

Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer

Band III

**Teil III: Erprobung der Zielvorgaben für Wirkstoffe
in Herbiziden und Insektiziden in
Oberflächengewässern für das Schutzgut
„Aquatische Lebensgemeinschaften“**



Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Hannover, im März 2003

Herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)
unter Vorsitz des Niedersächsischen Umweltministeriums

Nachdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Herausgebers
gestattet.

Die vorliegende Veröffentlichung ist zu beziehen bei der

Kulturbuch-Verlag Berlin GmbH
Postfach 47 04 49, 12313 Berlin,
Tel: 030/661 84 84; Fax: 030/661 78 28
E-Mail: kbvinfo@kulturbuch-verlag.de
Internet: <http://www.kulturbuch-verlag.de>

Der Preis beträgt 7,00 € zzgl. Porto und Verpackung.

ISBN: 3-88961-245-8

1 Veranlassung

Ende 1986 vereinbarten die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) und das Bundesumweltministerium (BMU) die Gründung des Bund/Länder-Arbeitskreises „Gefährliche Stoffe – Qualitätsziele für oberirdische Gewässer“ (BLAK QZ). Der Arbeitskreis hat in den folgenden Jahren unter Beteiligung interessierter Kreise eine „Konzeption zur Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer vor gefährlichen Stoffen“ erstellt, die am 5./6. Mai 1993 von der 40. Umweltministerkonferenz (UMK) zunächst unter dem Vorbehalt der weiteren Erprobung verabschiedet und 1995 nach erfolgreicher Erprobung von der 45. Umweltministerkonferenz bestätigt worden ist (LAWA 1997; LAWA 1998 a; LAWA 1998 b). Auf der Grundlage der Konzeption können künftig bei der Bewirtschaftung der Gewässer in Ergänzung zu den bestehenden rechtlichen Regelungen zur Emissionsbegrenzung Anforderungen an die Gewässerqualität, z. B. zum Schutz der *aquatischen Lebensgemeinschaften*, der *Trinkwasserversorgung*, der *Fischerei* und der *Schwebstoffe und Sedimente* definiert werden.

Bei den fachlich begründeten Zielvorgaben (ZV) handelt es sich um Konzentrationsangaben für gefährliche Stoffe in Wasser, Schwebstoff oder Sediment, die nach Möglichkeit nicht überschritten werden sollten (Orientierungswerte). Die Einhaltung der Zielvorgaben gewährleistet nach dem aktuellen Stand wissenschaftlicher Erkenntnisse, dass keine Gefährdung der betrachteten Schutzgüter erfolgt. Bei festgestellter Überschreitung der Zielvorgaben können nach entsprechender Ursachenforschung Prioritäten für zukünftige Maßnahmen im Gewässerschutz fachlich begründet definiert werden. Ferner liefert der beschriebene Zielvorgabenansatz eine wesentliche Grundlage zur Gewässerzustandsbeschreibung im Hinblick auf wichtige Erfordernisse der EG-Wasserrahmenrichtlinie und beeinflusst maßgeblich die Entwicklung von Analyseverfahren.

Auf der Grundlage dieser Konzeption wurden vom Umweltbundesamt (UBA) für eine Reihe von gefährlichen Stoffen fachlich begründete Zielvorgaben abgeleitet. Es liegen für *28 gefährliche organische Stoffe (Industriechemikalien)* und *6 Schwermetalle* Zielvorgaben für alle relevanten Schutzgüter vor (LAWA 1998 a; LAWA 1997; Gottschalk 1994; Schudoma 1994). Für *Wirkstoffe in Bioziden und Pflanzenbehandlungsmitteln* wurden zunächst nur für das Schutzgut „Trinkwasserversorgung“ Zielvorgaben abgeleitet.

Auf der 101. Sitzung der LAWA-Vollversammlung am 26./27. August 1993 wurde als Nachfolger des BLAK QZ der LAWA-Arbeitskreis „Zielvorgaben“ (LAWA-AK„ZV“) eingerichtet, dessen Hauptaufgabe es war, die Erprobung der abgeleiteten Zielvorgaben fortzusetzen (LAWA 1998 b) und Zielvorgaben für weitere Stoffe abzuleiten.

Bisher wurde die Erprobung der Zielvorgaben für die Gruppe der 28 gefährlichen organischen Stoffe (Industriechemikalien), der Schwermetalle und der Wirkstoffe in Bioziden und Pflanzenbehandlungsmitteln für das Schutzgut „Trinkwasserversorgung“ erfolgreich abgeschlossen. Laut Beschluss der LAWA vom 14./15. September 1995 und 20./21. Februar 1997 sowie der UMK vom 30. November/1. Dezember 1995 und 4./5. Juni 1997 hat sich die durch den Bund-/Länder-Arbeitskreis Qualitätsziele (BLAK QZ) erstellte Konzeption einschließlich des modifizierten Ansatzes bei den Schwermetallen als Verfahren zur Ableitung von Zielvorgaben bewährt. Daher wird von der Umweltministerkonferenz die Anwendung aller nach diesem Verfahren bisher abgeleiteten und erprobten Zielvorgaben im wasserwirtschaftlichen Vollzug empfohlen.

Zum 31. Dezember 1999 wurde der LAWA-AK„ZV“ durch LAWA-Beschluss im Zuge der Neuorganisation der LAWA-Gremien aufgelöst und durch den LAWA-Unterausschuss „EU-Qualitätskriterien“ (LAWA-UA„EUQ“) ersetzt, der die Arbeiten des AK„ZV“ fortführen, abschließen und neue Aufgaben im Zusammenhang mit der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) übernehmen soll.

Die Erprobung der Zielvorgaben für 34 herbizide und insektizide Wirkstoffe im Hinblick auf das Schutzgut „Aquatische Lebensgemeinschaften“ wurde nach dem bereits bewährten Verfahren durchgeführt. Die Zielvorgaben wurden auf der Grundlage von ökotoxikologischen Daten für die wichtigsten trophischen Ebenen entsprechend der geltenden Konzeption abgeleitet (Kussatz et al. 1999). Die Erprobung erfolgte in 3 Stufen.

In der **Stufe 1** wurden die von den Bundesländern gelieferten Immissionsdaten von den 151 Messstellen des LAWA-Messstellennetzes durch das UBA mit den jeweiligen Zielvorgaben für die verschiedenen Schutzgüter verglichen. Diese Auswertung diente den Bundesländern als Grundlage für die von ihnen durchzuführenden weiteren Erprobungsschritte.

Im Falle der Überschreitung einer Zielvorgabe erfolgte in der **Stufe 2** durch die jeweils betroffenen Bundesländer auf der Basis der vorliegenden Emissionsdaten eine Recherche der Ursachen einschließlich einer Prüfung, durch welche Maßnahmen und in welchen Zeiträumen mit der Einhaltung der Zielvorgaben gerechnet werden kann. Die **Stufe 3** sah weiterhin eine freiwillige Ausdehnung der Erprobung auf weitere Messstellen vor, die keine LAWA-Messstellen sind.

Die LAWA hat die Stellungnahme der Agrarministerkonferenz (AMK) zum LAWA-Bericht „Erprobung der Zielvorgaben für Wirkstoffe in Herbiziden und Insektiziden in Oberflächengewässern für das Schutzgut „Aquatische Lebensgemeinschaften“ zur Kenntnis genommen.

Die LAWA teilt die Ansicht der AMK, dass die LAWA-Zielvorgaben an die fachlichen Anforderungen der WRRL anzupassen sind, da diese aus methodischen Gründen teilweise nicht ohne Einschränkungen als Qualitätsnormen nach WRRL übernommen werden können.

Der hier vorgelegte Abschlussbericht über die Erprobung der Zielvorgaben für ausgewählte Wirkstoffe in Bioziden und Pflanzenbehandlungsmitteln für das Schutzgut „Aquatische Lebensgemeinschaften“ stellt das zusammengefasste Endergebnis der verschiedenen Berichte der an der Erprobung beteiligten Bundesländer dar, die in Einzelfällen ihre Länderberichte bereits vorab veröffentlicht haben (LUA NW 1999).

2 Vorbemerkungen

Die nachfolgenden Ausführungen resultieren aus den Erprobungsberichten aller 16 Länder. Der Schwerpunkt der Erprobung der Zielvorgaben für biozide Wirkstoffe im Hinblick auf das Schutzgut „Aquatische Lebensgemeinschaften“ lag bei den LAWA-Messstellen. Darüber hinaus waren die Länder aufgerufen, ggf. auch Messstellen an weiteren Fließgewässern außerhalb des LAWA-Messstellennetzes in die Erprobung mit einzubeziehen.

Bei der Erprobung der Zielvorgaben für insektizide und herbizide Wirkstoffe durch die Bundesländer wurden landwirtschaftliche Fachdienststellen beteiligt.

Die Erprobungsberichte der Bundesländer wiesen im Hinblick auf den Untersuchungszeitraum, den untersuchten Parameterumfang, die Messfrequenz, die Anzahl der untersuchten Messstellen und Gewässer und die Empfindlichkeit der Analysemethoden keine einheitliche Struktur auf. Die Erprobung der ZV für die zinnorganischen Verbindungen wurde z. B. nur in Thüringen (in der Wasserphase) und in Nordrhein-Westfalen (in der Schwebstoffphase mit entsprechend umgerechneten Zielvorgaben) auf der Basis eines stark reduzierten Messstellen- und Probenahmeumfangs durchgeführt.

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Erprobung in den einzelnen Bundesländern und für die jeweils betroffenen Gewässer nach Wirkstoffen geordnet aufgeführt und in der Tabelle 1 dargestellt.

3 Darstellung der Ergebnisse

Die Bundesländer haben im Rahmen der Erprobung von den bis zu 34 untersuchten Stoffen bei insgesamt 25 verschiedenen Wirkstoffen mehr oder weniger häufige und mehr oder weniger gravierende Überschreitungen der Zielvorgaben (ZV) gemeldet. Eine Übersicht mit einer entsprechenden Bewertung der ZV-Überschreitungen in den einzelnen Bundesländern ist der Tabelle 1 zu entnehmen. Im nachfolgenden Text werden die ZV-Überschreitungen bei den einzelnen Wirkstoffen für die jeweils betroffenen Gewässer erläutert. Hierbei werden die Gewässer kursiv und die jeweils betroffenen Bundesländer in abgekürzter Schreibweise und Fettdruck markiert.

Für die herbiziden Wirkstoffe **Ametryn**, **Bentazon**, **Bromacil**, **Chloridazon**, **Dichlorprop**, **Mecoprop**, **Methabenzthiazuron** und **Prometryn** sowie für den Wirkstoff **Triphenylzinn-Kation** wurden aus keinem Bundesland Überschreitungen der ZV gemeldet. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass für das Triphenylzinn-Kation die Datengrundlage für eine Beurteilung unzureichend ist.

Für die nachfolgend genannten herbiziden oder insektiziden Wirkstoffe, die jedoch nicht gleichermaßen in allen Bundesländern untersucht wurden (s. Tabelle 1), kam es während des Erprobungszeitraums in mindestens einem Bundesland zu einer mehr oder weniger hohen Überschreitung der jeweiligen ZV.

