

(Aus dem Bundesinstitut für Gewässerforschung und Fischereiwirtschaft, Scharfling am Mondsee)

DR. E. DANECKER:

Immer mehr verbreitet sich die Einsicht, daß die Bäche unserer Landgebiete nicht von Natur aus zur Kanalisation und zur Aufnahme von Abfällen bestimmt sind

Ammoniak und Jauche als Ursache von Fischsterben

In diesem Aufsatz soll die Wirkung eines echten Fischgiftes, nämlich der Jauche, ausführlich dargestellt werden, in der Hoffnung, daß er warne, zur Einsicht verhelte und so manchen Schadensfall verhüte.

Jauche ist ein Gemisch verschiedener im Abbau begriffener Substanzen organischer Herkunft, welche unter Fäulnis- und Gärungsvorgängen dem mineralischen Zustand zustreben, und verschiedener Mineralsalze. Es sind vor allem die Eiweiße, welche bei ihrer Zersetzung für Fische giftige Stoffe liefern. Von diesen steht in unserem Zusammenhang das Ammoniak, das ja auch eine wichtige Komponente des typischen Jauchegeruches bildet, an erster Stelle. Es entsteht, wie schon gesagt, beim Abbau von Eiweiß, aber auch bei der Spaltung von Harnstoff (der seinerseits als Abbauprodukt von Eiweiß im tierischen Körper entsteht und mit den Ausscheidungen in die Jauche gelangt). Der Gehalt von Jauche an Ammoniak beträgt nach Literaturangaben bis zu 10 g/l; bei eigenen Untersuchungen ergaben sich Werte von 0,4 bis 5 g/l (= 400 bis 5000 mg/l).

Die Schädlichkeit von Ammoniak für Fische ist seit langem bekannt und es gibt in der Literatur viele Angaben über die tödlichen Grenzkonzentrationen für verschiedene Arten. Hier einige Schwellenwerte für bekannte Fischarten:

Bachforelle	0,8 mg/l	(6)
Aitel	0,7 mg/l	(6)
Elritze	0,6 mg/l	(6)
Flußbarsch	1,4 mg/l	(6)
Forellenbrut	0,2 mg/l	(8)
Döbel	1,0 mg/l	(8)
Elritzen u. Regenbogenforellen	0,6 mg/l	(3)
Karpfen und Schleien	2,0 mg/l	(3)
Regenbogenforellensetzlinge (ca. 8 cm lang)	0,2 mg/l	

(eigene Untersuchungen)

Wenn wir bei dem Wert von 0,2 mg NH_3/l als Schädlichkeitsgrenze für Regenbogenforellensetzlinge (bzw. Brut) bleiben — viele Bäche sind ja gerade als Aufzuchtstäche wertvoll —, so müßte also Jauche, um keinen Schaden anzurichten, stark verdünnt werden; rein rechnerisch folgt: Jauche von 0,4 g/l (400 mg/l) Ammoniakgehalt müßte zu diesem Zweck 2000fach, Jauche von 10 g/l (= 10.000 mg/l) Ammoniakgehalt 50.000fach verdünnt werden. Es müßte, um nur $1/8$ l/sek. Jauche zuführen zu können, im ersten Fall ein Vorfluter mit 250 l/sek, im zweiten Fall ein solcher von rund 6000 l/sek Wasserführung zur Verfügung stehen, also bereits ein ansehnlicher Fluß. Trotzdem wird Jauche manchmal wesentlich kleineren Gerinnen zugeleitet, ohne daß Schaden am Fischbestand auftritt.

Dies hat seine Ursache darin, daß fast der gesamte, durch eine bestimmte chemische Reaktion in der Jauche als Ammoniak (N/NH_3) festgestellte Stickstoff zwar als Ammoniak (NH_3) vorliegt, daß bei Verdünnung mit natürlichem Wasser aber eine Rückwandlung in Ammoniumjon eintritt. Ammoniak ist für Fische giftig, Ammoniumjon (NH_4) ungiftig. Je stärker die Verdünnung erfolgt, desto mehr N/NH_3 ist in Form von Ammoniumjon vorhanden, desto mehr wird die Jauche „entgiftet“ Grund hiefür ist, daß der Anteil von Ammoniak (NH_3) und Ammoniumjon (NH_4) am Gesamt- N/NH_3 vom laugenhaften bzw. sauren Charakter des Wassers, der Jauche etc. abhängig ist, mit anderen Worten vom pH-Wert. Mit zunehmendem pH-Wert, d. h. mit zunehmend **l a u g e n h a f t e r** Reaktion steigt der Anteil des giftigen Ammoniak rasch an, mit abnehmendem pH-Wert, d. h. mit zunehmend saurer Reaktion, verkleinert sich der Ammoniak-Anteil und der Anteil an Ammoniumjon nimmt dementsprechend zu.

