

Ökotoxikologie in der regulatorischen Praxis des Umweltbundesamtes

Von der Erkenntnis zur Entscheidung

Tobias Frische*, Jan Ahlers, Andreas Gies, Carola Kussatz, Christoph Schulte und Hans-Christian Stolzenberg

Umweltbundesamt (UBA), Wörlitzer Platz 1, D-06844 Dessau

* Korrespondenzautor (tobias.frische@uba.de)

DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/uwsf2007.03.172>

Bitte zitieren Sie diesen Beitrag wie folgt: Frische T, Ahlers J, Gies A, Kussatz C, Schulte C, Stolzenberg H-C (2007): Von der Erkenntnis zur Entscheidung. UWSF – Z Umweltchem Ökotox 19, Sonderheft Nr. 1, 49–57

Zusammenfassung

Dieser Beitrag möchte die Bedeutung der Ökotoxikologie in der regulatorischen Praxis der Stoffgesetze erläutern. Mit Blick auf das deutsche Umweltbundesamt (UBA) werden Organisationszusammenhänge sowie der Prozess der Entscheidungsfindung in der Bewertung der Umweltrisiken chemischer Stoffe veranschaulicht. Dass am Anfang regulatorischer Entscheidungen die wissenschaftliche Erkenntnis steht, verdeutlichen ein Einblick in eigene Forschungsarbeiten des UBA und ein Überblick über die extern durchgeführte Forschung. Ein weiteres Kapitel zeigt den Stellenwert standardisierter Prüfmethode und international abgestimmter Bewertungsverfahren für die Regulation auf, wobei auch deren aufwändige Entstehungs- und Abstimmungsprozesse nachgezeichnet werden. Entscheidungen zu Stoffrisiken fallen nicht am einsamen Behördenschreibtisch, sondern sind in intensive wissenschaftliche und gesellschaftspolitische Diskussionen eingebunden. Deren Transparenz – ebenso wie die Unabhängigkeit der Wissenschaft – ist bisweilen kritisch zu hinterfragen; dies wird im Zusammenhang pointiert diskutiert. Ein abschließendes Kapitel erörtert Anforderungen an die Qualifikation von Ökotoxikologinnen und Ökotoxikologen in der regulatorischen Praxis aus Sicht des UBA und beschreibt erste Erfahrungen des Amtes mit seinem Beitrag zur Fachökotoxikologen-Ausbildung von GDCh/SETAC GLB. In der Gesamtschau verdeutlichen die diskutierten Themen die besondere Herausforderung in der regulatorischen Ökotoxikologie: Die Erarbeitung von entscheidungsrelevantem Wissen in einem Spannungsfeld zwischen wissenschaftlichem Anspruch sowie wirtschaftlichen und politischen Interessen.

Schlagwörter: Chemikaliensicherheit; regulatorische Ökotoxikologie; Risikobewertung; Stoffgesetze; Umweltbundesamt (UBA)

Abstract

Ecotoxicology in the Regulatory Practice: German Federal Environmental Agency (UBA)

This contribution highlights the role and importance of ecotoxicology in regulatory decisions of chemicals legislation focussing on the responsibilities of the German Federal Environmental Agency (UBA). Therefore, organisational structures and processes relevant for making decisions concerning the risks of chemicals to men and the environment are described. As any regulatory decision starts with scientific findings, a brief overview of UBA's activities with regard to own research and to initiate research in the area of ecotoxicology is provided. In addition, the vast importance of standardisation and international harmonisation of guidelines for testing and assessment of chemicals is illustrated, including the time- and resource consuming character of these harmonisation processes. Subsequently, the involvement of regulatory decision making in intense and controversial scientific and political debates is emphasised. The transparency of these discussions and the independence of science is critically addressed in this context. In a final chapter the job requirements and options for qualification in Germany are described, ending up with a brief summary of the positive experiences with UBA's contribution to the new advanced training course in ecotoxicology realised by GDCh/SETAC GLB. A summary of the discussions on these different topics emphasises the specific challenge in regulatory ecotoxicology: To generate knowledge relevant for decision making, while acting in an area of conflict between scientific demands and economical as well as political interests.

Keywords: Chemical safety; German Federal Environmental Agency (UBA); legislation of chemicals; regulatory ecotoxicology; risk assessment

1 Das Umweltbundesamt – (mit)entscheidend über Schutz von Mensch und Umwelt

Chemikalienrisiken zu bewerten und zu regulieren sind bedeutsame gesellschaftliche Aufgaben, die klare und wissenschaftlich fundierte Entscheidungen erfordern. Entscheidungen, die Umwelt und menschliche Gesundheit vor unerwünschten Auswirkungen chemischer Stoffe schützen sollen. Hier hat sich das deutsche Umweltbundesamt auch international einen Namen gemacht: 'UBA' – die Abkürzung ist bekannt in der chemischen Industrie, bei den Umweltverbänden und in der Forschungslandschaft. Bei den einen als potenzieller Auftraggeber und wissenschaftlicher Diskussionspartner, bei

den anderen als zu strenge oder aber zu unentschlossene Bewertungsbehörde. Nicht immer findet die 'UBA-Position' Verständnis bei allen Beteiligten. Wirtschaftsverbände und betroffene Unternehmen neigen dazu, UBA-Positionen als extrem und zu weitgehend darzustellen. Das liegt auch an der Maxime einer vorsorgenden und nachhaltigen Stoffpolitik, der das UBA per gesetzlichen Auftrag verpflichtet ist.

Gegründet hat das UBA 1974 per Errichtungsgesetz – lange vor der Umweltbewegung der 80er Jahre und den großen Chemieunfällen wie Sandoz bei Basel – Bundesinnenminister Hans-Dietrich Genscher. Das UBA ist somit älter als das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

cherheit (BMU), das erst 1986 errichtet wurde und seitdem für das UBA zuständig ist. Mit modernen Worten: wichtigster UBA-Kunde ist das BMU, ihm und der Öffentlichkeit erbringt das UBA seine Dienstleistungen.

Wichtige Dienstleistungen, in denen die Ökotoxikologie eine zentrale Rolle spielt, erbringt das UBA bei der Stoffbewertung¹. Dabei gilt: Die Stoffgesetzgebung definiert den Auftrag und den Rahmen für regulatorische Entscheidungen. Um zu fachlich fundierten Bewertungsmethoden und belastbaren Entscheidungen in jedem Einzelfall zu gelangen, ist das UBA auf die Erkenntnisse der Ökotoxikologie angewiesen.

Die stoffgesetzlichen Aufgaben des UBA sind im Fachbereich Chemikalien- und biologische Sicherheit (Fachbereich IV) gebündelt (Organisationsstruktur siehe auch: www.umweltbundesamt.de). Er umfasst zwei Abteilungen: Die sechs Fachgebiete der Abteilung Chemikaliensicherheit (IV 1) sind für abschließende Risikobewertungen und die Umsetzung der Entscheidungen in den verschiedenen Stoffgesetzen sowie für koordinierende Aufgaben zuständig. Die Erarbeitung detaillierter fachwissenschaftlicher Beurteilungen sowie die Weiterentwicklung von Prüfverfahren und Bewertungsmethoden obliegt den sechs Fachgebieten der Abteilung Risikobeurteilung (IV 2).

Besonders stark ist das UBA durch die Vernetzung zwischen seinen verschiedenen Fachbereichen. Ein Beispiel ist die Zusammenarbeit zwischen 'Gewässerschutz', der zum medial organisierten Fachbereich II (Gesundheitlicher Umweltschutz, Schutz der Ökosysteme) gehört und der Bewertung von Pflanzenschutzmitteln im Fachbereich IV. Wenn den Expertinnen und Experten aus dem Grundwasserschutz bestimmte Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe bei der Auswertung der Überwachungsprogramme der Länder auffallen, wird der Fachbereich IV aktiv. Dies ist ein Grund, weshalb in Deutschland – im Gegensatz zu anderen EU-Mitgliedstaaten – Pflanzenschutzmittel mit dem Wirkstoff Atrazin schon frühzeitig verboten wurden. Gleichzeitig leitet der Fachbereich II aus den im Fachbereich IV bei der Bewertung einzelner Chemikalien oder Pflanzenschutzmittel ermittelten ökotoxikologisch relevanten Wirkschwellen Umweltqualitätsziele ab, zum Beispiel nach EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL).