3.1 Azinphos-methyl (ZV = 0,01 µg/l)

Azinphos-methyl ist ein Insektizid und Akarizid mit Cholinesterase-hemmender Wirkung, das im Weinanbau gegen den Traubenwickler, gegen Spinnmilben und den Sauerwurm (2. Generation), gelegentlich auch im Obstanbau, kaum aber im Ackerbau eingesetzt wurde. Von 1989 bis 1992 und ab 1995 erfolgte in der Bundesrepublik kein Vertrieb von Mitteln mit diesem Wirkstoff. Seit dem 30. Dezember 1994 sind alle Zulassungen beendet. Dennoch wurde die ZV für diesen Stoff in Nordrhein-Westfalen (**NW**) (selten, aber dann sehr deutlich), in Baden-Württemberg (**BW**) (selten, aber nur geringfügig) und in Brandenburg (**BB**) (häufig bis 1997, aber nicht 1998) überschritten.

Überschritten wurde die ZV in **NW** insbesondere in *Rhein* und *Ruhr*, in **BW** im *Neckar* und in **BB** in *Havel* und *Oder*. Aus den anderen Bundesländern, die ihre Gewässer auf diesen Wirkstoff untersucht haben, wurden keine Überschreitungen der ZV gemeldet. Allerdings bedeutet dies nicht, dass die ZV in jedem Fall eingehalten war, da die Bestimmungsgrenze dort höher lag als die ZV.

Als mögliche Ursachen für die ZV-Überschreitungen werden aus **NW** wegen des engen Anwendungsbereichs Punktquellen angenommen. Auch wird wegen der Häufung der Überschreitungen im *Rhein* ein produktionsbedingter Eintragspfad (z. B. durch die Bayer AG) nicht ausgeschlossen. **BW** hält die im *Neckar* gemessenen geringfügigen und wegen des niedrigen Konzentrationsniveaus analytisch nicht eindeutig absicherbaren Überschreitungen für nicht plausibel und aufgrund des langjährigen Anwendungsverbotes für wenig wahrscheinlich. In **BB** liegen keine gesicherten Erkenntnisse über die Ursachen für die Überschreitungen der ZV vor. Allerdings durften in den neuen Bundesländern Mittel auf Basis von Azinphos-methyl gemäß Artikel 3 des Einigungsvertrags noch bis zum 31. Dezember 1994 im Ackerbau (gegen Kartoffelkäfer) und im Obstanbau angewendet werden. Ggf. sind hier die Ursachen für die Überschreitungen der ZV in *Havel* und *Oder* zu suchen.

3.2 Chlortoluron (ZV = 0,4 µg/l)

Chlortoluron (CTU) ist ein selektives Herbizid aus der Gruppe der Harnstoffderivate. Es wird über die Wurzeln aufgenommen und mit dem Transpirationsstrom in Stengel und Blätter transportiert. Der Wirkmechanismus beruht auf der Hemmung der Photosynthese am Photosystem II. Bevorzugte Anwendung fand das Mittel gegen einjährige Kräuter, einschließlich einiger Gräser. Es wurde als Vorauf- und als Nachauf-Herbizid in Wintergetreide eingesetzt. Mittel auf Basis von Chlortoluron sind seit dem 31. Oktober 1998 in Deutschland nicht mehr zugelassen.

Die ZV für CTU wurde in **NW** und in Rheinland-Pfalz (**RP**) selten, aber deutlich, in Schleswig-Holstein (**SH**) häufig und deutlich und in Mecklenburg-Vorpommern (**MV**) häufig und sehr hoch überschritten.

In **SH** wurde die ZV in *Bille*, *Treene*, *Schwentine*, *Trave*, *Kielstau*, *Bodenau* und im *Bongsieler Kanal*, in **NW** in den *deutsch/niederländischen Grenzgewässern*, in **RP** in *Saar* und *Mosel* und in **MV** in *Tollense*, *Peene*, *Uecker*, *Barthe* und weiteren Gewässern in großem Umfang überschritten, wobei Konzentrationen zwischen 2 bis 6 µg/l erreicht wurden. Allerdings ist in **MV** eine abnehmende Tendenz bei der Häufigkeit der Überschreitungen erkennbar. Während in 1996 noch an 53 % der Mess-

stellen ZV-Überschreitungen bei CTU festgestellt wurden, gingen die Überschreitungen von 15 % in 1997 auf 12 % in 1998 zurück.

Als Ursachen für die ZV-Überschreitungen werden in **SH** Abschwemmungen von gelösten und an Bodenpartikeln haftenden Wirkstoffanteilen genannt, die trotz der Einhaltung der guten fachlichen Praxis nicht vollständig ausgeschlossen werden können. Im Erprobungsbericht des Landes **MV** werden als Gründe für die Überschreitung der ZV ein zu geringer Abstand der behandelten landwirtschaftlichen Flächen vom Gewässer, die ackerbauliche Intensiv-Nutzung in Gewässernähe und die Dränierung von landwirtschaftlichen Flächen genannt. Aus dem *Stevergebiet* in **NW** wurden im Februar 1996 massive Einträge von Isoproturon und Chlortoluron, die im Herbst ausgebracht worden waren, bei Niederschlägen auf gefrorene Böden berichtet (Kooperation *Stevertalsperre*, 1999).

3.3 2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (ZV = 2 µg/l)

2,4-D ist ein herbizider Wirkstoff, der gegen zweikeimblättrige Kräuter im Sommer- und Wintergetreide und auf Wiesen und Weiden eingesetzt wird. 2,4-D kann mit den Wirkstoffen MCPA und Mecoprop-P kombiniert sein.

Im Erprobungszeitraum wurde die ZV für diesen Wirkstoff nur in Thüringen (**TH**) und dort nur 1994 an der Messstelle Rothenstein an der *Saale* geringfügig überschritten. Eine konkrete Ursache für diese einmalige Überschreitung kann nicht benannt werden.

3.4 Dichlorvos (ZV = 0,0006 µg/l)

Dichlorvos ist ein Insektizid und Akarizid aus der Gruppe der Phosphorsäureester. Es wirkt sofort als Atem- und Berührungsgift durch Hemmung der Acetylcholinesterase. Aufgrund der hohen Flüchtigkeit ist die Dauerwirkung eingeschränkt. Die Anwendung ist seit dem 1. November 1991 nur noch im Hygienesektor (z. B. gegen Schaben) und im Pflanzenschutz gemäß Zulassung zum Vorratsschutz in geschlossenen Räumen erlaubt. Eine Ausnahme bildeten gemäß Gesetz vom 13. Mai 1993 lediglich die neuen Bundesländer, in denen Mittel auf der Basis von Dichlorvos gemäß Zulassung noch bis zum Ende des Jahres 1994 im Freiland und in Gewächshäusern angewendet werden durften.

Dichlorvos gehört wegen seiner hohen Toxizität insbesondere gegenüber Insekten und Krebsen zu den Wirkstoffen mit einer sehr niedrigen ZV im Hinblick auf das Schutzgut „Aquatische Lebensgemeinschaften“. Hierdurch kam es zu analytischen Problemen, da die ZV häufig unter der Bestimmungsgrenze lag und die Einhaltung der ZV somit nicht sicher festgestellt werden konnte.

Die ZV für Dichlorvos wurde in Niedersachsen (**NI**), **NW** (in der *Wupper*) und **MV** (in der *Peene*) selten, aber sehr deutlich, in **BW** (im *Neckar*) selten und geringfügig und in **BB** bis 1997 (in der *Havel*) mehrmals überschritten. Bemerkenswert ist die sehr hohe am 19. Dezember 1996 in **MV** in der *Peene* gemessene Dichlorvos-Konzentration von 0,4 µg/l. Die Ursache für diese massive Überschreitung der ZV konnte nicht geklärt werden. Denkbar wäre ein stoßweiser Eintrag von Dichlorvos im Zusammenhang mit Entwesungsmaßnahmen verschiedener Getreidespeicher im Hafen von Anklam.

3.5 Dimethoat (ZV = 0,2 µg/l)

Dimethoat ist ein Insektizid und wird gegen beißende und saugende Insekten z. B. im Getreide-, Rüben- und Kartoffelanbau eingesetzt.

Für diesen Stoff wurden nur aus Sachsen-Anhalt (**ST**) Überschreitungen der ZV für die *Elbe* bei Magdeburg und die *Mulde* bei Dessau mehrmals und für den *Aland* einmalig gemeldet. Für die Überschreitungen der ZV in der *Mulde* und der *Elbe* liegen produktionsspezifische Belastungs-

ursachen nahe, da Dimethoat bis 1997 in der Chemieregion Bitterfeld (*Mulde*) hergestellt wurde. Dabei erreichten die Dimethoat-Austräge aus dem Chemiapark Bitterfeld mit Frachten von ca. 30 kg/a im Jahr 1997 immer noch hohe Werte.

3.6 Diuron (ZV = 0,05 µg/l)

Diuron gehört zur Gruppe der chlorierten Harnstoffverbindungen und findet – auch in Kombination mit anderen Herbiziden – als Totalherbizid im landwirtschaftlichen Bereich in Baumschulen, im Obst- und Weinbau und im privaten und kommunalen Bereich zum Entkräutern von Wegen, Plätzen und Verkehrsflächen häufige Verwendung. Diuron wird über die Wurzeln aufgenommen und hemmt die Photosynthese.

Diuron ist der Wirkstoff, der bundesweit zu den meisten ZV-Überschreitungen im Beobachtungszeitraum führte. Bis auf Bayern (**BY**) ab 1998 und das Saarland (**SL**), in denen die ZV für Diuron eingehalten wurden und **BB**, das nur wegen einer zu hohen analytischen Bestimmungsgrenze die Einhaltung der ZV nicht sicher bestätigen konnte, führte Diuron in den 13 übrigen Bundesländern teilweise flächendeckend zu meist häufigen und sehr hohen Überschreitungen.

Während aus **ST** nur eine Überschreitung der ZV für die *Havel* vorlag, wurden aus **SH** für *Bille* (1,02 µg/l), *Stör*, *Treene*, *Bongsieler Kanal*, *Trave*, *Kielstau* (4,4 µg/l) und *Bodenau* (1,24 µg/l), aus Hamburg (**HH**) für *Bille* und *Curslack*, aus **NI**, aus Bremen (**HB**) für die *Weser*, aus **NW** für *Rhein*, *Ruhr*, *Erft*, *Sieg*, *Wupper*, *Lippe*, *Weser* und die *deutsch/niederländischen Grenzgewässer*, aus Hessen (**HE**) für *Main*, *Nidda* und *Fulda*, aus **RP** für *Rhein*, *Mosel*, *Saar*, *Nahe*, *Lahn* und *Selz*, aus **BW** für *Rhein* und *Neckar*, aus Bayern (**BY**) bis 1997 für *Main*, *Regnitz* und *Sächsische Saale*, aus Berlin (**BE**) für *Havel*, *Spree* und *Teltow Kanal*, aus **MV**, aus Sachsen (**SN**) für *Löbauer Wasser*, *Freiberger Mulde*, *Vereinigte Mulde*, *Pleiße*, *Lossa* und *Parthe* und aus **TH** für die *Werra* erhebliche Überschreitungen bezüglich der Häufigkeit und/oder der Höhe gemeldet.

