

## Sauerstoffbilanz

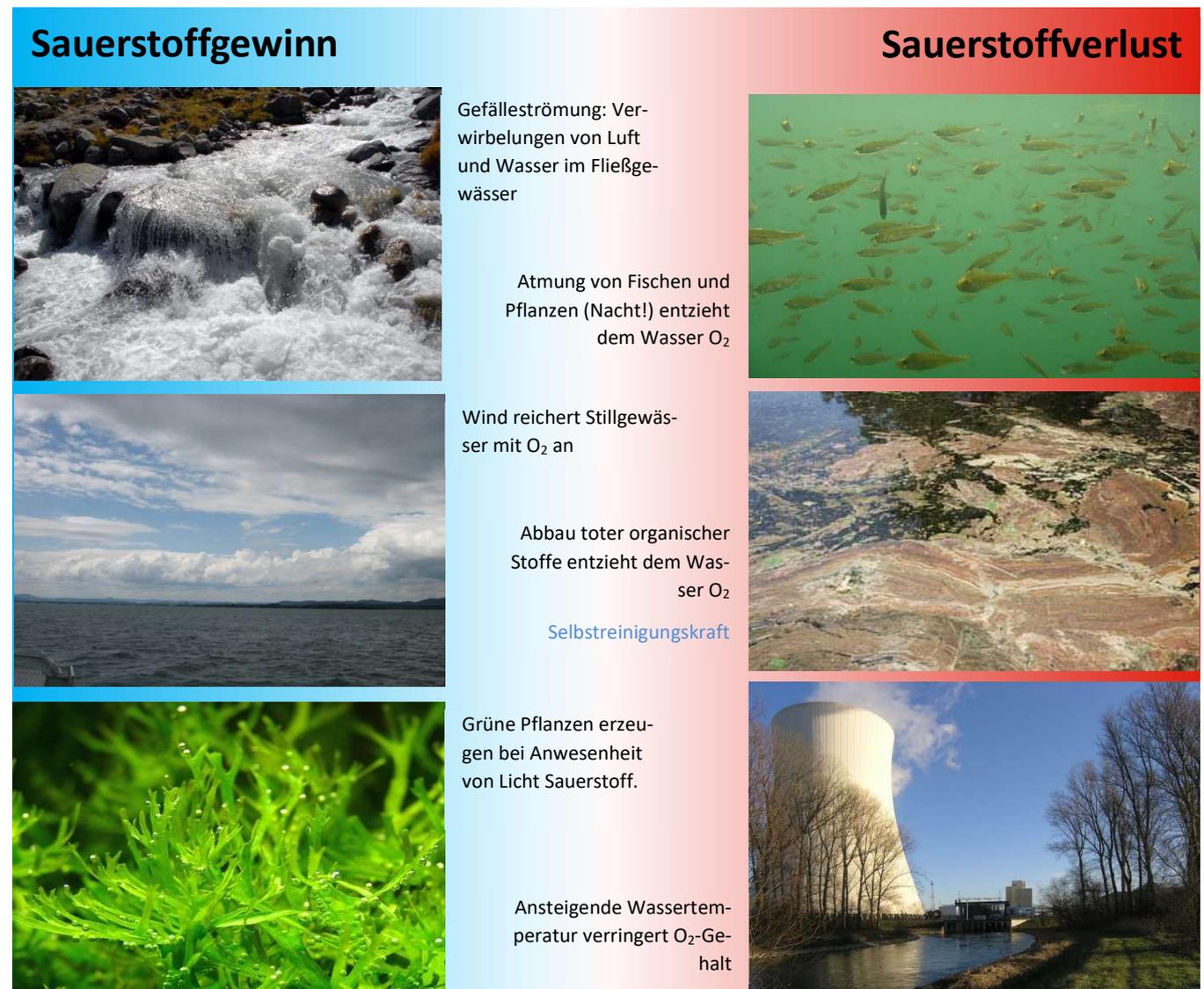


Abbildung 2 - Sauerstoffbilanz

### Sauerstoffeintrag

Wenn Wasser mit Luft in Berührung kommt, geht Sauerstoff aus der Luft ins Wasser über. Eine große Oberfläche erhöht den Sauerstoffeintrag. Bei Windstille nimmt ein spiegelglatter Weiher nur wenig Sauerstoff auf. Ein Bergbach, der mit spritzender Gischt über Geröll und Steine stürzt, reichert sein Wasser dagegen jederzeit stark mit Sauerstoff an.

