

Ermittlung und Beurteilung von Wasserparametern für die Fischzucht

Kurt Bauer-Schiemenz, Fischgesundheitsdienst Bayern

Der vorgeschlagene Vortragstitel erlaubt eine Darstellung unserer fischereilimnologischen¹ Tätigkeit. Ich will zeigen, dass eine Wasseruntersuchung für die Fischzucht mehr ist als eine Analyse von Wasserproben auf Einhaltung einiger Grenzwerte. Sie geht vielmehr aus von dem Bewirtschaftungsproblem, das es zu lösen gilt. Dies kann ein Erkrankungsfall im Fischbestand, ein Umbau oder ein Neubau einer Teichanlage, die Beweissicherung bei schädigenden Fremdeinwirkungen oder eine Untersuchung nach wasserrechtlichen Auflagen sein. Die Fragestellung bestimmt über die Parameter der Untersuchung und über die fachliche Beurteilung der Ergebnisse.

Wir werden in drei Stufen von den Einzelparametern über die Wechselbeziehungen zwischen mehreren Parametern schließlich zu Bewirtschaftungsthemen aus der Sicht des Wassers kommen. Abschließend wenden wir uns den Messmethoden zu, insbesondere einer ganz modernen Methode, die wir vor kurzem eingeführt haben.

Einzelparameter der Wasseruntersuchung

- Das Wasser muss die Grundbedürfnisse der Fische decken.

Also muss genug Sauerstoff enthalten sein und freie Kohlensäure sollte aus dieser Sicht einen bestimmten Konzentrationsbereich einhalten. Die Fische müssen auch Ammoniak als Endprodukt ihres Eiweiß-Stoffwechsels über die Kiemen ausscheiden können. Ferner müssen Grundbedürfnisse des Mineralhaushaltes gedeckt werden, etwa der Chloridbedarf.

- Das Wasser darf keine giftigen oder physikalisch schädigenden Eigenschaften haben.

Also müssen wir untersuchen auf Ammoniak und Nitrit, Kohlensäure, ev. Schwefelwasserstoff, sowie auf die organische Belastung (Kaliumpermanganat-Verbrauch und organisch gebundener Kohlenstoff). Ferner darf das Wasser keine ätzenden Extreme des pH-Wertes aufweisen. Eine Übersättigung mit gelösten (Luft-)Gasen kann Gasblasenerkrankung auslösen. A Umweltgifte@ spielen für unseren Aufgabenbereich nur eine geringe Rolle.

- Das Wasser muss ein verträgliches Teichmilieu ermöglichen.

Düngewirksame Stickstoff- und Phosphorverbindungen dürfen in Karpfenteichen nicht im Übermaß und nicht im falschen Mengenverhältnis zum Kohlenstoff vorhanden sein. Sonst kommt es zu Blaualgenentwicklung und/oder extrem erhöhten pH-Werten. Deshalb messen wir Säure-Bindungsvermögen (SBV), Phosphat und Gesamtphosphor, Nitrat, Nitrit, Ammonium sowie organisch gebundenen Kohlenstoff. Forellenteiche sollen einfach nicht veralgen, danach wird hier beurteilt..

- Das Wasser muss am Abfluss einer Anlage neuerdings auch amtlichen Anforderungen an Restbelastungen genügen.

Also untersuchen wir auf die dort verlangten Parameter. Das sind meist wieder die düngewirksamen Nährstoffgehalte sowie beispielsweise absetzbare oder abfiltrierbare Stoffe und der Biologische Sauerstoff-Bedarf in 5 Tagen (BSB5).

¹ Limnologie ist die seit über 100 Jahren gebräuchliche Bezeichnung für die fachkundige Beschäftigung mit Binnengewässern bei Einbeziehung aller wissenschaftlichen Disziplinen

Wechselbeziehungen zwischen den Parametern

Es gibt chemische Wechselbeziehungen zwischen den Parametern und biologische Zusammenhänge bei der Wirkung auf den Fisch. So sind die Kiemen nur für elektrisch neutrale Moleküle durchlässig, während Ionen nicht einfach durch Diffusion zwischen Blut und Wasser ausgetauscht werden können. Deshalb ergibt sich die Giftigkeit von Ammonium, Nitrit, Sulfid etc. aus der vom pH-Wert abhängigen Freisetzung der jeweiligen Neutralform Ammoniak, Salpetrige Säure, Schwefelwasserstoff etc. Auch die Beziehung zwischen Hydrogencarbonat (SBV) und freier Kohlensäure ist von dieser Art.

