

Gewässergüte

1 pH-Wert

pH-Wert: Maß für den Säuregrad des Wassers (pH-Skala: 0 bis 14)

0 bis < 7 : sauer

> 7 bis 14 : alkalisch

reines (neutrales) Wasser: pH = 7

Saures Wasser (Lösen von Kohlenstoffdioxid CO₂ aus der Luft): pH < 7

Basisches Wasser (Auflösen von Kalk CaCO₃ aus dem Boden) : pH > 7

Idealer pH-Wert: pH zwischen 6.5 und 8.0

Nur wenige Organismen in Fließgewässern vertragen große pH-Schwankungen. Die meisten Organismen sind an enge pH-Bereiche angepasst (= stenök bezüglich des pH-Werts).

Es lassen sich für alle pH-Bereiche Spezialisten finden, die in den Gewässern auch als pH-Zeiger gelten: z.B. Torfmoos als Säurezeiger.

Bei pH < 5 und pH > 9 werden Haut und Kiemen der Fische zerstört. Bei **hohen pH-Werten** (basisch) wird aus Ammonium NH₄⁺ das **giftige Ammoniak NH₃** gebildet.

Im **sauren pH-Bereich** (pH < 5.6) wird das sehr **toxische Aluminium Al³⁺** gelöst. Aluminium ist bereits in Konzentrationen unter 0.1 mg/l für Fische toxisch und führt zur Abtötung des Planktons und somit zur Verödung der Gewässer (wie z.B. in Skandinavien).

2 Ammonium NH₄⁺, Nitrit NO₂⁻, Nitrat NO₃⁻

Diese Ionen sind **typische Verschmutzungsindekatoren des Wassers**; sie bilden zusammen mit Harnstoff die Endprodukte des Eiweißstoffwechsels.

Ammonium/Ammoniak kann durch Bakterien unter Verbrauch von O₂ zu Nitrit NO₂⁻ und Nitrat NO₃⁻ oxidiert werden (Nitrifikation). Auch der umgekehrte Vorgang der Reduktion von Nitraten zu Ammonium/Ammoniak oder auch Stickstoff ist mikrobiell möglich (Denitrifikation).

Ammonium

Ammoniumgehalt in stehenden und fließenden Oberflächengewässern: 0.1 mg/l – 3 mg/l; stark verschmutzte Gewässer: 5 mg/l – 10 mg/l.

In Trinkwasser darf kein Ammonium enthalten sein!

Zur Ermittlung des fischgiftigen freien Ammoniaks ist eine pH-Bestimmung erforderlich, da das **NH₃/NH₄⁺-Gleichgewicht pH-abhängig** ist.

| pH | freies Ammoniak |
|-----|-----------------|
| 6 | 0 % |
| 7.5 | 2 % |
| 8.5 | 11 % |
| 9 | 25 % |

Das Gleichgewicht Ammonium/Ammoniak ist **temperaturabhängig**: Je höher die Temperatur ist, desto mehr fischgiftiges Ammoniak wird gebildet.

Nitrit

0.1 mg/l – 1.0 mg/l können bei Fischen Schäden hervorrufen; akute Gefahr bei Konzentrationen > 1 mg/l.

In Trinkwasser darf kein Nitrit enthalten sein!

Nitrat

In Trinkwasser und Fischgewässern sollten 50 mg/l nicht überschritten werden.

3 Phosphat

Phosphat ist normalerweise **Minimumfaktor** (= begrenzender Faktor) für das Pflanzenwachstum. In höheren Konzentrationen (durch Düngemittel, Fäkalien und phosphathaltige Waschmittel, die in die Gewässer eingeleitet werden) kommt es zu einem verstärkten Algenwachstum (**Eutrophierung**).

Bei höherer Wassertemperatur ist die Löslichkeit des fotosynthetisch gebildeten Sauerstoffs gering: Während des Tags entweicht er daher in die Atmosphäre. In der Nacht besteht ein hoher Sauerstoffbedarf bei Wasserpflanzen und Tieren. Steht nicht genügend Sauerstoff zur Verfügung, sterben daher Pflanzen und Tiere nachts ab. Da selbst für aerobe Bakterien nicht genügend Sauerstoff vorhanden ist, werden die toten Organismen von anaeroben Bakterien abgebaut; dabei entstehen giftige Endprodukte (Methan, Ammoniak, Schwefelwasserstoff): Das **Gewässer kippt um**.

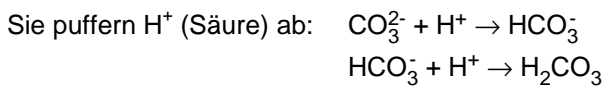
4 Gesamthärte

Konzentration an Calcium- (Ca²⁺), Magnesium- (Mg²⁺), Strontium- (Sr²⁺) und Barium- (Ba²⁺)-Ionen.

5 Säurebindungsvermögen (SBV)

Das SBV ist ein Maß für die Pufferkapazität des Wassers.

= Anteil an Ca²⁺- und Mg²⁺-Ionen, die als Carbonat (CO₃²⁻) und Hydrogencarbonat (HCO₃⁻) vorliegen.