Dass 'Regulatorische Ökotoxikologie' in einem Spannungsfeld zwischen wissenschaftlichem Fortschritt und gesellschaftspolitischen Vorgaben stattfindet, soll in diesem Beitrag anhand folgender Fragen veranschaulicht werden:

- Welche Bedeutung hat die Forschung für Entscheidungen des UBA?
- Welche Bedeutung haben harmonisierte Prüfmethode und Bewertungsverfahren für diese Entscheidungen?
- Wie unabhängig ist das UBA in seinen Entscheidungen?
- Welche Qualifikationen schaffen Entscheidungskompetenz?

¹ Beteiligungen des UBA an der gesetzlichen Chemikalienbewertung: Chemikaliengesetz (ChemG), EG-Altstoffverordnung (EG-AltstoffV), REACH (neue EU-Chemikaliengesetzgebung), Pflanzenschutzgesetz (PflSchG), Biozidgesetz (BiozidG), Wasserhaushaltsgesetz (WHG), Verwaltungsvorschrift wassergefährdender Stoffe (VwVwS), Arzneimittelgesetz (AMG), Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG), EG-Detergenzienverordnung (EG-DetergenzienV)

2 Forschung für Entscheidungen: Das UBA forscht und fördert

Die wissenschaftlichen Dienstleistungen des UBA verteilen sich zu einem Drittel auf hoheitliche Aufgaben (aus der Umweltgesetzgebung) und zu zwei Dritteln auf die Generierung und Bereitstellung wissenschaftlicher und wissenschaftsbasierter Informationen für das Umweltministerium (Politikberatung) und die Öffentlichkeit (Umweltinformation). Jede forschende Tätigkeit im UBA sowie die im Auftrag des UBA durchgeführte Forschung ist eine Vorleistung, diese wissenschaftlichen Dienstleistungen zu erbringen. Kurz: Maßgeblich ist die Praxisrelevanz der Forschungsergebnisse für regulatorisches Entscheiden und Handeln. Dennoch gehorcht die UBA-Forschung nicht nur kurzfristigem politischen Handlungsbedarf, sondern hat als 'Vorlauftforschung' ebenfalls langfristige Fragestellungen zum Thema: Diese zielt darauf ab, Wirkungen von Umweltbelastungen auf Ökosysteme und Gesundheit sowie beeinträchtigende Risiken durch Umweltbelastungen frühzeitig zu erkennen und einzuschätzen.

Nach eigenem Verständnis hat das UBA besondere Möglichkeiten (und damit eine besondere Verantwortung) in der und für die angewandte Umweltforschung. Diese resultieren aus der fachlichen Breite der Aufgaben und Kompetenzen des Amtes, aus dem synoptischen Potenzial in allen den Umweltschutz betreffenden Fachgebieten (z.B. schutzgut- bzw. umweltmedienübergreifende Betrachtung) sowie der Schnittstellenkompetenz zwischen Gesetzesentwicklung, Bewertung und Wissenschaft.

2.1 Eigene Forschung des UBA zur Ökotoxikologie

Das UBA forscht selbst und lässt forschen. Der Eigenforschung des UBA steht die Forschung durch Auftragnehmer (z.B. Großforschungseinrichtungen, Universitäten) gegenüber. Gemäß Selbstverständnis findet Eigenforschung nicht nur in den UBA-Laboratorien statt, sondern umfasst auch Analysen, Bewertungen und methodische Entwicklungen 'am Behördenschreibtisch'. Ein Beispiel für nicht-empirische Eigenforschung zu ökotoxikologischen Themen ist die Nutzung der Stoffdatenbanken des Amtes. Hier sind Informationen zu umweltrelevanten Eigenschaften und ökotoxikologischen Wirkungen archiviert, die dem UBA im Rahmen seiner stoffgesetzlichen Aufgaben zur Prüfung und Bewertung vorgelegt wurden. Regelmäßig werten UBA-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler diese Informationen aus und widmen sich dabei Fragen wie:

- der Aussagekraft von Struktur-Wirkungs Modellen (QSAR) (Stock 2005),
- dem Vergleich von akuter und chronischer Toxizität (Ahlers et al. 2006),
- den endokrinen Effekten von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen (Frische & Werschkun 2006),
- der Bedeutung terrestrischer Modellökosysteme in der Risikobewertung (Weyers et al. 2004).

Die UBA-eigene experimentelle Forschung zeigt das Beispiel des Fachgebietes 'Untersuchung und Bewertung wassergefährdender Stoffe' auf (<http://www.umweltbundesamt.de/wgs/index.htm>). Hier, in Berlin-Marienfelde, werden die aquatische Toxizität und Abbaubarkeit von Stoffen und Stoffge-

mischen untersucht und für die Ableitung der Wassergefährdungsklassen gemäß Verwaltungsvorschrift wassergefährdende(r) Stoffe (VwVwS) genutzt. Darüber hinaus erbringt dieses Labor experimentelle Dienstleistungen für die Stoffbewertung:

- Begleitung von Forschungsvorhaben im UFOPLAN – z.B. zur ökotoxikologischen Charakterisierung von Bioziden unter realitätsnahen Expositionsbedingungen (Kussatz et al. 2004),
- Untersuchung ökotoxikologischer Fragestellungen, die ein spezielles Versuchsdesign erfordern – z.B. Ermittlung der Lichtsättigung beim Wachstum verschiedener Algenarten für die Untersuchung von gefärbten Lösungen,
- Mitarbeit im OECD-Prüfrichtlinienprogramm – z.B. Teilnahme an internationalen Ringtests zur Entwicklung des Sediment-Kontakttest mit *Lumbriculus variegatus* (Egeler et al. 2005),
- Überprüfung nicht plausibler Studien, die zur Erfüllung gesetzlicher Datenanforderungen von Antragstellern vorgelegt wurden sowie Schiedsanalysen und Fragestellungen, die mittels Standardprüfverfahren untersucht werden. Für diese Aufgaben ist eine Palette von Methoden in Anwendung: Leuchtbakterientest (DIN 38412-L 34, EN ISO 11348-1), Algentest (DIN EN 28 692, OECD 201), Daphnientests (EN ISO 6341, OECD 202, OECD 211), Lemnatest (OECD 221), Fischembryotest und Untersuchungen zum biologischen Abbau.

Weitere UBA-Laboratorien begleiten die ökotoxikologischen Untersuchungen chemisch-analytisch, z.B. das Labor für Wasseranalytik (<http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/wasseranalytik.htm>) oder analytische Laboratorien am Standort Berlin-Marienfelde. Hier betreibt das UBA ebenfalls eine Fließ- und Stillgewässer-Simulationsanlage (FSA) modernster Bauart (<http://www.umweltbundesamt.de/index/fsa.htm>) und untersucht Verhalten, Verbleib und Wirkung von Umweltschadstoffen in komplexen ökologischen Systemen.

Die empirische und nicht-empirische Eigenforschung des UBA soll grundsätzlich den Prinzipien der guten wissenschaftlichen Praxis genügen. Zur systematischen Qualitätssicherung tragen UBA-eigene Leitlinien und Ombudsleute für gute wissenschaftliche Praxis bei. Um das Qualitätssicherungssystem der Guten Laborpraxis (GLP) für experimentelle Untersuchungen mit regulatorischer Relevanz bereitstellen zu können (Beulshausen et al. 2004), inspizierte 2006 die GLP-Prüfstelle des Bundes das ökotoxikologische Labor und nahm es in das GLP-Überwachungsprogramm der staatlichen Überwachungsbehörden auf.

2.2 Forschung zu Ökotoxikologie und Umweltchemie im Auftrag des UBA

Ökotoxikologie ist ein wichtiger Schwerpunkt der vom UBA vergebenen Forschung; diese wird in Form von Gutachten und Sondervorhaben oder als UFOPLAN-Projekte (Box 1) erbracht.

In den Jahren 1998 bis 2006 wurden insgesamt 183 Studien zur Ökotoxikologie und Umweltchemie mit einem Finanz-

Box 1: UFOPLAN

Zentrales Instrument zur Steuerung der Forschung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) ist der jährlich neu aufgelegte Umweltforschungsplan (UFOPLAN). Abstimmungs- und Aufstellungsphase sowie Prioritätensetzung für neue Vorhaben beginnen UBA-intern jeweils im Vorjahr gemäß Budget-Vorgaben des BMU, welches ebenfalls über die endgültige Auswahl der zu fördernden Projekte entscheidet. Prioritär sind vor allem Projekte, die eine besondere Dringlichkeit und Wichtigkeit im Hinblick auf die Unterstützung der politischen Schwerpunkte des BMU aufweisen oder die sich aus gesetzlichen Verpflichtungen ergeben. Nach Verabschiedung werden die Projekttitel im Internet veröffentlicht, womit das Interessenbekundungsverfahren startet. Interessenten sind hier aufgefordert, in knapper Form ihre Fachkunde und Leistungsfähigkeit, ihre personelle und technische Kapazität sowie Eigeninteresse und Finanzierungsbeitrag darzulegen. Aus den Interessenten identifizieren die Fachbegleiter im UBA potenzielle Auftragnehmer, die mit einer detaillierten Leistungsbeschreibung zur Angebotsabgabe aufgefordert werden. Zuschlag für die Forschungsaufträge erhalten nach einem internen 'peer review' die wirtschaftlichsten Angebote.

volumen von etwa 25 Millionen Euro vergeben. Diese Studien sind in der UBA-Datenbank UFORDAT via Internet recherchierbar. Die Auswertung zeigt:

- Im Durchschnitt wurden etwa 18 Studien pro Jahr gefördert (Abb. 1).
- Durchgeführt wurden diese von insgesamt 86 unterschiedlichen Auftragnehmern, wobei private Forschungsinstitute die größte Gruppe stellten, gefolgt von Hochschulen und Großforschungseinrichtungen (Abb. 2). Die Verteilung des Fördervolumens entspricht weitgehend der

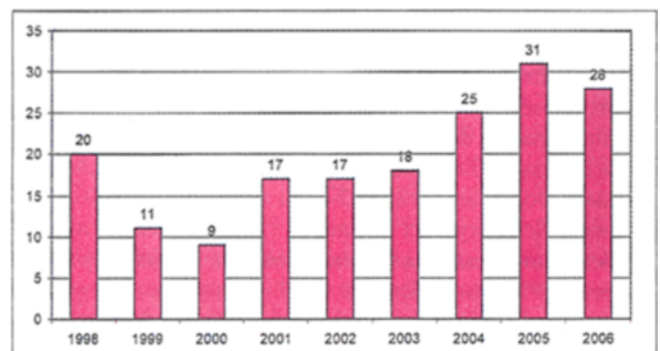


Abb. 1: Forschung zu Ökotoxikologie und Umweltchemie im Auftrag des UBA – Anzahl abgeschlossener Studien von 1998 bis 2006 (176 abgeschlossene Studien gesamt, im Jahr 2006 noch nicht abgeschlossene Studien blieben in dieser Darstellung unberücksichtigt)

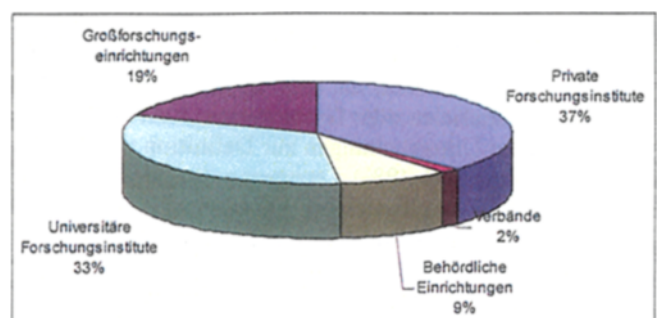


Abb. 2: Forschung zu Ökotoxikologie und Umweltchemie im Auftrag des UBA (1998–2006) – Verteilung auf Auftragnehmer

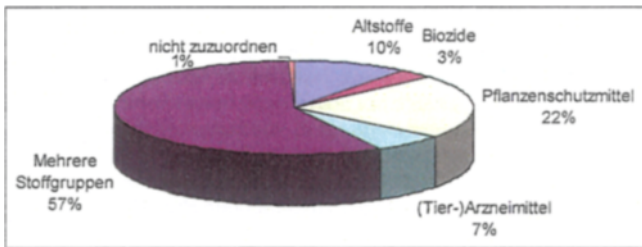


Abb. 3: Forschung zu Ökotoxikologie und Umweltchemie im Auftrag des UBA (1998–2006) – Verteilung auf Stoffgruppen

Verteilung der Studien auf diese Gruppen. Es liegt keine kritische Konzentration auf einige wenige Auftragnehmer vor: Die 10 häufigsten Auftragnehmer beanspruchten etwa 40% des gesamten Fördervolumens.

- Etwa die Hälfte der geförderten Studien widmete sich Eintrag, Vorkommen, Verbleib, Verhalten von Chemikalien und der Umweltexposition. Die andere Hälfte befasste sich mit den ökotoxischen Wirkungen von Chemikalien bzw. der Bewertung des Risikos von Chemikalien für die Umwelt.
- Die Verteilung der Studien auf die Umweltmedien zeigt: Den größten Anteil (35%) nahmen medienübergreifende Fragestellungen ein, gefolgt von Studien zu Wasser (24%) und Boden (19%).
- Die Auswertung der untersuchten Stoffgruppen lässt erkennen, dass der überwiegende Teil (57%) der Studien sich nicht exklusiv einzelnen Stoffgruppen widmete (Abb. 3). Bei den stärker fokussierten Studien standen Pflanzenschutzmittel am häufigsten im Mittelpunkt, gefolgt von Industriechemikalien/ Altstoffen, (Tier-)Arzneimitteln und Bioziden. Diese Verteilung mag sowohl die Umweltrelevanz als auch den Status der Umsetzung der Stoffgesetze widerspiegeln.
- Eine Analyse der bearbeiteten Themenfelder macht deutlich, dass die Entwicklung neuer Methoden (wie z.B. ökotoxikologischer Prüfmethode und deren Richtlinien) einen Schwerpunkt darstellte (34% der Studien). Die Bewertung einzelner Chemikalien bzw. Chemikaliengruppen (20%) sowie Studien zur Erfassung des Umweltzustandes (19%) folgen gleichauf. 14% der Studien widmeten sich der (Weiter-)Entwicklung von Bewertungskonzepten und 10% dienten der Erforschung von Mechanismen und Prozessen der ökotoxischen Wirkung bzw. des Umweltverhaltens von Stoffen.
- Eine Verteilung auf den regulatorischen Kontext weist die Forschung mit unmittelbarem Bezug zu den Stoffgesetzen (60% der Studien) als prioritär aus. An zweiter Stelle stehen Studien, die sich der Ableitung von Umweltqualitätszielen oder Grenzwerten (12%) widmeten, gefolgt von Untersuchungen zur Definition von (neuen) Umweltschutzziele (9%). Letztgenannte Arbeiten sind der Kategorie 'Vorlauforschung' zuzuordnen.
- Im betrachteten Zeitraum lassen sich einige inhaltliche Schwerpunkte identifizieren wie z.B. Untersuchungen zu Umweltverhalten und Wirkungen endokriner Disruptoren oder Studien zur Ableitung von Bodenwerten für die Ausgestaltung der Bundes-Bodenschutz-Verordnung.

