

Messgrössen

Die Auswahl der zu messenden Wasserinhaltsstoffe beschränkt sich auf die wichtigsten Messgrössen, die als Indikator auf anthropogene Belastungen des Gewässers hinweisen. Die Beschreibung basiert auf der 'Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer in der Schweiz, Modul Chemie, Chemisch-physikalische Erhebungen, Stufen F & S', BUWAL 2004 (Entwurf).

Gesamt-Phosphor, Gelöster Phosphor, Phosphat, Orthophosphat

Phosphor gelangt diffus aus der Landwirtschaft und punktuell über Abwassereinleitungen und Regenüberläufe in die Gewässer. Phosphor ist essentieller Nährstoff für Wasserorganismen. Da er natürlicherweise nur in geringen Mengen in Gewässersysteme gelangt, ist die Zufuhr aus anthropogenen Quellen bestimmend für das Ausmass des aquatischen Pflanzenwachstums. Sollen für die Beurteilung Anhaltspunkte über die Herkunft des Phosphors gewonnen werden, ist der Gesamt-Phosphor in der filtrierten und unfiltrierten Probe zu bestimmen. Für Seen ist der *Gesamtphosphor im Filtrat* (= *gelöster Phosphor*) in den Zuflüssen und der *Gesamtphosphor roh* (= *Gesamt-Phosphor*) massgebend. Ungelöste Phosphorverbindungen im Filtrerrückstand stammen aus biologischem Material (z.B. Algen) oder es handelt sich um partikuläre Phosphorverbindungen aus der Erosion von Boden oder der Verwitterung der Gesteine. Der Gehalt in den Fliessgewässern steigt insbesondere bei Hochwasserführung an.

Phosphat oder *Orthophosphat* ist ein Teil des Gesamtphosphors im Filtrat und stellt die für die Pflanze physiologisch direkt wirksame Phosphorkomponente dar. Das Phosphatverbot in Textilwaschmitteln hat ab 1986 zu einer Reduktion des Phosphateintrages in die Oberflächengewässer geführt.

Stickstoffverbindungen Nitrat, Nitrit, Ammoniak/Ammonium

Stickstoff ist essentieller Nährstoff für Wasserorganismen und wird von den Pflanzen insbesondere über Nitrat-Stickstoff (Nitrat-N) aufgenommen. Erhöhte Werte an Stickstoffverbindungen sind ein Hinweis auf landwirtschaftliche Bewirtschaftung, auf unsachgemässer Austrag von Düngemitteln oder auf einen grösseren Abwasseranteil im Gewässer. Der grösste Teil des anorganischen Stickstoffs liegt in Gewässern in Form von *Nitrat* vor. Negative Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften in Oberflächengewässern durch Nitratgehalte unter 10 mg/l N werden nicht beobachtet. Nur falls Stickstoff unter Sauerstoffmangel vorkommt, können die reduzierten Stickstoffverbindungen *Nitrit* und *Ammonium* gebildet werden, die ihrerseits toxisch sind. Nitratgehalte in Seen und Seeausflüssen sind wegen den Denitrifikationsprozessen in Seen häufig tief.

Die Anforderungen an Gewässer, die der Trinkwassernutzung dienen, wie auch die Zielvorgabe beträgt 5.6 mg/l N (siehe GSchV) was dem Qualitätsziel für Trinkwasser (gemäss Lebensmittelgesetzgebung unter 25 mg Nitrat pro Liter) entspricht.

Nitrit ist ein Übergangsprodukt der Nitrifizierung (Umwandlung von Ammonium zu Nitrat) oder der Denitrifikation (Umwandlung von Nitrat zu gasförmigen N_2O oder N_2). Da Nitrit biochemisch labil ist, sollten Wasserproben bis zur Analyse gekühlt und kurze Zeit nach den Probenahmen analysiert werden. Nitrite sind stark fischgiftig, insbesondere für Edelfische. Die Messung des Nitrits ist angezeigt in Fischgewässern bei Ammoniumkonzentrationen über 0.2 mg/l.

Die GSchV beschreibt nur verbale Anforderungen an den Nitritgehalt. Die Toxizität des Nitrits ist von der Chloridkonzentration abhängig.

Ammonium ist chemisch nicht sehr stabil und kann sich je nach Temperatur und pH-Wert des Wassers ins stark fischtoxische Ammoniak umwandeln. Die analytische Bestimmung von Ammonium und die rechnerische Ermittlung von Ammoniak sollte bei pH Werten über 9 oder Temperaturen über 10°C routinemässig durchgeführt werden. Bei diesen Bedingungen wird das Ammoniak/Ammonium-Gleichgewicht auf die Seite des fischtoxischen Ammoniaks verschoben. Bei kleinen, stark belasteten Gewässern können gelegentlich unzulässig grosse Ammonium- bzw. Ammoniakkonzentrationen festgestellt werden. Eine hohe Photosyntheserate und der dadurch bedingte Entzug von Kohlendioxid und Hydrogenkarbonat aus dem Wasser können lokal den pH-Wert auf über 10 erhöhen insbesondere in stehenden oder langsam fliessenden Gewässern.

