

Tafel 7.2 Mittlere Konzentrationen chemischer Parameter in Oberflächengewässern

Einleitung

Die Darstellung der mittleren Konzentrationen ausgewählter chemischer Parameter in Fließgewässern und Seen basiert auf den Ergebnissen der Gewässeruntersuchungen der Kantone und des Bundes aus den Jahren 1987 bis 1989. Die Messnetze und die Art und Häufigkeit der Beprobung sind in der Tafel 7.1 ausführlich beschrieben.

Fließgewässer

Zur repräsentativen Darstellung des Gewässerzustandes mussten minimale Anforderungen an die Datenmenge festgelegt werden: Messstellen mit weniger als sechs Messungen pro Jahr wurden nur in Ausnahmefällen (Kantone Neuenburg, St. Gallen und Thurgau) berücksichtigt. Aufgrund der Unterschiede in den Messrhythmen und in der Art der Probenahme (Stichprobe oder Sammelprobe) sind die Messstellen nur über gemittelte Werte vergleichbar. Deshalb berechnete man für die vier ausgewählten Parameter mittlere Konzentrationen aus der Zeitperiode 1987-1989. Die Einteilung der Konzentrationen in Klassen erfolgte in Anlehnung an die «Empfehlungen über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer» [1] unter Berücksichtigung der Werteverteilung in der Zeitspanne 1987-1989. Die Variationsbreite der beobachteten Konzentrationen ist in den schweizerischen Fließgewässern deutlich geringer als in den Gewässern des benachbarten Auslandes. Die Einteilung und Farbgebung der Klassen dürfen deshalb nicht direkt mit den in anderen Ländern üblichen Darstellungen verglichen werden.

Der Gewässerzustand hat sich in den letzten Jahren wegen des Ausbaus der Abwasserreinigungsanlagen und des Kanalisationsnetzes 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 treten in kleineren Flüssen und Bächen des dicht besiedelten Mittellandes immer noch zu grosse Belastungen auf.

Die Figur 1 gibt Hinweise zur zeitlichen Variabilität des Gewässerzustandes in der Zeitperiode 1977 bis 1989. Dargestellt sind Ergebnisse von sechs NADUF-Stationen. Die Konzentrationen von Parametern wie Gesamtphosphor und Orthophosphat, die mehrheitlich durch das Abwasser beeinflusst werden, nahmen in der beobachteten Zeitperiode wegen der Sanierungsmassnahmen an den Gewässern deutlich ab.

Zur kartographischen Darstellung der vier ausgewählten chemischen Parameter wurde ein Flügeldiagramm gewählt. Jedem Flügel ist ein bestimmter Parameter zugeordnet. Liegen von einem Parameter keine Messungen vor, ist der entsprechende Flügel nicht eingefärbt. Dies trifft unter anderem für das Ammonium zu, welches bei allen Messstellen des NADUF-Netzes fehlt, weil es in den 14-tägigen Sammelproben nicht in vergleichbarer Qualität erfasst werden kann. Jedem Flügeldiagramm ist eine Nummer zugeordnet, welche mit der in der Tafel 7.1 gewählten Messstellenummer übereinstimmt. In vierzehn Fällen wurden auch Messstellen berücksichtigt, die in der Tafel 7.1 nicht kartiert, jedoch in der Tabelle auf der Kartenseite zusammengefasst sind. Die NADUF-Stationen unterscheiden sich von den kantonalen Messstellen durch ihre grösseren Kreissektoren. Einzelne Messstellen mussten im Interesse einer übersichtlichen Darstellung weggelassen werden.

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

- Das Orthophosphat stellt die für Pflanzen physiologisch direkt wirksame Phosphorkomponente dar. Eine möglichst niedrige Konzentration des Orthophosphats ist vor allem in den Seezuflüssen anzustreben. Der Phosphatgehalt hat im letzten Jahrzehnt nicht zuletzt dank des Phosphatverbotes in Textilwaschmitteln (1986) an den meisten Stellen um über 50 % abgenommen.

- Das Ammonium ist vor allem deshalb problematisch, weil aus ihm bei höheren Temperaturen und basischem Bereich (hohe pH-Werte) Ammoniak, ein starkes Fischgift, entsteht. Ein zu hoher Ammoniumgehalt eines Gewässers kann aber auch die Trinkwassernutzung beeinträchtigen, sei es durch die nach der Infiltration in einem Grundwasserleiter resultierende Sauerstoffzehrung, sei es durch die Probleme bei der Chlorung von ammoniumhaltigem Wasser. Wegen des Abbaus in der fließenden Welle geht der Ammoniumgehalt in kleineren Vorflutern schon wenige hundert Meter nach einer Abwassereinleitung deutlich zurück.

