

Tafel 7.6 Veränderung ausgewählter chemischer Parameter 1976–2000

Einleitung

Der Gewässerzustand hat sich in den letzten Jahren dank des Ausbaus bei der Abwasserreinigung und des Phosphatverbots für Textilwaschmittel weiter verbessert; er kann bei Fliessgewässern, deren Einzugsgebiet mehrheitlich im Alpenraum liegt, und bei grösseren Flüssen, in denen die eingeleiteten Stoffe durch die Wassermenge stark verdünnt werden, als gut bis sehr gut bezeichnet werden. Hingegen können in kleineren Flüssen und Bächen des dicht besiedelten Mittellandes immer noch nennenswerte Belastungen festgestellt werden. Auf der vorliegenden Tafel wird diese Entwicklung mit einer Darstellung von «Zeitreihen» der Jahre 1976 bis 2000 festgehalten. Zur Darstellung der ausgewählten chemischen Parameter in Fliessgewässern und Seen wurden die Ergebnisse der Gewässeruntersuchungen der Kantone und des Bundes verwendet. Die Messnetze und die Art der Beprobung sind in der Tafel 7.1² beschrieben.

Dargestellte chemische Parameter

Im Mittelpunkt der Darstellung stehen drei Parameter, die als Indikatoren für die zivilisatorische Nutzung eines Gewässers gelten:

- Orthophosphat stellt die für Pflanzen physiologisch direkt wirksame Phosphorkomponente dar. Eine möglichst niedrige Konzentration des Orthophosphats ist vor allem in den Seezuflüssen anzustreben, um eine Eutrophierung der Seen zu vermeiden. Das Orthophosphat stammt sowohl aus häuslichen Abwässern wie aus der Landwirtschaft.
- Ammonium ist vor allem deshalb problematisch, weil aus ihm bei höheren Temperaturen und bei pH-Werten über 9, Ammoniak, ein starkes Fischgift, entsteht. Ammonium tritt vor allem unterhalb von Abwassereinleitungen auf.
- Nitrat ist zwar in den kleinen Konzentrationen wie sie normalerweise auftreten, nicht toxisch; dieser Parameter ist aber ein guter Indikator für Belastungen aus der Landwirtschaft und aus gereinigten Siedlungsabwässern.

Es muss in diesem Zusammenhang deutlich darauf hingewiesen werden, dass mit den drei Parametern nur ein Teilaspekt des Gewässerzustandes, nämlich ein Teilbereich des Nährstoffhaushaltes, erfasst wird; diese Parameter genügen aber zu einer abschliessenden Gesamtbeurteilung eines Oberflächengewässers bei weitem nicht.

Berücksichtigte Messstellen

Die Untersuchungskonzepte und -programme der kantonalen Fachstellen richten sich nach den anstehenden Problemen und öfters auch nach der Finanzlage. Bei Langzeituntersuchungen steigt der Aufwand mit der Anzahl Proben, die erhoben werden. Der Gewässerzustand kann insbesondere bei geringerer Belastung auch mittels Untersuchungskampagnen kürzerer Dauer erfasst werden. Auf der Karte sind nur jene Messstellen und/oder Zeitperioden ausgewiesen, deren Daten gewissen minimalen Anforderungen genügen (s. unten). Gewässer, für die keine Resultate ausgewiesen werden, sind somit nicht a priori Gewässer, deren Zustand unbekannt ist. Insbesondere in den landwirtschaftlich extensiv genutzten und dünn besiedelten, alpinen Einzugsgebieten, für welche auf der Karte relativ wenige Informationen vorliegen, ist die Gewässerbelastung entsprechend gering. In diesem Zusammenhang ist auch zu erwähnen, dass aus Gründen der Lesbarkeit nur ca. 40 % der Messstellen, für welche Daten vorhanden sind, dargestellt werden.

Darstellung der Resultate

Die Beurteilung des Gewässerzustandes wurde entsprechend der Vorgaben des sogenannten Modul-Stufen-Konzeptes [1,3] mit fünf Klassen vorgenommen. In der Tafel 7.2 mit Mittelwerten der

Jahre 1987–1989 wurde der Gewässerzustand noch mit vier Klassen erfasst. Die Farbabstufung der beiden Tafeln 7.2 und 7.6 ist somit nicht direkt vergleichbar; identische Farben entsprechen nicht den gleichen Konzentrationsbereichen. In der Tafel 7.6 wurden insbesondere auch die Seen nach strengeren Kriterien klassiert.