Ein weiteres Beispiel für einen zusammenhängenden Komplex von Parametern ist das Kalk-Kohlensäure-System. Über die Atmung und Photosynthese sowie über den Kohlensäure-Austausch mit der Luft bestimmt es den pH-Wert und seine Stabilität. Noch ein Beispiel ist die Sättigung des Wassers mit gelösten Gasen, die erst in ihrer Summe eine Gasblasenerkrankung hervorrufen können!

Man beachte auch die zusätzliche Wechselbeziehung zwischen dem Thema Kalk-Kohlensäure-pH-Wert und dem Thema Kiemendurchlässigkeit-pH-Wert.

Grundlegende Probleme der Teichbewirtschaftung aus limnologischer Sicht

Praktisch alle chemischen Wasserparameter und dazu Bewirtschaftungsparameter wie Wasserdurchlauf, Besatzdichte, Düngung, Kalkung und die Fütterung (!) sind zu berücksichtigen, wenn es um die Aufklärung gesundheitlicher Probleme im Fischbestand geht. Dies kann an Kiemenschädigungen aufgezeigt werden, die bei Karpfen wie Forellen gleichermaßen aus einem hohen pH-Wert des Wassers bzw. einem Mangel an Kohlensäure im Zusammenhang mit dem Proteingehalt der Fischnahrung resultieren (SCHRECKENBACH, Z.Binnf.DDR, 1975,1978).

Fische scheiden rund 75% des Stickstoffs, den sie als Nahrungsprotein aufnehmen, wieder als Ammoniak aus. Das Blut der Fische enthält ca. 2 mg/l Ammonium, wovon bei einem pH-Wert des Blutes von ca.7,2 nur 0,5% oder 0,01mg/l als freies Ammoniak vorliegen und durch die Kiemen ins Wasser gelangen können. Im Wasser des Kiemenraumes wird ausgeschiedenes Ammoniak, dem dortigen pH-Wert entsprechend, groß teils wieder zu Ammonium ionisiert. Sobald dort 0,01 mg/l freies Ammoniak vorliegen, hört die Ausscheidung auf. Je höher also der pH-Wert des Wassers ist, desto weniger Ammoniak wird im Kiemenwasser zu Ammonium umgewandelt und desto weniger Ammoniak kann deshalb insgesamt ausgeschieden werden - der Fisch vergiftet sich selbst. Durch einen zusätzlichen Mechanismus, an dem die gleichzeitig ausgeschiedene Kohlensäure beteiligt ist, werden dann auch noch die Kiemen geschädigt bis hin zur Kiemennekrose.

Dieser Zusammenhang hat sowohl in der Karpfenteichwirtschaft als auch in der Forellenzucht große Bedeutung. In der Karpfenteichwirtschaft versucht man, durch Düngung die Produktion von Naturnahrung und damit den Zuwachs der Karpfen zu steigern. Vergisst man über dem Phosphor den hundertfach höheren Kohlenstoffbedarf der Teichpflanzen und Algen, so treiben diese den pH-Wert hoch, in Extremfällen bis 11,5. Kalkungen lösen das Problem nur momentan, um es hinterher zu verschärfen. Abgesehen von einer generellen Mäßigung liegt die Lösung des Problems in "organischer Düngung", somit in der Zufuhr ausreichender Mengen von Kohlenstoff in Form von Biomasse, in welcher ihn auch die passenden Stickstoff- und Phosphormengen begleiten.

In der Forellenzucht sind bereits pH-Werte ab ca. 7,8 gefährlich. Bachwässer mit einem SBV ab ca. 1 mval/l erreichen diesen Bereich fast immer, entweder durch Wasserpflanzen (Nährstoffbelastung) oder durch starken Luftkontakt (Sturzbäche). Denn im Gleichgewicht mit der Luft sind nur ca. 0,7 mg/l Kohlensäure löslich, was bei SBV 1 mval/l bereits pH 8,3 entspricht, und mit jeder Verdoppelung des SBV um 0,3 pH-Einheiten mehr.

Versucht man, den Sauerstoff-Mangel und Kohlensäure-Überschuss von Quell- und Grundwässern durch Belüftung auszugleichen, so treibt man ebenfalls meist zu viel Kohlensäure aus und erzeugt zu hohe pH-

Werte. Eine Belüftung kann man so konstruieren, dass der Kohlensäure-Gehalt geschont wird. Damit kann die Gratwanderung zwischen pH 7,8 und einem Höchstwert von 20 mg/l CO₂ gelingen. Bei Vorgabe eines hohen pH-Wertes schon am Zulauf der Anlage hilft dagegen nur eine verminderte Proteinzufuhr mit der Nahrung.