Obwohl der Wirkstoff Diuron auch im landwirtschaftlichen Bereich in Sonderkulturen (z. B. Obst- und Weinanbau) verbreitet verwendet wird und obwohl aus **NW** auch produktionsbedingte Belastungen (z. B. für *Wupper* und *Rhein*) über Abwässer aus Herstellungs- und Formulierungsbetrieben gemeldet werden, sieht die Mehrheit der Bundesländer die Gründe für die ZV-Überschreitungen überwiegend in der nichtlandwirtschaftlichen Anwendung. Trotz aller bisher erfolgten Anwendungsbeschränkungen und Verbote nach der Pflanzenschutzanwendungsverordnung vom 10. November 1992 (BGBl. I S. 1887), zuletzt geändert durch die zweite Änderungsverordnung vom 24. Januar 1997 (GGBl. S. 60), die bis hin zu einem partiellen Verbot des Diuron-Einsatzes auf befestigten Flächen reichen, ist es offensichtlich bisher nicht gelungen, die Gewässerbelastung mit Diuron flächendeckend und nachhaltig zu verringern.

Zu den Eintragungspfaden gehören nach Ansicht von **NW** und **HE** direkte Abschwemmungen von mit Diuron behandelten befestigten Flächen im privaten und kommunalen Umfeld, insbesondere Abschwemmungen von Nichtkultur- und Verkehrsflächen. Auch Abwassereinleitungen aus Kläranlagen und Abschläge aus der Regenwasser- und Mischabwasserkanalisation stellen Schwerpunkte der Diuronbelastungen für die Fließgewässer dar, wie dies z. B. von **HE** für die *Nidda* nachgewiesen wurde. Hierbei spielt u. a. auch die unsachgemäße Entsorgung von Restbrühen und des Spülwassers in die Kanalisation nach der Reinigung der Spritzgeräte eine wichtige Rolle.

Der Hauptgrund für die nach wie vor hohen Gewässerbelastungen durch den Wirkstoff Diuron wird von **NW** und **BE** in der illegalen nicht-landwirtschaftlichen Anwendung Diuron-haltiger Mittel auf befestigten Wegen und Plätzen mit anschließendem direkten oder indirekten Eintrag in die Oberflächengewässer gesehen, die offensichtlich im privaten und kommunalen Bereich immer noch zur üblichen Praxis gehört.

Eine Prognose, ob die ZV künftig bundesweit eingehalten werden kann, ist schwierig. Während **NW**, **HE** und **BY** eine rückläufige Tendenz bei den Überschreitungen der ZV für Diuron erkennen wollen, weisen **HH** und **BW** darauf hin, dass über die Jahre keine eindeutige Entwicklung festzustellen ist. **MV** meldet sogar eine zunehmende Anzahl der Positiv-Befunde für Diuron und einen

Anstieg der ZV-Überschreitungen von 1996–1998. **ST** kann die Belastung mit Diuron z. Z. wegen des geringen vorliegenden Datenumfanges noch nicht gesichert abschätzen.

3.7 α - und β -Endosulfan (ZV = 0,005 $\mu\text{g/l}$)

Endosulfan wird gegen beißende und saugende Insekten (z. B. Blattläuse, Kartoffelkäfer, Obstschädlinge) in der Landwirtschaft und zum Abtöten von Käfern, Raupen und anderen Insekten in Forsten und bevorzugt gegen Maikäfer eingesetzt. Endosulfan wirkt neurotoxisch und steht im Verdacht, auf die Reproduktionsfähigkeit und das endokrine System zu wirken. Die Zulassungen Endosulfan-haltiger Mittel in der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) sind seit dem 31. Oktober 1991 ausgelaufen. Die Anwendung in den neuen Bundesländern (Ackerbau und Obstbau) war gemäß Gesetz vom 13. Mai 1993 noch bis Ende 1994 möglich; die letzte Auslieferung in Deutschland erfolgte 1992.

Gleichwohl wird Endosulfan in deutschen Gewässern nachgewiesen und führte in **NW** und **TH** zu häufigen, teilweise sehr hohen Überschreitungen der ZV. Endosulfan gehört wegen seiner hohen Toxizität zu den Substanzen mit einer sehr niedrigen ZV. Obwohl dieser Wirkstoff aufgrund verbesserter Analysemethoden zunehmend in den Gewässern nachgewiesen werden kann, konnte die Einhaltung der ZV nicht in allen Ländern gesichert belegt werden, da die analytische Bestimmungsgrenze häufig auch hierbei über der ZV liegt.

Überschritten wurde die ZV für Endosulfan in **NW** in *Rhein, Ruhr, Erft, Lippe, Sieg* und *Wupper* sowie in den *deutsch/niederländischen Grenzgewässern*. Die gemessenen Konzentrationen betragen teilweise mehr als das Zehnfache der ZV.

In **TH** wurden Überschreitungen der ZV für Endosulfan an *Werra, Saale, Ilm* und *Helme* festgestellt. Während die Überschreitungen der ZV an den letztgenannten Gewässern nur geringfügig waren, lag die Endosulfan-Konzentration 1997 in Gerstungen an der *Werra* mit einem 90-Perzentil (90-P) von 0,188 $\mu\text{g/l}$ über dem Zehnfachen der ZV.

Als mögliche Ursachen für die 43 festgestellten ZV-Überschreitungen in **NW** werden Punktquellen vermutet, über die evtl. noch vorhandene Restmengen in die Gewässer gelangt sein könnten. Auch **TH** geht von illegalen Anwendungen bzw. von der Beseitigung von Restmengen aus.

3.8 Etriphos (ZV = 0,004 $\mu\text{g/l}$)

Etriphos ist ein nicht systemisches Insektizid mit Fraß- und Berührungswirkung. Es ist für den Einsatz im Gemüse-, Obst- und Zierpflanzenanbau sowie im Ackerbau bestimmt. In Deutschland sind Mittel mit dem Wirkstoff Etriphos seit dem 31. Oktober 1989 nicht mehr zugelassen. Mittel auf dieser Basis befanden sich 1989 letztmalig im Vertrieb. In den neuen Bundesländern waren solche Mittel niemals zugelassen.

Auf diesen Wirkstoff wurde nur in 4 Bundesländern untersucht. Überschreitungen der ZV wurden aus **NI** und **NW** (selten, aber sehr hoch) gemeldet. In **BW** wurde die ZV eingehalten. In **BE** lag die Bestimmungsgrenze oberhalb der ZV, so dass die Einhaltung nicht gesichert ist.

Während **NI** zu den Überschreitungen keine näheren Angaben machte, wurde die ZV für Etriphos in **NW** in *Ruhr* und *Lippe* mehrmals überschritten. Die Überschreitungen wurden auf punktuelle Belastungen zurückgeführt, die möglicherweise durch die Anwendung evtl. noch vorhandener Reste hervorgerufen wurden.

3.9 Fenitrothion (ZV = 0,009 $\mu\text{g/l}$)

Fenitrothion ist ein toxischer Organophosphorsäureester, der außer in der Landwirtschaft auch zur Vernichtung von Insekten in Wäldern und zur Bekämpfung von Fliegen, Mücken und Küchen-

schaben in öffentlichen Gesundheitsprogrammen eingesetzt wird. Fenitrothion ist ein Acetylcholinesterase-Hemmer. In der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) waren und sind Mittel, die Fenitrothion enthalten, nicht zugelassen. In der damaligen DDR bestand zwar eine Zulassung für ein entsprechendes Präparat auf dieser Basis aus der damaligen CSSR, das jedoch nie importiert wurde.

Die ZV für Fenitrothion wurde nur in **NW** (selten, aber sehr hoch) und bis 1997 auch in **BB** häufig überschritten. In **BW** war die ZV stets eingehalten, in einigen anderen Ländern konnte die Einhaltung wegen einer unzureichenden Bestimmungsgrenze nicht sicher bestätigt werden.

Aus **NW** wurden Überschreitungen für *Rhein* und *Lippe* gemeldet. Als Ursache werden neben möglichen produktionsbedingten Quellen auch Punktquellen in Form von nicht sachkundiger Verwendung im Anwendungsbereich als Entwesungsmittel für wahrscheinlich gehalten. In **BB** wurden die ZV in *Havel* und *Oder* mehrmals überschritten. Ursachen konnten nicht genannt werden. 1998 war die ZV eingehalten.

3.10 Fenthion (ZV = 0,004 µg/l)

Fenthion ist ein Thiophosphorsäureester und wurde in Deutschland als Insektizid (Cholinesterase-Hemmung) zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege eingesetzt. Zulassungen von Mitteln mit diesem Wirkstoff sind seit dem 31. Oktober 1998 ausgelaufen. In tropischen Klimazonen dient der Wirkstoff bevorzugt zur Bekämpfung von krankheitsübertragenden Stechmücken. In Südafrika wird Fenthion entlang von Flussläufen auch zum Vergiften von Vögeln verwendet.

Überschreitungen der ZV wurden nur aus **NW** (mehrmals und sehr hoch) gemeldet. In **RP** wurde die ZV eingehalten, in den anderen Ländern konnte die Einhaltung nicht sicher bestätigt werden, da die Bestimmungsgrenze über der ZV lag oder der Wirkstoff nicht analysiert wurde.

Die Überschreitungen der ZV für Fenthion in **NW** wurden überwiegend im *Rhein*, aber auch in *Lippe* und *Wupper* gemessen. Neben möglichen produktionsbedingten Einträgen werden Punktquellen durch nicht sachgerechten Umgang bei der Entwesung im Hygienebereich angenommen. Ein flächenhafter Einsatz dieses Wirkstoffs in Deutschland wird für wenig wahrscheinlich gehalten.

3.11 Hexazinon (ZV = 0,07 µg/l)

Hexazinon ist ein nicht-selektives Herbizid, das zur Gruppe der Triazinderivate gehört. Die Aufnahme erfolgt über Blätter und Wurzeln, die Wirkung beruht auf der Hemmung der Photosynthese. Das Mittel wird während der Wachstumsperiode bevorzugt auf Nicht-Kulturland und in Grünanlagen ausgebracht. Mittel mit dem Wirkstoff Hexazinon haben in Deutschland keine Zulassung mehr. In den alten Bundesländern waren die Zulassungen am 31. Dezember 1991 ausgelaufen. In den neuen Bundesländern durfte Velpar 90, ein in der damaligen DDR zugelassenes Herbizid gegen Kräuter im Forst (in Kiefernbeständen) noch bis Ende 1994 vertrieben und angewendet werden. Der letzte Vertrieb erfolgte 1992.

Seltene Überschreitungen der ZV für diesen Wirkstoff in mittlerer Höhe wurden aus **SN** für die *Zwickauer Mulde* und den *Brausellochbach* gemeldet. Auch aus **HH** wurde für die *Elbe* von ZV-Überschreitungen im Jahr 1996 berichtet. Mögliche Ursachen wurden nicht benannt.