2.3 Forschen für regulatorische Entscheidungen: ein Fazit

Kennzeichnend für die im UBA und im Auftrag des UBA durchgeführte Forschung im Themenfeld ist deren Relevanz für die hoheitlichen Aufgaben des Amtes im Rahmen der Stoffgesetze. Trotz knapper werdender Budgets und damit zunehmender Konkurrenz zwischen Forschungsthemen auch innerhalb des UBA blieben die Aufwendungen für Vorhaben zur Ökotoxikologie und Umweltchemie von 1998 bis 2006 konstant. Zu erwarten ist allerdings eine weitere Fokussierung der Mittel auf Vorhaben, die sich aktuellem Handlungsbedarf widmen. Bei Fortsetzung dieses Trends werden grundlegende konzeptionelle und längerfristige Fragestellungen zur Bewertung ökotoxikologischer Stoffrisiken (wie z.B. die Bewertung der Wiedererholung von Populationen in der Umwelt, der Einfluss von Umweltchemikalien auf die Biodiversität oder die Berücksichtigung von Kombinationswirkungen in der Risikobewertung) zusehends ins Hintertreffen geraten. In seiner im Januar 2007 veröffentlichten Stellungnahme im Rahmen der Evaluierung der Ressortforschung des Bundes formuliert der Wissenschaftsrat eine ähnliche Besorgnis – um das wissenschaftliche Niveau des UBA generell – und empfiehlt "den derzeitigen Anteil an eigenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten aufrecht zu erhalten sowie in einer Strategiedebatte mit Vertretern der Umweltforschung das derzeitige Aufgabenportfolio zu überprüfen." (Stellungnahme unter www.wissenschaftsrat.de)

Eine weitere Reduzierung der Vorlauforschung ist umso kritischer einzuschätzen, da derzeit kein Förderprogramm bzw. -schwerpunkt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) zur Ökotoxikologie existiert. Dass die frühere BMBF-geförderte 'themenorientierte Grundlagenforschung' wertvolle Beiträge für die Entwicklung der Fachwissenschaft und für regulatorisches Wirken leistete, ist unstrittig (Mathes & Weidemann, 1991, Herrchen & Gruber 2003). Neben der Forderung nach Wiederaufnahme entsprechender öffentlicher (BMBF-)Forschungsförderungen ist der Vorschlag von Herrchen & Gruber (2003) zur Einrichtung eines wissenschaftlichen Forums zur Positionierung der Ökotoxikologieforschung in Gesellschaft und Politik zu unterstützen. Dessen Aufgaben wäre "...auch die Erarbeitung von Forschungs- und Themenschwerpunkten, und es soll als Integrationsinstrumentarium zwischen Kontinuität und Aktualität sowie als Instrument zur Qualitätskontrolle dienen." Dass die SETAC GLB bei solchen Bemühungen zukünftig eine aktive Rolle übernehmen sollte, ist nahe liegend und wünschenswert.

3 Harmonisierte Prüfmethode und Bewertungsverfahren für Chemikalien: Entscheidungen leicht gemacht?

Der Markt für Chemikalien ist global. Und mit Ausnahme besonders empfindlicher Ökosysteme bestimmter Regionen sind auch die Risiken für Mensch und Umwelt weltweit vergleichbar. Aus diesem Grund sollten sowohl die Methoden zur Prüfung von Wirkungen von Stoffen als auch die Bewertungsverfahren identisch sein. Das oberste Ziel ist dabei für alle Stoffe gleich: eine nachvollziehbare, prospektive Risikobewertung. Gerade für solche Chemikalien, deren intrinsische Eigenschaften bereits ein Gefährdungspotenzial bergen, ist die Risikobewertung die Grundlage für ein wirksa-

mes Risikomanagement. Voraussetzung dafür sind verlässliche, aussagekräftige Testdaten, möglichst erhoben nach international abgestimmten Richtlinien. Es geht dabei mitnichten um das ziellose Sammeln von Daten, sondern darum, kritische Aspekte zu identifizieren, mit adäquaten Daten für belastbare und justiziable Entscheidungsgrundlagen zu sorgen und gezielt zu bewerten. Für Stoffe, die aufgrund ihrer Verwendung und ihrer Verteilungseigenschaften beispielsweise niemals in den Boden gelangen werden, müssen die Wirkungen auf Bodenorganismen nicht geprüft werden. Es geht also auch darum, den Prüfaufwand und – aus Tierschutzgründen – besonders Wirbeltierversuche auf ein notwendiges Minimum zu beschränken.

3.1 Harmonisierung wollen alle – aber wie funktioniert es?

Harmonisierung ist ein langwieriger und aufwändiger Prozess. Jeder möchte sein Wissen und die spezifischen Bedürfnisse seines 'regulatorischen Alltags' einbringen. Jeder, das sind Wissenschaftler aus Universitäten, die von ihren Entwicklungen überzeugt diese voranbringen möchten. Das sind Prüflaboratorien, die Ihre Verfahren vermarkten möchten. Das sind Unternehmen und ihre Verbände, die Kosten sparen müssen. Dazu kommen nationale Interessen, geleitet durch unterschiedliche gesetzliche Anforderungen.

Letztlich jedoch ersparen standardisierte Methoden und Bewertungsverfahren langwierige Diskussionen im Einzelfall; erst sie stellen die (horizontale) Vergleichbarkeit und Transparenz von Stoffbewertungen sicher. Gleichzeitig sind die internationale Harmonisierung und die gegenseitige Anerkennung von Testergebnissen ein wirksamer Beitrag zur Begrenzung des Prüfaufwands, zur Einsparung von Tierversuchen und zur Globalisierung von Umweltschutz-Maßstäben.

Gerade im Spannungsfeld zwischen den verschiedenen Ansprüchen der Beteiligten, nämlich:

- Streben nach wissenschaftlicher Wahrheit
- Effizienz
- Vermeidung unnötiger (?) Kosten

Box 2: Entwicklung von OECD Test Guidelines der 200er Serie

- (1) Die meisten TGs der ersten Dekade des Programms (1981–1990) beziehen sich auf relativ einfache Testsysteme, die überwiegend akute Toxizität oder Wachstum bzw. Reproduktion bei aquatischen Organismen nach kurzzeitiger Exposition prüfen. Die häufigsten ökotoxikologischen Stoffprüfungen erfolgen mit Fisch (TG 203), Daphnie (TG 202) und Alge (TG 201). Die Ergebnisse liefern zusammen mit klaren und schematisierten Bewertungsregeln die Grundlage für regulatorische Entscheidungen und die Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien.
- (2) In der zweiten Dekade des Programms (1991–2000) folgen u.a. drei Testmethoden zur Verbesserung der Daten über subakute Wirkungen bei Fischen (TGs 210, 212, 215). Die drei 'Standardtests' zu Fisch, Daphnie, Alge erfahren erste Überarbeitungen und dabei die Teilung der TG 202 in einen verbesserte Version des akuten Tests und eine eigene TG mit dem ebenfalls verbesserten Reproduktionstest (TG 211). Im Blick auf die drei 'neuen' Testmethoden mit Fischen ist bemerkenswert, dass die Verwendung ihrer Ergebnisse in den verschiedenen gesetzlichen Re-

- Reduzierung von Unsicherheiten
- Notwendigkeit adäquater regulatorischer Entscheidungen

kommt harmonisierten Methoden eine ausschlaggebende Bedeutung zu.

3.2 Harmonisierung der Prüfmethode

Am Anfang steht die wissenschaftliche Erkenntnis. Liefert die Wissenschaft neue Erkenntnisse, die relevant für die Stoffbewertung sind oder werden können, initiiert das UBA gezielt Forschung zur Entwicklung neuer Prüfmethode und Bewertungsverfahren (vgl. Kapitel 2). Dabei sucht das UBA Beratung und Diskussion mit Experten aus der universitären Forschung und den Unternehmen, die später die Verfahren anwenden sollen. Sind die Verfahren Erfolg versprechend, werden Ringversuche initiiert und internationale Expertengremien einberufen. Spätestens auf dieser Ebene beteiligen sich andere Mitgliedstaaten (EU, OECD) an der Diskussion. Sie haben häufig eigene methodische Varianten entwickelt, es entsteht eine Konkurrenz der Methoden. Um Doppelentwicklungen oder Methodenkonkurrenz zu vermeiden, wird zunehmend versucht, auch die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in der EU frühzeitig abzustimmen.