Infektionskrankheiten und Mängel am Wasser

Mängel am Wasser können die Fische nicht nur direkt schädigen. Sie wirken sich auch auf die Entstehung von Infektionskrankheiten aus: Wir haben Forellensetzlinge von ca. 10 cm Länge mit IPN-Viren infiziert. Die Fische hatten nachweislich vorher keine Antikörper gegen IPN-Viren ("SPF-Zucht"). Eine Versuchsgruppe wurde in Leitungswasser mit schwankenden leichten Gasübersättigungen (101% bis 103%) gehalten, für die andere Gruppe wurde das gleiche Leitungswasser auf Sättigungen unter 101% entspannt. Ferner wurden nicht infizierte Kontrollgruppen diesen beiden Wasserbedingungen ausgesetzt. Das übersättigte Wasser alleine verursachte in der Kontrollgruppe eine Sterblichkeit von 9%. Im entspannten Wasser starben ca. 35% der infizierten Fische. Im übersättigten Wasser lag die Todesrate jedoch bei 65% !

Da wir aus serologisch-virologischen Untersuchungen in Österreich (Kölbl) und Bayern (Wizigmann) wissen, dass die Fische praktisch aller Fischzuchtanlagen Antikörper sowohl gegen VHS als auch gegen IPN zeigen, muss davon ausgegangen werden, dass diese Viren allgegenwärtig sind, aber eine Bestandserkrankung nur dann auftritt, wenn es beispielsweise durch Wassermängel oder andere Beeinträchtigungen zu einer Störung der Immunität kommt.

Untersuchungsmethoden

Wenden wir uns abschließend der messtechnischen Seite zu. Uns stehen eine Reihe von herkömmlichen Techniken zur Verfügung. Es gibt Farbmessungen, bei denen ein farbiges Produkt einer Reaktion der gesuchten Substanz mit zugegebenen Chemikalien gemessen oder anhand von Vergleichsskalen geschätzt wird. Bei Verbrauchsmessungen oder Titrations wird zu einer abgemessenen Probenmenge eine eingestellte Reagenzlösung hinzugegeben, bis es zum sichtbaren Farbumschlag einer "Indikatorsubstanz" kommt. Beide Verfahrensweisen können sich auch einer Aufschlussprozedur anschließen, bei der z.B. alle organischen Stickstoff- und Phosphorverbindungen zu leicht messbarem Ammonium bzw. Phosphat verätzt werden. Beim CSB und Kaliumpermanganat-Verbrauch sind Aufschluss und Messreaktion identisch.

Für viele Parameter gibt es elektrometrische Messmethoden, z.B. für den pH-Wert, Sauerstoff und elektrische Leitfähigkeit. Der organische Kohlenstoffgehalt wird in einem Automaten durch eine katalytische Verbrennung der organischen Substanzen eines kleinen Wasservolumens mit anschließender Messung des entstehenden Kohlendioxids in einem Gasphotometer bestimmt. Gasübersättigungen werden anhand des Druckes bestimmt, der sich in einem untergetauchten Silikonschlauch aufbaut. So gibt es viele Spezialmethoden.

Mit der "Kapillar-Elektrophorese" haben wir ein hochmodernes Analysenverfahren eingeführt, dessen Messempfindlichkeit den herkömmlichen Methoden mindestens gleichwertig ist, das aber alle gelösten Salze zusammen innerhalb von ca. 3 Minuten bestimmt. Unter dem Einfluss einer Hochspannung von ca. 15 kV wandern die Ionen aus einem Probenvolumen von nur einem hundertstel Stecknadelkopf durch eine haarfeine Quarzkapillare. Durch ihre spezifischen Wanderungsgeschwindigkeiten kommen sie sauber getrennt am anderen Ende der Kapillare an und werden dort alle auf die gleiche Weise durch eine Veränderung der Lichtdurchlässigkeit der Kapillare gemessen. Ein Computer registriert, identifiziert und quantifiziert diese Lichtsignale. Dabei macht jedes - auch unbekannte - Ion durch ein Lichtsignal auf sich aufmerksam. In diesem Sinn entstehen hier "komplette" Analysen im Rahmen der Nachweisempfindlichkeit.

Dies soll nun keinen Fischzüchter entmutigen, sich durch Schnelltests und eigene pH- und Sauerstoff-Messungen einen Überblick über das Verhalten kritischer Parameter in seiner Anlage zu verschaffen. Sie sind ein wichtiges Arbeitsmittel für die Fischzucht. Auch das Ergebnis moderner Laboruntersuchungen kann beim Vorliegen der richtigen Schnelltest-Beobachtungen weit besser bewertet werden. Denn das Ziel aller Wasseruntersuchungen ist es, bei der optimalen Bewirtschaftung der Fischzucht-Anlagen zu helfen.

Ermittlung und Beurteilung von Wasserparametern für die Fischzucht

(Kurt Bauer-Schiemenz)

Vortrag gehalten bei einer internen Fortbildungsveranstaltung des TGD in Februar 2000