3.12 Isoproturon (ZV = 0,3 µg/l)

Isoproturon (IPU) ist ein selektives Herbizid aus der Gruppe der Harnstoffderivate, das von den Pflanzen durch die Wurzeln und Blätter aufgenommen wird und den photosynthetischen Elektronentransport in den Chloroplasten hemmt. Isoproturon ist ein ökonomisch sehr attraktiver Wirkstoff (billig, breites Wirkungsspektrum, mischbar mit Flüssigdünger), der weitverbreitet und in großen

Mengen im Vor- und Nachauflauf beim Getreideanbau (Weizen, Roggen Gerste), insbesondere gegen Kamille, Vogelmiere und Ackerfuchsschwanz eingesetzt wird.

Von den überwiegend im landwirtschaftlichen Bereich eingesetzten Herbiziden führte IPU bundesweit zu den meisten Überschreitungen der ZV. Außer den 5 Ländern **HH**, **SL**, **BE**, **ST** und **TH**, in denen die ZV eingehalten war, wurden aus allen anderen Bundesländern, wenn sie denn auf IPU untersucht hatten, meist häufige und im Fall von **NW** und **MV** auch sehr hohe Überschreitungen der ZV gemeldet.

SH fand ZV-Überschreitungen in *Bille, Treene, Bongsieler Kanal, Schwentine, Untere Trave, Kielstau* und *Bodenau* (bis zu 1,1 µg/l). Weitere Überschreitungen wurden gemeldet aus **NW** für *Erft, Lippe, Weser* und die *deutsch/niederländischen Grenzgewässern* und aus **HE** für *Main* (IPU ist hier über das ganze Jahr, auch im Spätherbst und Winter, der mit den höchsten Konzentrationen gemessene Wirkstoff!), *Nidda* und *Fulda*. Nach 1996 ist jedoch ein Rückgang feststellbar.

Zu Überschreitungen kam es auch in **RP** in *Saar, Mosel, Lahn* und *Selz*, in **SN** in der *Vereinigten Mulde* und in **BW** in *Neckar* und *Donau*. Die höchsten ZV-Überschreitungen wurden 1995 festgestellt, als es im Frühjahr in Folge ungünstiger Witterungsbedingungen (Kälteeinbruch mit Schnee und Regen) nach der Aufbringung der Herbizide durch Abschwemmungen zu einem großflächigen Eintrag von IPU in die Gewässer kam. Ab 1996 gehen auch hier die Konzentrationen leicht zurück.

Während die ohnehin nur seltenen ZV-Überschreitungen bei IPU in **BY** ab 1997 nicht mehr beobachtet wurden, waren die ZV in **MV** an 4 von 6 LAWA-Messstellen und an vielen weiteren Landesmessstellen häufig und erheblich überschritten. Auch hier zeigten sich insbesondere zum Jahresbeginn die höchsten Belastungen, die landesweit zu beobachten waren. Dass an vielen, weit voneinander entfernten Messstellen nahezu zeitgleich sehr hohe IPU-Konzentrationen (zwischen 2 und 6 µg/l) nachzuweisen waren, deutet auf flächenhafte, diffuse Einträge aus dem landwirtschaftlichen Bereich von gefrorenen Böden und/oder während Schneeschmelzen hin, zumal die höchsten Überschreitungen in Gebieten mit intensivem Getreideanbau auftraten. So wurden aus dem *Stevergebiet* in **NW** im Februar 1996 massive Einträge von Isoproturon und Chlortoluron nach Niederschlägen auf gefrorene Böden berichtet. Im Oktober 1998 führten Regenfälle dort ebenfalls zu massiven Abträgen des im Herbst zum Wintergetreide ausgebrachten Isoproturons (Kooperation *Steventalsperre*, 1999). Auch in **MV** ist ein Rückgang bezüglich der Belastungskonzentration zu erkennen. So ging die Messstellenanzahl mit ZV-Überschreitungen zwischen 1996 und 1998 von 66 % auf 31 % zurück. **MV** hat jedoch auch darauf hingewiesen, dass es insbesondere in kleinen Gewässern lokal und zeitlich zu extrem hohen Belastungen durch Pestizide kommen kann. So wurde im Oktober 1998 in der *Uhlenbäk*, einem kleinen vorpommerschen Bach, ein Isoproturon-Spitzenwert von 34 µg/l gemessen.

NW weist darauf hin, dass IPU insbesondere durch seine Werkstoffeigenschaften (u. a. gute Wasserlöslichkeit, geringe Sorption), durch die hohen aufgebrauchten Wirkstoffmengen pro Hektar und durch die breite Anwendung hinsichtlich des Austrags in die Oberflächengewässer zum Problemstoff wird. Weiterhin sind durch die häufige Anwendung auch Punktquellen (z. B. Störfälle und Unachtsamkeiten beim Befüllen und Reinigen der Spritzgeräte) an den Einträgen beteiligt.

Sowohl **NW** als auch **BW** erhoffen sich von der Verschärfung der Anwendungsvorschriften, die seit dem Frühjahr 1999 die Anwendung von IPU durch Auflagen einschränken, einen Rückgang der Gewässerkontamination durch Isoproturon. Zukünftige Messungen müssen zeigen, ob diese Hoffnungen berechtigt sind.

3.13 Lindan (ZV = 0,3 µg/l)

Lindan (γ -HCH) ist ein chlorierter Kohlenwasserstoff, der als Kontakt-, Fraß- oder Atemgift wirkt. Es wurde in der Landwirtschaft, in Forsten, im Vorrats- und Holzschutz und zur Entwesung eingesetzt. Weiterhin wurde und wird der Wirkstoff in Tier- und Humanarzneimitteln zur Bekämpfung

von Ektoparasiten eingesetzt. Die Herstellung von Lindan ist eingestellt. Die letzten Zulassungen lindanhaltiger Mittel sind in Deutschland seit dem 31. Dezember 1997 ausgelaufen. Lindan steht im Verdacht, auf das endokrine System und damit die Reproduktionsfähigkeit zu wirken.

Die ZV für Lindan wurde nur im *Fürstengraben* in **SN** (einmalig in 1997) und in **ST** 1994 in der *Mulde* und der *Weißten Elster* (seit 1995 eingehalten) überschritten. Die Ursachen für die Überschreitung der ZV in der *Mulde* werden in Altlasten aus der Chemieregion Bitterfeld gesehen.

3.14 Linuron (ZV = 0,3 µg/l)

Linuron ist ein selektives, systemisches Herbizid aus der Gruppe der Harnstoffderivate. Der Wirkmechanismus beruht auf der Hemmung des Photosystems II. Die Aufnahme erfolgt über die Wurzel oder das Blatt. Linuron wurde bevorzugt beim Anbau von Kartoffeln, Mais, Gemüse, Zierpflanzen und Ziergehölzen gegen aus Samen aufgelaufene Kräuter eingesetzt. Mittel, die den Wirkstoff Linuron enthalten, sind in Deutschland seit dem 31. Mai 1997 nicht mehr zugelassen. Der letzte Vertrieb erfolgte im Jahr 1997. Die ZV für Linuron wurde nur 1996 an einer Messstelle in **MV** überschritten.

3.15 Malathion (ZV = 0,02 µg/l)

Malathion ist eine Organophosphorverbindung und wird als Insektizid mit Cholinesterase-Hemmung eingesetzt. Mittel, die den Wirkstoff Malathion enthalten, sind in der Bundesrepublik Deutschland (alte Bundesländer) seit dem 10. Oktober 1992 nicht mehr zugelassen. In den neuen Bundesländern waren Vertrieb und Anwendung (Vorratsschutz und Gewächshäuser) gemäß dem Gesetz vom 13. Mai 1993 noch bis Ende 1994 möglich. Die letzte Auslieferung wurde 1992 vorgenommen.

Dennoch wurde die ZV für Malathion in **NW** in *Rhein*, *Sieg* und *Wupper* (selten und in mittlerer Höhe) und in **BB** bis 1997 an einer Messstelle in der *Havel* überschritten. Als Ursache für die 6 festgestellten ZV-Überschreitungen in **NW** werden Punktquellen genannt.

3.16 MCPA (ZV = 2,0 µg/l)

MCPA ist ein Herbizid aus der Gruppe der Phenoxy-carbonsäuren. Der Wirkungsmechanismus von MCPA ist bisher nicht restlos geklärt. Im Wesentlichen wird der Nukleinsäure-Stoffwechsel beeinflusst. MCPA wird im Getreideanbau und bei der Grünlandbewirtschaftung (auch bei Zierrasen) gegen zweikeimblättrige Kräuter eingesetzt.

Die ZV für MCPA wurde nur in **NW** und dort nur einmal im *Saeffeler Bach*, einem der deutsch/niederländischen Grenzgewässer, überschritten. Eine denkbare Ursache wäre eine Punktquelle durch Unachtsamkeit beim Umgang mit der Spritzbrühe.

3.17 Metazachlor (ZV = 0,4 µg/l)

Metazachlor ist ein selektives Herbizid aus der Gruppe der Amide. Es wird als Voraufmittel von keimenden Kräutern über die Wurzeln aufgenommen, bei Nachaufmittelanwendungen über die Blätter. Der Wirkmechanismus beruht auf der Hemmung des Keimvorganges. Bodenfeuchtigkeit verbessert die Wirkung. Das Mittel wird bevorzugt gegen Gräser und Kräuter in Raps, Gemüse Kohl und Stoppelrüben angewendet.

Überschreitungen der ZV wurden (selten, aber hoch) aus **SH** (3,2 µg/l in der *Kielstau*) und **MV** (2,6 µg/l in der *Barthe* – vier Wochen später immer noch 0,78 µg/l) und (selten und geringfügig) aus **NW** (*Schaafbach*) und **SN** (*Lausitzer Neiße* und *Schwarze Elster*) gemeldet.

3.18 Metolachlor (ZV = 0,2 µg/l)

Metolachlor ist ein selektives Bodenherbizid aus der Gruppe der Amide. Bei Gräsern tritt der Wirkstoff über den unmittelbar an den Samen anschließenden Sprossstiel, bei zweikeimblättrigen Arten über Spross und Wurzeln, ein und wird im Xylem weitergeleitet. Der Wirkmechanismus beruht auf der Hemmung des Keimvorganges. Bevorzugt angewendet wird das Mittel gegen Gräser im Maisanbau. Es ist weit verbreitet und wird in großen Mengen eingesetzt.

Überschritten wurde die ZV für diesen Wirkstoff häufig und hoch in **NW** (in den *deutsch/niederländischen Grenzgewässern* hauptsächlich im Gelderland) und selten und gering in **SN** (*Große Röder*).

Als Ursache für die Überschreitungen wird von **NW** der Eintrag von Metolachlor über den Oberflächenabfluss vom Acker infolge starker Niederschläge kurz nach der Anwendung des Mittels genannt.

