©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Karl Rieger
Aus dem Institut für Mikrobiologie, Wasser- und Abfalltechnologie der Technischen Hochschule in Graz*

Die Schädlichkeit von Waschmitteln für Fische

Durch die vermehrte Anwendung von synthetischen Wasch- und Reinigungsmitteln sowie technischen Hilfsstoffen gelangen in zunehmendem Ausmaß grenzflächenaktive Substanzen in die Gewässer, die zusammen mit Eiweißanteilen der Abwässer auffällige Schaumbildungen im Vorfluter und in Kläranlagen bewirken. Der Wirkstoffgehalt und damit die Schaumkraft des Wassers wird durch die Verwendung von biologisch abbaubaren „weichen" Detergentien in Waschmitteln zwar gemildert, doch dürfen in Österreich noch immer die schwer angreifbaren „harten" Detergentien mitverwendet werden. Die Anteile in Walzölen sind davon nicht betroffen. Je nach dem Ladungssinn der Wirkgruppen werden anionische, nichtionische und kationische Detergentien unterschieden, wobei die erstgenannten vor allem im Haushalt zur Anwendung kommen. Grenzflächenaktive Substanzen mit kationischer Wirkgruppe werden wegen der keimtötenden Eigenschaft als Desinfektionsmittel gebraucht. Die Behandlung des Wassers in Freibädern mit Algiziden (z. B. Dimanin A, mit kationischem Wirkstoff) birgt eine Gefahrenquelle, da unachtsames Ablassen des Badewassers Fischereischäden hervorrufen kann.

Gewässer, die die Abwasserlast von großen Fremdenverkehrsbetrieben aufnehmen, enthalten nicht unbedeutende Mengen an grenzflächenaktiven Substanzen. Eigene Untersuchungen über die Detergentienfracht von steirischen Fließgewässern ergaben Wirkstoffmengen bis zu 1,1 mg/l, gemessen als MBAS (Methylenblauaktive – Substanz). Da bei diesem Analysenverfahren nur die anionischen, nicht jedoch die nicht- und kationischen Substanzen erfaßt wurden, ist die tatsächliche Detergentienbelastung wesentlich höher anzusetzen. DEUFEL (1965) wies Schäden in einer Forellenzuchtanstalt nach, bei der das Teichwasser Konzentrationen von 0,05 mg/l bis 0,5 mg/l MBAS enthielt. Diese Konzentrationen werden in steirischen Gewässern bereits erreicht, teilweise sogar erheblich überschritten.

Organische Verunreinigungen die ohne klärtechnische Aufbereitung in die Flüsse gelangen, werden mikrobiell zersetzt, belasten den Sauerstoffgehalt des Wassers und verschlechtern die ökologischen Bedingungen für Fische. In einem Mur-Stau wurden von STUNDL (1972) Sauerstoffwerte von 3–7 mg/l festgestellt. Werte zwischen 4 mg/l und 6 mg/l traten besonders in der wärmeren Jahreszeit öfter auf. Stehende Gewässer zeigen häufig in tieferen Schichten einen deutlichen Sauerstoffschwund. ERNET, GÜBITZ und STUNDL (1973) bestimmten im Trabochersee in 4 m Tiefe minimale Sauerstoffkonzentrationen von 0,5 mg/l und 2,8 mg/l. Derart geringe Sauerstoffgehalte führen zu einer gesteigerten Empfindlichkeit der Fische gegenüber umweltschädigenden Stoffen.

Untersuchungen über die Wirkung der Detergentien auf Fische wurden daher sowohl bei Sauerstoffsättigung, als auch bei einem herabgesetzten O -Gehalt von 5–6 mg/l vorgenommen. Als Versuchsfische standen Regenbogenforellen (Salmo gairdneri Rich.) und Karpfen (Cyprinus carpio L.) zur Verfügung. Die Wahl dieser Fischarten erfolgte wegen ihrer unterschiedlichen Empfindlichkeit und ökologischen Aussagekraft. Die Forellensetzlinge hatten ein Durchschnittsgewicht von 4 g bei einer Länge von 6,5 cm, während die Karpfen 1,3 g schwer

