

Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

Die Beeinflussung des Chloridgehaltes von Teichen durch Streusalz

CHRISTIAN BAUER, GÜNTHER SCHLOTT

*Bundesamt für Wasserwirtschaft, Ökologische Station Waldviertel,
Gebharts 33, 3943 Schrems*

Im Zuge eines Straßenbauvorhabens wurde vor einiger Zeit die Frage nach den möglichen Auswirkungen von Streusalz auf Fischteiche, welche im Einzugsgebiet von Straßen liegen, aufgeworfen. Das Bundesamt für Wasserwirtschaft, Ökologische Station Waldviertel, wurde daraufhin von der zuständigen Behörde mit einem mehrjährigen, wenn auch grobmaschigen, Monitoring des Chloridgehaltes von entsprechenden Teichen beauftragt. Mit ausdrücklicher Zustimmung des Auftraggebers (NÖ Landesregierung, Straßenbauabteilung 8) werden die Ergebnisse und Schlussfolgerungen hier veröffentlicht.

Das Monitoring wurde in zwei Phasen durchgeführt, während und unmittelbar nach der Bau-phase von November 2004 bis September 2005 und von September 2006 bis Juli 2009. In die Untersuchung einbezogen waren 5 Teiche, T1–T5. Im Einzugsgebiet von T1 kam innerhalb des untersuchten Zeitraumes kein Streusalz auf den Straßen zum Einsatz. Dieser Teich repräsentiert die unbelastete Situation. T2–T5 liegen im unmittelbaren Einzugsgebiet derselben Bundesstraße und können vom Streusalz, das auf einer Straßenfläche von ca. 5520 m² ausgebracht wird, beeinflusst werden (Tab. 1). Der Teich T2 liegt unmittelbar an der Bundesstraße. Die Teiche T3, T4 und T5 liegen zwischen 200 und 400 m abseits der Straße. Über ein im Zuge der Baumaßnahmen errichtetes Rückhaltebecken erfolgt die Ausleitung der Straßenabwässer direkt in T2. Die anderen Teiche erhalten nur indirekten Zufluss von der Bundesstraße.

Die Entnahme der Proben erfolgte in der ersten Phase bis zu zweimal im Monat und in der zweiten Phase einmal pro Monat, wobei es witterungsbedingt und aufgrund der Abfischungen zu Lücken im Probenentnahmeprogramm kam, welche unschwer aus den Abbildungen (Abb. 1 und 2) ersichtlich sind.

Streusalz – Fakten und Daten

Zunächst aber einige Fakten zum Streusalz: Das übliche Streusalz besteht (aufgrund der Ausschreibungsanforderungen des NÖ Straßendienstes, Anm.) zu mindestens 97,5% aus Kochsalz (Natriumchlorid, NaCl). Je nach Herstellungsmethode wird Kochsalz unterschieden in Siedesalz, Steinsalz und Meersalz. Unter Feuchtsalz versteht man das Ausbringen von trockenem, festem Salz gemeinsam mit einer Lösung aus Natriumchlorid im Gewichtsverhältnis 70:30. Der Sättigungsgrad dieser Lösung liegt zwischen 14 und 18%. Feuchtsalz haftet im Vergleich zu Trockensalz besser auf der Fahrbahn und weist vor allem bei Glatteisbildung eine bessere Auftauwirkung auf. Bei Schneebedingungen ist die Auftauwirksamkeit nahezu gleich. Durch die oben beschriebene bessere Wirkung und vor allem durch eine schon vorbeugend durchgeführte Salzstreuung kommt es zu einer deutlichen Reduktion des Salzverbrauches.

Das Sicherheitsdatenblatt (gem. RL 91/155/EWG) für Auftausalz (Natriumchlorid, NaCl) gibt an, dass bei sachgemäßer Verwendung keine ökologischen Probleme zu erwarten sind. Hohe Konzentrationen (>10.000 mg NaCl/l) können biologische Kläranlagen beeinträchtigen. Die ökotoxische Wirkung wird darüber hinaus wie folgt angegeben: Akute Toxizität bei niederen Wasserorganismen 4000–15.300 mg/l sowie eine Fischtoxizität für Forelle und Karpfen von 5000 bis 15.000 mg NaCl/l. Die EC50-Konzentration wird für den Wasserfloh (*Daphnia sp.*)

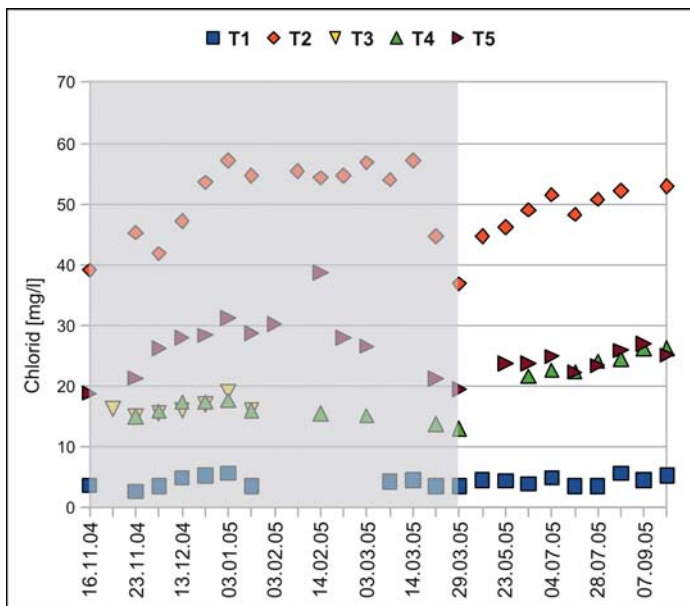


Abb. 1: Chloridkonzentrationen in den untersuchten Teichen während und nach der Bauphase. Grau hinterlegt sind die Monate, in denen es zu Salzstreuung kommen kann.

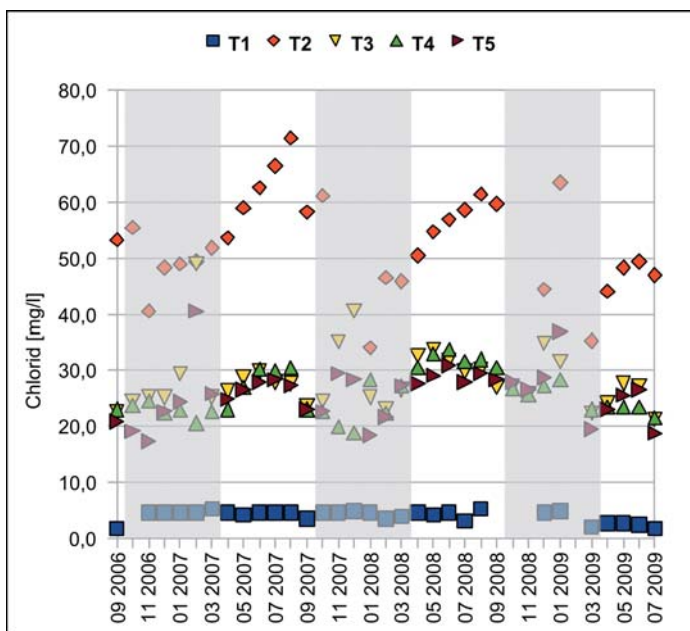


Abb. 2: Chloridkonzentrationen in den untersuchten Teichen nach der Bauphase. Die Lücken in T2 und T1 erklären sich durch Witterung und Schneelage. Deutlich ist zu erkennen, dass sich der unbeeinflusste T1 von allen anderen Teichen unterscheidet. Grau hinterlegt sind die Monate, in denen es zu Salzstreuung kommen kann.

mit $> 4.135 \text{ mg/l}$ über 48 Stunden angegeben. Die LC50-Konzentration für Karpfen (*Cyprinus carpio*) geben Gartiser et al. (2003) mit 21.500 mg/l über 1 Stunde an. Generell findet sich bei Gartiser et al. (2003) eine gute Übersicht und Literaturstudie zum Thema. Die Autoren stellen zusammenfassend fest, dass ab einer Konzentration von 200 mg/l mit Auswirkungen auf aquatische Lebensgemeinschaften gerechnet werden muss; ab 400 mg/l setzt ein allmählicher Rückgang der Arten ein.

Untersuchungsergebnisse

Untersuchungsphase 2004–2005

Mit November steigen in T2 und T5 die Chloridgehalte deutlich an, was auf den Einsatz von Streusalz zurückgehen könnte. In den anderen Teichen bleibt sie mehr oder weniger gleich (Abb. 1). Bei T2, T4 und T5 zeigt sich, nach einem teilweisen Abfall der Konzentration gegenüber dem Winter, ein Anstieg ab Mai 2005. Die Werte im unbeeinflussten T1 zeigen keine großen Schwankungen.