Grüne Pflanzen, aber auch *Phytoplankton*, erzeugen bei der Photosynthese Sauerstoff, den sie ins Wasser abgeben. Das tun aber nur die grünen Teile der Pflanze. Seerosenblätter, die auf der Wasseroberfläche schwimmen, produzieren zwar Sauerstoff, aber nur auf der grünen Blattoberseite, die nicht mit dem Wasser in Berührung kommt. Folglich wird der vom Blatt produzierte Sauerstoff an die Luft abgegeben, nicht ins Wasser.

2.023

**Welche Organismen reichern das Wasser mit Sauerstoff an?**

- a) das pflanzliche Plankton (Phytoplankton)
- b) das tierische Plankton (Zooplankton)
- c) Muscheln und Schnecken

2.024

**Wie gelangt Sauerstoff in das Wasser?**

- a) durch Verwitterung der Bodenteilchen
- b) durch Fäulnis abgestorbener Organismen
- c) durch Sauerstoffabgabe der grünen Unterwasserpflanzen und durch Sauerstoffaufnahme aus der Luft

2.032

**Welche Pflanzen tragen bei Tageslicht wesentlich zur Erhöhung des Sauerstoffgehalts im Wasser bei?**

- a) Schwimmblattpflanzen
- b) Unterwasserpflanzen
- c) Überwasserpflanzen

### Sauerstoffverlust

Alle Wasserorganismen, auch die Fische, verbrauchen Sauerstoff, der dem Wasser entnommen wird. Das gilt auch für tierisches Plankton. Nachts, wenn das Sonnenlicht fehlt, verbrauchen auch Pflanzen Sauerstoff!

Ein weiterer, sehr wichtiger Faktor für den Verlust von Sauerstoff ist die Selbstreinigungskraft des Wassers. Beim Abbau organischer Stoffe im Wasser verbrauchen die Mikroorganismen sehr viel Sauerstoff. Ist diese Sauerstoffzehrung groß, weil viel organisches Material abgebaut werden muss, kann das für den Fischbestand sehr gefährlich werden.

Auch die Erwärmung des Wassers verringert den Sauerstoffgehalt des Wassers. Erwärmung kann beispielsweise durch Kühlwassereinleitungen thermischer Kraftwerke hervorgerufen werden.

Flüsse und Bäche, deren Fließgeschwindigkeit durch Staustufen verringert wird, erwärmen sich bei Sonneneinstrahlung viel stärker als ein natürliches Gewässer, einfach deshalb, weil das Wasser länger verweilt und deshalb mehr Zeit hat, Wärme aufzunehmen. Staustufen senken dadurch den Sauerstoffgehalt des Flusses.

2.017

**Woher stammt der im Wasser gelöste Sauerstoff?**

- a) aus dem Boden
- b) vom tierischen Plankton
- c) aus der Luft und von Unterwasserpflanzen

3.104

**Welchen Einfluss hat die Temperaturerhöhung in Folge von Kühlwassereinleitung aus Industrieanlagen und Heizkraftwerken auf die Fischfauna?**

- a) sie hat keinen Einfluss, da die Laichzeit gewässertypischer Fischarten nicht von der Wassertemperatur beeinflusst wird
- b) sie kann die Entwicklung kälteliebender Fischarten schädigen
- c) sie kann die Entwicklung wärmeliebender Fischarten schädigen

### Besondere Sauerstoffverhältnisse

Manche Gewässerarten weisen ganz typische  $O_2$ -Verhältnisse auf.

**Quellwasser** tritt aus Felsmassiven oder Erdschichten zutage. Dort kam es nicht mit Luft in Kontakt und mangels Sonnenlichtes gibt es dort auch keinerlei grüne Pflanzen. Deshalb ist Quellwasser besonders sauerstoffarm. Wenn Teiche oder Baggerseen hauptsächlich von Quellen gespeist werden, ist in einem solchen Gewässer deshalb mit einem geringen Sauerstoffgehalt zu rechnen.

