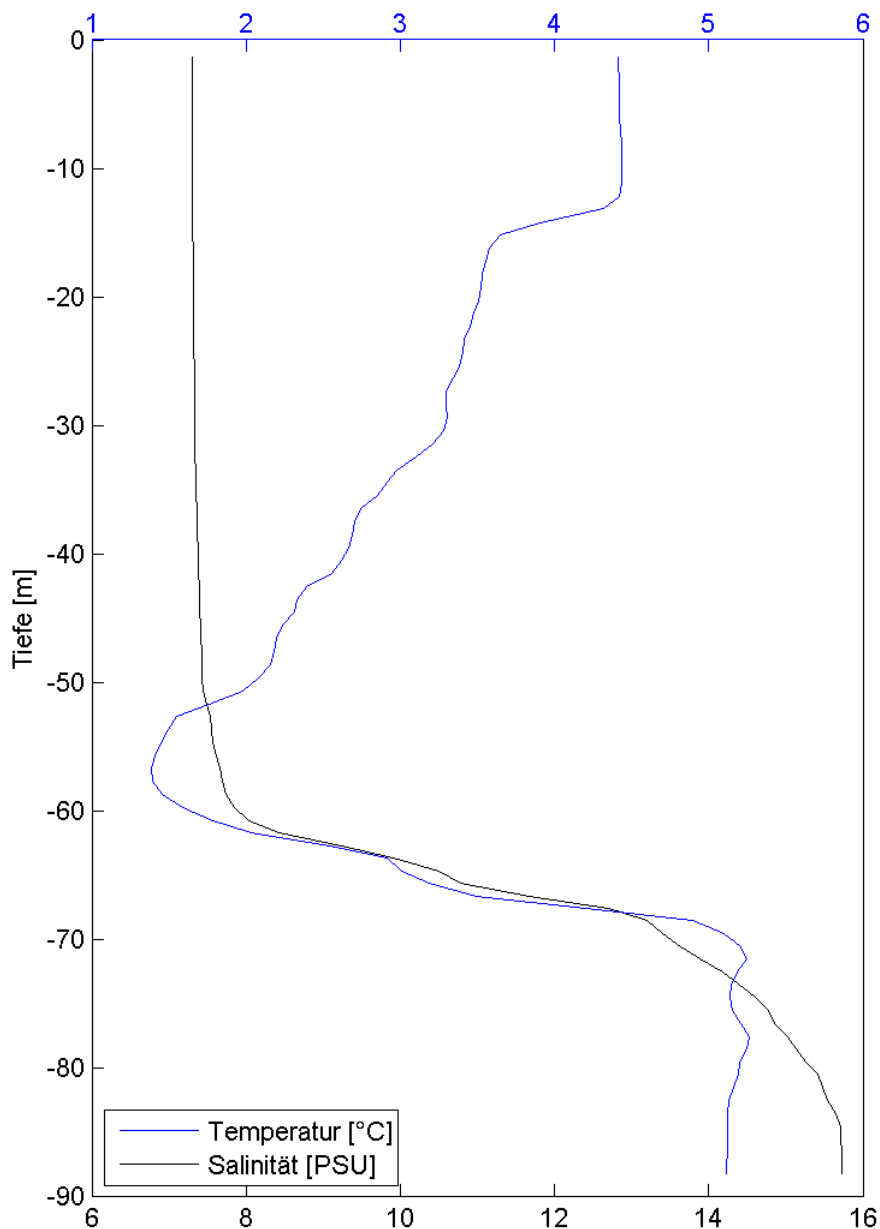


Abbildung 7:
Westliche
Ostsee mit
Station TF0213

Abbildung 8: Profil
der Station TF0213
am 06.05.2013

Notizen: