

## Die Fischfauna der Theiß im Jahr nach den Chemieunfällen

BERNHARD ALLNER, ANDRÉ BELZ, EGBERT KORTE, NADJA NIKUTOWSKI, ANNETTE SCHAAT & PETRA STAHLSCHEIDT-ALLNER

Im Herbst des Jahres 2000 gingen Bilder vom Fischsterben an der Theiß um die Welt. Bedingt durch Dammschäden an Rückhaltebecken rumänischer Silberminen waren große Mengen zyanid- und schwermetallhaltiger Abfälle in den Szamos und weiter in die Theiß gelangt.

Im Herbst 2001 wurde im Rahmen eines EU-finanzierten Forschungsvorhabens in Zusammenarbeit mit der Internationalen Kommission zum Schutz der Donau (IKSD) die Fischfauna der Theiß (Abb. 1) untersucht. Dieses Vorhaben wurde von den Biologen der Biotest Arbeitsgruppe des HLUG gemeinsam mit Dr. EGBERT KORTE vom Senckenberg Institut und dem ungarischen Fischereibiologen Zoltan Sallai durchgeführt. Das Projekt bot die einzigartige Möglichkeit, einen Beitrag zur Bearbeitung einer Reihe grundsätzlicher Fragestellungen in der Umweltüberwachung großer Flusssysteme zu leisten. Der Oberlauf der Theiß, nahe der ukrainischen

Grenze, ist wenig besiedelt und war nicht von den Chemieunfällen betroffen (Tab. 1). Hier konnten Daten zur Fischfauna eines Flussbereiches erhoben werden, der nur sehr geringen anthropogenen Einflüssen unterliegt. Im Bereich unterhalb der Szamos Mündung bot sich die Möglichkeit, die Auswirkungen von Schadstoffeinträgen durch Störfälle auf weitgehend naturbelassene Flussgebiete zu studieren. Im Flussunterlauf der Theiß finden sich wasserbauliche Vorrichtungen wie Staudämme und Schleusen sowie Industrieansiedlungen. Es ist davon auszugehen, dass hier in hohem Maße anthropogene Faktoren den aquatischen Lebensraum prägen. Auf Wunsch der ungarischen Kollegen wurde im Unterlauf ein Flussabschnitt in der Umgebung der Abwassereinleitung eines Produzenten von verschiedenen Agrochemikalien beprobt. Die Fische wurden mit einem elektrischen Fischfanggerät von kleinen Booten aus gefangen (Abb. 3).

Tab. 1. Beschreibung der Probennahmestandorte

Standort	Merkmale	Indikatorfischarten	Artenzahl
1 Tivadar	Naturbelassener Standort oberhalb der Szamos Mündung	Ukelei, Döbel	11
2 Gergelyugornya	Mündung des Szamos, Einleitung der Schadstoffe aus Minenunfällen	Ukelei, Döbel	20
3 Sajo	Mündungsbereich des Sajo, Industrielle Einleiter, geringe Belastung durch Minenunfälle	Ukelei, Döbel, Aland	12
4 Industrieanlage Hersteller von Agrochemikalien	Einfluß eines definierten Einleiters und des Sajo	Ukelei, Döbel, Aland	15
5 Theißstausee	Theiß auf der Höhe des Theißstausees, der benachbarte Stausee war während der Passage der Schadstoffwellen weitgehend gegen den Fluss abgeschottet, ansonsten besteht eine Verbindung zwischen Stausee und Fluss	Ukelei, Aland	22
6 Szolnok	Industriestandort	Ukelei, Aland	8
7 Titel	Mündung der Theiß in die Donau, in Titel wurden nur Parasitisierungsraten und das Artenspektrum bestimmt, weitergehende Untersuchungen waren aufgrund des hohen Wasserstandes der Theiß nicht möglich.		23

