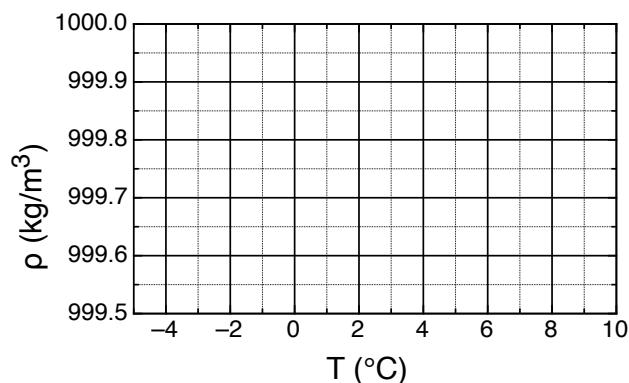
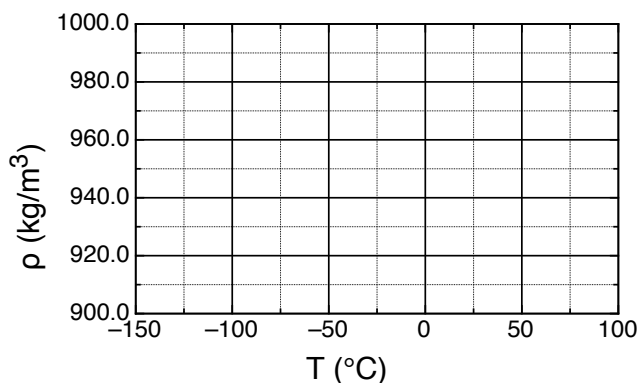


Was versteht man unter der Anomalie des Wassers?

Wasser zeigt zwei abnormale Eigenheiten:



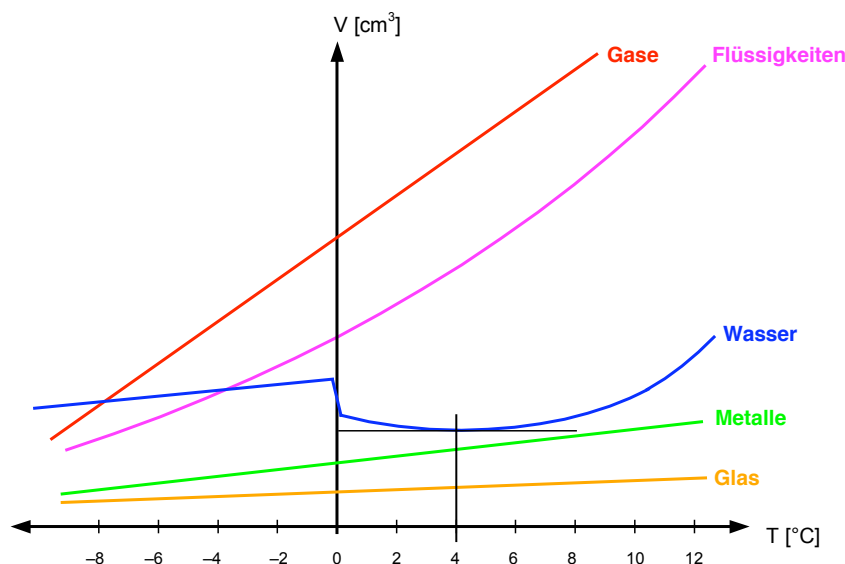
1. Eis ist weniger dicht als Wasser.

Es dehnt sich beim Gefrieren aus. Die Dichte des Eises ist also um fast 10% geringer als die Dichte des Wassers. Eis schwimmt daher im Wasser, wobei etwa 10% des Eisvolumens über die Wasseroberfläche ragen. (Beispiel: schwimmende Eisberge) Das ist ungewöhnlich, denn normalerweise ist die Dichte eines Feststoffes grösser als die einer Flüssigkeit (Beispiel: Festes Kerzenwachs versinkt in flüssigem Kerzenwachs).

2. Wasser erreicht schon bei 4°C (genau bei 3.984°C) seine grösste Dichte (kleinstes Volumen), d.h. nicht am Erstarrungspunkt.

Zwischen 0°C und 4°C nimmt das Volumen des Wassers ab. Bei 4°C ist das Volumen am geringsten und daher die Dichte am höchsten. Bei Temperaturen über 4°C verhält sich Wasser wie andere Flüssigkeiten: Bei Erhöhung der Temperatur dehnt es sich aus, bei Verringerung der Temperatur wird sein Volumen kleiner.

Die Ausdehnung der Stoffe im Vergleich (Prinzipzeichnung)



Woher kommt die Wasseranomalie?