Spezielle Diskussion der Bedeutung des pH-Wertes für die Giftigkeit von Ammoniak

Man hat für diese Abhängigkeit eine Kurve erarbeitet, aus der für jeden bestimmten pH-Wert der Prozentanteil von Ammoniak und Ammoniumjon ersichtlich ist.

Diese Kurve zeigt nun, daß bei pH-7, dem Neutralpunkt, der Anteil an Ammoniak höchstens (es besteht eine gewisse Temperaturabhängigkeit) 1% beträgt. Bei pH-Werten unter dem Neutralpunkt, also im sauren Bereich, sinkt dieser Anteil langsam weiter. Hingegen steigt er rasch bei pH-Werten über dem Neutralpunkt, im basischen Bereich. So beträgt er bei pH-8 schon ca. 5%; bei pH-9 ca. 30%, bei pH-10 ca. 80%.

Es kommt bei einer Vermischung von Jauche und Wasser nun ganz darauf an, welcher pH-Wert sich dabei einstellt (Jauche selbst reagiert immer stark basisch). Sollte es sich bei unseren oben angeführten Beispielen ergeben, daß die Gemische neutral sind (was zwar kaum zu erwarten ist), so genügen 100mal kleinere Vorfluter, als oben errechnet (2 l/sek und 60 l/sek), denn der Anteil an giftigem Ammoniak am Gesamt-N/NH₃ beträgt ja nur 1%.

Es ist hier ein Wort nötig zur Frage, ob die Gefahr von Ammoniakvergiftungen auch in Fällen gegeben ist, in welchen laufend von Düngestätten (vor allem nach Regen) geringe Mengen Jauche bzw. Ammoniak in Bäche gelangen. Man kann dazu sagen, daß schon die allgemeine Erfahrung dagegen spricht, denn solche Ereignisse sind etwas Alltägliches, an tausenden von Orten sich Vollziehendes. Untersucht man Bäche in landwirtschaftlich stärker genutzten Gegenden, so findet man in den Bächen in der Regel Ammoniak- bzw. Ammoniumgehalte, die weit unter der Giftigkeitsgrenze liegen. In diesem Fall aber wirken beide fruchtbarkeitssteigernd, d. h. als den Fischereiertragswert von Gewässern erhöhend. Die Giftigkeit tritt erst dann ein, wenn das „Maß“, von welchem hier ausführlich die Rede ist, überschritten wird.

Wir sehen, daß die Giftigkeit der Jauche nicht nur vom Ammoniakgehalt abhängt, sondern auch vom Vorfluter, in erster Linie von seinem pH-Wert.

Der pH-Wert des Wassers hängt wiederum von etlichen Faktoren ab: Zunächst einmal von der gesteinsmäßigen Beschaffenheit des Untergrundes, ferner von der Assimilationsfähigkeit der Algenvegetation und eventuell auch von der Einleitung anderer Abwässer.

