

Arnold Stuhlbacher

Der Fisch als Testobjekt

Einleitung

Die Einleitung von Abwasser aus dem kommunalen und industriellen Bereich stellt ein beachtliches Gefährdungspotential für das aquatische Ökosystem dar. Dort, wo Oberflächenwasser als Trinkwasserreservoir dient, bzw. angereichert über die Nahrungskette, können diese Schadstoffe auch die menschliche Gesundheit gefährden. Neben regelmäßigen chemischen Kontrollen sind daher auch biologische Testverfahren notwendig, um Abwässer bzw. Wasserinhaltsstoffe hinsichtlich ihrer Toxizität beurteilen zu können. Darüber hinaus dienen biologische Testverfahren auch als Bewertungsgrundlage zur Einstufung von Stoffen in Wassergefährdungsklassen (Steinhäusler et al., 1985). Biologische Testverfahren beurteilen die Wirkung chemischer und physikalischer Parameter auf die jeweiligen Testorganismen. Die Wirkungen werden durch die Reaktion der Organismen, z. B. Tod, Wachstum, Vermehrung, Verhalten, morphologische, physiologische und histologische Veränderungen beurteilt.

Fische, als Endglieder der aquatischen Nahrungskette, erweisen sich als geeignete Testobjekte. Sie stellen einerseits keine großen Ansprüche in der Haltung und sind meistens in ausreichenden Mengen vorhanden.

Methodik

Leitendes Prinzip zur Erstellung biologischer Testverfahren ist die Forderung nach der Standardisierbarkeit von Testbedingungen und der Reproduzierbarkeit von Testergebnissen (Hamburger, 1979). Im wesentlichen lassen sich folgende Kategorien von Fischtests unterscheiden (DFG, 1983):

- a) Einstufungstest (»preliminary screening test«) zur Klassifizierung fischgefährdender Stoffe.
- b) Abwassertest (»effluent monitoring test«) zur Abschätzung der Fischgefährdung durch komplexe Stoffgemische im Abwasser.
- c) Rechtsgültige Tests (»legal tests«) zur Erstellung rechtsgültiger Qualitätsstandards im Hinblick auf die Fischtoxizität von Abwasser.
- d) Tests an Fischen zur Beurteilung der Wasserbeschaffenheit (»tests for water quality criteria«) zur Abschätzung fischgefährdender Stoffkonzentrationen im Gewässer.

Um die Fischtoxizität nach objektiven Kriterien beurteilen zu können, sind folgende Faktoren zu berücksichtigen (DFG, 1980):

- a) Fischart
- b) Qualität und Quantität des Testwassers
- c) Standardisierung der Testsubstanz
- d) Standardisierung der Verabfolgung der Testsubstanz
- e) Testart, Testdauer
- f) Testparameter

Fischarten

Entscheidend für die Verwendung einer Fischart ist ihre ganzjährige Verfügbarkeit. Aus diesem Grund werden vorwiegend heimische Fischarten zu Toxizitätsuntersuchungen herangezogen.

In den in der Bundesrepublik Deutschland festgelegten Testverfahren wird auf folgende Fischarten verwiesen:

Goldorfe (*Leuciscus idus*)

Karpfen (*Cyprinus carpio*)

Regenbogenforelle (*Salmo gairdneri*)

Darüber hinaus werden in europäischen Ländern zusätzlich folgende Arten eingesetzt:

Guppy (*Poecilia reticulata*)

Keilfleckbarbe (*Rasbora heteromorpha*)

Zebrabärbling (*Brachydamio rerio*)

Elritze (*Phoxinus phoxinus*)

Diese Fischarten weisen durchaus unterschiedliche Empfindlichkeiten gegenüber denselben Schadstoffen auf (Rieger, 1974). Die Wahl der Fischart ist daher entscheidend für die Brauchbarkeit der toxikologischen Daten. Im Untersuchungsergebnis müssen auch Angaben über Alter, Länge und Korpulenzfaktor der Testfische enthalten sein.

Testart - Testdauer

Die verwendete Testart richtet sich nach der Zielsetzung der Untersuchung. Kurztests werden in Testbehältern mit stehendem oder durchlaufendem Wasser, Langzeittests hingegen in Rundbecken mit Wasserzirkulation durchgeführt. Hinsichtlich der toxischen Wirkung einer Substanz unterscheidet man zwischen:

- akutem Test, Dauer 96 Stunden
- subakutem Test, Dauer ca. 30 Tage
- chronischem Test, Dauer ca. 1 Jahr

Untersuchungsergebnisse

Zur Quantifizierung einer Wirkung dient häufig die Letalkonzentration LC 0, LC 50 und LC 100.