Die Daten wurden jeweils für Fünfjahresperioden beurteilt; mit zunehmender Belastung wechselt die Farbe von Blau über Grün, Gelb und Orange nach Rot. Bei Ammonium und Nitrat liegen die Konzentrationen, welche in Blau und Grün dargestellt sind, unter dem Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung. Für Orthophosphat existiert kein solcher Anforderungswert.

Durch das Aneinanderreihen von insgesamt fünf Fünfjahresperioden kann die Entwicklung des Gewässerzustandes über eine Zeitperiode von insgesamt 25 Jahren verfolgt werden.

Die heterogene Datenlage in den einzelnen Fünfjahresperioden wird durch die Darstellung der Messwerte verdeutlicht. Es werden vier Kategorien unterschieden:

- Viereck gefüllt, Rand fett: mindestens 4 Jahre pro Fünfjahresperiode mit Sammelproben (kontinuierliche Messung) oder mehr als 80 Stichproben in der dargestellten Periode;
- Viereck halb gefüllt, Rand fett: 1 bis 3 Jahre mit Sammelproben oder mehr als 24 Stichproben pro Jahr;
- Viereck gefüllt, Rand normal: mindestens 4 Jahre pro Periode mit mindestens 4 Stichproben pro Jahr;
- Viereck halb gefüllt, Rand normal: 1 bis 3 Jahre mit insgesamt mindestens 12 Stichproben in der dargestellten Fünfjahresperiode und mindestens 4 Stichproben pro Jahr.

Wenn die Distanz zwischen zwei Probenahmestellen am gleichen Fließgewässer sehr klein ist, ist eine separate Darstellung aus kartographischen Gründen oftmals nicht möglich. Falls bei den Beurteilungsklassen überlappender oder aufeinander folgender Jahre keine Unterschiede festgestellt werden konnten, wurden – in wenigen Fällen – die beiden Stellen in einem Diagramm dargestellt, welches die Nummer der aktuelleren Messstelle trägt. Dieses Numerierungsprinzip gilt auch für NADUF-Messstationen, wenn diese aus technischen Gründen entlang eines Gewässers verschoben werden mussten.

Zustand der Fließgewässer

In der «Nationalen Daueruntersuchung der schweizerischen Fließgewässer» (NADUF) [2,4] werden kontinuierlich 14tägige Sammelproben erhoben und analytisch untersucht. An einigen Messstationen liegen über die gesamte Zeitperiode seit Mitte der 1970er Jahre Messwerte vor. Die dargestellten Parameter verdeutlichen, dass sich der Gewässerzustand in den letzten 25 Jahren zum Teil wesentlich verändert hat; dies gilt in besonderem Masse für den Phosphatgehalt, welcher dank der nahezu vollständigen Erfassung und Reinigung der Siedlungsabwässer sowie des Phosphatverbotes in Textilwaschmitteln (in Kraft ab 1986) an vielen Stellen stark abgenommen hat. Heute stammt ein signifikanter Teil der Phosphoreinträge in die Oberflächengewässer aus der Landwirtschaft, obschon Ansätze zur Ökologisierung erkennbar sind. Ein besonderes Problem stellt auch die Phosphoranreicherung in vielen Böden des Mittellandes dar. Da Phosphor im Boden nicht permanent gebunden wird, trägt er mittel- bis langfristig zur Eutrophierung bei, auch dann, wenn in der Landwirtschaft weitere Massnahmen ergriffen werden. Die Karte und die Diagramme verdeutlichen, dass sowohl die Konzentrationen als auch die Schwankungen des Phosphors in Fließgewässern unterhalb von Seen abnehmen. Mit der Abnahme der Phosphorgehalte nahmen die Algenbiomasse und damit auch der Stoffumsatz in diesen Seen ab.

Die Nitratgehalte haben nach einer Periode der Zunahme, die bis Ende der 1980er Jahre reichte, in den folgenden 10 Jahren an den meisten Stellen wieder abgenommen. Dies ist eine Folge der bereits erwähnten Anstrengungen zur Ökologisierung der Landwirtschaft, aber auch der Reduktion des NO_x -Ausstosses durch die Einführung des Katalysators bei den Benzinmotoren.

In den 1970er und 1980er Jahren waren erhöhte Ammoniumgehalte vor allem unterhalb überlasteter Abwasserreinigungsanlagen bei kleineren bis mittleren Vorflutern ein Problem. Die Ammoniumkonzentrationen gehen allerdings wegen des Abbaus in der Strömung (Ammonium über Nitrit

zu Nitrat) bereits wenige hundert Meter nach einer Abwassereinleitung messbar zurück – dies besonders deutlich bei hohen Wassertemperaturen. Mit der Sanierung solcher Anlagen und der Verbesserung der Nitrifikation hat sich die Situation stark verbessert.