*) Für die Förderung der Arbeit und die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes danke ich Herrn Prof. Dr. Karl STUNDL, den Firmen BAYER und UNICHEMA für die kostenlose Beistellung der Testsubstanzen.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

und 4,5 cm lang waren. Die Versuche wurden in 10 l fassenden Kunststoffaquarien ohne Bodengrund durchgeführt, die Versuchsdauer war mit 48 Stunden begrenzt. Die in Form einer Konzentrationsreihe ausgeführten statischen Tests dienten zur Ermittlung der Grenzkonzentration, das ist die Konzentration bei deren Überschreiten eine toxische Wirkung auftritt. In einigen Fällen wurde die Todeszeit, die Zeitdauer vom Beginn der Gifteinwirkung bis zum Tod des Versuchstieres, das in der giftigen Lösung verbleibt, gemessen. Bei den Versuchen mit vermindertem Sauerstoffgehalt schwankte die O_2-Konzentration zwischen 5 und 6 mg/l. Über ein membranpolarometrisches Sauerstoffmeßgerät mit angeschlossenem Schreiber wurde die Einhaltung der gewünschten Konzentration kontrolliert. In grenzflächenaktiven Substanzen wurden mit Waschmittel III, Waschmittel I (ein Biowaschmittel) und Waschmittel II drei handelsübliche Produkte verwendet. Die Grundsubstanzen, ein Alkylbenzolsulfonat (ABS) und ein nichtionisches Alkylphenol (NID) gelangten ebenso wie ein kationisches Detergens (Dimanin A, DA) zur Untersuchung.

Einen Überblick über die bei den Versuchen ermittelten Grenzkonzentrationen für Forellen- und Karpfensetzlinge gibt Tabelle 1.

Produkt	Aquarienwasser O_2- gesättigt	
	Forellen	Karpfen
Grundsubstanz I (ABS)	0,75	5,0
Grundsubstanz II (NID)	25,0	50,0
Waschmittel I	10,0	37,5
Waschmittel II	25,0	100,0
Waschmittel III	10,0	25,0
DA	10,0	7,5

Tabelle 1
Grenzkonzentrationen in mg/l für Karpfen- und Forellensetzlinge bei Sauerstoffsättigung des Aquarienwassers.

Ein Vergleich der Werte von Tab. 1 zeigt deutlich, daß die Forellensetzlinge wesentlich empfindlicher auf grenzflächenaktive Substanzen reagieren als Karpfen. Lediglich bei Dimanin A treten bei 10 mg/l, einer Konzentration, die von den Forellen anstandslos über 48 Stunden ertragen wird, bei Karpfen Verluste auf, die im Bereich von 25% liegen. Bei diesen Versuchen lag die Sauerstoffkonzentration je nach Temperatur zwischen 9,0 und 10,0 mg/l.

Die verschiedenen Produkte zeigen unterschiedliche Grenzkonzentrationen. Waschmittel II hat mit einer Grenzkonzentration von 25 mg/l beziehungsweise 100 mg/l die geringste Wirkung, gefolgt von NID. Bei diesem Produkt ist die Toxizität etwas stärker als in der Tabelle angegeben, da sich trotz vorsichtiger Belüftung ein Wirkstoffverlust durch Schaumaustrag nicht verhindern ließ. Leider war aus technischen Gründen eine Messung des NID-Gehaltes im Wasser unmöglich. Waschmittel I, Waschmittel III und Dimanin A zeigten eine Grenzkonzentration von 10 mg/l für Forellen im 48 Stunden-Test. Von diesen drei Produkten wies Waschmittel I jedoch die geringste Wirkung auf, es wird bei einer Konzentration von 25 mg/l bereits von 70% der eingesetzten Versuchstiere ohne äußere Schäden ertragen. Zum Vergleich sterben die Fische (Forellen) bei diesem Wirkstoffgehalt (25 mg/l) in der Dimanin A Lösung schon nach 22,5 Stunden. Die stärkste Wirkung auf die Fische übt der Wirkstoff ABS aus. Die Grenzkonzentration liegt für diese Substanz im Bereich von 1 mg/l. Bei dieser Konzentration treten vereinzelt Schäden an den Fischen, wie vermehrte Schleimabsonderung und Gleichgewichtsstörungen auf. Bei einer Lösung, die 0,75 mg/l ABS enthält, sind diese Symptome an Forellen nicht mehr ersichtlich.

Die obenstehende Reihung nach der Schädlichkeit der grenzflächenaktiven Substanzen für Forellen ist in ähnlicher Weise auch bei den Karpfen zu beobachten, lediglich die Größenordnung ist verändert. Karpfen werden durch einen Waschmittel-II-Gehalt