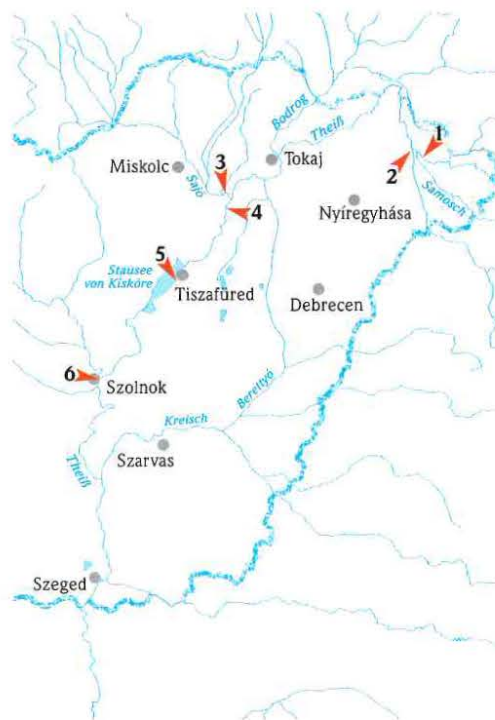


Abb. 1. Ungarische Tiefebene und Theiß, die Pfeile kennzeichnen Probennahmestellen gemäß Tab. 1.





Abb. 2. Biochemisches Freilandlabor.



Abb. 3. Fischfang-Team.

Bei den Probennahmen am Oberlauf der Theiß stand das Laborschiff Argus nicht zur Verfügung, so dass wir für unsere Untersuchungen ein biochemisches Freilandlabor einrichten mussten (Abb. 2).

Der enge Zeitplan für die Untersuchungen und die Lichtverhältnisse Anfang Oktober erforderten zwei Teams zum Aufarbeiten der Fänge. Zusammen mit den ungarischen Kollegen führte Dr. Korte die faunistische Analyse des Gesamtfangs durch. Die Biologen des HLUG untersuchten Individuen der Indikatorarten eingehender nach ökotoxikologischen Kriterien. Als Indikatorspezies stand der Ukelei (*Alburnus alburnus*), ein kleinwüchsiger, planktonfressender „Oberflächen Fisch“ an allen Probennahmestellen in hinreichender Zahl zur Verfügung. Weiterhin untersuchten wir Vertreter der Benthos orientierten „Grundfische“ der Gattung *Leuciscus*. Im Oberlauf der Theiß lebt der Döbel (*Leuciscus cephalus*). Im Unterlauf wurde der Aland (*Leuciscus idus*) als dominante Art beprobt. Der Aland ist die Wildform der Goldorfe (*Leuciscus idus melanotus*). Einjährige Goldorfen werden in Deutschland als Testorganismen zur Bestimmung der akuten Toxizität von Ab-

wasser eingesetzt (DIN 38412 L31). Dieses Testverfahren wurde am HLUG soweit modifiziert, dass anhand der Untersuchung einer Blutprobe auch nicht tödliche Giftwirkungen von Abwasserinhaltsstoffen, wie Störungen des Hormonhaushaltes der Fische, nachgewiesen werden können. Grundlage dieses Verfahrens ist die Identifikation eines Dotterproteins, das normalerweise nur von geschlechtsreifen weiblichen Fischen gebildet und über das Blut in die Eierstöcke transportiert wird. Findet man dieses Protein im Blut von unreifen Jungtieren oder männlichen Fischen, so ist dies ein Indikator für die Belastung der Tiere mit Stoffen, die wie ein weibliches Sexualhormon (Östradiol) wirken.

Der hessische Oberrhein ist die westliche Grenze der Verbreitung des Alands. Im Rhein ist er nur selten anzutreffen und steht daher für Freilanduntersuchungsprogramme (Biomonitoring) nicht zur Verfügung. Somit bot die Theißmessfahrt die einzigartige Gelegenheit, eine Freilandpopulation dieser Spezies, die für die Umweltlabors in Deutschland von großer Bedeutung ist, zu untersuchen.

### Zur Artenvielfalt der Fischfauna

Die Daten zur Artenvielfalt der Theiß sind in Tab. 1 wiedergegeben. Insgesamt wurden 42 verschiedene Arten gefangen. Es ist allerdings festzuhalten, dass es Flussbereiche gab, in denen wir keine Fische nachweisen konnten. So stammte der gesamte Fang der Probennahmestelle 3 aus den untersten 500 m des Sajo. Im Bereich von km 0,5 bis km 1,3 dieses Nebenflusses wurden mit der von uns eingesetzten Technik des Elektrofischens keine Fische gefangen. Dies galt auch für die Theiß in einem Bereich von