2.022

**Welches Wasser ist meist sauerstoffarm?**

- a) Teichwasser
- b) Quellwasser
- c) Flusswasser

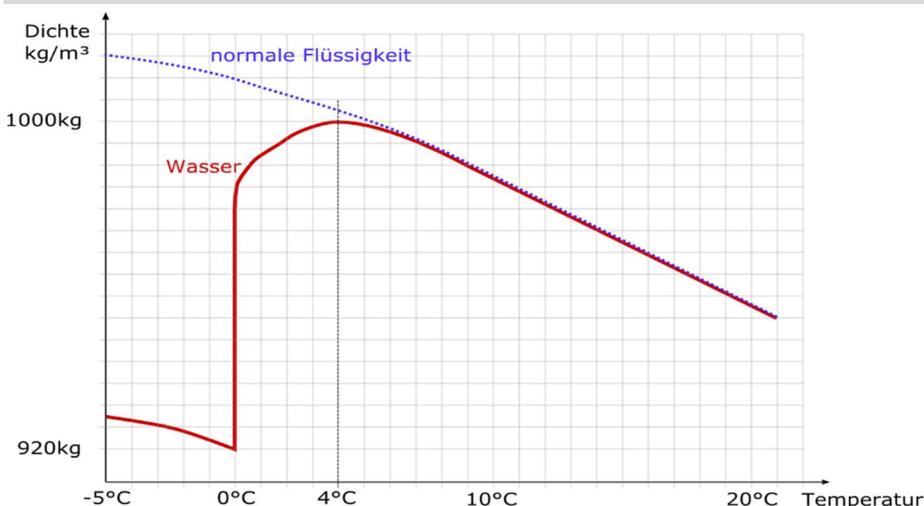
2.018

**In welchen Gewässern ist der Sauerstoffgehalt des Wassers meistens gleichbleibend hoch?**

- a) in Baggerseen
- b) in Karpfenteichen
- c) in schnell fließenden Bächen

In **schnell fließenden Bächen** hat das Wasser nur eine kurze Verweildauer, was bewirkt, dass es unabhängig von der Lufttemperatur im Sommer wie im Winter keinen großen Temperaturunterschied gibt. Auch sind häufig Steine und Rauschen in einem Bach, die durch Verwirbelungen das Wasser in stetigen Kontakt mit der Umgebungsluft bringen. Deshalb hat der Bach unabhängig von der Jahreszeit einen weitgehend konstanten, hohen Sauerstoffgehalt aufweist.

### Dichteanomalie des Wassers



#### Dichte und Spezifisches Gewicht

Das spezifische Gewicht ist das *Gewicht* der Volumeneinheit, die Dichte ist die *Masse* der Volumeneinheit.

So lange wir uns auf der Erde befinden, können wir die Begriffe Dichte und Spezifisches Gewicht der Einfachheit halber gleichsetzen.

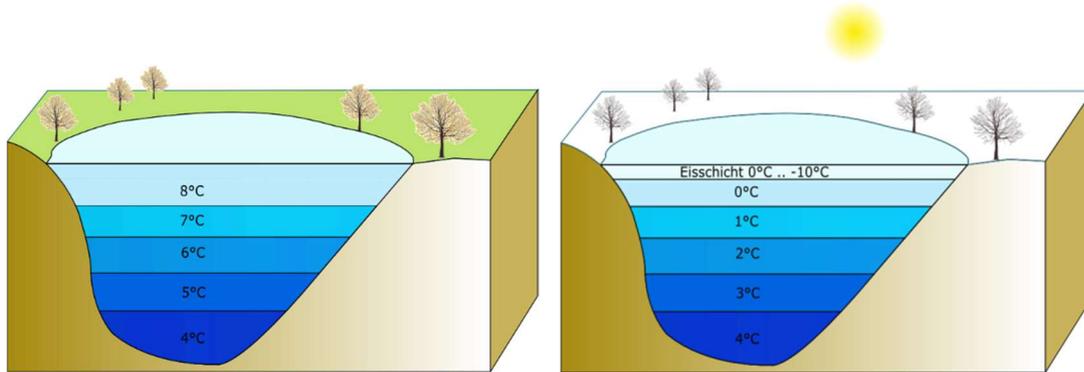
Eine Besonderheit ("Anomalie") von Wasser ist, dass es bei 4°C seine größte Dichte hat. Unterhalb einer Temperatur von 4°C sinkt die Dichte dann wieder, bis das Wasser bei 0°C zu Eis erstarrt. Mit dem Übergang des Aggregatzustandes von flüssig zu fest erfolgt eine sprunghafte Verringerung der Dichte. Dies ist der Grund, warum Eis auf dem Wasser schwimmt.