LC 0 = alle Organismen überleben

LC 50 = 50% der Organismen überleben

LC 100 = alle Organismen sind tot

Um nicht unnötig viele Fische in den Untersuchungen einsetzen zu müssen, dienen oft Vorversuche dazu, die Größenordnung des LC-50-Wertes abzuschätzen (Kroner, 1984). Die Ergebnisse der Species Untersuchungen können zunächst lediglich zur Abschätzung des Schädigungspotentials der Wasser- bzw. Abwasserproben herangezogen werden. Zur Abschätzung der ökotoxikologischen Bedeutung sind Studien im Ökosystem-Zusammenhang jedoch unumgänglich (DFG, 1983).

In der Bundesrepublik Deutschland bestehen bereits genormte Verfahren zur Bestimmung der Wirkung von Wasserinhaltsstoffen auf Fische (DEV, 1986). In Österreich befindet sich eine derartige Norm derzeit in Ausarbeitung.

Fischtoxikologische Untersuchungen an Zellstoffabwasser

Zellstoffwerke bilden zur Zeit die größten Schwerpunkte der industriellen Gewässer-Verunreinigung. Fließstrecken unterhalb von Zellstoffwerken sind die am stärksten belasteten Flußabschnitte Österreichs. Abwässer aus der Zellstoffherzeugung sind charakterisiert durch einen hohen Gehalt an organischen Substanzen. Vor allem Bleicherei-abwässer stellen ein beachtliches Gefährdungspotential für Oberflächengewässer dar (Anon., 1986).

Zur Bestimmung der akuten Giftwirkung des Abwassers eines Sulfit-Zellstoffwerkes auf Fische wurde die DIN-Methode 38 412 Teil 20 herangezogen. In Abänderung der Norm

wurden als Testfische Guppys (*Poecilia reticulata*) und Regenbogenforellen (*Salmo gairdneri*) eingesetzt. Die Giftwirkung der Abwasserprobe wurde in Verdünnungen mit synthetischem Verdünnungswasser bestimmt. Als Ergebnis galt der kleinste Verdünnungsfaktor (G_f) der Abwasserprobe, bei dem alle Fische überlebten.

Die untersuchte Abwasserprobe wies folgende chemische Kenndaten auf:

Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB): 1310 mg/l

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅): 710 mg/l

Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC): 645 mg/l

Zur vergleichenden Beurteilung der Ergebnisse wurde zusätzlich ein Bakterientoxizitätstest (Robra, 1979) und ein biochemisches Testverfahren durchgeführt (Obst et al., 1985).

Ergebnisse

A) Testfisch: Guppy

Die eingesetzten Testfische wurden nicht geschlechtsspezifisch differenziert.

Länge: 3,30 – 3,80 cm

Gewicht: 0,41 – 0,45 g/l

Mittlerer Korpulenzfaktor: 1,014

Die Abwasserprobe wirkte nicht toxisch gegenüber den eingesetzten Testfischen. Selbst in der unverdünnten Abwasserprobe überlebten 100% der Fische ($G_f = 0$).

B) Testfisch: Regenbogenforellen

Die eingesetzten Testfische wurden nicht geschlechtsspezifisch differenziert.

Länge: 5,40 – 6,80 cm

Gewicht: 1,94 – 3,41 g/l

Mittlerer Korpulenzfaktor: 1,169

In der unverdünnten Abwasserprobe verendeten die Testfische bereits nach 24 Stunden. In der 1 : 1 verdünnten Probe überlebten nach der Gesamtversuchsdauer lediglich 25%. Erst in der 1 : 2 verdünnten Probe überlebten alle Testfische ($G_f = 3$).

Beim Bakterientest mit *Pseudomonas putida* als Testorganismus und der Sauerstoffverbrauchsrate als Aktivitätsmaßstab konnte keine toxische Wirkung der Abwasserprobe festgestellt werden. In einem weiters durchgeführten biochemischen Testverfahren, basierend auf der Bestimmung der Umsatzaktivität des Enzyms Urease, konnte erst bei einem Verdünnungsverhältnis von 1 : 3 ($G_f = 4$) keine Hemmung der Enzymaktivität festgestellt werden.

Diskussion

Die fischtotoxikologischen Untersuchungen weisen die unterschiedliche Empfindlichkeit der eingesetzten Testfische Guppys und Regenbogenforellen gegenüber derselben Abwasserprobe auf. Das Ergebnis der Untersuchungen zeigt, daß Abwasser aus der Produktion von Sulfite-Zellstoff ab einem Verdünnungsfaktor von $G_f = 2$ keine toxischen Wirkungen auf Fische ausübt. Damit wird der Grenzwert für die Fischtotoxizität für Zellstoffabwasser von $G_f = 8$, wie er in den Mindestanforderungen für die deutsche Zellstoffindustrie vorgeschlagen wurde (Huber, 1985), unterschritten.

