

## LC-50-Versuche an Fischen – ein zeitgemäßer Toxizitätstest?

Dank des steigenden Umweltbewußtseins in weiten Kreisen der Bevölkerung wird trotz zunehmender Industrialisierung die Wasserqualität vieler unserer Flüsse Schritt für Schritt verbessert. Da der Bau der dafür erforderlichen Kläranlagen große finanzielle Opfer erfordert, sind Untersuchungsmethoden notwendig, mit deren Hilfe die Toxizität verschiedener Substanzen nachgewiesen und ihre Eliminierung überwacht werden kann. Ein beliebtes Testtier ist der Fisch, da er meist an der Spitze einer Nahrungspyramide steht und besonders empfindlich auf toxische Substanzen reagiert; sicher auch deshalb, weil er als Wirbeltier dem Menschen nähersteht als Würmer und Schnecken und außerdem noch direkt wirtschaftlich genutzt wird.

Bei toxikologischen Tests ist zwischen Experimenten mit *chronischer* Schadstoffbelastung (zumindest einige Wochen) und solchen mit *akuter* Belastung (wenige Tage) zu unterscheiden. Aus zeitlichen und finanziellen Überlegungen finden fast nur akute Tests routinemäßige Anwendung, die jedoch nur eine beschränkte Antwort auf die Frage nach der Toxizität eines Schadstoffes liefern. Seit Jahrzehnten ist es vor allem der sogenannte LC-50-Toxizitätstest, der wegen seiner Einfachheit bevorzugt wird und auch in der neu überarbeiteten ÖNORM M 6263 Teil 1-3 als einzige zugelassene Methode noch immer seinen Platz behauptet. Dieser Test definiert jene Konzentrationsschwelle eines Schadstoffes, bei der innerhalb einer bestimmten Zeit – meist 24, 48 oder 96 Stunden – 50% der Versuchstiere an den Folgen der Giftwirkung verendet sind. Bei kritischer Betrachtung melden sich jedoch Zweifel an der Aktualität und Aussagekraft solcher Experimente:

Eine im Wasser gelöste Substanz, die innerhalb einer sehr kurzen Expositionszeit nicht zum Tod der Versuchstiere führt, darf noch lange nicht als ungiftig bezeichnet werden. Der Tod eines Versuchstieres ist zwar das augenscheinlichste, dafür aber auch das mit Abstand größte Maß, an dem die Schädlichkeit einer Substanz zu erkennen ist. Abgesehen davon, daß die Letalkonzentration ganz wesentlich von Expositionsdauer, Temperatur, Wasserhärte, pH-Wert usw. abhängt, können auch schon niedrigere Schadstoffkonzentrationen zu Schäden führen, die erst nach der akuten Belastung primär oder sekundär den Tod des Versuchstieres bewirken. So ist auch der Teichwirtschaft längst bekannt, daß selbst geringe Belastungen die Abwehrkraft des Fisches vermindern und damit Erkrankungen, aber auch Parasitenbefall begünstigen. Mit Verzögerung auftretende Primär- und Sekundärfolgen einer akuten Schadstoffeinwirkung werden vom LC-50-Test jedoch in keiner Weise berücksichtigt.

Nun wären solche Tests zur akuten Wirkung von Schadstoffen durchaus brauchbar, um eine grobe und rasche Orientierung über die relative Toxizität verschiedener im Alltag anfallender Substanzen zu gewinnen. Bedauerlicherweise verleiten diese Tests jedoch sehr leicht zu falschen Interpretationen bzw. durch ungenaue Ausdrucksweise zu Mißverständnissen, indem beim Überleben einer Testgruppe der betreffende Schadstoff unterhalb einer bestimmten Konzentration als nicht mehr toxisch bezeichnet wird. Dies geschah auch in einem Artikel dieser Zeitschrift (Stuhlbacher, 1987, Österr. Fischerei 40, 193-196). Über derartige Schlußfolgerungen können sich nur Industriebetriebe und Gemeinden freuen, denen dadurch eine teure Reinigung ihrer Abwässer erspart bleibt. Politikern jedenfalls ist es nicht zu verübeln, wenn sie auf Grund fehlinterpretierter Ver-

suchsergebnisse handeln bzw. nicht handeln. Dieses Problem tritt natürlich bei allen Methoden auf, die nur kurzfristige Belastungen berücksichtigen, allerdings sind sie um so folgenschwerer, je unempfindlicher die Methode ist.