Der Kalkgehalt wird als „Wasserhärte“ = „Carbonathärte“ in deutschen Härtegraden (°d) angegeben:
 $1\text{ °d} = 10\text{ mg CaO/l Wasser} = 18\text{ mg CaCO}_3\text{/l Wasser}$

< 10 °d: weiches Wasser

> 10 °d: hartes Wasser

Da Kalk in der Lage ist, eine bestimmte Menge Säure zu binden, kann man die Wasserhärte (= Carbonathärte) und das Säurebindungsvermögen in Beziehung zueinander setzen:

Carbonathärte (°d) = $2.8 \cdot SBV$

6 Sauerstoff

Sauerstoff gelangt ins Wasser durch:

- Austausch mit der Umgebungsluft
- Fotosynthese der grünen Wasserpflanzen

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB)

Der BSB-Wert ist ein **Anhaltspunkt für die organische Belastung eines Gewässers**

BSB: Differenz des O_2 -Gehalts eines Gewässers unmittelbar nach der Probeentnahme und nach einer Zehrungsdauer von 48 Stunden (BSB_2) bzw. 5 Tagen (BSB_5).

Die Differenz entspricht der Menge an Sauerstoff, die in einer Probe bei der bakteriellen Zersetzung (durch aerobe Bakterien) von organischem Material verbraucht wird. Während dieser Zeit muss die Probe im Dunkeln stehen, um Fotosynthese zu vermeiden.

Der BSB-Wert wird in mg/l und in % des ursprünglichen O_2 -Gehalts angegeben.

Bsp.: O_2 -Gehalt unmittelbar nach der Probeentnahme: 8 mg/l
nach 2-tägigem Stehen: 5 mg/l
 $\Rightarrow BSB_2 = 3\text{ mg/l}$
 $= 3 \cdot 100/8 = 37.5\%$

Je höher der BSB-Wert ist, desto stärker ist das Gewässer organisch belastet.

7 Bestimmung der Gewässergüte mithilfe des Saprobien-systems

Saprobien sind Organismen, die von fäulnisfähigen Stoffen leben. Die Organismen werden im **Saprobien-system** angeordnet entsprechend der Zunahme an Fäulnisprozessen im Gewässer (bzw. entsprechend dem abnehmenden Sauerstoffgehalt).

Das Saprobien-system ist eine Zusammenstellung von **Zeigerarten** (Indikatorarten) in Abhängigkeit vom Belastungsgrad des Gewässers mit biologisch abbaubaren Stoffen.

Bei der Einteilung der Gewässer gibt es **4 Güte-klassen (I – IV)**.

Dabei entspricht der Saprobienindex der jeweiligen Güteklasse. Der Saprobienindex kann aus den Bestimmungstabellen abgelesen werden.

Beispiel: Die Rattenschwanzlarve hat den Saprobienindex 4, d. h. sie kommt in sehr verschmutztem Wasser (Güteklasse IV) vor.

Bestimmung:

- Organismen auszählen aus insgesamt 5 Netzzügen in der krautigen Zone und 5 Netzzügen im Boden und im Schlammgrund; Organismen von 10 mittelgroßen Steinen dazuzählen.

Die Häufigkeiten ermitteln:

- 1 : Einzelfund
- 2 : wenig (3 – 10 Tiere)
- 3 : wenig – mittel (11 – 30 Tiere)
- 4 : mittel (31 – 60 Tiere)
- 5 : mittel – viel (61 – 100 Tiere)
- 6 : viel (101 – 150 Tiere)
- 7 : massenhaft (über 150 Tiere)

- Häufigkeiten jeder Art mit dem Saprobienindex multiplizieren.

Beispiel: Es wurden 50 (Häufigkeit = 4) Wasserasseln (Index = 3) gefunden

$\Rightarrow \text{Häufigkeit} \cdot \text{Index} = 4 \cdot 3 = 12$

Diese Rechnung wird für alle gefundenen Arten durchgeführt. Die Ergebnisse werden addiert:

| | |
|-------------------|-----------------|
| Wasserasseln | : 4 · 3 = 12 |
| Rollelge | : 3 · 3 = 9 |
| Schlamm-schnecken | : 1 · 2.5 = 2.5 |

8 23.5

- Die Summe der Multiplikationen wird durch die Gesamthäufigkeit geteilt.

Beispiel: $23.5 : 8 = 2.94$

\Rightarrow Saprobienindex = Wassergüteklasse: 2.94
(III = stark verschmutzt)

Gewässergütebestimmung des Burbachs (Nähe alter Friedhof Saarbrücken, Juni 1998)

| | |
|-------------------|--------------|
| Ammonium NH_4^+ | : 0.2 mg/l |
| Nitrit NO_2^- | : 0.025 mg/l |
| Nitrat NO_3^- | : 0 mg/l |
| pH | : 7 |
| Gesamthärte | : 10.4 °dH |
| Carbonathärte | : 7.4 °dH |

Sauerstoff O_2 :

unmittelbar nach der Wasserentnahme : 5.7 mg/l

nach 5 Tagen Zehrungsdauer : 3 mg/l

$\Rightarrow BSB_5 = 2.7\text{ mg/l} = 2.7 \cdot 100/5.7 = 47.3\%$