- Trotz der Zunahme der Nitratgehalte in den letzten zwanzig Jahren, die auf den vermehrten Einsatz von Kunstdüngern zurückzuführen ist, wurden in den Oberflächengewässern bisher keine negativen Auswirkungen beobachtet.

- Mit der Messung des gelösten organischen Kohlenstoffes (engl.: dissolved organic carbon, DOC) wird die Gesamtheit des gelösten organischen Materials erfasst. Organisches Material, welches neben abbaubaren Stoffen auch schwerabbaubare Substanzen chemisch-synthetischen Ursprungs enthält, findet sich in den Flüssen als Folge der Einleitung von gereinigtem oder ungereinigtem Abwasser. Bei der Beurteilung der Messwerte ist auch der DOC-Anteil natürlicher Herkunft zu berücksichtigen, der Huminsäuren oder Abbauprodukte von Algen enthält. So treten erhöhte DOC-Konzentrationen im Abfluss aus Mooren und aus eutrophierten Seen auf. Die Zusammensetzung und Konzentrationen der organischen Stoffe, die als Summenparameter DOC erfasst werden, beeinflussen die Artenvielfalt und -häufigkeit der aquatischen Lebensgemeinschaft.

Seen

Bei der kartographischen Darstellung der Seen stehen die mittleren Konzentrationen des Gesamtphosphors im Vordergrund. Im weiteren werden in Figur 2 die Sauerstoffverhältnisse in den Seen betrachtet.

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 als Nährstoffe aufgenommen werden können, werden zwar in den Flüssen als Schwebstoffe transportiert; sie können sich aber in den Seen wegen der kurzen Sedimentationszeit kaum halten. Der Gesamtphosphorgehalt im Seewasser umfasst deshalb meist nur gelöste und partikuläre organische Verbindungen. Er ist ein Mass für die anthropogene Belastung eines Sees und zugleich der wichtigste Steuerfaktor für die Bioproduktion, welche ihrerseits den Sauerstoffgehalt in der Tiefe durch den Abbau der abgestorbenen Algen beeinflusst. Bei einer zu grossen Nährstoffbelastung treten deshalb in den Seen Sauerstoffmangelsituationen auf (s. Figur 2). Unter solchen anaeroben Bedingungen wird in den Sedimenten nur noch wenig Phosphor permanent abgelagert.

Die Phosphorabschwemmungen aus einem Einzugsgebiet und damit der Eintrag in einen See hängen von der Bewirtschaftung, der Einwohnerdichte und dem Grad der Abwassersanierung ab. Alpine Einzugsgebiete sind meistens eher schwach besiedelt und weniger intensiv genutzt; ihre Abflüsse belasten deshalb die untenliegenden Seen kaum. Die starke bis sehr starke Belastung der kleineren Mittellandseen ist zum grössten Teil auf die intensive Viehwirtschaft, welche in ihren Einzugsgebieten betrieben wird, zurückzuführen.

In der Schweiz stehen für die meisten grösseren natürlichen Seen Messdaten zur Verfügung (s. Tafel 7.1). Hingegen liegen für nur wenige Speicherseen Daten vor.

Die Seen wurden aufgrund der mittleren Konzentrationen an Gesamtphosphor in vier Klassen eingeteilt; massgebend war dabei der Gesamtphosphorgehalt im Rohwasser während der Frühjahrszirkulation. Bei kleinen Seen mit einer grossen Phosphordynamik und einer starken Phosphorrücklösung wurde auch der Zustand im Herbst mitberücksichtigt.

Es fällt auf, dass kaum Seen existieren, deren Phosphorgehalte in den Bereichen zwischen 15 und 30 $\mu\text{g P/l}$ oder zwischen 60 und 100 $\mu\text{g P/l}$ liegen. Aufgrund der Bioproduktion, die ihrerseits den Nährstoffgehalt sowie die Sauerstoff- und Phosphorverteilung im See und in den Sedimenten beeinflusst, sind verschiedene mehr oder weniger stabile Seezustände möglich.

Die vorliegende Darstellung berücksichtigt nur eine sehr kurze Zeitperiode (1988-1989). Die beobachteten Phosphorkonzentrationen stehen häufig nicht mit den heutigen Belastungen der Zuflüsse im Gleichgewicht. Diese Belastungen haben in den letzten Jahren stark abgenommen. Für die nächsten Jahre kann deshalb bei den meisten Seen mit einer weiteren Verbesserung des Zustandes gerechnet werden. Bei vielen Seen führte die Verringerung der Nährstoffgehalte bereits in den letzten Jahren zu einer deutlichen Verbesserung der Sauerstoffverhältnisse (Fig. 2). Bei einzelnen Seen werden zudem auch aktive Belüftungsmassnahmen durchgeführt.

Literatur

- [1] **Eidg. Departement des Innern (1982):** Empfehlungen über die Untersuchung der schweizerischen Oberflächengewässer (Stand 1982). Bern.