3.19 Parathion-ethyl (ZV = 0,005 µg/l)

Parathion-ethyl ist ein Organophosphor-Pestizid mit Cholinesterase-hemmender Wirkung, das als Insektizid, Akarizid und Nematizid eingesetzt wird. In Deutschland sind Mittel mit diesem Wirkstoff nur noch als Insektizide im Gemüse-, Obst-, Wein- und Zierpflanzenanbau zugelassen. Parathion-ethyl hat insbesondere im Gemüseanbau eine weite Verbreitung. Es steht im Verdacht, auf das endokrine System und damit auf die Reproduktionsfähigkeit zu wirken. Der Einsatz von Parathion-ethyl unterliegt bezüglich der Aufwandmenge im Getreideanbau einer Anwendungsbeschränkung.

Aufgrund der Bestimmungsgrenze, die in vielen Ländern oberhalb der ZV lag, konnte die Einhaltung der ZV in den meisten Bundesländern nicht nachgewiesen werden. Hohe Überschreitungen der ZV wurden aus **NW** für *Rhein* und *Sieg* und aus **BB** bis 1997 für *Havel* und *Oder* gemeldet. In **BW** wurde die ZV selten und nur geringfügig im *Neckar* überschritten.

NW und **BW** vermuten als Ursache für die wenigen ZV-Überschreitungen Punktquellen infolge unsachgemäßer Anwendung oder Reinigung der Spritzgeräte.

3.20 Parathion-methyl (ZV = 0,02 µg/l)

Parathion-methyl gehört zu den Organophosphorverbindungen und wird als Insektizid mit Cholinesterase-Hemmung eingesetzt. Während im Obst- und Weinanbau die Anwendung wegen der toxischen Wirkung auf Bodeninvertebraten nicht zugelassen ist, liegt für die Anwendung im Getreideanbau bzgl. der Aufwandmenge eine Anwendungsbeschränkung vor.

Ebenso wie beim Parathion-ethyl konnte auch beim Parathion-methyl die Einhaltung der ZV in vielen Bundesländern wegen der zu hoch liegenden Bestimmungsgrenze nicht belegt werden. Überschreitungen wurden aus **HH** für die *Elbe* (einmaliger Nachweis in 1996), aus **NW** (selten, aber hoch) für den *Rhein* und die *Bochholter Aa* und bis 1997 auch aus **BB** für die *Havel* gemeldet. In **NW** werden die Überschreitungen auf Punktquellen zurückgeführt. In **ST** konnten gegenüber früheren Jahren seit 1995 keine Überschreitungen für diesen Wirkstoff mehr festgestellt werden, was auf die erfolgreiche Sanierung der Abwasserkanäle im Chemiepark Bitterfeld zurückgeführt wird. Die eigentliche Produktion des Wirkstoffs Wofatox war bereits vor Jahren eingestellt worden.

3.21 Simazin (ZV = 0,1 µg/l)

Simazin gehört zu der Gruppe der Triazinderivate und ist ein Herbizid, welches über die Hemmung der Photosynthese wirkt. Simazin wurde z. B. in Baumschulen, im Obstbau und in Erdbeerkulturen eingesetzt. Triazin-Herbizide stehen im Verdacht auf das endokrine System und damit die Reproduktionsfähigkeit zu wirken. Die letzten Zulassungen sind am 30. Dezember 1998 ausgelaufen.

Größere Auslieferungen (Wirkstoffmengen über 100 t) erfolgten ab 1993 nicht mehr. In den Jahren 1997 und 1998 wurden nur noch Mengen unterhalb einer Tonne vertrieben.

Simazin ist nach Diuron und Isoproturon der 3. Wirkstoff mit den bundesweit häufigsten ZV-Überschreitungen. Seltene und geringfügige Überschreitungen wurden aus **SH**, **HH**, **HE** und **MV**, mehrmalige Überschreitungen aus **SN** und **ST** und häufige und hohe Überschreitungen aus **NW** und **RP** gemeldet.

Überschreitungen wurden gemeldet aus **SH** für die *Bodenau* (0,12 µg/l), bis 1996 aus **HH** für die *Elbe*, aus **HE** und aus **MV** für die *Törber* (0,12 µg/l).

In **SN** traten in *Wesenitz*, *Prießnitz*, *Fürstengraben* und *Dahle* mehrmalige ZV-Überschreitungen für Simazin auf. Die Überschreitungen aus **ST** wurden für *Elbe*, *Mulde*, *Saale*, *Weißer Elster*, *Havel* und *Aland* beobachtet. Während die ZV-Überschreitungen in *Elbe*, *Mulde* und *Havel* letztmalig 1994 festgestellt wurden, traten in den anderen Gewässern auch noch 1997 bzw. 1998 vereinzelte Überschreitungen auf. Neben Dimethoat führte Simazin in **ST** zu den häufigsten Überschreitungen.

Häufige und hohe Überschreitungen der ZV für Simazin wurden in **NW** in der *Erft* und den *deutsch/niederländischen Grenzgewässern* und in **RP** in *Mosel*, *Nahe* und insbesondere in der *Selz* festgestellt.

In den meisten Ländern (z. B. **HE**, **MV**, **HH**, **NW**) deutet der Trend jedoch auf einen Rückgang der Belastung durch Simazin hin. Die Gründe für den Rückgang der Simazin-Belastung liegen darin, dass seit Jahren der Einsatz von Simazin im Maisanbau unzulässig ist. Die festgestellten Überschreitungen, die sich auf die *Erft* und die *deutsch/niederländischen Grenzgewässer* konzentrieren, könnten auf lokalen Anwendungen (Einsatz von Simazin im Maisanbau ist in den Niederlanden legal!) oder auf Punktquellen beruhen.

3.22 Terbutylazin (ZV = 0,5 µg/l)

Terbutylazin ist ein Herbizid aus der Gruppe der Triazinderivate, das über die Wurzeln oder über die Blätter aufgenommen werden kann. Die Wirkung beruht auf der Hemmung der Hill-Reaktion der Photosynthese. Der Wirkstoff wird neben Metolachlor als Atrazin-Ersatzstoff insbesondere im Maisanbau verwendet und außerdem als Mittel gegen Kräuter im Vor- und Nachauflauf in Kartoffel-, Erbsen-, Getreide-, Wein- und Obstkulturen eingesetzt.

Zu Überschreitungen der ZV kam es nur selten und eher geringfügig in **SH** in der *Bodenau* und in **TH** in der *Weißer Elster*. In den *deutsch/niederländischen Grenzgewässern* in **NW** waren Überschreitungen mehrmals und mit höheren Konzentrationen zu finden. Im *Stevergebiet* in **NW** wurden 1998 hohe Werte gemessen, als kurz nach einer massiven Anwendung im Mais Niederschläge fielen (Kooperation Stevertalsperre, 1999).

3.23 Triazophos (ZV = 0,03 µg/l)

Triazophos ist ein breit wirkendes Insektizid, Akarizid und Nematizid aus der Gruppe der Phosphorsäureester. Es wirkt als Kontakt- und Fraßgift. Der Wirkmechanismus beruht auf einer Hemmung der Cholinesterase. Bevorzugte Anwendung fand es im Gemüse-, Obst-, Acker- und Zierpflanzenanbau. Derzeit bestehen für ein entsprechendes Mittel (Hostathion) noch Zulassungen gegen die Kleine Kohlfliege an Blumenkohl und gegen Blattnematoden an Zierpflanzen.

Untersucht wurde auf Triazophos nur in **NW** und **BE**. Überschritten wurde die ZV nur in **NW** (selten, aber hoch). In **BE** lag die Bestimmungsgrenze für Triazophos über der ZV, so dass die Einhaltung der ZV nicht belegt ist.

Die ZV-Überschreitungen in **NW** in *Rhein*, *Ruhr*, *Erft* und *Wupper* werden aufgrund des Zulassungs- und Anwendungsrahmens mehr auf Punktquellen zurückgeführt.

3.24 Tributylzinn-Verbindungen (ZV = 0,0001 µg/l)

Tributylzinn-Verbindungen (TBT-Verbindungen) werden als Wirkstoffe in Antifouling-Anstrichen, in Holzschutzmitteln, als Fungizide, Algizide und Molluskizide, z. B. in Schiffswerften und der Textilindustrie, eingesetzt. Eine Verwendung von TBT-Verbindungen als Wirkstoff in Agrarbioziden besitzt in Deutschland keine Zulassung. Für TBT-Verbindungen ist nachgewiesen, dass sie auf das endokrine System und damit die Reproduktionsfähigkeit wirken.

Die ZV für die TBT-Verbindungen wurde nur in **NW** und **TH** an ausgewählten Messstellen mit einem unterschiedlichen methodischen Ansatz (Untersuchung in Wasser- oder Schwebstoffphase) erprobt.

TH fand an 3 von 6 untersuchten Messstellen in der *Weißer Elster* erhebliche Überschreitungen der ZV in der Wasserphase mit Konzentrationen zwischen 0,02–0,05 µg/l. Als Ursache für diese ZV-Überschreitungen wurden Abwassereinleitungen eines chemischen Betriebes festgestellt. Gezielte Sanierungsmaßnahmen sind in Vorbereitung.

Da sich TBT-Verbindungen im Feststoff anreichern, wurde dieser Wirkstoff in **NW** im Schwebstoff untersucht. Weil diese Schwebstoffuntersuchungen aufwendig sind, wurden die Untersuchungen auf 10 Messstellen an *Rhein*, *Lippe* und *Ruhr* begrenzt. Aus dem experimentell ermittelten Verteilungskoeffizienten zwischen Wasser- und Schwebstoffphase und einem als konstant angenommenen Schwebstoffgehalt von 25 mg/l wurde die für die Wasserphase abgeleitete ZV auf 20 µg/kg für das Tributylzinn-Kation (und 50 µg/kg für Triphenylzinn-Kation) für die Schwebstoffphase umgerechnet. Der Vergleich der Messwerte mit den so umgerechneten ZV ergab für alle Messstellen erhebliche Überschreitungen der ZV. Zwischenzeitlich konnte die Umrechnung der ZV für Organozinn-Verbindungen in der Schwebstoffphase auf 2 µg/kg bei Tributylzinn und 10 µg/kg bei Triphenylzinn präzisiert werden. Ein erneuter Vergleich mit den Messwerten aus **NW** führte qualitativ zu keiner Änderung des Ergebnisses; allerdings ist das Ausmaß der Überschreitung der TBT-ZV nun deutlich höher.

Während an *Rhein* und *Ruhr* hauptsächlich anwendungsbedingte Einträge in Betracht zu ziehen sind, konnten an der *Lippe* zusätzlich auch produktionsbedingte Einträge durch die Fa. Schering-Witco nachgewiesen werden.

3.25 Trifluralin (ZV = 0,03 µg/l)

Trifluralin ist ein Anilinderivat und wird als Bodenherbizid in Getreide, Rüben, Raps, Kohlgemüse und Sonnenblumen eingesetzt.

Die ZV für Trifluralin wurde nur in **NW** (mehrmals und sehr hoch) und **TH** (selten und geringfügig) überschritten. Eingehalten war die ZV mit Sicherheit in **BW** und **BB**, in den meisten anderen Ländern lag die Bestimmungsgrenze dagegen oberhalb der ZV, so dass die Einhaltung nicht belegt ist.

Die Überschreitungen in **NW** wurden für *Rhein*, *Ruhr*, *Lippe*, *Sieg*, *Wupper* und die *deutsch/niederländischen Grenzgewässer* und in **TH** 1995 für die *Weißer Elster* gemeldet.