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

von 100 mg/l bei den Versuchen nicht geschädigt. Um eine wirkstoffbezogene Beeinflussung von Forellen während der 48stündigen Versuchsdauer zu vermeiden, darf die Waschmittel-II-Konzentration nur 25 mg/l betragen. Wie bereits erwähnt, ertragen die Karpfen die fünffache Wirkstoffmenge an ABS, verglichen mit Forellen. Auch bei NID, Waschmittel I und Waschmittel III liegen die Grenzkonzentrationen für Karpfen wesentlich höher als für Forellen. Nur auf DA-Zusatz reagieren sie empfindlich, erst unter 7,5 mg/l erfolgt keine Schädigung. Diese Reihung nach der Wirksamkeit der verschiedenen grenzflächenaktiven Produkte steht in Zusammenhang mit dem Gehalt an ABS, das sehr fischtoxisch wirkt. Waschmittel II enthält von den getesteten Handelsmitteln den geringsten ABS-Zusatz (4%), Waschmittel III den größten (18%). Aufgrund der geringen Fischtoxität ist der unterschiedliche Gehalt an NID bei den Produkten (3,5%–6,2%) zu vernachlässigen.

Produkt	Aquarienwasser O_2-Gehalt 5–6 mg/l	
	Forellen	Karpfen
ABS	1,0	2,5
NID	15,0	15,0
Waschmittel I	10,0	25,0
Waschmittel II	37,5	75,0
Waschmittel III	5,0	10,0
DA	5,0	5,0

Tabelle 2
Grenzkonzentrationen in mg/l für Forellen- und Karpfensetzlinge bei einem Sauerstoffgehalt von 5–6 mg/l im Aquarienwasser.

Wird der Sauerstoffgehalt der Versuchslösungen auf 5–6 mg/l abgesenkt, erfolgt eine deutliche Verringerung der Grenzkonzentrationen, wie aus Tabelle 2 ersichtlich. Bei Forellen bleibt die Konzentration, die keinerlei Schäden hervorruft für ABS im gleichen Bereich. Bei 1 mg/l ABS traten keinerlei äußerlich erkennbare Schäden auf. Daß die Grenzkonzentration geringfügig höher als bei Sauerstoffsättigung ist, beruht auf der unterschiedlichen Widerstandskraft der verwendeten Testfische. Zudem ist die Differenz von 0,25 mg/l bei der verwendeten Testfischanzahl von 10 Stück pro Versuch als nicht signifikant anzusehen. Bei NID wird die Grenzkonzentration stark herabgesetzt. Forellen überleben 1,5 mg/l bei einem O_2-Gehalt zwischen 5 und 6 mg/l. Einige Tiere überleben auch schon 25 mg/l. Diese sind jedoch deutlich geschädigt, zeigen Gleichgewichtsstörungen und eine stark verlangsamte Atmung. Waschmittel I erweist sich sowohl bei O_2-Sättigung als auch bei einem geringeren O_2-Gehalt in Konzentrationen von 10 mg/l als unschädlich. Dieser Umstand findet seine Erklärung darin, daß bereits bei Sauerstoffsättigung 25 mg/l Waschmittel I von 70% der verwendeten Versuchstiere anstandslos ertragen werden. Waschmittel II ist in Konzentrationen von 37,5 mg/l für Forellensetzlinge unschädlich. Dieser Gehalt liegt damit über dem für O_2-Sättigung festgestellten Wert von 25 mg/l. Während bei Sättigung mit O_2 bei 50 mg/l Waschmittel II-Gehalt 85% der getesteten Versuchstiere den 48-Stunden-Test überleben, lag die Todeszeit bei herabgesetztem O_2-Gehalt und gleicher Wirkstoffmenge bei 31 Stunden, zeigte also eine deutliche Verringerung. Für Waschmittel III und Dimanin A sinkt die Grenzkonzentration bei der Verminderung des Sauerstoffgehaltes jeweils auf die Hälfte der bei O_2-Sättigung erreichten Konzentration ab.

Eine Senkung der Grenzkonzentrationen läßt sich auch bei den Karpfen in allen Fällen feststellen. Während für ABS 2,5 mg/l die Grenzkonzentration bilden, sinkt diese bei NID von 50 mg/l auf 15 mg/l. Dieser große Unterschied ist sicher auf die hohen Wirkstoffverluste durch Ausschäumen bei den Versuchen mit Sauerstoffsättigung zurückzuführen. Die für Karpfen erträgliche Waschmittel-I-Konzentration fällt von 37,5 mg/l auf 25 mg/l, bei Waschmittel II von 100 mg/l auf 75 mg/l. Waschmittel III wird bei herabgesetztem Sauerstoffgehalt nur in einer

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Konzentration von 10 mg/l 48 Stunden lang von Karpfen ertragen. Geringfügig ändert sich die Grenzkonzentration bei Dimanin-A-Lösungen, statt 7,5 mg/l werden nur 5 mg/l ertragen. Besonders deutlich zeigt sich die Wirkung eines geringeren O_2-Gehaltes bei höheren Waschmittelkonzentrationen. Wird die bei O_2-Sättigung gemessene Todeszeit mit 100% angenommen, so verringert sich diese für Forellensetzlinge, die einer ABS-Lösung von 5 mg/l ausgesetzt waren, um 88%, wenn der Sauerstoffgehalt 5–6 mg/l beträgt. Eine ABS-Konzentration von 10 mg/l verbunden mit geringerem O_2-Gehalt verkürzt die Todeszeit von Karpfen etwa um 30%. Diese Beispiele zeigen die Bedeutung des vorhandenen gelösten Sauerstoffes im Wasser für die Bewältigung umweltschädigender Stoffe durch Fische.