Die Anforderung an die Wasserqualität gemäss GSchV beträgt bei über 10°C 0.2 mg/l Ammonium-N und bei unter 10°C 0.4 mg/l Ammonium-N.

Gelöster organischer Kohlenstoff oder DOC (dissolved organic carbon)

Gelöster organischer Kohlenstoff in Gewässern kann einerseits durch menschliche Aktivitäten (Abwasserreinigung, Landwirtschaft udgl.) bedingt sein und andererseits einen natürlichen Ursprung zu haben. Flüsse aus alpinen Gebieten weisen meistens niedrige DOC Werte auf (unter 1 mg/l C). DOC kommt in Fliessgewässern natürlicherweise als Folge des Abbaus von organischem Material und der Auswaschung aus Böden im Einzugsgebiet vor. Erhöhte DOC-Konzentrationen finden sich auch in Abflüssen von eutrophierten Seen oder von Mooren. Grössere DOC Gehalte können somit rein natürliche Ursachen haben.

Die Gewässerschutzverordnung versucht diesem Umstand durch einen Anforderungsbereich von 1 bis 4 mg/l C Rechnung zu tragen. Entscheidend für eine Beurteilung ist somit der Anteil der anthropogen bedingten Fraktion. Als Zielwert wurde in den aufgezeigten Auswertungen 3 mg/l C festgelegt.

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅)

Der biochemische Sauerstoffbedarf ist ein Mass für den Sauerstoffverbrauch durch biologische Abbauvorgänge innerhalb einer festgelegten Zeit, beispielsweise innert 5 Tagen (BSB₅). Mit der Methode werden vor allem leicht abbaubare Stoffe im Wasser erfasst. Innerhalb der Gewässer ist der Abbau sauerstoffzehrender Substanzen stark von der Gewässermorphologie, der Hydrologie und von der Wassertemperatur abhängig.

Die Anforderung an die Wasserqualität gemäss GschV beträgt 2 bis 4 mg/l O₂, der Zielwert wurde für die aufgezeigten Auswertungen bei 3 mg/l O₂ festgelegt.

pH-Wert

Der pH-Wert eines Gewässers wird hauptsächlich durch die Kalk-Kohlensäuregleichgewichte und die geochemischen Verhältnisse im Einzugsgebiet bestimmt. In kalkreichen Einzugsgebieten ist die Pufferkapazität des Wassers hoch und der pH liegt bei ca. 8.3. Weitere Einflussfaktoren auf den pH-Wert sind die Temperatur und biologische Prozesse wie beispielsweise die Photosynthese und der Abbau von organischem Material. Bei Fliessgewässern, denen eutrophe Seen vorgelagert sind, ist daher eine ausgeprägte pH-Tagesganglinie messbar. Weiter kann die Einleitung von Betonabwasser zu stark erhöhten pH-Werten führen.

Die Anforderung an die Wasserqualität ist für den pH-Wert in der GSchV verbal umschrieben. Er sollte im Bereich von 6.5 bis 8.5 liegen. Er wird nicht in Klassen eingeteilt und beurteilt.

Temperatur

Die Temperatur ist einer der physikalischen Schlüsselparameter, der die chemischen und vor allem die biologischen Prozesse in den Gewässern mitbestimmt. In den letzten 40 Jahren haben sich die Durchschnittstemperaturen im Jahresmittel in den Mittellandgewässern - abhängig vom Vergletscherungsanteil im Einzugsgebiet - um 1 bis 2,5°C erhöht. Die Fischsterben im Hitzesommer 2003 aufgrund erhöhter Wassertemperaturen haben deutlich gezeigt, wie eng die Temperaturgrenzen für Edel-fische wie die Bachforelle oder die Äsche sind.

Gemäss GSchV darf die Temperatur eines Fliessgewässers gegenüber dem unbeeinflussten Zustand um höchstens 3°C bzw. um 1.5°C bei Gewässerabschnitten der Forellenregion verändert werden. Dabei darf die Wassertemperatur 25°C nicht übersteigen. In der vorliegenden Auswertungen sind lediglich die maximal gemessenen Temperaturen zum Zeitpunkt der Probenahme in der Messperiode aufgeführt, was nicht den effektiven Tagesmaxima entspricht, die im Gewässer erst in den Nachmittagsstunden erreicht werden.

Elektrische Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit ist ein Indikator für den Gehalt an gelösten Salzen im Wasser. Bestimmend sind insbesondere die geogenen Salze, zu welchen man alle jene gelösten Substanzen zählt, die aus der Gesteinsverwitterung stammen (hauptsächlich Calcium-, Magnesium-, Bikarbonationen). Abgeschwemmtes Strassensalz im Winter und Fällungsmittel in Abwasserreinigungsanlagen erhöhen die elektrische Leitfähigkeit ebenfalls. Weiter hat die biogene Kalkfällung in Seen eine Absenkung der elektrischen Leitfähigkeit zur Folge, was bei den Seeabflüssen erkennbar ist.