Die ZV-Überschreitungen in **NW** konzentrierten sich besonders zahlreich in den *deutsch/niederländischen Grenzgewässern* und hier nur in der Provinz Gelderland. Aufgrund der Wirkeigenschaften (z. B. starke Bodensorption, schlechte Wasserlöslichkeit) müsste der Eintrag von Trifluralin in die Gewässer eher flächenhaft durch Erosionsereignisse erfolgt sein. Andernfalls müsste von punktuellen Einträgen, z. B. im Gemüseanbau, ausgegangen werden.

4 Bewertung der Ergebnisse

Zur Bewertung der Ergebnisse und zur Darstellung von Vermeidungs- und Minderungsmöglichkeiten ist es erforderlich, zwischen **produktionsbedingten** und **anwendungsbedingten** Ursachen zu unterscheiden. Bei letzteren wiederum muss differenziert werden zwischen Gewässerbeein-

trächtigungen aus dem **landwirtschaftlichen** und dem **nicht-landwirtschaftlichen** Bereich (z. B. Industrie- und Verkehrsflächen, privater Haus- und Gartenbereich). Weiterhin ist zu beachten, ob Belastungen im Rahmen des sachgerechten, bestimmungsgemäßen Gebrauchs oder als Folge unsachgemäßer Handhabung und möglicherweise infolge illegaler Anwendung aufgetreten sind.

Wie die Auswertung der Ergebnisse zeigt, wurden von den 34 Einzelstoffen, die in die Erprobung einbezogen waren, nur bei 9 Wirkstoffen die jeweiligen Zielvorgaben eingehalten. Das heißt, dass es im Erprobungszeitraum bei 25 Wirkstoffen zu einer Überschreitung der jeweiligen Zielvorgabe in mindestens einem Bundesland gekommen ist. Von diesen 25 Wirkstoffen verfügen derzeit nur 12 Stoffe (**2,4-D, Dimethoat, Diuron, Isoproturon, MCPA, Metazachlor, Metolachlor, Parathion-ethyl, Parathion-methyl, Terbutylazin, Triazophos** und **Trifluralin**) über eine aktuelle Zulassung nach dem Pflanzenschutzgesetz. Für die übrigen 13 Stoffe, für die Zielvorgabenüberschreitungen festgestellt wurden, war die Zulassung im Erprobungszeitraum oder vorher erloschen, oder es hatte in Deutschland für diese Stoffe (**TBT** und **Fenitrothion**) nie eine Zulassung bestanden.

4.1 Produktionsbedingte Belastungsursachen

Hierzu gehören Gewässerbelastungen durch Stoffeinträge aus produktionsbedingten aktuellen Abwassereinleitungen ebenso wie altlastenbedingte Einträge über den Grundwasserpfad aus ehemaligen Produktionsanlagen sowie infolge von Auswaschungen und Remobilisierungen von Schadstoffen aus Böden oder Sedimenten.

Für die Überschreitung der Zielvorgaben bei den Wirkstoffen **Azinphos-methyl, Dimethoat, Diuron, Fenitrothion, Fenthion, Isoproturon, Lindan, Simazin** und **TBT** wurden von einigen Bundesländern neben möglichen anwendungsbedingten Ursachen ausdrücklich auch produktionsbedingte Belastungen verantwortlich gemacht.

Aus **NW** wurden produktionsbedingte ZV-Überschreitungen für **Azinphos-methyl** im *Rhein*, für **Diuron** in *Rhein* und *Wupper*, für **Fenitrothion** in *Rhein* und *Lippe*, für **Fenthion** in *Rhein*, *Lippe* und *Wupper* und für **TBT** in der *Lippe* durch verschiedene Produktions- und Formulieringsbetriebe benannt.

So haben z. B. kontinuierliche Untersuchungen im Rahmen der staatlichen Einleiterüberwachung bei der Bayer AG in den Werken in Wuppertal-Eilberfeld (*Wupper*) und in Dormagen (*Rhein*) Belastungen des Abwassers mit Pestiziden ergeben. Über die Abwassereinleitungen gelangen, entsprechend dem Produktionsspektrum, biozide Wirkstoffe und deren Reaktionsprodukte in die Fließgewässer. Eine Beeinträchtigung der aquatischen Lebensgemeinschaften ist in Abhängigkeit vom Verdünnungsgrad des Abwasserstroms im Gewässer anzunehmen. Allerdings sind nur **Diuron** und **Triadimenol** ganzjährig im Abwasser nachzuweisen, da die anderen Substanzen im Chargenbetrieb hergestellt werden. Nach Angabe des Landesumweltamtes machen die Einträge aus der Produktion insgesamt einen eher geringen Anteil an der Gesamtbelastung aus. Die Abwassereinleitungen des Werkes in Dormagen führten aufgrund der hohen Wasserführung des *Rheins* bisher zu keinen nachweisbaren Konzentrationserhöhungen.

In der *Seseke/Lippe* wurden produktionsbedingte Einträge von **TBT** durch die Firma Schering-Witco nachgewiesen. Es wird geprüft, ob neben der verstärkten Überwachung des Abwassers weitere technisch-rechtliche Schritte erforderlich sind.

Neben den Produktionsbetrieben tragen vermutlich auch die bisher nicht untersuchten Formulieringsbetriebe zur Gewässerbelastung bei. Allein in **NW** gibt es 12 nach dem BImSchG genehmigungsbedürftige Formulieringsbetriebe, die ihre Abwässer als Indirekteinleiter den kommunalen Kläranlagen zuführen oder es an Entsorgungsunternehmen übergeben. Es muss davon ausgegangen werden, dass sowohl die Indirekteinleitungen als auch die Entsorgung über Fremdfirmen für die Belastung der Kläranlagen mit bioziden Wirkstoffen von Bedeutung sein können.

Auch aus **TH** wurde eine erhebliche produktionsbedingte Belastung der *Weißer Elster* mit **TBT** durch die Abwassereinleitung eines Produktionsbetriebs genannt. Die gemessenen Konzentrationen

nen betragen hier im Maximum das 500fache der ZV. Gezielte Maßnahmen zur Sanierung sind in Vorbereitung.

ST meldet produktionsbedingte ZV-Überschreitungen für die Wirkstoffe **Dimethoat**, **Lindan** und **Simazin** in der *Mulde* und *Elbe*. Verantwortlich hierfür werden die noch bestehenden Altlasten innerhalb der Chemieregion Bitterfeld gemacht. Darüber hinaus wurde die *Mulde* bis 1997 auch durch Abwassereinleitungen eines Produktionsbetriebes zur Herstellung von **Dimethoat** belastet.

Aus **HE** werden für den Wirkstoff **Isoproturon** produktionsbedingte Einträge in den *Main* infolge von Störfällen in 1993 und 96 gemeldet.

4.2 Anwendungsbedingte Belastungsursachen

Die mit der Anwendung von Herbiziden und Insektiziden zusammenhängenden Einträge in Fließgewässer resultieren aus landwirtschaftlichen und nicht-landwirtschaftlichen Anwendungen und aus der Verwendung bestimmter Stoffe als Entwesungsmittel zur Bekämpfung von z. B. Vorratschädlingen in geschlossenen Bereichen.

- Für folgende Wirkstoffe mit ZV-Überschreitungen wurden in den Berichten der Länder landwirtschaftliche Anwendungsbereiche angenommen: **Azinphos-methyl**, **Chlortoluron**, **2,4-D**, **Dichlorvos**, **Dimethoat**, **Diuron** (nur regional in Sonderkulturen), **Endosulfan**, **Etrimphos**, **Fenthion** (nur regional in Obstkulturen), **Hexazinon** (regional in Forsten), **Isoproturon**, **Lindan**, **Linuron**, **Malathion**, **MCPA**, **Metazachlor**, **Metolachlor**, **Parathion-ethyl**, **Parathion-methyl**, **Simazin**, **Terbuthylazin**, **Triazophos** und **Trifluralin**.

Im Hinblick auf die landwirtschaftlichen Anwendungen sind unterschiedliche Eintragspfade möglich, deren Relevanz von einer Vielzahl verschiedener Begleitumstände abhängt. Als wichtigste Belastungsquellen sind hier der Oberflächenabfluss sowie das Füllen, Reinigen und Warten der Spritzgeräte zu nennen (Bach, Huber et al., 2000). Weitere Wege, auf denen Biozide in die Gewässer gelangen, sind Direkteinträge, Bodenabtrag, Abtrift bei der Ausbringung und Dränabflüsse sowie der Grundwasser-/Basis-Abfluss, die regional unterschiedlich zur Belastung der Gewässer beitragen können.

Zu den wichtigsten Faktoren, die den Eintrag von Pestiziden in die Gewässer beeinflussen, gehören die Aufwandmenge, die Sorptionseigenschaften, die Mobilität und die Persistenz der Wirkstoffe. Darüber hinaus sind geografische Faktoren wie die Bodenart, die Topografie, die Vegetation, die Breite des Uferstreifens und die Wind- und Wetterverhältnisse, sowie der Anwendungszeitpunkt und die Sorgfalt im Umgang mit den Wirkstoffen bedeutsam. Da die Anzahl der Faktoren, die bei einer Pestizidanwendung das Ausmaß der Gewässerbelastung bestimmen, sehr vielfältig sind, müssen auch die zahlreichen möglichen Minderungsmaßnahmen auf die konkreten Verhältnisse vor Ort abgestimmt werden, um einen optimalen Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften in den Gewässern vor dem Eintrag von Pestiziden sicher zu stellen.

Eine bedeutende Schadstoffquelle stellt der Eintrag von Pestiziden aus Kläranlagen, aus den Abschlüssen der Mischabwasserkanalisation und über die Regenwasserkanäle der Trennkanalisation dar. Da in den Kläranlagen in der Regel keine wesentliche Eliminierung der Pestizide aus dem Abwasser erfolgt, gelangen die in die Kanalisation eingetragenen Wirkstoffe nahezu vollständig in die Gewässer. Auch landwirtschaftlich genutzte Wirkstoffe werden, sofern die Höfe an das Kanalsystem angeschlossen sind, über die Kanalisation und die Kläranlagen in die Gewässer eingetragen.

- In besonderem Maße betrifft dies aber jene bioziden Wirkstoff (z. B. **Hexazinon**, **MCPA** und insbesondere **Diuron**), die auch im nicht-landwirtschaftlichen Anwendungsbereich eingesetzt werden. Der in großem Ausmaß über die Kläranlagenabläufe in die Gewässer gelangende Wirkstoff ist das vor allem von Industrie und Gewerbe sowie Hausbesitzern und Kleingärtnern eingesetzte Totalherbizid **Diuron**. Hierfür sind vor allem die unsachgemäße Reinigung der Spritz-

geräte und die Entsorgung der Wirkstoffreste, aber auch die Abschwemmung biozider Stoffen von illegal behandelten mehr oder weniger befestigten Flächen verantwortlich.