Der geologische Untergrund bestimmt den pH-Wert nicht direkt (es sei denn, daß es sich um moorigen Untergrund handelt), sondern beeinflusst ihn indirekt über die Wasserhärte (auch Säurebindungsvermögen oder SBV genannt). Sie ist durch den Gehalt an Kalziumbikarbonat gegeben. Je härter das Wasser, desto weniger leicht kann sein pH-Wert durch Säuren- oder Laugenzugabe beeinflusst werden. In unserem Zusammenhang könnte das SBV dahin wirksam werden, daß es eine ungünstige Verschiebung des pH-Wertes in den basischen Bereich durch eventuelle Abwässer verhindert. Eine Erhöhung des pH-Wertes durch die Jauche selbst, bei sehr weichen Wässern, kommt praktisch wahrscheinlich kaum in Frage, da ja gerade die ammoniakreichsten Jauchen die höchsten pH-Werte (bis 10) haben und bei schwachen Verdünnungen wiederum die Giftwirkung in den Vordergrund tritt. Versuche, Jaucheverdünnungen mit verschieden hartem Wasser von gleichem N/NH₃-Gehalt auf Fische einwirken zu lassen, lieferten allerdings das Ergebnis, daß die Tiere im weichen Wasser früher eingingen als im harten. Die pH-Werte waren im weichen Wasser durch die Jauchezugabe etwas höher gestiegen als im harten. In Fällen, wo die Ammoniakkonzentration sich nur wenig über dem Grenzwert von 0,2 mg/l bewegt und der tödliche Ausgang der Einwirkung zur Zeitfrage wird, haben die Fische bei Jaucheeinleitungen in weiches Wasser weniger Aussichten davonzukommen, als bei Einleitungen in hartes Wasser. Die Verdünnungen bewegten sich bei diesen Versuchen zwischen 25- und 150fach. Wichtig für den Nachweis von Jaucheeinleitungen in Schadensfällen ist, daß das SBV des Vorfluters gegenüber oberhalb der Einleitungsstelle erhöht wird, wahrscheinlich durch die Bildung von Ammoniumkarbonat oder Ammoniumbikarbonat.

Wichtiger als die Härte des Wassers ist, vor allem in stehendem Wasser, die Assimilationstätigkeit der Algenvegetation. Bei der Assimilation der Pflanzen wird dem Wasser Kohlensäure entzogen. Die dadurch eintretende biogene Entkalkung bewirkt eine Erhöhung des pH-Wertes, umso mehr, je mehr Algen vorhanden sind. Zum Beispiel berichtet Schäperclaus (4) von Teichen, welche mit ammoniumsalthaltigen Wässern aus Rieselfeldern versorgt wurden, und die bestens funktionierten, solange der pH-Wert niedrig war. Oft aber traten im Frühjahr Massenverluste bei Karpfen auf, welche auf keine übliche Weise erklärt werden konnten. Es stellte sich heraus, daß mit dem Fischsterben jedesmal zugleich eine Massenentwicklung mikroskopisch kleiner Algen (Wasserblüte) eingetreten war. Diese winzigen Lebewesen erhöhten durch ihre Assimilation den pH-Wert derart, daß der bisher unschädliche Anteil des Ammoniak am N/NH_3 -Gehalt des Wassers zu tödlichen Konzentrationen anstieg. Es handelte sich, wie genaue Untersuchungen ergaben, um eine Ammoniakvergiftung der Fische.

Kleine Jauchezugaben zu einem Karpfenteich können die Futterbedingungen und daher den Abwachs der Fische verbessern. Solange die Zugaben unter Kontrolle erfolgen, braucht man auch nichts zu befürchten, es ist ja die Frage der Menge ausschlaggebend. Gefährlich könnten in stehendem Wasser stete kleine Zusickerungen sein, die einen gewissen N/NH_3 -Gehalt des Wassers aufrecht erhalten, aber zunächst unschädlich sind. Erst wenn ein Fall auftritt, wie ihn Schaeperclaus beschreibt, daß nämlich eine Überproduktion an Algen und damit eine pH-Wert-Erhöhung stattfindet, könnte sich eine giftige Ammoniakkonzentration einstellen. So manche Fischsterben hätten vielleicht unter diesem Ge-

sichtspunkt als chronische oder akute Ammoniakvergiftungen erkannt werden können.