800 m unterhalb der Einleitung der oben genannten Industrieanlage (Standort 4 Tab. 1). Die größte Vielfalt fand sich im Mündungsbereich der Theiß in die Donau, was auf eine Vermischung des Artenspektrums von Theiß und Donau zurückzuführen ist. Es fällt auf, dass im Bereich der Szamos Mündung (Gergelyugornya), dem Abschnitt, in den in Folge des Chemieunfalls im Vorjahr große Mengen von Schadstoffen eingetragen wurden, deutlich mehr Fischarten gefangen wurden als im unbelasteten



Oberlauf (Tivadar). Dies und das breite Artenspektrum im Bereich des Naturschutzgebietes des Theißstausees zeigt, dass Strukturmerkmale der Gewässer, wie eine breite, flache und sandige Uferzone direkt unterhalb der Szamos Mündung und mit Pflanzen bewachsene, feinsedimentige, flache Uferzonen am Stausee für die Artenvielfalt entscheidend sind. Ferner besteht die Möglichkeit, dass Fische aus dem unbeeinträchtigten Oberlauf in den Bereich der Szamos Mündung und aus dem Theißstau-

see, der ebenfalls nicht von dem Schadstoffeintrag im Vorjahr betroffen war, in die Theiß einwandern. Im stauregulierten Unterlauf der Theiß im Bereich der Industriestadt Szolnok fand sich nur ein enges Artenspektrum, das von Benthos orientierten Karpfenartigen wie Zobel, Aland und Blicke dominiert war. An diesem Standort ist davon auszugehen, dass die Einwanderung von unbelasteten Fischen in hohem Maße durch wasserbauliche Einrichtungen (Staustufen) unterbunden war.

### Altersstruktur der Indikatorarten

Anhand von Schuppenproben, die von Fischen der Indikatorarten genommen wurden, lässt sich die Altersstruktur der untersuchten Spezies an den jeweiligen Standorten erfassen (Abb. 4). So unterschied sich die Altersstruktur des Ukelei im Oberlauf (Tivadar) und im Bereich der Szamos Mündung lediglich durch eine größere Streuung der Körperlänge der Jungfische aus dem Jahr 2001 (0+ Tiere). Dies lässt vermuten, dass der Ukelei an der Szamos Mündung in mehreren Etappen (Kohorten) abgelacht hatte. Unterhalb der Industrieanlage (Standort 4.) war die Mehrzahl der Jungfische deutlich kleiner als an flussaufwärts gelegenen Standorten. Dies lässt auf eine

Wachstumshemmung oder auf ein verspätetes Ablai-chen schließen.

Im Bereich der Industriestadt Szolnok war der Anteil des Ukelei am Gesamtfang deutlich geringer als im Oberlauf. Die Reduktion der Population an diesem Standort ist darauf zurückzuführen, dass die Zahl der 1+ Individuen (Tiere aus dem Vorjahr) in hohem Maße verringert ist und dass nur eine schwach besetzte Kohorte 0+ Fische vorgefunden wurde (Abb.4). Vom Aland, also der Fischart, die für den Unterlauf der Theiß typisch ist, wurden nur Fische gefangen, die älter als zwei Jahre waren.