Die Abstimmungsprozesse erstrecken sich über mehrere Stufen. Das wichtigste Forum für Prüfmethode in der Stoffbewertung ist das *Test Guidelines Programme* der OECD (www.oecd.org/env/testguidelines/), bei der ökotoxikologischen Prüfung von Abwässern, Abfällen und Böden sind dagegen die Methoden von DIN, ISO und CEN maßgeblich (Pluta & Rosenberg 2005). In Box 2 wird am Beispiel der 'grünen' OECD Test Guidelines (kurz: TGs) der 200er Serie (Effects on Biotic Systems) die Entwicklung harmonisierter Prüfmethode seit Anfang 1980 nachgezeichnet. Wichtig ist dabei: Die Prüfmethode müssen zu den Bewertungsverfahren passen. Diese orientieren sich an den gesetzlichen Vorgaben. Und die Gesetzgebung wiederum ist in den verschiedenen Staaten unterschiedlich. Die größten Gruppen im OECD-Programm bilden die USA, Japan und die EU.

gimes der OECD-Mitglieder deutlich uneinheitlicher und weniger schematisiert ist als beim 'Fisch-Daphnie-Alge-Standard'.

- (3) Seit 2001 verabschiedete TGs sind Reproduktionstests mit Bodenlebenden Ringelwürmern (TGs 220, 222), die TGs 218 und 219 mit aquatischen Zuckmückenlarven und die TG 221 mit Wasserlinsen. Sie erfassen chronische Wirkungen bei längerfristiger Exposition. Das Testsystem der TG 218 beinhaltet erstmals ein Sediment-Kompartiment. Damit verstärkt sich abermals der Trend zu komplexeren Testsystemen. Sie können zwar gezielter bestimmte regulatorische Fragen beantworten, sind aber ungeeigneter für breit anwendbare, schematisierte Test- und Bewertungskonzepte. Noch deutlicher wird die Notwendigkeit zur Abstimmung zwischen spezifischer Fragestellung der regulatorischen Risikobewertung und der geeigneten Testmethode bei einem aktuellen und wichtigen Schwerpunkt des OECD-Programms, dem 'Endocrine Disrupters Testing and Assessment (EDTA)'. Bis zum Ende dieses Jahrzehnts liefert es voraussichtlich die meisten neuen 200er TGs.

3.3 Harmonisierung der Bewertungsverfahren

Für alle Stoffgruppen gilt: Die Risikobewertung stellt die in den ökotoxikologischen Prüfungen an Stellvertreter-Organismen ermittelten Nicht-Effekt bzw. Effekt-Konzentrationen den auf Grundlage der Umwelteinträge rechnerisch vorhergesagten Konzentrationen in dem betrachteten Kompartiment gegenüber. Je nach Abstraktionsniveau werden noch zusätzliche Bewertungsfaktoren herangezogen: je näher das Prüfverfahren der in der Umwelt zu erwartenden Situation kommt, umso geringer ist der erforderliche Bewertungsfaktor. Dieses Prinzip der (einzelstofflichen) Risikobewertung ist noch für alle Arten von Chemikalien gleich. Doch harmonisiert ist es nur innerhalb einzelner regulatorischer Bereiche: Industriechemikalien werden anders bewertet als Pflanzenschutzmittel. Je nach Verwendung einer Chemikalie kann das Ergebnis eines Test mit Daphnien (OECD TG 202) mit einem Bewertungsfaktor von 100 (Pflanzenschutzmittel) oder 1000 (Industriechemikalie) bewertet werden. Hier ist noch einiges an Harmonisierung notwendig, um Unterschiede auszuräumen, die wissenschaftlich nicht begründbar sind.

Innerhalb der regulatorischen Bereiche hat die Europäische Union die Risikobewertung über technische Leitfäden harmonisiert. Der sicherlich bekannteste und umfassendste Leitfaden ist das 'Technical guidance document on risk assessment', das TGD (EU 2003). Es wurde zur Bewertung von Industriechemikalien und Bioziden entwickelt. Zwar hat das TGD keinen gesetzlichen Status. Weil es aber in einem aufwändigen Verfahren abgestimmt ist, akzeptieren es die Behörden der Mitgliedstaaten und die Unternehmen der chemischen Industrie. Die aufwändige Abstimmung hat sich gelohnt.

3.4 Neue Herausforderungen

Für die neue EU-Chemikaliengesetzgebung (REACH) werden abgestimmte Bewertungsverfahren noch wichtiger: Denn die herstellenden und importierenden Unternehmen bewerten die Risiken in eigener Verantwortung ohne externe Qualitätssicherung. Nur ein geringer Teil der Bewertungen werden von verschiedenen europäischen Behörden evaluiert. Deshalb sind eindeutige, klare Entscheidungskriterien notwendig: Jeder Test kostet Geld. Auch der umgekehrte Fall gilt: Wenn Hinweise auf Gefährdungen ungeprüft bleiben, können Umwelt und Gesundheit irreversible Schäden nehmen, die zu hohen gesellschaftlichen Kosten führen. Hier ist das UBA gefordert, die eigenen, gesetzlich geforderten Ansprüche an Qualität und Vorsorge über die Ausführungsrichtlinien und Leitfäden im System zu verankern.

Gleichzeitig verstärkt REACH die Notwendigkeit, so genannte 'intelligente bzw. integrierte Teststrategien' zu entwickeln, um im konkreten Einzelfall mit einem Minimum zusätzlicher Tests auszukommen und alle schon vorliegenden Informationen zusammenzuführen, z.B. Nichtstandardtests, *in-vitro* Tests, humantoxikologische Daten, QSAR-Abschätzungen, Analogiebetrachtungen. Dies erfordert wesentlich engere und komplexere Bezugnahmen zwischen Datenerzeugung mit geeigneten Testmethoden und Dateninterpretation mit geeigneten Bewertungsverfahren (Ahlers 2006).

Damit wird zur spannenden Herausforderung der kommenden Jahre, einerseits die Leitfäden für klare Test- und Bewertungsverfahren als praxistaugliche Handlungsanleitungen weiter zu entwickeln und zu harmonisieren und sich andererseits dem steigenden Druck zu Flexibilität und maßgeschneidertem, fallspezifischem (*substance tailored*) Vorgehen zu stellen. Ziel muss sein, das Erfahrungswissen aus der Stoffbewertung so zu nutzen, dass nur noch dort geprüft wird, wo aufgrund des Erkenntnisgewinns eine besser begründete regulatorische Entscheidung zu erwarten ist. Mehr Bedeutung bekommen auch Struktur-Wirkungs-Beziehungen (QSAR), die die EU-Verfahren bisher selten regulatorisch nutzten und die deshalb mit Sorgfalt und kritischem Blick auf Möglichkeiten und Grenzen weiterzuentwickeln und zu implementieren sind. Aber Vorsicht: Eine unreflektierte Anwendung ist in jedem Fall zu vermeiden.

