

Angabe in **Gramm Salze je Liter Meereswasser** (in ‰ ausgedrückt).

Salze, organische Substanzen und Gase.

Prinzipiell enthalten die Salze **jedes chemische Element**, oft allerdings in kaum nachweisbaren Dichten. **5 Kationen** und **6 Anionen** bilden **99,9%** der im Meerwasser gelösten Salze (siehe Tabelle). Alle Anteile sind in allen Meeren in sehr **hoher Konstanz** enthalten. Es genügt einen Anteil zu bestimmen (z.B. Chlor) und man kann daraus auf die restlichen Anteile schließen. Meerwasser reagiert schwach alkalisch (**pH=8,1-8,2**) und besitzt ein **gutes Pufferungsvermögen** gegen zusätzliche Säuren und Basen.

Die wichtigsten Bestandteile des Meersalzes

	Konzentration (g · l ⁻¹ bei 35 ‰)	Prozent (des Gesamtsalzgehalts)
Anionen		
Chlorid Cl ⁻	19,353	55,04
Sulfat SO ₄ ²⁻	2,712	7,68
Bicarbonat HCO ₃ ⁻	0,142	0,41
Bromid Br ⁻	0,067	0,19
Borsäure H ₃ BO ₃	0,025	0,07
Kationen		
Natrium Na ⁺	10,76	30,61
Magnesium Mg ²⁺	1,294	3,69
Calcium Ca ²⁺	0,413	1,16
Kalium K ⁺	0,387	1,10
Strontium Sr ²⁺	0,008	0,04

nach J. Ott

Salinität der oberen Wasserschichten ist im **Bereich der polaren Meere am geringsten** (niedrige Temp., geringe Verdunstung). Sie nimmt in Richtung subtropischer und tropischer Breitengrade zu und erreicht beiderseits des Äquators **zw. den 20. und 30. Breitengraden ein Maximum** von ca. 37‰

ÜBERSCHUSSELEMENTE:

C, O und **H** sind die wichtigsten Elemente für die Primärproduktion und sind im Meer praktisch **unerschöpflich vorhanden**.

MANGELELEMENTE:

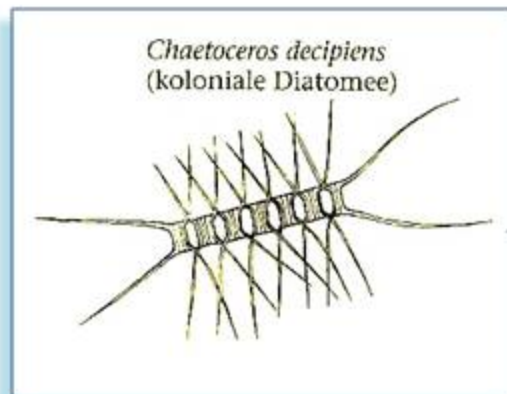
N ist das vierthäufigste Element in der Biomasse. Der Vorrat an N_2 kann aber nur von stickstofffixierenden Prokaryoten genutzt werden. Hauptsächliche N-Quellen der Primärproduktion sind Nitrat und Ammonium.

Ph liegt in aeroben Wasserkörpern nur in geringen Konzentrationen vor.

N und **Ph** kann daher bis unter die Nachweisgrenze gezehrt werden.

Si wird nur von einem Teil der Organismen in nennenswerten Mengen benötigt. Dazu zählen zum Beispiel die **Kieselalgen, Radiolarien, Horn- und Kieselschwämme**.

Auch Si wird leicht bis unter die Nachweisgrenze gezehrt.



Grafiken aus R.Hofrichter



Foto: G.Gretschel

Die Ozeane haben bald nach ihrer Entstehung die **heutige Ionenkonzentration** erreicht und seither in ihrer Zusammensetzung relativ stabil geblieben.

Der größte Teil des Wassers verlässt die Ozeane ohne Salzbestandteile durch **Verdunstung**. Ein Großteil davon kehrt als **Niederschlag** wieder direkt ins Meer zurück. Nur ein geringer Teil fließt durch Flüsse und das Grundwasser über das Festland ins Meer. Dabei werden **Mineralsalze**, die aus der Verwitterung der Kontinente stammen, gelöst und dem Meer zugefügt.

In 3850 Jahren verdunstet an der Oberfläche der Ozeane so viel Wasser wie ihrer Gesamtmasse entspricht. Andererseits dauert es 50000 Jahre bis eine Wassermenge derselben Größe über die Kontinente fließt. Vergleicht man die **Ionenfracht der kontinentalen Gewässer** mit der Ionenkonzentration, die in den Meeren durchschnittlich vorherrscht (35g Salz pro Liter Wasser bzw. **35‰**), dann kann man berechnen, dass bereits in einer zum Alter der Ozeane vergleichsweise sehr kurzen Zeit von nur 25 Mio Jahren soviel Salz in das Meer eingeschwemmt wird, wie heute darin enthalten ist.

Die Ozeane sind also nicht einfache Verdunstungsbecken, sondern es muss auch **Prozesse** geben, die das **Salz wieder aus den Ozeanen entfernen**. Auch die Abweichung der Zusammensetzung der Ionenfracht der kontinentalen Gewässer von der des Meeres deutet auf solche selektive Prozesse hin. Dazu zählen unter anderem die **Ablagerung von Salzstöcken** (Evaporitlagern) in abgeschlossenen Meeresbecken mit Verdunstungsüberschuss, sowie **biologische Mineralisation** und **Einbettung in die Sedimente** des Ozeanbodens.

- **Ionenzusammensetzung** ist weltweit nahezu gleich (Ausnahme Küstengebiete)
- **Konzentrationsunterschiede** sind aber vorhanden

- Bestimmung des Salzgehaltes:

Bestimmung des Chlorgehaltes (Titration mit Silber-Nitrat, Calcium-Chromat als Ind.)