Zustand der Seen

Bei der kartographischen Darstellung der Seen stehen die mittleren Konzentrationen des Gesamtphosphors im Vordergrund. Zudem werden auf der Rückseite die Sauerstoffverhältnisse in Tiefenprofilen gezeigt.

Unter dem Begriff Gesamtphosphor werden alle gelösten und partikulär gebundenen Phosphorverbindungen organischen und anorganischen Ursprungs zusammengefasst. Partikuläre mineralische Phosphorverbindungen, die von den Pflanzen (Algen) nicht direkt als Nährstoffe aufgenommen werden können, werden zwar in den Flüssen als Schwebstoffe transportiert, aber in den Seen wegen der kurzen Sedimentationszeit rasch abgelagert. Deshalb umfasst der Gesamtphosphorgehalt im Seewasser meist nur gelöste und partikuläre organische Verbindungen. Er ist ein Mass für die anthropogene Belastung eines Sees und zugleich einer der wichtigsten Steuerfaktoren für die Bioproduktion. Letztere beeinflusst den Sauerstoffgehalt in der Tiefe durch den Sauerstoffverbrauch beim Abbau der abgestorbenen Algen (Mineralisation). Bei einer zu grossen Nährstoffbelastung treten deshalb in den Seen Sauerstoffmangelsituationen auf (s. Figur «Sauerstoffverhältnisse in grösseren Seen»). Die Darstellung der Sauerstoffprofile in Schweizer Seen berücksichtigt die Situation Ende Sommer. Zu diesem Zeitpunkt ist ein grosser Teil der Sauerstoffvorräte, welche im Frühjahr während der Zirkulationsperiode eingebracht worden sind, aufgebraucht. Gezeigt wird der ungünstigste Fall, der in der ausgewiesenen Zweijahresperiode aufgetreten ist. Bei Seen, die starke Schwankungen im Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers von einem Jahr zum anderen aufweisen, wird mit dieser Darstellung eine positive Entwicklung über Jahre oder Jahrzehnte nicht in jedem Fall sichtbar, insbesondere, wenn die beurteilten Zweijahresperioden zufällig auf ungünstige Jahre fallen.

Die Phosphorabschwemmungen aus einem Einzugsgebiet und damit der Phosphoreintrag in einen See hängen von der Bewirtschaftung, der Einwohnerdichte und dem Grad der Abwassersanierung ab. In Anlehnung an die Beurteilungsklassen der Fliessgewässer werden die Phosphorkonzentrationen der Seen ebenfalls in fünf Klassen eingeteilt.

Entwicklung nach 2000

Der Rückgang des Phosphorgehaltes war in einigen Seen des Mittellandes auch nach dem Jahr 2000 markant. So lag der Phosphorgehalt des Sempacher Sees im Frühjahr 2004 bereits unter 30 µg/l, also einem Wert, den der Kanton Luzern seit Jahren als Ziel vorgibt. Der Phosphorgehalt des Baldegger Sees lag zwar zur gleichen Zeit noch rund 50 % höher; doch auch dort wurde er in 30 Jahren um 90 % reduziert.

In den Fliessgewässern wurde in den Jahren 2001 und 2002 ein Wiederanstieg bei den Konzentrationen des Gesamtphosphors beobachtet (siehe Figur «Zeitreihen ausgewählter Parameter»). Im Rhein bei Basel betrug die Frachterhöhung im Vergleich zum Jahre 2000 rund 1000 Tonnen. Hauptgrund waren die Abschwemmungen aus vernässten Böden. Im Jahr 2003 sanken die Konzentrationen wegen der geringen Zuflussfrachten im ausgesprochen trockenen Sommerhalbjahr wieder auf tiefe Werte.

Literatur

- [1] **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (1998):** Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Modul-Stufen-Konzept, Vollzug Umwelt, Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 26, Bern.
- [2] **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (2000):** NADUF. Messresultate 1977–1998, Schriftenreihe Umwelt 319, Bern.
- [3] **Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (in Vorbereitung):** Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Modul Chemisch-Physikalische Erhebungen, Vollzug Umwelt, Mitteilungen zum Gewässerschutz, Bern.
Internet: www.umwelt-schweiz.ch/wasser (Stand: 10.2004).
- [4] **Nationale Daueruntersuchung der schweizerischen Fliessgewässer:**
www.naduf.ch (Stand 26.03.2003).