Wie schon eingangs gesagt, ist der Ammoniakgehalt der Jauchen verschiedener bauerlicher Betriebe recht verschieden. Beim Bestimmen dieser Gehalte zeigte sich, daß die giftigste der bestimmten Jauchen schon vorher durch ihren überaus scharfen Geruch aufgefallen war. Zwischen Giftigkeit und Farbe — grünliche, gelbliche und bräunliche Farben kommen vor — besteht kein Zusammenhang. Es kann eine Verdünnung von dunkelgelber „jauchiger“ Farbe weniger giftig sein, als eine gleich große Verdünnung von heller Farbe. Es soll hier deshalb darauf hingewiesen werden, weil es allgemein nahe liegt, den Verdünnungsgrad des „Abwassers“ nach dessen Farbe zu beurteilen. Es darf sogar angenommen werden, daß alte Jauchen dunkler gefärbt sind und in der Verdünnung stärker färben, während sie weniger Ammoniak enthalten, als frische Jauchen. Es erwies sich jedenfalls, daß der Ammoniakgehalt in verschiedenen Jauchen, die in Flaschen abgefüllt und schlecht verschlossen zwei Monate gestanden waren, um rund 10% abgenommen hatte, in einem Fall sogar um 30%.

Es bedürfte genauerer Untersuchungen um herauszufinden, inwieweit der Ammoniakgehalt der Jauche von der Art der sie zusammensetzenden Abwässer (Stallabwasser, Tränkewasser, Abort) und von der Art der gehaltenen Tiere abhängt. Möglicherweise ändert sich der Ammoniakgehalt auch mit der Jahreszeit, z. B. deshalb, weil im Frühjahr Schmelzwasser, oder in regenreichen Sommern Grund- und Regenwasser bereits am Sammelort eine Verdünnung oder Änderung herbeiführen. Einige Jauchen, die im Jänner dieses Jahres auf ihren Ammoniakgehalt untersucht wurden, ergaben im Mittel einen mehr als zweimal so hohen Ammoniakgehalt als solche, die im folgenden März bearbeitet wurden.

Modellversuche mit Ammoniumsalthlösungen und Jaucheverdünnungen

Um die Höhe der minimalen tödlichen Giftkonzentration für Regenbogenforellen-Setzlinge festzustellen, wurden Versuche mit verdünnten reinen Ammonchloridlösungen durchgeführt, wobei sich die schon länger bekannte

Abhängigkeit vom pH-Wert deutlich bestätigte. Als kritischer Konzentrationsbereich ergab sich 0,2 bis 0,4 mg NH_3/l . Die Fische gingen darin nach längerer Versuchsdauer (bis dreißig Stunden) ein, oder sie verfielen in leichte

Krämpfe, von denen sie sich aber wieder erholten. Konzentrationen über dem genannten Bereich waren unbedingt tödlich.

Jaucheverdünnungen, für die nach der bereits erwähnten Kurve und bekanntem pH-Wert die Ammoniakkonzentration vorausberechnet worden war, wirkten auf die Fische ebenso, wie die reinen Ammonchloridlösungen, woraus hervorgeht, daß der Jauchetod von Fischen in erster Linie eine Ammoniakvergiftung ist. Daß jeweils auf genügend hohe Sauerstoffkonzentrationen geachtet wurde, ist selbsterklärend.

Über dem kritischen Konzentrationsbereich zeigte sich, daß bei gleichen NH_3 -Konzentrationen der Tod der Fische nicht „gleichzeitig“ eintrat, sondern in verschiedenen Jauchen zeitlich different. Dies könnte bedeuten, und wäre, da die Jauche eine Mischung aller mög-

lichen Abbaustoffe ist, durchaus denkbar, daß noch andere Giftstoffe außer Ammoniak enthalten sind. Tatsächlich ergab sich bei einigen Jauchen, die einmal mit weichem und ein andermal mit hartem Wasser zu einer berechneten NH_3 -Konzentration verdünnt worden waren, daß: erstens die Fische in der weichen Verdünnung früher starben (weil der pH-Wert durch die Vermischung höher gestiegen war), zweitens die Reihenfolge, nach der die Fische in den bestimmten Jauchen eingingen, in beiden Verdünnungsreihen gleich blieb. Ein weiterer giftiger aber unbekannter Stoff (sowohl nach Art als auch nach Konzentration) scheint vorhanden zu sein, bzw. die Wirkung des Ammoniak zu verzögern oder zu beschleunigen. Ihn aufzufinden, wäre allerdings der Gegenstand wesentlich komplizierterer Untersuchungen.