Zusammenfassung

Fischtotoxikologische Untersuchungen werden zur Beurteilung der Toxizität von Wasserinhaltsstoffen herangezogen. Voraussetzung für die Durchführung der Fischtests ist die Schaffung standardisierter Testbedingungen. Umweltrechtliche Testvorschriften, die Fischtests beinhalten, sind in naher Zukunft zu erwarten. Als Beispiel einer fischtotoxikologischen Untersuchung wird das Abwasser aus der Produktion von Sulfite-Zellstoff herangezogen.

Summary

The fish as experimental animal

Methods of testing fish toxicity are necessary for the estimation of the toxicity of water components. Principles for test conditions must be clearly defined to permit expression of their conclusiveness. New laws, including methods for testing fish toxicity, are to be expected in the near future. As an example for testing fish toxicity the effluent of a paper mill has been used.

LITERATUR

- Steinhäuser, K. G., Amann, W., Polenz, A., 1985: Bewertung des Wassergefährdungspotentials von Stoffen in Wassergefährdungsklassen. Vom Wasser, Bd. 65, 119–126.
- Hamburger, B., 1979: Probleme bei biologischen Prüfverfahren mit Wasserorganismen. Vom Wasser, Bd. 53, 261–266.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, 1983: Toxikologische Untersuchungen an Fischen. Verlag Chemie GmbH, Weinheim.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, 1980: Methoden der Toxizitätsprüfung an Fischen – Situation und Beurteilung. Harald Boldt Verlag, Boppard.
- Rieger, K., 1974: Vergleichende toxikologische Untersuchungen mit heimischen Nutzfischen und Warmwasserfischen. Dissertation Universität Graz.
- Kroner, W., 1984: LC-50-Bestimmung bei Fischen mittels stochastischer Approximation. Wasser und Abwasser 28, 31–40.
- Deutsche Forschungsgemeinschaft, 1983: Ökosystemforschung als Beitrag zur Beurteilung der Umweltwirksamkeit von Chemikalien. Verlag Chemie GmbH.
- Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung. VCH Verlagsgesellschaft, Bd. II, 1986.
- Anonymus: Stand und Entwicklungspotentiale der anaeroben Abwasserreinigung unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in der Bundesrepublik Deutschland. Mitteilungen der Oswald-Schulze-Stiftung, Heft 7, 1986.
- Robra, K. H., 1979: Akute Bakterientoxizität: Auswertungen von Ringversuchen mit einer Reinkultur im Vergleich zu Untersuchungen an Mischpopulationen. Vom Wasser, Bd. 53, 267–282.
- Obst, Resch K., Feuerstein T., 1985: Einfacher Toxizitätstest für Wasser und Abwasser auf biochemischer Basis. Vom Wasser, Bd. 65, 199–202.
- Huber, L., 1985: Mindestanforderungen nach § 7a WHG für die Zellstoffindustrie. Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie, Bd. 33, 293–305.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Arnold Stuhlbacher, Technische Universität Graz, Institut für Biotechnologie, Mikrobiologie und Abfalltechnologie, Technikerstraße 4, A-8010 Graz.

Anmerkung der Redaktion:

Das genormte Testverfahren zur Bestimmung der akuten Toxizität von Wasserinhaltsstoffen gegenüber *Salmo gairdneri* Richardson (Regenbogenforelle) wird in Österreich demnächst als ÖNORM M 6263 Teil 1–3 veröffentlicht. IB.

Österreichs Fischerei

Jahrgang 40/1987

Seite 196–200

Karl Müller

Der Wanderhecht

Im Jahre 1968 gab mir die Redaktion von »Österreichs Fischerei« die Möglichkeit, meine gegenüber der damaligen offiziellen Lehrmeinung abweichenden Ergebnisse und Gedanken zur Gewässertypologisierung, d. h. Zuordnung von Organismen zu bestimmten Gewässerregionen, zu publizieren. Fließgewässeruntersuchungen in sehr unterschiedlichen Teilen Europas hatten mich zu meiner Auffassung gebracht. Heute kann ich über ein biologisches Phänomen aus Nordeuropa berichten, das es ebenfalls im mitteleuropäischen Raum kaum gibt. Von der Basis der 1965 gegründeten Universität Umeå

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1987

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Stuhlbacher Arnold

Artikel/Article: [Der Fisch als Testobjekt 193-196](#)