Belastete Gewässer sind selten nur durch eine Substanz verunreinigt. Häufig sind mehrere Schadstoffe vorhanden, die für sich allein noch keine Wirkung auf den Fisch zeigen, aber die Möglichkeit einer potenzierten Giftwirkung in sich bergen. Dies trifft auch für Detergentien zu. Geringe Mengen von Tetrapropylenbenzolsulfat, einem schwer abbaubaren anionischen Detergens erhöhen die Toxizität von Endosulfan, einem Pestizid signifikant (GREVE und VERSCHUUREN 1971). Durch Zusatz von Detergentien kann auch die Speicherung von Phenolen im Fischkörper erhöht werden, so daß wegen des unangenehmen Beigeschmackes die Tiere oft ungenießbar sind (MANN 1962). Folglich wird es auch in Zukunft notwendig sein, die Detergentienfracht der Gewässer, auch wenn sie unter den Grenzkonzentrationen liegen, im Auge zu behalten.

Fische, die Detergentien ausgesetzt sind, zeigen eine charakteristische Reaktion. Nach einer anfänglichen Unruhe, die jedoch nur kurze Zeit dauert, verharren die Tiere ruhig in der Nähe des Bodens. Sowohl bei Forellen, als auch bei Karpfen führen grenzflächenaktive Substanzen früher oder später zu einer vermehrten Schleimabsonderung. Längere Einwirkungszeit bewirkt Gleichgewichtsstörungen und ein Umherschießen der Tiere. Die Fische versuchen aus dem Testgefäß zu springen, ermatten dabei zusehends und nehmen schließlich eine permanente Seitenlage ein. Die besonders bei Forellen deutlich erkennbare Todesstellung äußert sich durch geöffnetes Maul und leicht abgespreizte Kiemendeckel. Die Schadwirkung von grenzflächenaktiven Substanzen ist an der Körperoberfläche und an den Kiemen zu erwarten. Schäden, die durch Detergentieneinwirkung an den Kiemen entstehen, zeigen zwei Abbildungen. Abbildung 1 zeigt eine ungeschädigte Forellenkieme mit den einzelnen Kiemenblättchen, Abbildung 2 das mikroskopische Bild der Kieme einer Forelle, die 160 Minuten lang einer Corallösung von 50 mg/l ausgesetzt war.

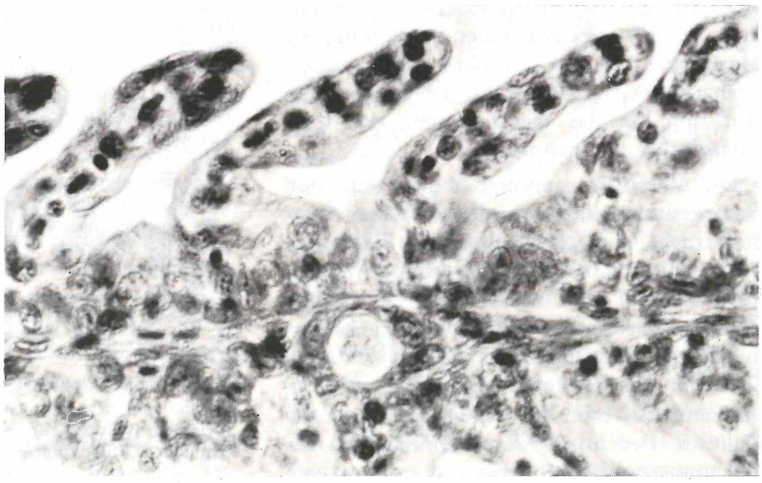

Abbildung 1:
Normale Forellenkieme 630 x, Färbg: Häm.-Eos.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