2.006

Bei welcher Wassertemperatur hat das Wasser die größte Dichte (höchstes spezifisches Gewicht)?

- bei 0 °C
- bei -1 °C
- bei +4 °C

### Gewässer frieren von oben her zu



Wasser ist bei einer Temperatur von 4°C am schwersten, d.h. bei 4°C es hat es die größte Dichte. Je wärmer Wasser ist, desto leichter ist es. Deshalb wird sich im Herbst eine Schichtung wie im linken Bild einstellen.

Im Winter gibt die oberste Wasserschicht Wärmeenergie an die kalte Umgebungsluft ab und kühlt dabei aus. Das bewirkt, dass es etwas schwerer wird als die Schicht darunter. Also sinkt es nach unten. Das setzt sich so lange fort, bis der gesamte Wasserkörper nach und nach von der Oberfläche bis zum Grund eine einheitliche Temperatur von 4°C hat.

Ist Wasser kälter als 4°C, ist es aufgrund der Dichteanomalie umso leichter, je kälter es ist. Wird dem Wasser nun weiterhin Energie entzogen, wird die oberste Schicht abkühlen und aufgrund ihres geringeren Gewichts auch oben bleiben – und noch weiter abkühlen. Erreicht es eine Temperatur von 0°, wird es gefrieren; es bildet sich eine Eisschicht. Eis hat eine viel geringere Dichte (*geringeres spezifisches Gewicht*) als flüssiges Wasser und schwimmt deshalb auf der obersten Wasserschicht.

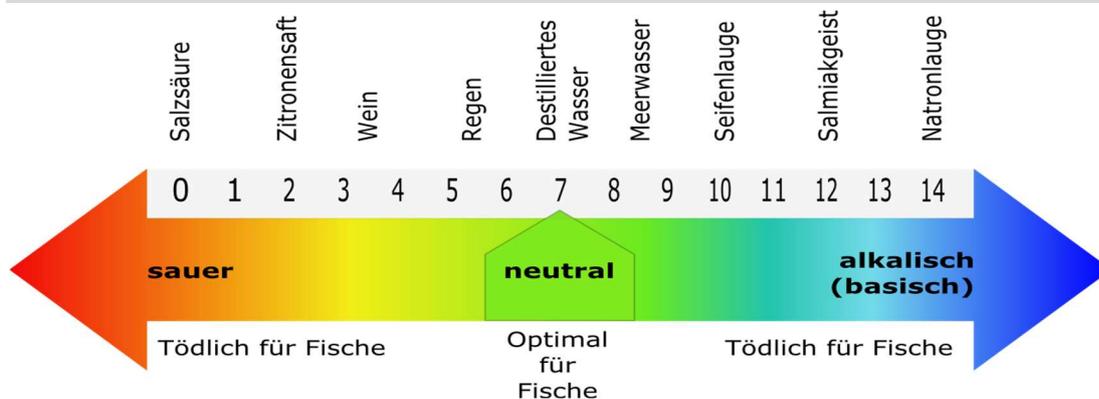
Mit der Zeit wird die Wassertemperatur durch Wärmeleitung auch unterhalb der Eisschicht langsam sinken. Wasser ist aber kein besonders guter Wärmeleiter, deshalb geht das langsam vor sich. Ein flaches Gewässer kann in einem sehr langen, kalten Winter auch bis ganz nach unten zufrieren. Diese Gefahr besteht in unserer Klimazone aber hauptsächlich bei Gartenteichen und anderen seichten Gewässern.

2.007

Warum schwimmt Eis auf dem Wasser?

- die Wasserströmung hält das Eis an der Oberfläche
- im Eis ist stets Luft eingeschlossen, die es schwimmfähig macht
- Eis hat ein geringeres spezifisches Gewicht als Wasser

### pH-Wert



Der pH-Wert ist ein Maß für den Reaktionszustand einer wässrigen Lösung, also auch von natürlich vorkommendem Wasser. Er gibt an, ob die Lösung (hier: das Wasser) sauer oder basisch ist. Liegt der pH-Wert unter 7 bedeu-