Kennzeichnende Reaktionen der Fische bei Ammoniak- bzw. Jauchevergiftungen

Was die Reaktion der Fische auf Jauche anlangt (die Reaktion auf Ammoniak wurde in der Literatur vielfach beschrieben), so ist sie eben eine typische Ammoniak-Reaktion, wobei allerdings zwischen dem Verhalten in Jaucheverdünnungen und reinen Ammoniaklösungen ein gewisser Unterschied besteht.

Setzt man Regenbogenforellen-Setzlinge in verdünnte Ammonchloridlösung, so verhalten sie sich zunächst völlig gleichgültig, selbst wenn die NH_3 -Konzentration sehr hoch ist. Die erste Reaktion erfolgt ganz plötzlich und besteht in einem wilden Herumschießen, das damit endet, daß die Fische nach kurzer Zeit zu Boden sinken und dort gelähmt sterben. Selbst wenn man sie sofort beim ersten Anzeichen herausnimmt und in Frischwasser versetzt, erholen sie sich nur ganz selten.

Gibt man die Tiere in eine Jaucheverdünnung, so zeigen sie selbst in unschädlichen Verdünnungen deutliches Unbehagen, sind unruhig und schnappen, gewöhnen sich aber bald und werden ruhig. Die Eintrittszeit der ersten Reaktion hängt von der Höhe der Ammoniakkonzentration ab. Im kritischen Konzentrationsbereich ($0,20 \text{ mg NH}_3/\text{l}$) verge-

hen bis dahin ca. 30 Min., bei höheren Konzentrationen nur etwa 2 bis 4 Minuten. Im großen und ganzen verläuft alles so, wie bereits oben beschrieben: Auf das wilde Herumschießen folgt Verlust des Gleichgewichts, Krämpfe und Tod. Die Tiere erstarren flach gekrümmt, das Maul aufgerissen und die Kiemendeckel weit abgespreizt. Sinkt die Konzentration unter $0,2 \text{ mg NH}_3/\text{l}$ so kann man von einer akuten Vergiftung kaum mehr sprechen. Die Reaktionen sind schwach oder treten gar nicht auf, der Tod erfolgt vielleicht nach 24 Stunden, kräftige Tiere überleben. Eine scharfe Grenze zwischen tödlichen und nichttödlichen Konzentrationen wurde bei den Versuchen nicht gefunden, vielmehr eine „Zone“ zwischen etwa $0,2$ bis $0,4 \text{ mg NH}_3/\text{l}$, in der ein Übergang von akuter zu nicht akuter Vergiftung stattfindet. Sicherheitshalber sei die untere Konzentration als Schwellenwert angenommen. Da die meisten Jaucheeinleitungen in Fließwasser zeitlich begrenzt sind, so kann die Über- oder Unterschreitung dieser Konzentration für den Eintritt eines Schadenfalles ausschlaggebend sein. Es scheint im übrigen, daß die Fische, wenn

man sie aus Jaucheverdünnungen in Frischwasser setzt, besser erholungsfähig sind, als aus reinen Ammonchloridlösungen.

Man unterscheidet im Verlauf von Vergiftungen bei Fischen bestimmte Wendepunkte, deren zeitlicher Abstand voneinander für das gegebene Zusammenspiel der Faktoren günstig oder ungünstig sein kann. Bei Ammoniakvergiftungen steht es diesbezüglich leider schlecht. Der Zeitpunkt der ersten, vom Normalzustand abweichenden Reaktion liegt ziemlich nahe dem Zeitpunkt, zu dem die Fische infolge Krämpfen und Lähmungen nicht mehr imstande sind, sich an ihrem Platz zu halten. Sie werden von nun an mit der Abwasserwelle abwärts geführt und bleiben sozusagen im vergifteten Wasser gefangen. Da der nächste Wendepunkt des Vergiftungsprozesses, nämlich das Ende der Erholbarkeit, schon knapp auf die Phase der Krämpfe folgt, ist damit das Schicksal der Tiere besiegelt.