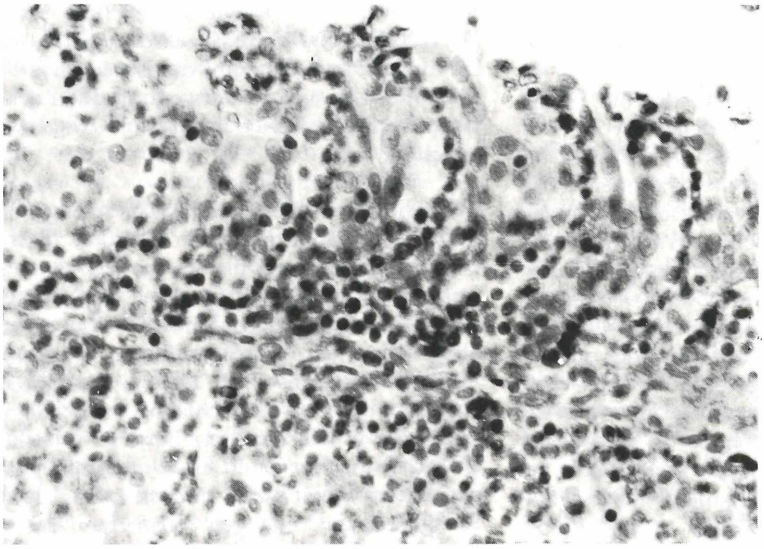

Abbildung 2:
Forellenkieme geschädigt 50 mg/l COR. Häm.-Eos.

Die Desorganisation der Kieme ist deutlich zu erkennen. Neben einer Verquellung und Ablösung des respiratorischen Epithels zeigt sich eine Tendenz zu einer Verklebung der respiratorischen Falten. Nach LANG (1967) tritt Hämolyse bei ionogenen Detergentien häufig auf. Dies kann neben einer Behinderung der Respiration auch als Todesursache angesehen werden. Bei der nichtionischen Substanz (NID) treten die oben beschriebenen Symptome nicht auf, die Versuchsfische wirken wie narkotisiert. Tiere, die längere Zeit mit dem Bauch nach oben treiben, erholen sich, im Gegensatz zu solchen, die ionischen Produkten ausgesetzt sind, bei Übersetzen in Fischwasser rasch. Eine Zerstörung der Kiemen ist nicht in dem Maße, wie bei den ionischen Detergentien nachzuweisen. Bei NID ist daher eine Wirkung auf das Nervensystem der Versuchsfische anzunehmen.

Die Versuchsergebnisse zeigen, daß der Detergentiengehalt steirischer Fließgewässer noch nicht so hoch ist, um akute Fischvergiftungen zu bewirken. Geringe Waschmittelmengen sind nach DEUFEL (1965) Wegbereiter für eine Infektion der Fische durch Hautparasiten, die dann indirekt den Tod der Fische verursachen. Der Detergentienfracht von Gewässern ist auch in Zukunft Beachtung zu schenken, da das Zusammenwirken mehrerer ungünstiger ökologischer Faktoren die Widerstandskraft der Fische gegenüber Schadstoffen vermindert, Schäden daher wesentlich früher auftreten. Die hohen Waschmittelmengen in den Gewässern können wirksam durch die Behandlung des Abwassers in biologischen Kläranlagen, die einen Großteil der abbaubaren Waschmittelstoffe zersetzen, herabgesetzt werden.

Literatur:

DEUFEL, J.:
1965, Schäden an Forellenzuchtanstalten durch subletale Mengen waschaktiver Substanzen. Fischwirt 15, 169–171.

ERNET, M.; GÜBITZ, H.; STUNDL, K.:
1973. Untersuchungen von künstlichen Badeseen in der Steiermark. Mitt. Naturwiss. Ver. Stmk. Bd. 103, 221–243.

GREVE, P. A.; VERSCHUUREN, H. G.:
1971. Die Toxizität von Endosulfan für Fische in Oberflächengewässern. Schriftenr. Ver. Wasser-, Boden-, Lufthygiene Berlin, Bd. 37, 63–67.

LANG, W.:
1967. Untersuchungen zur Wirkungsweise von anionischen grenzflächenaktiven Stoffen auf histologische Beschaffenheit und Funktion verschiedener Organe bei Carassius auratus. Arch. Fischereiwiss. 18, 25–45.

MANN, H.:
1962. Die Förderung der Geschmacksbeeinflussung bei Fischen durch Detergentien. Fischwirt 8, 1–4.

STUNDL, K.:
1972. Action des lacs de barrage des centrales fluviales, étabiles sur des eaux courantes moyennement ou fortement polluées, sur les conditions biologiques et chimiques. Bull. Centre Belge des Eaux 345–346, 371–381.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: 28

Autor(en)/Author(s): Rieger Karl

Artikel/Article: Die Schädlichkeit von Waschmitteln für Fische 156-160