Untersuchungsphase 2006–2009

Die höchsten Chloridkonzentrationen finden sich im T2, die niedrigsten im T1. Die Chloridkonzentrationen im T3, T4 und T5 liegen unter jener von T2, aber deutlich höher als im T1 (Abb. 2). Einheitliche Jahreslinien sind nicht zu erkennen. So kam es im T2 2007 und 2008 zu einem Anstieg des Chlorids ab Jänner bis zum Maximalwert, welcher jeweils im August erreicht wurde. Dagegen wurden 2008/2009 die höchsten Werte im Winter erreicht. Im T3 traten die Maxima im Winter auf, allerdings in den Jahren 2007 und 2008 bereits im Dezember und 2006 erst Mitte Februar. Ähnlich uneinheitlich sieht die Lage im T4 und T5 aus.

Die ausgebrachte Menge an Streusalz stieg im Untersuchungszeitraum wetterbedingt in jedem Jahr an (Tab. 1). So wurden im Winter 2007/2008 ca. 60% mehr Streusalz ausgebracht als im Winter davor. Diese Menge stieg im Winter 2008/2009 nochmals an. Dieser doch beachtliche Mehraufwand an Streusalz findet keinen Niederschlag in den Analysenergebnissen. Im T3, T4 und T5 liegen die Chloridkonzentrationen nur unwesentlich über jenen des Winters 2006/2007, im T2 ist ein Anstieg zu verzeichnen.

Tabelle 1: **Aufgebrachtes Streusalz auf dem Straßeneinzugsgebiet (5520 m²) der Teiche (T2 – T5)**

2006/2007	2007/2008	2008/2009
4,25 t (0,88 kg/m ²)	6,90 t (1,25 kg/m ²)	10,30 t (1,9 kg/m ²)

Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen in beiden Untersuchungszeiträumen eine deutlich höhere Grundbelastung von T2, T3, T4 und T5 mit Chlorid als T1. Aufgrund seiner Lage kann T1 als von Streusalz unbeeinflusst angesehen werden. Die übers Jahr relativ gleichmäßige niedrige Konzentration an Chlorid kann somit nur aus der natürlichen Grundfracht des Grund- bzw. Zuflusswassers sowie durch landwirtschaftliche Einträge aus dem Umland (Düngung) und Depositionen (Niederschlag) herrühren. Was die Grundfracht Waldviertler Gewässer betrifft, wurden in Braunau, Lainsitz und Thaya Chloridkonzentrationen von 5,61–17,3 mg/l gemessen, wobei 5 von 6 Werten zwischen 5,61 und 10,1 mg/l schwankten (Hobiger & Scharf, 1995). Der Grundgehalt des oberflächennahen Grundwassers der Böhmisches Masse wird mit 7,7 mg/l angegeben (Hobiger & Klein, 2004). Was den Chlorideintrag durch die Landwirtschaft angeht, so geben Dehoust et al. (2008) für Deutschland den jährlichen Eintrag aus Düngemitteln mit 374.124 t für das Jahr 2004 an. Der Eintrag über Deposition (v. a. Regen und Nebel) soll ca. 15% des Jahreseintrages ausmachen (Gartiser et al., 2003; nach Bohl, 1995). Bei einem Jahresniederschlag von 800 mm wurden in Deutschland 2,4–8,5 kg/ha Chlorideintrag pro Jahr gemessen (Dehoust et al., 2008). Der Oberösterreichische Umweltbericht gibt für das Jahr 2006 einen Chlorideintrag von 2,5 bis 7,6 kg/ha und Jahr an (OÖ Umweltbericht, 2006). Über Altlasten im Einzugsbereich, die zu einem verstärkten Eintrag vor allem in T2 beitragen können, ist nichts bekannt.

Unter der Annahme, dass diese Grundfrachten aus dem landwirtschaftlichem Umland und aus der Deposition für alle untersuchten Teiche annähernd gleich sind, müssen für die höheren Chloridkonzentrationen von T2, T3, T4 und T5 gegenüber T1 andere Ursachen maßgeblich sein.

Hier denkt man natürlich zuerst an die Salzstreuung. Der Chlorideintrag in die Umwelt, der von Streusalz verursacht wird, soll immerhin rund 14% betragen (Gartiser et al., 2003; nach Bohl, 1995).