Abgesehen davon erscheinen Experimente, in denen Fische vergiftet werden, gerade in der heutigen Zeit problematisch. Fische sind zwar keine Streichtiere und werden deshalb von vielen Tierschützern weit weniger verteidigt als Vögel und Säuger, und auch die Praxis beim Fischfang hat wenig mit »Tierliebe« zu tun, doch mehrt sich in weiten Kreisen der Bevölkerung mit Recht der Widerstand gegen vermeidbare Tierversuche, natürlich auch bei Fischen. Die Forderung nach generellem Abschaffen von Tierversuchen ist sicher nicht realisierbar, da viele von ihnen zum Wohle des Menschen heute noch unersetzlich sind und im Rahmen der gegebenen Fragestellung auch zum Wohle des Fisches beitragen, dem dadurch in seinem natürlichen Lebensraum weit mehr als ein qualvolles Sterben des Individuums, nämlich ein generelles Sterben der Art, erspart werden soll. Es ist jedoch jedermanns Pflicht, in verstärktem Maße die des Biologen, dafür zu sorgen, daß Tierversuche nicht nur auf ein notwendiges Maß reduziert, sondern auch so gestaltet werden, daß einerseits die Leiden der Versuchstiere vermindert, andererseits die Aussagekraft der Experimente vermehrt werden. Diesen Forderungen entspricht der LC-50-Test in keiner Weise.

Die Forderung nach einem alternativen Test mit größerer Empfindlichkeit und humanerer Behandlung der Fische erscheint durchaus gerechtfertigt. Weiters sollten in verstärktem Maße chronische Schäden und Spätfolgen mitberücksichtigt werden:

Bei akuten Tests können Abweichungen im *Verhalten* sowie kontinuierlich aufgezeichnete Änderungen der *Schwimmaktivität*, des *Sauerstoffverbrauches* oder der *Kiemendeckelfrequenz* der Fische als empfindliche Maße für die Belastung des Wassers bei gleichzeitig schonendem Umgang mit dem Tier herangezogen werden. Die Frequenz des Kiemendeckelschlages verändert sich zum Beispiel bei den meisten toxischen Substanzen bereits bei 5-10% der für entsprechende LC-50-Tests erforderlichen Konzentrationen. Diese Methode vermag also auf Grund ihrer Empfindlichkeit die Unzulänglichkeiten der nur kurzen Einwirkungsdauer zumindest teilweise zu kompensieren.

Die größte Hoffnung, konventionelle LC-50-Tests ersetzen zu können, liegt jedoch im Einsatz von *Gewebekulturen*. Sie sind nicht nur empfindlicher und leichter standardisierbar, sondern trotz unvergleichlich höherer Technologie auch schneller und billiger als LC-50-Tests. Obendrein umgeht man viele methodische Schwierigkeiten, wie unterschiedliche Wasserzusammensetzung oder eine zusätzliche Ammoniumbelastung, die bei LC-50-Tests immer mit im Spiel sind. Obwohl der Gesamtorganismus sicher anders reagiert als die isolierten Zellen eines Gewebes, zeigen sich in der Praxis dennoch prinzipielle Übereinstimmungen mit Mortalitätstests. Der Toxizitätstest mit Zellkulturen ist also nicht nur gleichwertig, sondern eher höherwertig als der LC-50-Test. Sein unübertrefflicher Vorteil liegt jedoch in der Vermeidung von Tierversuchen.

Trotz Druck durch die öffentliche Meinung und trotz Verfügbarkeit alternativer Methoden ist es bis heute jedoch nicht gelungen, LC-50-Tests routinemäßig abzulösen; wohl deshalb, weil diese alternativen Methoden doch ein wesentlich höheres technisches und wissenschaftliches Know-how erfordern, als einfach den Tod des Versuchstieres zu registrieren. Welcher Akuttest auch immer angewandt wird, er kann nur eine grobe Orientierung über die relative Schädlichkeit von Substanzen liefern, sagt letzten Endes aber noch wenig über die tatsächlichen Auswirkungen im Gewässer aus. Da Schadstoffe in der Natur meist kontinuierlich auf Wasserorganismen wirken, sind zumindest für die häufigsten Gifte oder stellvertretend für verschiedene Stoffklassen langfristige und genaue Analysen erforderlich:

*Histologische Untersuchungen* etwa sind bestens geeignet, chronische Schäden an Fischorganen detailliert aufzudecken, wobei sich vor allem die Kieme als empfindliches und direkt mit dem Wasser in Kontakt stehendes Gewebe und die Leber als wichtigstes

Stoffwechselorgan anbieten. Noch bevor morphologische Schäden nachzuweisen sind, lassen sich pathologische Änderungen an lokalen Verteilungsmustern von Enzymen innerhalb der Zelle erkennen (*histochemische Untersuchungsmethoden*). Weiters weist die Aktivitätszunahme eines spezifischen *Entgiftungssystems* in einigen Organen (besonders der Leber) schon frühzeitig auf einen schädlichen Einfluß bestimmter organischer Schadstoffe hin.

Auch bei chronischen Toxizitätstests darf nicht nur auf die möglichst hohe Empfindlichkeit eines Tests geachtet werden, eine brauchbare Routinemethode muß auch finanziell erschwinglich sein. In dieser Hinsicht würden sich unter anderem auch die in der Humanmedizin bewährten *hämatologischen Untersuchungsmethoden* anbieten: Hämatokrit, Blutbild, Blutsenkung, Enzymdiagnostik und dergleichen dürften sich bestens zur routinemäßigen Diagnose chronischer Belastungen bei Fischen eignen. Es wäre deshalb durchaus lohnend, diese Methodik zu einer routinemäßigen Reife für umwelttoxikologische Fragen heranzuführen.

All diese Methoden sind auch bei Tieren in ihrem natürlichen Lebensraum anwendbar, so daß der Fisch als ein empfindlich reagierender Indikator für die Wasserqualität dienen kann. Da im Experiment die Summe chronischer Belastungen, so wie sie in der Natur tatsächlich auftreten, kaum simulierbar sind, ist es oft zielführender, den Gesundheitszustand chronisch gestreßter Fische an ihrem natürlichen Standort zu untersuchen.

Wie bereits eingangs angedeutet, kosten Kläranlagen viel Geld, nicht nur ihr Bau, sondern auch ihr klagloser Betrieb. Wir müssen deshalb entscheiden können, in welchen Fällen und in welchem Ausmaß eine Reinigung der Abwässer unumgänglich erscheint. Dazu benötigen wir aber entsprechende chemische und vor allem biologische Meßsysteme, die sich sowohl an Fortschritten der Wissenschaft als auch an der Entwicklung unseres ethischen Empfindens orientieren müssen.

Adresse des Verfassers:

Univ.-Doz. Dr. Rudolf Hofer, Inst. für Zoologie der Universität Innsbruck, Technikerstr. 25, A-6020 Innsbruck

## *Angler-Paradies*

Wir führen:

**SPORTHaus  
KÖTZINGER**

**Super-Sonderangebot**  
an: Rollen, Ruten sowie  
»Dupont« Stren-Schnüren  
Jede Stärke à 100 m  
**DM 10,- (öS 70,-)**

Wir bestücken Ihre Rollenspulen  
direkt im Laden mit unserem  
elektrischen Schnur-  
laufgerät.

Angelschnüre: »Dupont« Stren, Magic-Flex,  
steelpower, Sigma-Schnüre, Abulon-Schnüre  
DAM · BALZER · CORMORAN · FAK · ABU ·  
SHAKESPEARE · MITCHELL · SILSTAR ·  
SHIMANO · LAUFEND SONDERANGEBOTE  
AN RUTEN UND ROLLEN

**8228 Freilassing  
Hauptstraße 21  
Telefon 0 86 54 / 97 61**



## Seesaibling und Seeforellen

aus heimischen Seen  
(keine dänischen oder skandinavischen Importe)

LANDESFISCHZUCHT Tel. 0 55 74 / 33 04 45 – A-Tel. 0 66 3 / 50 7 40

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: [41](#)

Autor(en)/Author(s): Hofer Rudolf

Artikel/Article: [LC-50-Versuche an Fischen - ein zeitgemäßer Toxizitätstest ?  
45-47](#)