Um einen Begriff vom zeitlichen Ablauf einer solchen Vergiftung zu geben, seien aus einer größeren Anzahl von Versuchen sechs herausgegriffen:

Ammoniak- konzentration mg/l	Ver- dünnung -fach	1. Reaktion (rasches Herum- schwimmen)	Krämpfe, Verlust des Gleichgewichts gleichzeitig in fast allen Fällen Verlust der Erhol- fähigkeit	Tod
		Zeit in Minuten, immer vom Zeitpunkt der Giftberührung an gerechnet		
0,4	150	20	40	60
0,8	25	30	37	50
1,0	80	2	9	30
1,5	—	10	20	20
2,0	50	3	5	13
4,0	50	5	7	8

Überstehen Fische eine Jauchevergiftung, sei es, daß sie kurze Zeit einer höheren Konzentration ausgesetzt waren und vor Ende der Erholbarkeit in reines Wasser gelangten, sei es, daß die Konzentration nur unterschwellig war und länger einwirken konnte, so zeigen sie auch noch Tage nachher die Nachwirkungen der Vergiftung. *Im Versuch verfielen Fische, die eine solche durchgemacht hatten, noch drei Tage nachher in Krämpfe, wenn man sie erschreckte oder beunruhigte.* Sie machten auch sonst einen schwachen und hinfälligen Eindruck, starben aber nicht.

Physiologie der Ammoniakvergiftung

Der Ammoniak dringt bei einer Jauchevergiftung durch die Kiemen in den Körper des Fisches ein und verursacht eine Reizung des Zentralnervensystems, Zerstörung des Blutes (Hämolyse) und bei hohen Konzentrationen eine Zerstörung des Kiemenepithels. Die Rei-

zung des Zentralnervensystems tritt dabei bedeutend schneller ein, als die Hämolyse. *Schäperclaus* berichtet, daß bei Karpfen, die einer chronischen Ammoniakvergiftung zum Opfer fielen, weder Krämpfe noch Blutzerstörung auftraten.

Einfluß von Temperatur- und Sauerstoffverhältnissen bei Jauchevergiftungen

Zwar ist der Ammoniakanteil am Gesamt-N/NH₃ bei höheren Temperaturen, wie schon einmal erwähnt, höher. Versuche von *Wuhrmann* und *Woker*, die darüber angestellt wurden, zeigten aber auf Fische praktisch keine Auswirkung. Der erhöhten Giftkonzentration und der erhöhten Permeabilität der Kiemen bei höherer Temperatur steht scheinbar auch eine Beschleunigung der Ausscheidung gegenüber, so daß im Endergebnis keine deutliche Wirkung der Temperatur (gleiche Ammoniakkonzentration und gleiche pH-Werte vorausgesetzt) festzustellen ist.

Die Temperatur spielt trotzdem insofern eine Rolle, als sie die Sauerstoffverhältnisse zu beeinflussen vermag. Jauche enthält große Mengen fäulnisfähiger organischer Substanzen, die durch den sogenannten „*Permanganatverbrauch*“ mengenmäßig erfaßt werden. Bei den von mir untersuchten Jauchen fanden sich für den unverdünnten Zustand ein Höchstwert von 32.000 mg KMnO₄/l und ein Mindestwert von 13.000 mg KMnO₄/l. Diese Verbräuche entsprechen etwa 5 g und 2 g gemischter organischer Substanz pro Liter. Diese wiederum würde für ihren vollständigen Abbau rein

rechnerisch 5 l, bzw. 2 l Sauerstoff benötigen. Bei einer 100fachen Verdünnung mit reinem Wasser und einer Temperatur von 10° C würde eine solche Jauche somit sechsmal bzw. dreimal den vollen Sättigungswert des Wassers an Sauerstoff verbrauchen. Die Einbringung von Jauche erhöht in einem Bach also die Sauerstoffzehrung wesentlich und es kann passieren, daß die Fische nicht durch Ammoniak, sondern an Sauerstoffmangel zugrunde gehen. Oft sind die Bäche oder Teiche ohnehin bereits durch andere fäulnisfähige organische Substanzen vorbelastet und die Sauerstoffzehrung kommt durch die schon vorhandenen Abbau-Bakterien erst so recht in Schwung. Bei einem Vergleich der 48stündigen Sauerstoffzehrung von mit Trink-, Bach- und Seewasser 100fach verdünnter Jauche zeigte sich eindeutig, daß die Zehrung im etwas vorbelasteten Bachwasser am besten in Gang kam.