In allen anderen Festkörpern als Eis sind die Bausteine sehr dicht gepackt, und weil sie sich weniger bewegen als in Flüssigkeiten, ist der Festkörper auch stets dichter als die Flüssigkeit. Eis aber formt einen besonderen Kristall, der was das Volumen betrifft denkbar ineffizient aufgebaut ist. Das Eiskristallgitter mit relativ grossen

Hohlräumen kommt aufgrund der so genannten Wasserstoffbrückenbindungen zustande. Wasser dehnt sich also beim Gefrieren aus, weil die Moleküle im flüssigen Zustand dichter gepackt sind als im festen.

Warum aber ist die Dichte von Wasser bei 4°C am grössten? Zwischen 4°C und 0°C beginnt sich die Kristallstruktur des Eises aufzubauen (sogenannte Cluster von Wassermolekülen wie winzige Eiskristalle).

Einige andere Stoffe zeigen auch Dichteanomalien: Antimon, Bismut, Gallium, Silizium usw.

Bedeutung der Anomalie in der Natur

Die Anomale Expansion des Wassers hat wichtige Folgen: Wenn es im Winter kalt wird, kühlt sich der See ab. Wasser mit einer Temperatur von 4°C hat eine grössere Dichte als solches von 0°C . Das 4°C warme Wasser sinkt deshalb gemäss dem Prinzip von Archimedes unter das 0°C warme Wasser ab. Kühlt sich das Wasser unter 4°C ab, dehnt es sich aus, wird spezifisch leichter und steigt wieder auf (= Konvektion).

Trotz einer Eisschicht (wirkt auch wie eine Isolationsschicht, welche die kalte Luft vom flüssigen Wasser fernhält.) an der Oberfläche eines Süsswassersees kann im Winter eine 4°C warme Wasserschicht am Boden des Sees erhalten bleiben. Dort können z.B. die Fische im Winter überleben ohne vom Eis lebendigen Leibes „konserviert“ zu werden.

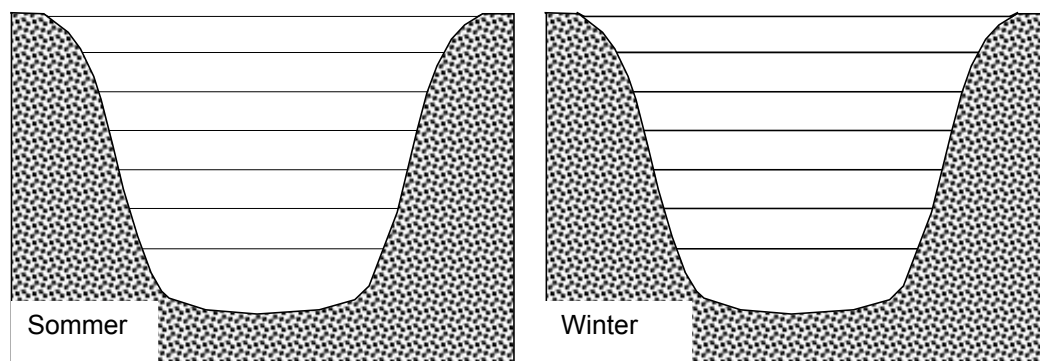


Abbildung 1: Gewässer gefrieren von oben nach unten. Die tiefste Stelle eines Gewässers hat mindestens 4°C !

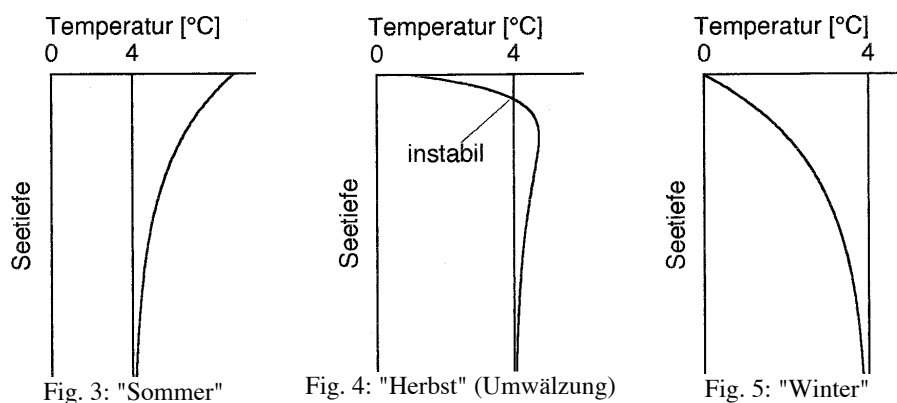


Abbildung 2: Schematisierte Temperaturverteilungen in Seen.

Wasseranomalie im Alltag: Temperaturverteilung in Seen, Erosion von Gesteinen, platzende Wasserleitungen