REACH ist jedoch nicht die einzige Innovation in der Stoffbewertung. Auch die Risikobewertung für Pflanzenschutzmittel (PSM) lässt die bisherigen Bewertungsansätze hinter sich. 'Georeferenzierte probabilistische Risikoanalyse' heißt der sperrige Begriff, mit dem ein Paradigmen-Wechsel angestrebt wird: Im derzeitigen 'deterministischen Ansatz' werden mögliche Auswirkungen auf z.B. aquatische Lebensgemeinschaften anhand der für ein Modellgewässer vorhergesagten Umweltextposition beurteilt. Dieser Ansatz ist (theoretisch) konservativ und vorsorgeorientiert und führt zu bundesweit einheitlichen Auflagen zur Anwendung von PSM (z.B. einzuhaltende Abstände zum Gewässerrand, Abtriftmindernde Technik). Nicht berücksichtigt sind bei diesem Ansatz die lokal sehr unterschiedlichen Anwendungs- und Expositionssituationen, so dass die Auflagen auch für solche Gewässer gelten, in denen sie vermutlich nicht nötig wären, um einen ausreichenden Schutz der Lebensgemeinschaften sicherzustellen. Eine Folge ist, dass die Anwendungsaufgaben bei vielen Landwirten eine nur geringe Akzeptanz finden. Tatsächlich bestätigt eine kürzlich abgeschlossene UBA-Untersuchung, dass die Auflagen häufig nicht eingehalten werden (Umweltbundesamt 2006).

Der georeferenzierte probabilistische Ansatz zielt daher auf eine realitätsnähere Abschätzung des Eintragsrisikos an den Gewässern in Deutschland (Umweltbundesamt, Bericht in Vorbereitung). Erreicht wird dies durch Berücksichtigung von Faktoren wie Gewässerausmaß (Verdünnung) oder Vegetation entlang der Ufer (reduziert die Einträge in die Gewässer). Ermittelt werden die Faktoren mit Hilfe Geografischer Informationssysteme (GIS). Ein Kernstück des Konzeptes ist, diejenigen Gewässer(-abschnitte) in der Landschaft zu ermitteln, an denen ein besonders hohes Eintragsrisiko besteht. An diesen so genannten 'Hot Spots' oder 'Management-Abschnitten' sollen Maßnahmen des Risikomanagements durchgeführt werden, wie z.B. das Anlegen fester Ufersäume oder Eintragsmindernder Vegetationsstrukturen. Da voraussichtlich durch derartige Maßnahmen an den besonders gefährdeten Gewässerabschnitten das Eintragsrisiko gesenkt wird, können in den Zulassungsverfahren die bundesweit geltenden Anwendungsaufgaben liberaler gestaltet werden. Dieser Ansatz soll über Forschungsprojekte weiterentwickelt

werden, um offene wissenschaftliche und methodische Fragen (z.B. zur Berücksichtigung von Wiedererholung von Populationen nach Belastung) zu beantworten. Die neuen Methoden erfordern aber auch eine Neudefinition der Akzeptabilitätskriterien für die Güte der Expositionsvorhersage und den Grad an Sicherheit, mit der das Auftreten schädlicher Wirkungen zu vermeiden ist. Wie dies gelingen kann, ohne das derzeit gesicherte Schutzniveau aufzugeben, muss Gegenstand weiterer Diskussionen sein.

3.5 Harmonisierung von Prüfmethoden und Bewertungsverfahren: Ein Fazit

Test- und Bewertungsverfahren zu standardisieren und zu harmonisieren ist aufwändig. Dieser Aufwand lohnt sich, weil er zu klaren und eindeutigen Entscheidungsgrundlagen für regulatorisches Handeln führt. An seine Grenzen stößt dieses Vorgehen, wenn

- (i) eine vertiefte Bewertung notwendig ist und beispielsweise chronische Toxizität (Stichwort: endokrine Wirkung) oder PBT-Eigenschaften mit aufwändigen Testmethoden besonders verlässlich und präzise zu schätzen sind,
- (ii) eine große Zahl von Stoffen in begrenzter Zeit zu bewerten sind (REACH),

- (iii) regionalisierte Konzepte zu einer stärkeren Individualisierung von Risikominderungsmaßnahmen führen.

Anders formuliert: Flexibilisierung und auf den Einzelfall zugeschnittenes Vorgehen sparen Ressourcen bei der Stoffprüfung und reduzieren die Zahl der notwendigen experimentellen Studien und Versuchstiere, erfordern dafür jedoch qualifizierteres und integrierteres Vorgehen (*expert judgement*) und bieten mehr Anlässe zu verstärkter Diskussion in Einzelfällen (Box 3). Geschickt gestuftes Vorgehen kann zwar helfen, die anspruchsvollen und aufwändigen Test- und Bewertungsverfahren auf die Stoffe zu konzentrieren, die das erfordern. Aber auch das hat weit reichende Konsequenzen für die Organisation der Abläufe und Abstimmungsprozesse und für die Qualifikation aller Beteiligten (vgl. Kapitel 4). Die SETAC ist national und international ein geeignetes Forum, um Lösungsansätze für die kommenden Herausforderungen unter allen Beteiligten zu diskutieren und zu finden.

4 Qualifikation entscheidet: Ausbildung in der Ökotoxikologie

Vor fünf Jahren stieß das UBA eine Diskussion zur Verbesserung der Ausbildungssituation in der Ökotoxikologie an. Grund dafür war die Beobachtung, dass nur wenige Studienabgänger in der Lage sind, anstehende Aufgaben im Umweltschutzbereich in Behörden, Unternehmen und in For-

Box 3: Transparenz, Unabhängigkeit und Qualitätssicherung in der Wissenschaft – (k)ein Problem?

Ist es Zufall oder ist es der Stern, unter dem SETAC GLB geboren ist, dass fast genau vor zehn Jahren die deutsche Justiz vor der Aufgabe kapitulierte, über Chemikalien Recht zu sprechen? Im November 1996 wurde nach zwölf Jahren Dauer der Holzschutzmittelprozess eingestellt, in dem die BAYER-Tochter Desowag angeklagt war, wissentlich PCP-haltige Holzschutzmittel vertrieben zu haben, die Tausende von Menschen krank machten. Nach diesem Prozessmarathon resignierten die Geschädigten, die Angeklagten hatten 100.000 DM an die Justizkasse zu zahlen. Es blieb die Frage, ob Hersteller in unserem Rechtssystem de facto überhaupt für die Folgen ihrer Produkte haften müssen. Der Staatsanwalt in diesem Verfahren resümierte, man wisse heutzutage nicht mehr, ob die Macht in Bonn oder in Leverkusen liege. Es blieb aber auch ein schaler Beigeschmack über die Rolle der Wissenschaftler bei der Risikobewertung zurück. Die nicht transparenten Verbindungen zwischen Herstellern, einigen wissenschaftlichen Zeugen, aber auch einem Bundesamt, waren eng, in den Akten fanden sich schon einmal Danksgungen für eine erlesene Kiste Wein (Schlöndorf 1998). Die international erfolgreichen Aktivitäten der Tabakindustrie, Wissenschaft zu beeinflussen und ihre Ergebnisse zu verfälschen, sind gut dokumentiert (Muggli et al. 2003) und neuere Untersuchungen zeigen, dass Fälle versteckter Zuwendungen auch in der Pestizid- und Chemieindustrie vorkamen (Hardell et al. 2007).

Vorbedingung für die Unabhängigkeit der Forschung ist, dass Interessenkonflikte offen benannt und transparent und nachvollziehbar dokumentiert werden. Dies ist jedoch bei weitem nicht ausreichend, um Reproduzierbarkeit und Objektivität in der Wissenschaft und der Stoffbewertung sicher zu stellen. Zum Beispiel Bisphenol A: Hier wird seit Jahren in der wissenschaftlichen Literatur und im Rahmen der europäischen Stoffbewertung über Niedrigdosiseffekte bei Säugern, anderen Vertebraten und bei Evertebraten diskutiert. Würden diese Niedrigdosiseffekte in die Bewertung einfließen, so wären regulatorische Maßnahmen notwendig, die den mehrere Milliarden Euro großen Markt der Produkte aus Polycarbonat und Epoxidharzen, die Bisphenol A freisetzen, gefährden würden. Obwohl mehrere Dut-