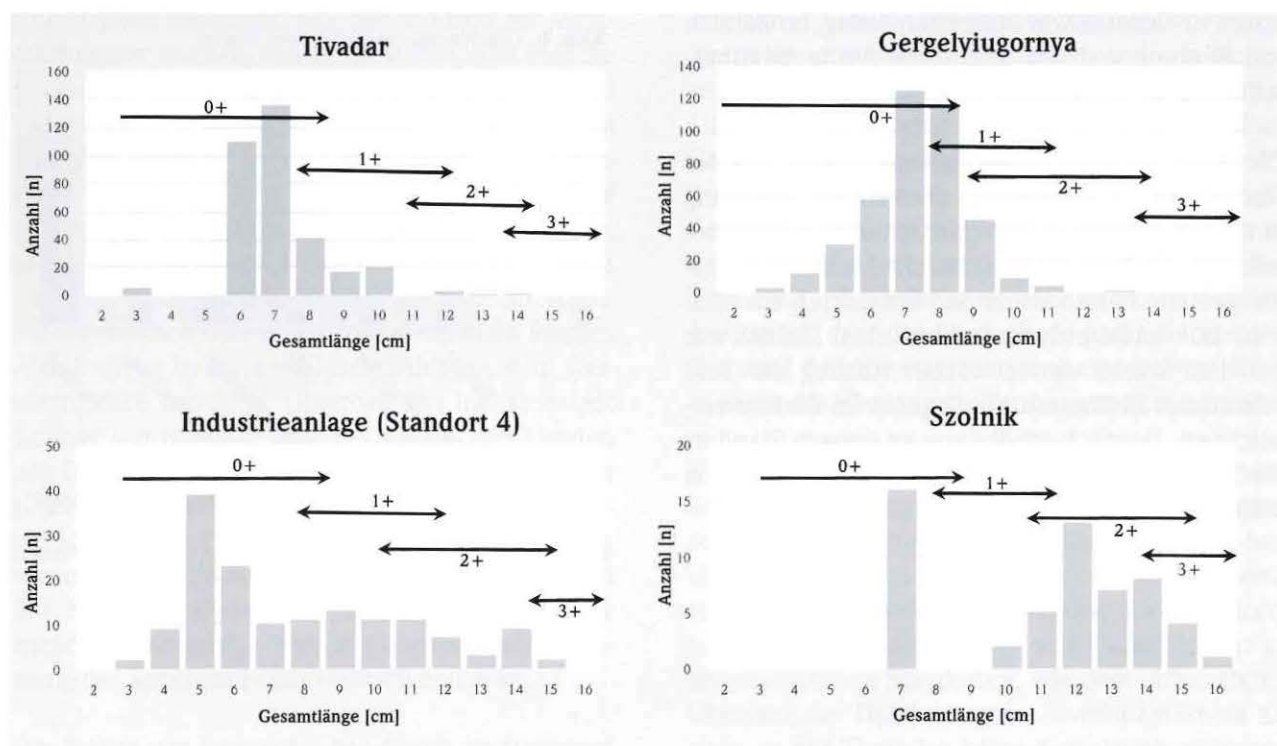


Abb. 4. Altersstruktur des Ukelei an verschiedenen Standorten der Theiß.

### Parasitisierung der Indikatorarten

Die Ergebnisse der parasitologischen Untersuchungen sind in Abb. 5 wiedergegeben. Die Daten sprechen dafür, dass im Bereich des Sajó und der unterhalb der Sajó Mündung gelegenen Industrieanlage (Standort 4) erhöhte Parasitisierungsraten vorliegen, was auf eine verminderte Immunkompetenz der Fische dieses Flussabschnittes schließen lässt. Im Vergleich mit parasitologischen Untersuchungen an karpfenartigen Fischen des Rheins fiel auf, dass Pilzinfektionen (*Branchiomyces spec.* und *Basidiobolus spec.*) vorlagen, die im Rhein nicht beobachtet wurden.

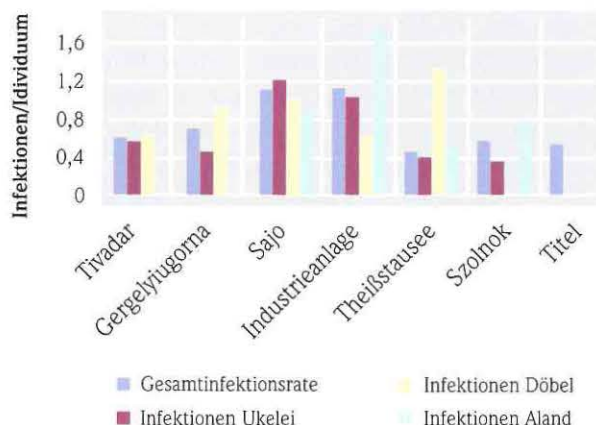


Abb. 5. Mittlere Infektionsrate pro Individuum.

### Geschlechterverteilung und Bildung von Dotterproteinen

Anhand von histologischen Untersuchungen des Keimgewebes wurde eine Bestimmung des Geschlechterverhältnisses vorgenommen. Abb. 6 zeigt, dass im unbelasteten Oberlauf (Tivadar) beim Ukelei der Anteil Weibchen stark erhöht war, während nur wenige Kilometer weiter flussabwärts unterhalb der Samosz Mündung (Gergelyugornya) eine statistisch signifikante Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zu Gunsten von Männchen vorlag. Im Bereich von Szolnok war gleichfalls ein Männchenüberschuss zu verzeichnen.