Betrachtet man die Abbildungen 2 und 3, so fällt auf, dass durchaus Chloridspitzen im Winter auftreten, die wohl in einem unmittelbaren Zusammenhang mit Salzstreuungen stehen. Noch auffälliger ist freilich, dass vor allem in T2 ein starker Anstieg der Chloridkonzentration in den warmen Monaten zu verzeichnen war. Berücksichtigt man, dass die Messungen in eher weiten Intervallen und nicht in Abstimmung mit dem Straßendienst (Streueinsatz und Messungen zeitlich koordiniert) erfolgten, ist es möglich, dass Chloridspitzen aufgrund des Straßendienstes nicht umfassend registriert wurden. Es ist bekannt, dass durch Schmelz- und Auslaugvorgänge das eingebrachte Salz sehr schnell aus den obersten Bodenschichten ausgewaschen wird und Streusalzspitzen im straßennahen Grundwasserabstrom und im Grundwasser von urbanen Gebieten saisonal (Februar–April) auftreten (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1999; Williams, 2000; Vosyliene et al., 2006). Wodurch könnten also die hohen Chloridkonzentrationen im Sommer verursacht werden? Da weiter oben bereits angenommen wurde, dass die Grundbelastung aus Landwirtschaft und Deposition für alle Teich gleich ist und im T1 Schwankungen im Chloridgehalt wie in den anderen Teichen nicht auftraten, müssen andere Gründe dafür ausschlaggebend sein. Im Gegensatz zu T1, wo die benachbarte Ortschaft nicht zum Teich hin entwässert, können die anderen Teiche von verbautem Gebiet beeinflusst werden. Das gilt vor allem für T5, der gleichsam am tiefsten Punkt der Ansiedlung liegt. Darüber hinaus lassen vor allem die hohen Konzentrationen in T2 und seine unmittelbare Straßenlage doch an einen Einfluss von Streusalz bis in den Sommer hinein denken. Man weiß, dass die Salzkonzentrationen innerhalb weniger 10 m bis höchstens 100 m abseits der Straße wieder rasch abnehmen (Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, 1999). Gartiser et al. (2003) fassen aus ihrem Literaturüberblick zusammen, dass mehr als 90% des Streusalzes innerhalb der ersten 20 m abgelagert wird. Das könnte die höheren Chloridwerte im T2 gegenüber den straßenferneren Teichen erklären. Denkbar ist auch eine Akkumulation und erst verspätete Auswaschung des Straßensalzes, etwa witterungsabhängig. Jedenfalls scheinen die Chloridkonzentrationen in T2 von 2006 bis 2009 insgesamt nicht anzusteigen, obwohl die eingebrachte Menge Streusalz jeden Winter witterungsbedingt zunahm (Abb. 2, Tab. 1). Da die Spitzenkonzentrationen in T2 in der zweiten Untersuchungsphase gegenüber der ersten besonders auffallend sind, könnte zumindest die Möglichkeit bestehen, dass es im während der ersten Untersuchungsphase errichteten Rückhaltebecken bei T2 zu einer Akkumulation und einem zeitlich versetzten Austrag kommt. Dies bleibt aber reine Spekulation und müsste durch Untersuchungen geprüft werden. Festzustellen bleibt, dass die Grundbelastung der Teiche in Abhängigkeit von der Entfernung zur Straße vom Streusalz erhöht wird.

So wertvoll eine nähere Beschäftigung mit der Herkunft des Chlorideintrages auch wäre, für die teichwirtschaftlich relevanten Aspekte und die vorliegende Fragestellung sind vor allem die langfristigen Aspekte der Chloridkonzentration und die Höchstkonzentrationen relevant. So liefern die erhobenen Daten eine ausreichende Grundlage, um allgemeine Aussagen der Streusalzeinwirkung auf die Teiche und die Fischproduktion zu treffen:

1. Die festgestellten Chloridkonzentrationen sind insofern als unbedenklich einzustufen, als in keinem Fall eine Konzentration von 200 mg/l erreicht wurde, welche allgemein als Schwellenwert der biologischen Störung aquatischer Lebensgemeinschaften angesehen wird (z. B. Gartiser et al., 2003).
2. In keinem Fall wurden Konzentrationen im Teichwasser gemessen, die den Wert von 150 mg/l der Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (BGBl. II Nr. 96/2006 und BGBl. II Nr. 267/2007) erreichen. Dieser Wert ist allerdings nur für Fließgewässer relevant. Bei Seen und somit wohl auch Teichen wird gefordert: *»Der Wert darf nicht über den Bereich hinausgehen, innerhalb dessen die von Chlorid abhängige Funktionsfähigkeit des typspezifischen Ökosystems und die von Chlorid abhängige Einhaltung der Werte der biologischen Qualitätskomponenten gewährleistet sind.«* Diesbezüglich kann festgestellt werden, dass,

basierend auf den vorhandenen Daten, eine Beeinträchtigung der typspezifischen Funktion des Ökosystems als Produktionsstätte von Fischen nicht zu befürchten ist.