zend Veröffentlichungen verschiedener Arbeitsgruppen, die unterschiedliche Organismen und Endpunkte untersuchten, Effekte bei Dosen von wenigen µg/kg Körpergewicht (Gies 2007) oder Konzentrationen unterhalb von 1 µg/L beschreiben, fanden diese Ergebnisse noch keinen Niederschlag in der europäischen Stoffbewertung. Einen Hinweis, warum es innerhalb der Wissenschaft keine Einigkeit über die Relevanz dieser Ergebnisse gibt, findet man in einer Arbeit von Vom Saal und anderen (2005), die 125 Studien zu Niedrigdosiswirkungen dieses Stoffes auswerten. Bei 90% der Studien, die durch Regierungsstellen gefördert wurden, konnten Niedrigdosiswirkungen nachgewiesen werden, jedoch bei keiner einzigen Studie, die Industrieförderung erhielt. Qualitätssicherung ist uns in unseren Labors durch Akkreditierung und Gute Laborpraxis in Fleisch und Blut übergegangen. Die aktuellen Schwachpunkte unserer Arbeit sind heute eher die Interpretation von Daten und das menschliche Bestreben, das zu sehen, was man sehen will. Der Druck, der auf uns ausgeübt wird, ist sicherlich subtiler geworden (und auch der Druck, den wir als fördernde Institutionen ausüben). Es ist an der Zeit, offen darüber zu diskutieren. Wenn in einer Studie, die jüngst in Nature veröffentlicht wurde (Martinson et al. 2005), über 20% von 3000 befragten Wissenschaftlern angeben, Design, Methoden und Ergebnisse von Studien auf Grund von externem Druck geändert zu haben und 14% einräumen, einzelne Ergebnisse gefühlsmäßig entfernt zu haben, dann ist das Zeichen dafür, dass wir als Wissenschaftler nicht immer in der Lage sind, Druck stand zu halten und zur eigenen, unabhängig gewonnenen Erkenntnis zu stehen. Dadurch sind wir selber zum schwächsten Glied in der Kette geworden, die wissenschaftliche Erkenntnis produziert.

Wo anders als in unseren wissenschaftlichen Fachgesellschaften wie der SETAC soll Platz für überfällige Diskussion darüber sein? Wir haben uns als Wissenschaftler aus Universitäten, Behörden und aus der Wirtschaft verpflichtet, kollegial zusammen zu arbeiten. Neue Herausforderungen warten in den nächsten zehn Jahren auf uns. Und die größte Herausforderung sind wir.

schungseinrichtungen ohne zusätzliche Fortbildung wahrzunehmen – insbesondere auch im Hinblick auf die anstehenden Herausforderungen der neuen europäischen Chemikaliengesetzgebung (REACH). Da es in Deutschland keinen Studienabschluss in Ökotoxikologie gibt, sind die Ausbildungsprofile bei Bewerbungen im UBA nur selten deckungsgleich mit den Anforderungen. Fast immer ist eine relativ aufwändige, kostenintensive interne Weiterqualifizierung erforderlich, bevor neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter die umfassenden Aufgaben der regulatorischen Ökotoxikologie eigenständig wahrnehmen können. Eine ähnliche Situation liegt bei der Industrie und bei Forschungsinstitutionen vor, die sich mit der Risikobewertung und dem Risikomanagement von Chemikalien befassen.

4.1 Qualifikationsbedarf und Qualifizierungsmöglichkeiten

Für die regulatorische Praxis sollten Bewerberinnen und Bewerber in der Lage sein, Theorien und Methoden zu konzipieren, mit denen eine prospektive Ökotoxikologie möglich ist. Während die klassischen Studienfächer Biologie, Chemie, Biochemie und Physiologie zwar gute Grundlagen für die Aufgaben der regulatorischen Ökotoxikologie vermitteln, fehlen den Absolventinnen und Absolventen dieser Studiengänge häufig vertiefte Kenntnisse aus den Bereichen Toxikologie, Pharmakologie, Embryologie, Reproduktionstoxikologie und Statistik. Wissenslücken bestehen auch in nicht-naturwissenschaftlichen Disziplinen, z.B. Umweltgesetzgebung, Risikokommunikation und Risikomanagement. Derartige interdisziplinäre Kenntnisse werden zukünftig besonders bei Umsetzung der REACH-Verordnung zunehmend an Bedeutung gewinnen, weil hier neben der bereits in Kapitel 3 begründeten Notwendigkeit zu stärker integriertem Vorgehen auch die Befähigung zur Risikokommunikation immer wichtiger wird (Ahlers 2006).

2002 trafen sich im UBA Vertreter aus Wissenschaft, Industrie und Behörden und diskutierten die Berufsbilder der Ökotoxikologin und des Ökotoxikologen, den Bedarf für diese Qualifikation, die Ausbildung und die Zukunft der Ökotoxikologie. Das zum Abschluss der Berliner Veranstaltung verabschiedete 'Manifest Ökotoxikologie' nennt drei Alternativen, Abhilfe zu schaffen und das Berufsbild für Ökotoxikologen zu schärfen (Ahlers et al. 2003):

- (i) Die Integration ökotoxikologischer Lehrinhalte in naturwissenschaftliche Studiengänge mit der Möglichkeit einer ökotoxikologischen Abschlussarbeit.
- (ii) Die Etablierung eines *ökotoxikologischen Studiengangs* (Diplom, Master).
- (iii) Die Etablierung eines Postgradualstudiums mit zertifiziertem Abschluss als *Fachökotoxikologe*, analog zur Ausbildung zum Fachtoxikologen.

Diese drei Möglichkeiten sollten sich nicht gegenseitig ausschließen, sondern zur Verbesserung der Ökotoxikologie-Ausbildung ergänzen. Wichtig ist die Etablierung einer qualitätsgesicherten Ausbildung nach einem definierten Curriculum. Erfreulicherweise ist es nicht bei der Deklaration des Manifestes geblieben.

Zur stärkeren Integration ökotoxikologischer Lehrinhalte in naturwissenschaftliche Studiengänge führte das UBA eine Umfrage durch. Sie zeigte, dass einzelne ökotoxikologische Lehrinhalte an zahlreichen deutschen Universitäten vor allem im Bereich der Biologie, aber auch Biochemie, Chemie und Geowissenschaften vermittelt werden. Diese 'Inseln' ermöglichen zwar einzelne ökotoxikologische Spezialisierungen, auch in Form von Abschlussarbeiten, aber keine zusammenhängende ökotoxikologische Ausbildung. Anhand zahlreicher Anfragen konnte festgestellt werden, dass das Interesse an einer derartigen Ausbildung bei den Studierenden sehr groß ist.

Zur zweiten möglichen Aktivität zur Verbesserung der Ausbildungssituation, der Entwicklung eines ökotoxikologischen Studiengangs, sind Initiativen von der Universität Bayreuth ausgegangen, die sich in Zeiten umfassender Mittelkürzungen an den Universitäten bisher jedoch nicht realisieren ließen.

Zur Etablierung eines Postgradualstudiums entwickelten Dozenten, die bei der Fachtoxikologen-Ausbildung den Teil Ökotoxikologie lehren, gemeinsam Vorstellungen über Lehrinhalte und entwarfen ein entsprechendes Curriculum. Sie gewannen die Fachgesellschaften SETAC GLB und GDCh (Fachgruppe Umweltchemie und Ökotoxikologie der Gesellschaft Deutscher Chemiker) als Träger für die Ausbildung zum Fachökotoxikologen. Im Herbst 2005 startete das Kursprogramm für den neuen Postgradualstudiengang. Er umfasst 10 Kursmodule von jeweils 4–5 Tagen Dauer, eine ökotoxikologische Abschlussarbeit und eine Abschlussprüfung (<http://www.fachoeokotoxikologie.de/>). Die Anbindung des Studienganges an international operierende wissenschaftliche Gesellschaften eröffnet die Möglichkeit einer zukünftigen Weiterentwicklung in Richtung eines europaweiten Postgradualprogramms.