Verschiedene Messprogramme der Länder, z. B. in **HE** und **NW** haben die Relevanz des Eintragspfades Kläranlage eindeutig belegt. Die Bedeutung des **Diuron**-Eintrags über die Kanalisation und die Kläranlagen sowohl in Gebieten mit Trenn- als auch mit Mischkanalisation ist in allen Untersuchungen nachgewiesen worden.

So ergaben z. B. vergleichende Untersuchungen an der *Niers* und an einem nicht durch kommunale Abwässer belasteten Nebengewässer eine erhebliche Pestizidbelastung. Frachtberechnungen haben gezeigt, dass annähernd 100 % der gemessenen **Diuron**-Konzentration aus den kommunalen Kläranlagen stammte. Während der Aufbringungszeiten wurden auch landwirtschaftlich verwendete Wirkstoffe in den Kläranlagenabläufen nachgewiesen.

In den Hofabläufen landwirtschaftlicher Betriebe, die unmittelbar auf dem Betriebsgelände auf befestigten Flächen Feldspritzen befüllen, reinigen und warten, wurden Pestizid-Konzentrationen gemessen, die in den Gewässern eine erhebliche Belastung verursachen können.

- Ein weiterer direkter Eintragspfad von bioziden Wirkstoffen kann durch die Anwendung als Entwesungsmittel erfolgen. Von den 25 erprobten Stoffen, für die ZV-Überschreitungen festgestellt worden waren, finden **Fenitrothion**, **Fenthion**, **Lindan**, **Malathion** und **Dichlorvos** als Entwesungsmittel Verwendung.

Die Prüfung von Entwesungsmitteln und ihre Listung (16. Ausgabe von 1998) umfasst nach § 10c BSeuchG die Wirksamkeitsprüfung gegen Gliedertierarten sowie die Prüfung auf die Verträglichkeit ihrer Auswirkungen auf die Gesundheit und die Umwelt bei sachgerechter Anwendung. Letzteres wird durch Nachprüfungen durch die Neufassung des § 10c BSeuchG weiter verbessert werden, ist aber in der Listung 1998 noch nicht umgesetzt. Die Listung erstreckt sich nicht auf Mittel und Verfahren, die dazu bestimmt sind, im Rahmen des Vorratsschutzes nach Pflanzenschutzrecht gegen Schädlinge eingesetzt zu werden. Die Anwendung von Entwesungsmitteln setzt ein hohes Maß an Fachwissen voraus (gefordert ist u. a. ein anerkannter Abschluss als geprüfter Schädlingsbekämpfer). Ihr Einsatz soll nach Gebrauchsanweisung erfolgen, insbesondere sind Einwirk- und Lüftungszeiten einzuhalten und die entsprechenden Abschirm- und/oder Dekontaminationsmaßnahmen zu beachten. Gerade die Dekontamination, die erforderlich ist, um eine Gefährdung von Raumnutzern durch Rückstände von Entwesungsmitteln nach dem Bekämpfungserfolg zu vermeiden, erscheint geeignet, Punktquellen für Gewässerverunreinigungen entstehen zu lassen. Auch über die übliche Reinigung von Räumen sowie über die Verwendung und Entsorgung von Insektenbekämpfungsmitteln im Haushalt können Biozide in Oberflächengewässer ausgetragen werden.

5 Minderungsmaßnahmen

Die Erprobung hat bestätigt, dass prinzipiell überall dort, wo intensiver Ackerbau bis unmittelbar an die Gewässer heran betrieben wird, mit anwendungsbedingten Pestizideinträgen in die Gewässer gerechnet werden muss. Zur Verminderung produktions- und anwendungsbedingter Einträge biozider Wirkstoffe in die Oberflächengewässer werden von den Bundesländern die folgenden Maßnahmen vorgeschlagen:

- **Entwicklung verbesserter Reinigungsmethoden bei der Behandlung speziell mit Bioziden kontaminierter Abwasserteilströme**

In wie weit bei produktionsbedingten Einträgen von bioziden Wirkstoffen künftig mit Vermeidungen bzw. Verminderungen der festgestellten erheblichen Belastungen gerechnet werden kann, wird von den erreichbaren technischen Fortschritten bei der Behandlung von mit gefährlichen Stoffen kontaminierten Abwasserteilströmen und den umweltpolitischen Erfolgen bei der

Umsetzung einer fortschrittlichen wasserrechtlichen Genehmigungspraxis nach dem Stand von Wissenschaft und Technik in den betroffenen Bundesländern und von weiteren Fortschritten bei der Sanierung von Altlasten abhängen.

– Vermeidung von Pestizideinträgen in die Kanalisation und in kommunale Kläranlagen

Wie die Erprobung gezeigt hat, werden erhebliche Stoffeinträge auch über kommunale Abwassereinleitungen in die Gewässer festgestellt. Die Ursachen (z. B. Einträge über die Kanalisation, run-off von Feldern und befestigten Flächen, Wegeseitengräben, Tropfverluste an den Geräten, Reinigung der Geräte, Entsorgung von Spritzbrüheresten über das Abwasser etc.) müssen durch weitere Untersuchungen gezielt ermittelt und durch intensiviertere Minderungsmaßnahmen an den Eintragsquellen abgestellt werden.

– Kooperation zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft

Als besonders effizient für den Gewässerschutz haben sich Kooperationen zwischen der Wasser- und der Landwirtschaft erwiesen, in denen beraten, das gegenseitige Problemverständnis gefördert und ggf. über Ausgleichszahlungen für von beiden Seiten anerkannte Nachteile der Landwirte entschieden wird. Die vor allem in Wasserschutzgebieten bestehenden Kooperationen zwischen Wasserversorgern und Landwirten sollten schrittweise zu einem flächendeckenden Gewässerschutz, insbesondere in Gebieten mit hoher Gewässergefährdung, ausgebaut werden. Laut Umweltbundesamt entfallen etwa 30 % der landwirtschaftlichen Nutzflächen auf solche Gebiete. Neben einer intensiven gewässerschutz-orientierten landwirtschaftlichen Bewirtschaftung sollte der ökologische Landbau hier besondere Förderung genießen.

In **NW** haben sich Kooperationsmodelle bewährt, in deren Mittelpunkt die Beratung der Landwirte steht, die z. T. von den Wasserwerken finanziert wird.

In **BY** hat die Landeshauptstadt München mit Landwirten aus dem Mangfalltal, aus dem München einen großen Teil seines Trinkwassers bezieht, ein Abkommen geschlossen: Sie erhalten seit 1994 über eine Laufzeit von 6 Jahren pro Hektar extensiv bewirtschafteter Fläche DM 550,-, zusätzlich zu DM 300,- bis DM 350,- aus dem Vertragsnaturschutz (Kulturlandschaftsprogramm KULAP), d. h. insgesamt ca. DM 850,- bis DM 900,-. Nach Ablauf dieser 6 Jahre besteht eine Option auf Weiterverlängerung um 12 Jahre, allerdings nur mit DM 450,- pro Hektar. Von ca. 2500 Hektar Einzugsfläche sind bereits 2300 Hektar mit 100 Landwirten an dieses Programm „Ökologische Landwirtschaft im Wassereinzugsgebiet Mangfalltal“ angeschlossen. Der Nitratwert konnte dadurch von ca. 1–3 mg/l im Jahr 1880 nach einem rasanten Anstieg auf 15 mg/l in den 50er Jahren auf derzeit 12 mg/l gedrückt werden. Eine Chlorung des Trinkwassers ist nicht notwendig. Größte Sorge der Fachleute sind die Privatisierungsbestrebungen, die eine Reduzierung dieser Vorsorgemaßnahmen befürchten lassen.

Ein Leitfaden für die Förderung des ökologischen Landbaus im Rahmen von Kooperationen von Wasserversorgungsunternehmen in ihren Schutzgebieten wurde von AGÖL und BUND (1998) im Auftrag der Bundesstiftung Umwelt erarbeitet. Weitere Beispiele finden sich bei den Wasserwerken Augsburg, Regensburg, Dortmund, Leipzig, Osnabrück, Göttingen, beim Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverband in Brake, bei der Interessengemeinschaft Wasserversorgungsunternehmen Weser in Bad Pyrmont, Bückeberg, Hameln, Hessisch-Oldendorf und Rinteln und beim Zweckverband Zornedinger Gruppe in Poing. Die Funktion und die Folgen von Kooperationen wurden von Rohmann, Schultheiß u. a. (1999) im Auftrag der LAWA und des DVWK zusammengestellt und analysiert.

– Intensivierung der Pflanzenschutzberatung

Ziel der Beratungsprogramme ist es, mittels einer Vermeidung überflüssiger Einsätze, der Förderung sachgerechter Anwendung, der Einhaltung der Anwendungsvorschriften und Auflagen laut Beipackzettel, des Führens einer Schlagkartei etc., den Einsatz von bioziden Wirkstoffen durch Optimierung der Anwendungsbedingungen und -zeiten zu minimieren bis hin zum völligen Verzicht in sensiblen Gebieten und so den Schaden für die Umwelt so gering wie möglich

zu halten. Um dies effizient und mit geringem Personalaufwand sicherzustellen, wurden entsprechende Computerprogramme (z. B. Pro-Plant) entwickelt. Hilfreich hierbei ist auch die Erstellung entsprechender Begleitmaterialien wie z. B. die Merkblätter und Infobroschüren der bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau.

Weiterhin sollten die Anwender, insbesondere die Landwirte, besser über die fatalen Folgen eines unsachgemäßen, sorglosen Umgangs mit den hochtoxischen Pestiziden für die Wasserorganismen und ihre eigene Gesundheit aufgeklärt werden.

Die staatliche Kontrolle, Schulung und Beratung der Anwender von Pestiziden in TH durch den amtlichen Pflanzenschutzdienst über die sachgerechte Anwendung im Bereich der Landwirtschaft und auf kommunalen Flächen wird als wesentlicher Grund für die relativ günstige Belastungssituation gewertet und sollte beibehalten werden.

- Ausrüstung von Spritzgeräten zur Wäsche auf dem Feld; Förderung der Nachrüstung alter Spritzmittelgeräte mit moderner umweltschonender Technologie

Die Empfehlung die Geräte auf dem Feld zu reinigen, ist die effektivste Maßnahme gegen Einträge über Hofabläufe direkt in die Gewässer oder in Kanalisationen. Die Hofabläufe sind vor allem in den südlichen und südwestlichen Bundesländern wohl der wichtigste Eintragsweg, da dort die Spritzenanzahl pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche um ein Mehrfaches größer ist als in den übrigen Bundesländern (Bach, Huber et al. 2000).

Um die Reinigung der Spritzen auf dem Feld zu fördern, wurde in HE die Ergänzung älterer Geräte mit Waschvorrichtungen und Reinwasserbehältern innerhalb eines Pilotversuches gefördert. Die Kosten beliefen sich auf 2000,- DM pro Spritzgerät. In einem weiteren Vorhaben der Universität Gießen wurden die Landwirte eines Dorfes über diese Möglichkeit und die Gefahren von Wäschen auf Flächen mit Kanalisationsanschluss ausschließlich beraten. Die Pestizideinträge über die betroffenen Kläranlagen wurden in beiden Fällen um 80 % innerhalb eines Jahres vermindert (UBA, 1997).