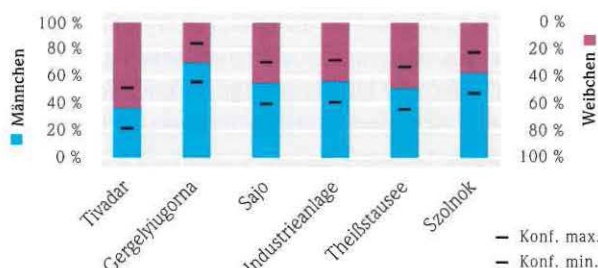


Abb. 6. Geschlechterverhältnis des Ukelei.

Die Bestimmung der Vitellogeningehalte im Blut der Fische (Abb. 7) zeigte, dass unterhalb der Einleitung einer Industrieanlage zur Herstellung von Agrochemikalien deutlich mehr männliche Ukelei Vitellogenin gebildet hatten als an den Standorten am Flussoberlauf. Im Bereich der Industriestadt Szolnok war bei dem Ukelei ein schwacher Anstieg der Zahl männlicher Fische mit Vitellogenin im Blut zu verzeichnen. Deutlich erhöht war an diesem Standort die Zahl der männlichen Alande, die Dotterproteine bildeten.

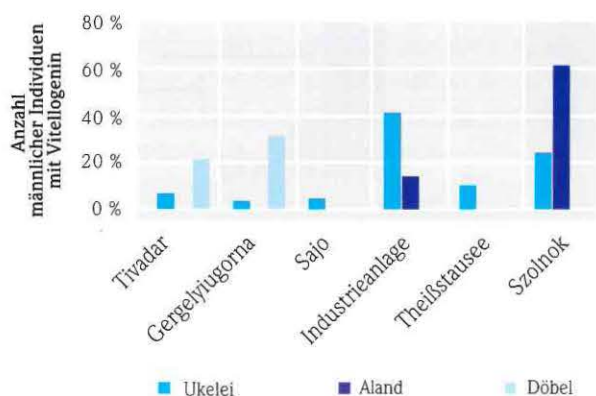


Abb. 7. Induktion von Dotterproteinen bei männlichen Fischen.



## Vergleichende Diskussion der Befunde von Theiß und Rhein

Diese erste Zusammenschau der Ergebnisse der Theißmessfahrt zeigt, dass das Monitoringkonzept des HLUG zur Überwachung des Rheines durchaus auch auf andere Flusssysteme übertragbar ist.

Die Daten, die im Bereich der Szamos Mündung erhoben wurden, spiegeln in einigen Befunden die Beobachtungen wieder, die nach dem Sandoz Unfall am Rhein gemacht wurden. Insbesondere die rasche Wiederbesiedlung der Habitate wurde in beiden Flüssen bereits im ersten Jahr nach dem Schadstoffeintrag beobachtet. Da es sich bei beiden Unfällen um sehr unterschiedliche Schadstoffe handelt, sind die Auswirkungen nur im Hinblick auf die allgemeine Kompensation akut toxischer Wirkungen vergleichbar.

Die Umkehr des Geschlechterverhältnisses des Ukelei im Bereich der Szamos Mündung im Vergleich zum flussaufwärts gelegenen Tivadar war der einzige eindeutige Unterschied in der Populationsstruktur dieser Indikatorspezies. Da die Verschiebung des Geschlechterverhältnisses nicht auf eine Altersklasse beschränkt ist, kommt ein Fremdstoffeintrag nur dann als Ursache für diesen Effekt in Betracht, wenn die Belastung über einen längeren Zeitraum vorlag.

Alle anderen Bioindikatoren, die im Laufe der Messfahrt erfasst wurden, weisen daraufhin, dass vom Sajo und der unterhalb der Sajo Mündung gelegenen Industrieanlage Beeinträchtigungen der Fischfauna ausgehen können. Die Zahl der männlichen Individuen des pelagischen Ukelei, die Dotterproteine ausbilden, war unterhalb der Industrieanlage deutlich erhöht. Dies lässt möglicherweise den Schluss auf einen Eintrag von hormonaktiven Substanzen zu. Die männlichen Individuen der benthischen Spezies Aland waren in diesem Flussbereich nicht in gleichem Maße betroffen. Unterhalb der Industriestadt Szolnok war in erster Linie bei männlichen Alanden das Dotterprotein nachweisbar und in geringerem Umfang bei Männchen des Ukelei. Dies könnte darauf hinweisen, dass unterhalb der Sajo Mündung vornehmlich eine Belastung des Wasserkörpers und der Schwebstoffe auf die industriellen Einleiter zurückzuführen ist, während in Szolnok eine Belastung der Sedimente eher wahrscheinlich ist.