Zusammenhang von Chlorinität (g Chlor pro kg Seewasser) zu Salinität:

$$S = 0,03 * 1,805 Cl$$

- **Wirkungen auf die Zirkulationen** (z.B.: Europ. MM → Ausstrom hochsalinen Tiefenwassers)
- **Wirkungen auf Organismen** (z.B.: Regelung des inneren Milieus)

Die meisten Wirbellosen sind **isotonisch** (aber rel. ionale Zusammensetzung oft untersch.)

Knorpelfische (Haie und Rochen) sind Isotonisch wegen hohem Harnstoffgehalt im Blut

Div. Wirbeltiere (Knochenfische,

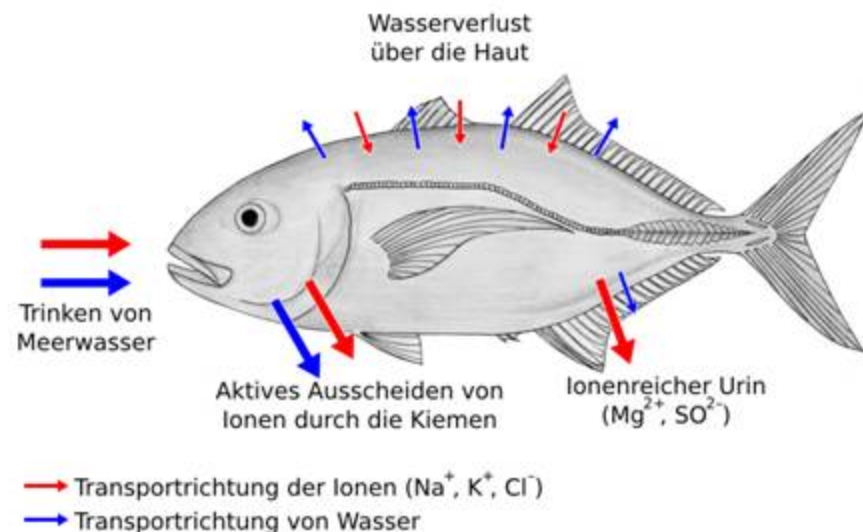
Seevögel, Meeressäuger)

sind meist **hypotonisch** (<)

Abb: Die Stachelmakrele als **hypotonische Regulierer**.

Aktives Ausscheiden von Ionen und trinken von Wasser

Hypertonische Regulierer leben in Brackwassergebieten oder in der Gezeitenregion



Wasser besitzt mit Ausnahme von Ammoniak (NH_3) von allen festen und flüssigen Stoffen die höchste „**spezifische Wärme**“. Es hat die größte Fähigkeit, Wärme mit einem Minimum an Temperaturerhöhung zu absorbieren. Diese **thermische Trägheit** macht Gewässer zu thermisch gemäßigten Lebensräumen.

Wärmeaufnahme:

Ohne sich selbst dabei stark zu erwärmen (Wärme wieder abzustrahlen).
Die Wärme kann an weit entfernte Orte weitertransportiert werden.

Wärmeabgabe:

Umgekehrt kann Wasser die gespeicherte Wärme an große Mengen Luft wieder abgeben ohne dabei selbst stark abzukühlen.

Das Meer spielt eine führende Rolle in der Wärmeverteilung auf der Erde und übt eine hohe **thermostatische Ausgleichsfunktion gegenüber örtlichen Temperaturschwankungen** aus.

Seewasser: Minimum: **-1,9°C** (Gefrierpunkt) Dichtemaximum: bei **-3,5°C**

Maximum: selten wärmer als **27 °C**

Es gibt bei Seewasser im Gegensatz zum Süßwasser **keine Dichteanomalie**.

Wärmeres Wasser gleichen Salzgehalts ist stets leichter

Temperaturschwankungen des Oberflächenwassers: Max **10 °C** pro Jahr und **1°C** zwischen Tag und Nacht

Temperatur und Leben:

- Photosyntheserate steigt mit der T.
- Intensität biologischer Vorgänge verdoppelt sich bei einem T. anstieg von 10 °C
- T. bestimmt sehr stark das Wachstum und die Vermehrung:
 - Warmes Wasser → schnelleres Wachstum, meist geringere Endgröße, Vermehrung früher und häufiger
 - Kaltes Wasser → langsames Wachstum, Vermehrung seltener, größere Endgröße, längere Lebensdauer
- Gase lösen sich in kaltem Wasser besser. Bessere CO₂-Löslichkeit in kalten Gewässern führt zu üppigerem Pflanzenwachstum

Temperatur und Leben:

- Die meisten Meerestiere sind wechselwarm (**Poikilotherm**).

Ausnahme: Meeressäuger und Meeresvögel

- Einige große poikilotherme Organismen haben zwar wechselnde, aber gegenüber dem Wasser um bis zu 15 Grad erhöhte Temperaturen (Makrelenhaie, Thunfischartige)

Heterotherme Fische:

Ein **Rete mirabile** ist eine Verzweigung einer Arterie in ein Geflecht aus feinsten Arterien, das sich anschließend nicht zu einer Vene, sondern wiederum zu einer Arterie vereinigt. Bei **Thunfischen und Haien** dienen Wundernetze als Gegenstrom-Wärmeaustauscher der Thermoregulation. Die Schwimmuskeln erzeugen bei diesen Tieren viel Wärme, durch die Wundernetze wird die Wärme im Körperkern gehalten und die lebensnotwendigen Organe besitzen dadurch eine höhere Temperatur als das umgebende Wasser.