Es wurde von Allan auch nachgewiesen, daß die Lebensdauer von Fischen in ammo-

niakvergiftetem Wasser durch die Sauerstoffverhältnisse wesentlich beeinflußt werden kann. So lebten bei gleichbleibender Ammoniakkonzentration Forellen bei 95% Sauerstoffsättigung 14 Stunden, bei 60% Sättigung 1,3 Stunden und bei 30% Sättigung nur 35 Minuten. Es ist also zu beachten, daß der Sauerstoffmangel und Ammoniak einander in ihrer Wirkung unterstützen; ihr Zusammenwirken ist umso eher möglich, je höher die Wassertemperaturen sind. Hohe Temperaturen beschleunigen bekanntlich die Sauerstoffzehrung. Es ist bei Jaucheeinbringungen nicht erforderlich, daß die für eine bestimmte Fischart unbedingt nötige Mindestkonzentration an Sauerstoff unterschritten wird, damit ein Fischsterben eintritt. Es genügt hier schon ein Defizit! Was Sauerstoffdefizit und Ammoniakkonzentration allein nicht könnten, tritt also beim Zusammenwirken der beiden ein und vor allem bei hohen Temperaturen: ein Fischsterben!

Zusammenfassung

Nach all dem oben Gesagten kann es gar keinen Zweifel mehr darüber geben, daß die Einbringung von Jauche in Fischgewässer eine gefährliche Sache ist, über deren Ausgang auch der Fachmann nur nach gewissen Untersuchungen eine brauchbare Aussage machen kann. Zu viele Faktoren spielen auf komplizierte Weise zusammen. Sie seien hier noch einmal aufgezählt:

1. Ammoniakgehalt der Jauche (möglicherweise vom Alter der Jauche und von der Jahreszeit abhängig).

2. Das Verdünnungsverhältnis (erfahrungsgemäß bedeutet auch eine 100fache Verdünnung immer noch eine akute Gefahr).

3. Der pH-Wert des Wassers (von Bodenverhältnissen und Assimilation der Vegetation abhängig).

4. Wasserhärte (weiches Wasser reagiert auf Jauchezugabe unter Umständen mit pH-Werterhöhung, wodurch die Ammoniakkonzentration steigt).

5. Erhöhung der Sauerstoffzehrung (sie kommt besonders durch hohe Temperaturen und Vorbelastetheit des Wassers in Gang).

6. Das Zusammenwirken von Sauerstoffdefizit und Ammoniakkonzentration.

7. Im fließenden Wasser liegen die Verhältnisse günstiger als im stehenden.

Jaucheeinbringungen in Gewässer sind im übrigen, falls die „Abwasserwelle“ überhaupt einigermaßen erfaßt werden kann, leicht nachzuweisen. Neben der Bestimmung der N/NH₃ ober- und unterhalb der vermuteten Einleitungsstelle ist es auch wichtig, das SBV zu untersuchen, das, wie schon gesagt, durch Ammoniumkarbonate oder -bikarbonate deutlich erhöht wird. Sauerstoff und Zehrung sollten unbedingt beachtet werden.

Es bleibt nun noch eine abschließende Warnung auszusprechen, nämlich niemals eine Jauchengrube in einen Bach einzupumpen. Selbst wenn solche Aktionen bisher geglückt und deshalb nicht publik geworden sein sollten, eines Tages könnte die Vorbelastung des Baches durch eine neue Abwassereinleitung so groß geworden sein, daß die Jauche nun zum Fischsterben führt. Auch wenn der Nachbar Glück gehabt hat, kann man selbst bei

der gleichen Aktion Pech haben. Die Dinge liegen — siehe oben — zu unsicher. Allen, die hier noch ungläubig sind, sei die Lektüre

dieser Zusammenstellung bestens empfohlen. Es wird aber auch die Einsicht der Einsichtigen dadurch vertieft werden.

Literaturverzeichnis

- Allan J. R. H.:** Effects of Pollution on Fisheries. Verh. Int. Ver. theor. ang. Limnologie, 12, 1955.
- Denzer W. H.:** Merkblatt über die Schädigung der Fischerei durch Abwässer, I. Schwellenwerte für Fische und Fischnährtiere. Landesanstalt für Fischerei Nordrhein-Westfalen 1961.
- Liebmann H.:** Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie II. München 1960.
- Schäperclaus W.:** Fischerkrankungen und Fischsterben durch Massenentwicklung von Phytoplankton bei Anwesenheit von Ammoniumverbindungen. Z. für Fischerei und deren Hilfswiss. I. N. F., Heft 1/2, Juli 1952.
- Woker H.:** Die Temperaturabhängigkeit der Giftwirkung von Ammoniak auf Fische.