Das Fehlen von Jungtieren des Alands im Unterlauf der Theiß kann nicht anhand der Daten einer einma-

ligen Befischung interpretiert werden. Vorstellbar ist, dass die Schadstoffwellen des Vorjahres Störungen der Fortpflanzungsfähigkeit der älteren Individuen und akute toxische Wirkungen auf die Jungfische hatten. Das Wiederbesiedlungspotential an diesen Standorten ist deutlich geringer als an den übrigen Probestellen. Dieses Schadbild kann zugleich durch die Chemieunfälle des Vorjahres wie auch durch die vorliegenden Belastungen mit hormonaktiven Substanzen verursacht sein.

Anhand der niedrigen Parasitisierungsrate der Fische, die in Szolnok gefangen wurden, lassen sich die Schadbilder im Bereich der Sajo Mündung deutlich von den Befunden, die im Unterlauf bei Szolnok erhoben wurden, abgrenzen. Dies kann zum Schluss auf unterschiedliche anthropogene Belastungen in beiden Bereichen führen.

Der Vergleich der Ergebnisse der Untersuchung der Fischfauna von Theiß und Rhein, die nach den gleichen Kriterien durchgeführt wurden, stellt sich wie folgt dar:

Die Daten zur Bildung von Dotterproteinen in männlichen Fischen aus der Theiß erbrachten eindeutige Hinweise darauf, dass an einigen Standorten hormonaktive Substanzen in wirkungsrelevanten Konzentrationen vorliegen. Eine annähernd vergleichbare Belastungssituation konnte im Rahmen hessischer Untersuchungsprogramme lediglich im Rheinzufuss Schwarzbach festgestellt werden. Dieser Bach führt mitunter mehr als 50 % Abwasser. Im Rheinstrom liegt eine vergleichbare Belastung nicht vor. Es ist davon auszugehen, dass die Wasserschüttung der Theiß das 10–25-fache des Schwarzbach beträgt. Dies zeigt, dass der hierzulande praktizierte hohe Standard der Abwasserreinigung eine unverzichtbare Säule des Wasserqualitätsmanagements darstellt.

Eine interessante Parallele zu hessischen Befunden erbrachte die Analyse von Vitellogenininduktionsraten und Geschlechterverhältnissen. Sowohl im hessischen Oberrhein als auch an der Theiß war eine statistisch signifikante Verschiebung des Geschlechterverhältnisses zu Gunsten von Weibchen nur an naturbelassenen Standorten, wie dem unbelasteten Oberlauf der Theiß messbar. Sowohl am Rhein als auch an der Theiß lag keine Korrelation zwischen Weibchenüberschuss und Induktion von Dotterpro-

teinen in männlichen Organismen vor. Die Bildung von Vitellogenin in männlichen Fischen kann aufgrund dieser Resultate nicht als eine beginnende Verweiblichung des Individuums gewertet werden. Demnach ist aufgrund der uns vorliegenden Daten, die weithin diskutierte These, nach der östrogenwirksame Substanzen eine Verweiblichung von Fischpopulationen hervorrufen, nicht haltbar. Vielmehr sprechen die Befunde von Theiß und Rhein dafür, dass ein hoher Anteil weiblicher Individuen eher ein Merkmal gering belasteter Populationen ist.

Die Untersuchungen des Alands im Unterlauf der Theiß weisen darauf hin, dass diese Spezies auch im Freiland sensitiv auf adverse Umweltfaktoren reagiert. Somit könnte sich gerade der am HLUG entwickelte Fischtest mit der Goldorfe [1], der zugleich akut toxische Wirkungen von Abwasser sowie Effekte von östrogen wirksamen Wasserinhaltsstoffen erfasst, als ein geeignetes Instrument der Einleiterkontrolle im Wasserqualitätsmanagement Osteuropas erweisen.

### Literatur

- [1] ALLNER, B., THEIMER, S., SCHAAT, A., STAHLSCHMIDT-ALLNER, P. (2000): Entwicklung eines Fischtests zur Erfassung von Stoffen mit endokrinen Wirkungen in Oberflächengewässern, Teil 3: Der neue Fischtest in der Gewässerüberwachung durch eine Landesbehörde. Abschlußbericht, BMBF Förderkennzeichen 02-WU9665/6