3. Aufgrund der erhobenen Daten ist davon auszugehen, dass es durch die gemessenen Chlorkonzentrationen zu keiner negativen Beeinträchtigung der Karpfen- und Nebenfischproduktion in den untersuchten Teichen kommt.

LITERATUR

- Dehoust, G., Küppers, P., Gebhart, P., Rheinberger, U., und A. Hermann A., 2008: Aufkommen, Qualität und Verbleib mineralischer Abfälle. Öko-Institut für angewandte Ökologie e.V., im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau: 139 S.
- Gartiser, S., Reuther, R., und C.-O. Gensch, 2003: Machbarkeitsstudie zur Formulierung von Anforderungen für ein neues Umweltzeichen für Enteisungsmittel für Straßen und Wege, in Anlehnung an DIN EN ISO 14024, Forschungsbericht 200 95 308/04, Umweltbundesamt, Berlin: 131 S.
- Hobiger, G., und P. Klein, 2004: Geogene Hintergrundgehalte oberflächennaher Grundwasserkörper (GEOHINT). Österreichweite Abschätzung von regionalisierten hydrochemischen Hintergrundgehalten in oberflächennahen Grundwasserkörpern auf der Basis geochemischer und wasserchemischer Analysedaten zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie 2000/60/EG. Geologische Bundesanstalt, Wien: 444 S.
- Hobiger, G., und S. Scharf, 1995: Bäche in Niederösterreich, Chemische Untersuchungen. Umweltbundesamt Reports UBA 95-122: 118 S.
- Oberösterreichischer Umweltbericht, 2006: Oberösterreichische Akademie für Umwelt und Natur, im Auftrag der OÖ Landesregierung: 104 S.
- Salzstreuung – Auswirkungen auf die Gewässer, Merkblatt Nr. 3.2/1, 1999. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft: 11 S.
- Vosyliene, M. Z., Baltrenas, P., and A. Kazlaukiene, 2006: Toxicity of road maintenance salts to rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Ekologija* 2: 15–20.
- Williams, D. D., Williams, N. E., and C. Yong, 2000: Road salt contamination of groundwater in a major metropolitan area and development of a biological index to monitor its impact. *Water Research* 34: 127–138.

Kontaktadresse: Christian Bauer, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Ökologische Station Waldviertel, Gebharts 33, 3943 Schrems, christian.bauer@baw.at, www.baw-oeo.at

Neue Erkenntnisse über das Hörvermögen von Fischen

Einfluss von Lärm auf Kommunikation der Fische?

Zahlreiche Fischarten sind imstande, Laute zu produzieren und so mit ihren Artgenossen zu kommunizieren. Bis jetzt dachte man allerdings, dass dies Jungfischen aufgrund ihres schlechteren Hörvermögens nicht möglich wäre. Ein Team um Bioakustiker Walter Lechner vom Department für Verhaltensbiologie der Universität Wien hat die Entwicklung des Hörvermögens und der Lautbildung an einem kleinen afrikanischen Wels untersucht und erstaunliche Ergebnisse gefunden: Fiederbartwelse aller Altersstufen können miteinander kommunizieren.

Fiederbartwelse können durch Reiben von Brustflossenstacheln in Gelenkspfannen des Schultergürtels knarrende oder quietschende Laute erzeugen, weshalb sie im Englischen »Squeaker« (Quietscher) genannt werden. Sie produzieren diese Laute, wenn sie von Räubern angegriffen werden und auch bei innerartlichen Auseinandersetzungen um Weibchen oder Verstecke. Dieses Verhalten untersuchte Walter Lechner im Rahmen seiner Dissertation zusammen mit Lidia Eva Wysocki und Friedrich Ladich vom Department für Verhaltensbiologie der Universität Wien anhand des marmorierten Fiederbartwelses *Synodontis schoutedeni*, vom kaum 2,5 cm langen Baby bis zum über 15 cm langen ausgewachsenen Fisch. In schallisolierten Räumen wurden die Laute der Tiere aller Größenstufen mittels hochempfindlicher Hydrophone (Unterwassermikrofone) aufgezeichnet und das Hörvermögen durch die Ableitung akustisch evozierte Potentiale (AEP-Methode) vom Kopf gemessen. Die AEP-Methode funktioniert ähnlich den EEG-Ableitungen bei Menschen; die Tiere nehmen dabei keinen Schaden.

Bei dem Fiederbartwels *Synodontis schoutedeni* nimmt mit dem Heranwachsen der Schalldruckpegel der produzierten Laute ebenso wie die Dauer der Einzellaute zu. Die Laute größte-