Verh. Int. Ver. f. theor. u. angew. Limnol., X, 1949.

Woker H. und Wuhrmann K.: Die Empfindlichkeit bestimmter Fischarten gegenüber Ammoniak, Blausäure und Phenol. Rev. Suisse de Zoologie, 1950.

Wuhrmann K., Zehender F., Woker H.: Über die fischereibiologische Bedeutung des Ammonium- und Ammoniakgehaltes fließender Gewässer. Mitt. Eidg. Anst. f. Wasserversorgung, Abwasserreinigung u. Gewässerschutz, Zürich 1947.

Wuhrmann K. und Woker H.: Experimentelle Untersuchung über die Ammoniak- und Blausäurevergiftung. Schweiz. Z. f. Hydrol., 11, Festgabe des X. Kongresses d. Intern. Ver. f. theor. u. ang. Limnol., 1948.

DR. E. BRUSCHEK

Die Neunaugen

Im vergangenen Jahr erschien als Abschluß des Bandes III des „Handbuches der Binnenfischerei Mitteleuropas“ eine 89 Seiten umfassende Arbeit von G. Sterba über die Neunaugen. Der Verfasser, der selbst etliche Beiträge zur Kenntnis dieser interessanten Tiergruppe geliefert hat, gibt hier eine eingehende und wohlfundierte Zusammenstellung unseres Wissens über die Neunaugen. Die Arbeit ist besonders für den Zoologen und Fischereibiologen von großem Interesse und kostet broschiert DM 39.60. (Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.)

Da auch in unseren Gewässern Neunaugen vorkommen, der Fischer über sie aber meist recht wenig weiß, sei das Erscheinen der oben genannten Arbeit zum Anlaß genommen, über diese eigenartigen Lebewesen näheres zu berichten, wobei Sterba's Ausführungen als Grundlage dienen sollen. Das Hauptgewicht soll dabei auf die Biologie und die fischereiliche Bedeutung der Neunaugen gelegt werden, da sich der vorliegende Artikel ja vor allem an den Fischer und den Naturfreund wendet. Alle jene aber, die ein spezielles Interesse an der Systematik, Anatomie, Physiologie, Entwicklungsgeschichte und Ökologie

der Neunaugen haben und die mehr über ihre Biologie und fischereiliche Bedeutung hören wollen, seien auf die Arbeit von Sterba selbst verwiesen. Sie werden dort, verdeutlicht durch 52 Abbildungen und zahlreiche Tabellen, sowie ergänzt durch ein umfangreiches Literaturverzeichnis, alles Wissenswerte finden.

Die Neunaugen werden zwar volkstümlicherweise zu den Fischen gerechnet, gehören aber richtig zu der den echten Fischen allerdings sehr nahe stehenden Klasse der *Rundmäuler*. Diese unterscheiden sich von den Fischen vor allem darin, daß sie noch keine Wirbelsäule besitzen, ja überhaupt noch keine wirklichen Knochen. Auch die Kiefer fehlen.

Rein äußerlich haben die Neunaugen eine gewisse Ähnlichkeit mit den zu den echten Fischen gehörenden Aalen. Ansonst weichen sie jedoch in jeder Hinsicht weitgehend von diesen ab: so fehlen den Neunaugen paarige Flossen. Sie verfügen lediglich über zwei langgestreckte Rückenflossen, die sich weit rückwärts befinden, und über eine lanzettförmige Schwanzflosse. Die Mundöffnung ähnelt dem vorderen Saugnapf eines Egels und ist innen mit kleinen Hornzähnen be-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Danecker Elisabeth

Artikel/Article: [Immer mehr verbreitet sich die Einsicht, daß die Bäche unserer Landgebiete nicht von Natur aus zur Kanalisation und zur Aufnahme von Abfällen bestimmt sind 106-112](#)