4.1.1 Postgradualstudium Fachökotoxikologie: Erste Erfahrungen und Perspektive

Das UBA veranstaltet das Modul 'Regulatorische Ökotoxikologie' im Postgradualstudium. Ziel ist, Kenntnisse und Fähigkeiten zu vermitteln, die für eine Tätigkeit in der regulatorischen Ökotoxikologie qualifizieren. Ökotoxikologie wird in diesem Modul eher weit gefasst: Im Kurskonzept wird neben der Wirkungsabschätzung auch die Umweltchemie behandelt, da sich beide Disziplinen in der regulatorischen Ökotoxikologie wechselseitig stark beeinflussen (Ahlers et al. 2004). Der Kurs wurde bereits zweimal durchgeführt (2005 und 2006) und war jeweils ausgebucht. Die Teilnehmenden bewerteten den Kurs sehr positiv und lobten, dass die regulatorische Ökotoxikologie aus verschiedenen Blickwinkeln (Behörde – Industrie, Exposition – Wirkung, deutsche Behörde – EU) betrachtet und der theoretische Teil durch Übungsaufgaben aus der Bewertungspraxis vertieft wird; dieser Ansatz soll zukünftig noch verstärkt werden. Weiter gilt es dafür zu sorgen, dass dieser Wissens- und Erfahrungstransfer aus der regulatorischen Praxis in die Ökotoxikologie-Ausbildung kontinuierlich erfolgt.

5 Schlussfolgerungen

Festzuhalten bleibt: Der Weg von der Erkenntnis über Chemikalienrisiken zur Entscheidung über notwendige Maßnahmen zu deren Begrenzung ist steinig, lang und mühsam – aber auch bedeutsam. Bedeutsam für den Schutz von Umwelt und Gesundheit, bedeutsam für mehr Nachhaltigkeit im Umgang mit Chemikalien. Die Ökotoxikologie muss in der regulatorischen Praxis diesen Weg beschreiten und ist hier wenig frei in der Wahl ihrer Themen und Methoden – dafür aber relevant für konkrete Entscheidungen. Entscheidungsrelevanten Erkenntnisfortschritt soll die Forschung besonders dort liefern, wo (noch) keine international standardisierten und harmonisierten Instrumente zur Prüfung und Bewertung ökotoxikologischer Stoffrisiken existieren. Fehlen solche abgestimmten Instrumente, so werden transparente Risikokommunikation, angemessene Beteiligungs- und Streitkultur sowie unabhängige Wissenschaft umso wichtiger für die Entscheidungsprozesse. Hier bilden wissenschaftlicher Anspruch, wirtschaftliche und politische Interessen ein Spannungsfeld, in dem fachlich eher breit qualifizierte Ökotoxikologen und Ökotoxikologinnen in endlicher Zeit zu fundierten und nachvollziehbaren Entscheidungen kommen müssen.

Danksagung. Die Autoren bedanken sich bei Dr. Klaus-Günter Steinhäuser und Dr. Jörn Wogram (beide UBA) sowie zwei externen Gutachtern für die kritische Durchsicht einer früheren Version des Manuskriptes und hilfreiche Kommentare.

Literatur

- Ahlers J, Riedhammer C, Vogliano M, Ebert R-U, Kühne R, Schüürmann G (2006): Acute-to-chronic ratios in aquatic toxicity – Variation across trophic levels and relationship with chemical structure. *Envir Toxicol Chem* 25 (11) 2937–2945
- Ahlers J (2006): Intelligentes Testen, intelligentes Bewerten, integriertes Denken: Neue Herausforderungen durch REACH. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 18 (3) 207
- Ahlers J, Gies A, Wogram J (2004): Editorial: Studiengang Ökotoxikologie – Anforderungen aus Sicht der regulatorischen Ökotoxikologie. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 16, 217–218
- Ahlers J, Filser J, Frank H, Gies A, Klein W, Nagel R, Schüürmann G (2003): Editorial: Ökotoxikologie soll endlich wissenschaftliches Fach werden. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 15, 3–4
- Beulshausen T, Kussatz C, Rohde S (2004): Chemikaliensicherheit ohne Qualitätssicherung, weder mit der Einstufung in Wassergefährdungsklassen noch mit REACH erzielbar. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 17 (1) 35
- Egeler Ph, Moser Th, Studingier G, Roembke G (2005): Sediment toxicity test with *Lumbriculus variegatus*: Results Of An International Ring Test. Posterbeitrag zur 10. Jahrestagung der SETAC GLB, 28.–30.09.05, Basel
- EU (2003): Technical Guidance Document in support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for new notified substances, Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for existing substances and Directive 98/8/EC of the European Parliament and of the Council concerning the placing of biocidal products on the market. <<http://ecb.jrc.it/>>
- Frische T, Werschkun B (2006): Sexual-endokrine Wirkungen von DMI-Fungiziden – Teil 2: Wirkprofile in Fischen und regulatorische Implikationen. Posterbeitrag zur 11. Jahrestagung der SETAC GLB, 03.-05.09.06, Landau (Pfalz)
- Gies A (2007): Problems in assessing low dose effects of endocrine disrupters. In: Nicolopoulou-Stamati P et al. (eds), *Reproductive Health and the Environment*, Springer New York, S. 265–280
- Hardell L, Walker MJ, Walhjalt B, Friedman LS, Richter ED (2007): Secret ties to industry and conflicting interests in cancer research. *American Journal of Industrial Medicine* 50 (3) 227–233
- Herrchen M, Gruber E (2003): Ökotoxikologie-Forschung – Bilanzierung der Ergebnisse des BMBF-Förderschwerpunktes. *Technik, Wirtschaft und Politik* 52 (Schriftenreihe des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung ISI), Physika-Verlag, Heidelberg, 146 S.
- Kussatz C, Maletzki D, Beulshausen T, Schoknecht U (2004): Schutz der Gewässer vor dem Holzschutz. *UWSF – Z Umweltchem Ökotox* 16 (3) 208
- Martinson BC, Anderson MS, Raymond de Vries BC (2005): Scientists behaving badly. *Nature* 435, 737–738
- Mathes K, Weidemann G (1991): Indikatoren für Ökosystembelastung (Zusammenfassung und Bewertung der Ergebnisse des BMFT-Forschungsprogramms: Indikatoren zur Bewertung der Belastbarkeit von Ökosystemen), *Berichte aus der ökologischen Forschung*, Band 2/1991, Forschungszentrum Jülich, Jülich, 126 S.
- Muggli ME, Hurt RD, Blanke DD (2003): Science for hire a tobacco industry strategy to influence public opinion on second-hand smoke. *Nicotine Tob Res* 5, 303–314
- Pluta H-J, Rosenberg M (2005): Approach to legislation in a global context: German perspective. Beitrag zu Chapter 9. In: Wadhia K, Loibner AP (eds), *Environmental Toxicity Testing*. Thompson CK, Blackwell Publishing Ltd, CRC Press
- Schöndorf E (1998): *Von Menschen und Ratten. Über das Scheitern der Justiz im Holzschutzmittelskandal*. Verlag: Die Werkstatt, Göttingen
- Stock F, Tietjen L, Ahlers J (2005): QSARs in der regulatorischen Ökotoxikologie: Wie passen Anspruch und Wirklichkeit zusammen? Posterbeitrag zur 10. Jahrestagung der SETAC GLB, 28.–30.09.05, Basel
- Umweltbundesamt (2006): Hintergrundpapier 'Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft – Ergebnisse von Untersuchungen des Umweltbundesamtes und Vergleich mit Erkenntnissen der Länder'. <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-presse/hintergrund/Anwendung_von_Pflanzen_schutzmitteln.pdf>
- Vom Saal SF, Hughes C (2005): An extensive new literature concerning low-dose effects of bisphenol A shows the need for a new risk assessment. *Environ Health Perspect* 113, 926–933
- Weyers A, Sokull-Kluttgen B, Knacker T, Martin S, Van Gestel CAM (2004): Use of terrestrial model ecosystem data in environmental risk assessment for industrial chemicals, biocides and plant protection products in the EU. *Ecotoxicology* 13 (1–2) 163–176

Eingegangen: 10. Januar 2007
 Akzeptiert: 18. März 2007
 OnlineFirst: 19. März 2007