Auch in TH wurden seit 1993 im Förderprogramm „Umweltgerechter integrierter Pflanzenschutz“ rund 1 Mio. DM jährlich an Fördermitteln für moderne Spritztechnik mit Ausrüstungen zur Abdriftbegrenzung und computergesteuerter Mengenreduzierung, für Alternativtechniken zur chemischen Krautbekämpfung (wie Hackstriegel und Bodenfräsen) sowie für Hilfsstoffe zur Schaderregerprognose einschließlich Nützlingseinsatz aufgewendet. Es ist beabsichtigt, dieses Programm auch in der Förderperiode 2000–2006 fortzuführen.

Für neue Spritzgeräte sind Zusatzeinrichtungen zur Reinigung seit 1998 Vorschrift.

- Entwicklung von Ersatzstoffen mit günstigeren Eigenschaften

Ungünstige physikalisch/chemische Eigenschaften weisen vor allem ältere Wirkstoffgruppen auf (z. B. Triazine, Triazinone, Diazine, Harnstoffderivate und Wachstumsstoffe). Die Entwicklung neuer Wirkstoffe trägt diesen Erkenntnissen Rechnung. So lässt sich je nach Anwendungsgebiet z. B. Diuron durch Glyphosat und Isoproturon durch Ralon ersetzen. Abgesehen von höheren Kosten können jedoch mit dem Einsatz von Ersatzstoffen auch andere Nachteile verbunden sein, wie z. B. eine schwierige Analytik, schwerabbaubare Metaboliten und wegen einer mehrfach erforderlichen Anwendung eine Erhöhung der Gesamt-Aufwandmenge. Der ökologische Nutzen bzw. Schaden ist im Einzelfall sorgfältig abzuwägen.

- Flächenhafter Schutz vor Abschwemmung und Erosion

Die Abschwemmung von Pestiziden in gelöster Form oder die Verfrachtung durch Boden-erosion kann am effektivsten durch Maßnahmen auf den landwirtschaftlichen Flächen selbst verringert werden. Hierzu muss auf eine möglichst lang anhaltende Bedeckung der Flächen geachtet werden, um dem Regen oder dem Abfluss durch Pflanzen oder deren Rückstände die Energie zu nehmen. Die wirkungsvollsten Maßnahmen hierzu sind dauernde Begrünung durch

Untersaaten und Zwischenfrüchte, Belassung von Ernteresten auf den Feldern und nachfolgende Mulch- oder Direktsaat. Diese Maßnahmen widersprechen oft dem Streben nach Sauberkeit und Ordnung auf den Feldern und sind daher schwer durchzusetzen. Bewachsene Uferlandstreifen und Auffanggräben im Feld oder am Feltrand können diese Maßnahmen unterstützen.

– Schaffung von Uferstreifen

Die Anlage von ausreichend breiten, standortgerecht bewachsenen Uferstreifen von mindestens 15 m Breite verhindern den Direkteintrag von bioziden Wirkstoffen durch Überstreichen der Gewässer bei der Aufbringung der Mittel durch die Landwirte und vermeiden bzw. vermindern den Eintrag von Schadstoffen in die Gewässer durch Windabdrift und durch Abschwemmungs- und Erosionsprozesse.

– Wiederherstellung extensiver Grünlandnutzung in Überschwemmungsgebieten

Die Rückführung von Ackerflächen in unmittelbarer Gewässernähe und in Überschwemmungsgebieten in extensiv genutzte Grünlandflächen – wie früher allgemein üblich – vermeidet Schadstoffeinträge aus der landwirtschaftlichen Nutzung in die Oberflächengewässer.

– Rückbau von Dränagen

Wie die Erprobung gezeigt hat, stellt auch die Verlagerung biozider Wirkstoffe über Dränagen einen relevanten Eintragspfad für Pestizide in das Grundwasser und die Oberflächengewässer dar. Ein Rückbau von Dränagen zum Schutz der Gewässer und zur Wiederherstellung des natürlichen Wasserhaushalts der Landschaft vermeidet diese Belastungen.

– Förderung des ökologischen Landbaus

Die biologisch-dynamische Wirtschaftsweise (Demeter, Biodyn), der organisch-biologische Landbau (Bioland) und andere verzichten auf die Anwendung chemisch-synthetischer Wirkstoffe in Bioziden und Pflanzenbehandlungsmitteln. Der landwirtschaftliche Betrieb wird als ökologischer Kreislauf gesehen, wobei ein biologisch aktiver Boden widerstandsfähige Pflanzen hervorbringt, die für Mensch und Tier hochwertige Nahrung liefern.

Statt auf Biozide wird auf die Nutzung der Möglichkeiten der vorbeugenden Pflanzenhygiene (bei Düngung, Standort- und Sortenwahl, Bodenbearbeitung und der Förderung von Nützlingen), auf eine gezielte Fruchtfolge und auf mechanisch-biologische Krautbekämpfung gesetzt. Ziel sind optimale, nicht maximale Erträge.

Der ökologische Landbau stellt die umweltverträglichste Form der Landwirtschaft dar. Seine Regeln sollten schrittweise zur guten fachlichen Praxis erklärt werden und bei Beratung und Subventionen Vorrang genießen. Näheres zum wasserwirtschaftlichen Nutzen des ökologischen Landbaus ist im Leitfaden für die Wasserwirtschaft von AGÖL und BUND (1999) nachzulesen.

– Genehmigungspflicht, Anwendungsbeschränkungen und ggf. Anwendungsverbote für biozide Stoffe

Dies betrifft insbesondere **TBT**, das neben dem Einsatz als Antifouling-Anstrich an Schiffunterbauten (seit 1990 für Schiffe unter 25 m Länge verboten!) noch als Desinfektionsmittel und fungizides Schutzmittel für Textilien, Leder, Papier, Holz und dergleichen, sowie als allgemeines Desinfektionsmittel in Krankenhäusern verwendet wird.

Ein weiterer Problemstoff ist das **Diuron**. Wie die Erfahrungen aus der Erprobung zeigen, ist die Verwendung von Totalherbiziden im nicht-landwirtschaftlichen Bereich immer noch weit verbreitet. Neben dem Anwendungsschwerpunkt im privaten Bereich werden diese Wirkstoffe auch bei der Behandlung von Verkehrs- und Nutzflächen intensiv eingesetzt. Trotz gezielter

Beratung und Information finden auch weiterhin gesetzwidrige Anwendungen statt. Um zukünftig einen Missbrauch zu verhindern, sind eindeutige Hinweise auf der Verpackung über die Genehmigungsbedürftigkeit der Anwendung erforderlich. Genehmigungsanträge sollten durch die zuständigen Behörden sehr restriktiv behandelt werden. Auch ein Anwendungsverbot bestimmter Mittel sollte erwogen werden.

Auch für das Herbizid **Isoproturon**, das bundesweit im landwirtschaftlichen Anwendungsbereich zu den meisten ZV-Überschreitungen geführt hatte, wurden die Anwendungsbeschränkungen weiter verschärft. So muss bei dessen Anwendung zwischen der behandelten Fläche und einem Oberflächengewässer ein Mindestabstand von 10 m eingehalten werden. Bei einer Hangneigung von $> 2\%$ müssen ein Randstreifen von mind. 10 m Breite mit einer geschlossenen Pflanzendecke oder ausreichende Auffangsysteme für das abgeschwemmte Wasser bzw. den eingeschwemmten Boden vorhanden sein. Die Anwendung Isoproturon-haltiger Mittel auf drainierten Flächen ist nach derzeitigem Stand zwischen dem 1. Juni und dem 1. März verboten. Ein Mittel unterliegt sogar einem ganzjährigen Verbot. Weiterhin darf keine Anwendung auf Flächen erfolgen, von denen die Gefahr einer unmittelbaren oder mittelbaren (z. B. durch ein Regenereignis verursachten) Abschwemmung in die Kanalisation, in Drainagen oder Straßenabläufe sowie Regen- oder Schmutzwasserkanäle möglich ist. Zusätzlich ist die Anwendung auf Böden mit einem mittleren Tongehalt von $\geq 17\%$ nicht zulässig. Die Ergebnisse aus **MV** und **NW** unterstützen weiterhin die im Vorfeld dieser Beschränkungen zusätzlich diskutierte Forderung, die Herbstanwendung völlig zu unterlassen.

Zukünftige Messungen müssen zeigen, ob diese Beschränkungen von den Anwendern beachtet werden und ob diese Maßnahmen ausreichen, um die ZV sicher einzuhalten.

- Einführung einer Pestizidabgabe

Eine Abgabe für biozide Wirkstoffe im landwirtschaftlichen Bereich gibt es in Dänemark, Schweden und Norwegen. Sie soll Beratungsprogramme finanzieren, die auf Verbrauchsminderung ausgerichtet sind. Für eine direkte Steuerung des Verbrauches über den Preis sind die Abgaben in den genannten Ländern zu gering. Aus Schweden – dort beträgt die Abgabe ca. 2,50 DM/kg Wirkstoff – werden Verminderungen des Mitteleinsatzes um 34 % durch ein integriertes Konzept berichtet.

Problematisch ist die Auswahl einer geeigneten Bemessungsgrundlage. Allein das Gewicht der Wirkstoffe anzusetzen, wäre wegen der unterschiedlichen Toxizitäten fachlich nicht korrekt. Die Abgabe könnte aber an Wirkungsäquivalente gekoppelt werden, die sich aus den empfohlenen Anwendungsmengen errechnen.

Die Einführung einer solchen Abgabe wäre im Hinblick auf einen besseren Schutz der Gewässer vor Bioziden sinnvoll. Die Möglichkeiten und rechtlichen Grundlagen für die Einführung einer Pestizid-Abgabe sollte geprüft werden.

- Verbesserung gesetzlicher Regelungen

- Ergänzung des PflSchG bzgl. der Verbesserung des Gewässerschutzes
- Ergänzung des BSeuchG bzgl. des Umgangs mit Entwesungstoffen
- Ergänzung des WHG (z. B. Erlaubnispflicht für die Anwendung von bioziden Wirkstoffen bei bestimmten Umfeldbedingungen)
- Erarbeitung einer Verordnung über die sachgerechte Anwendung von Bioziden und Pflanzenbehandlungsmitteln in der Landwirtschaft analog zur Düngemittelverordnung.
- Erteilung von Auflagen über Abstände, Gewässerrandstreifen und deren Bewuchs sowie zum Erosionsschutz in den Flächen in Abhängigkeit von den jeweils spezifischen Mitteleigenschaften, den geo- und topografischen Verhältnissen am Einsatzort und den Vegetations- und Witterungsverhältnissen zum aktuellen Anwendungszeitpunkt.

6 Handlungsempfehlungen für den Umgang mit Pestiziden

Die häufigsten ZV-Überschreitungen ergaben sich für das oft durch Haus- und Kleingärtner sowie Gewerbebetriebe angewandte Totalherbizid **Diuron** und die landwirtschaftlich eingesetzten Wirkstoffe **Isoproturon** und **Simazin**. Aber auch bei vielen anderen Wirkstoffen waren die Zielvorgaben häufig und erheblich überschritten. Um diese grundsätzlich vermeidbaren Gewässerbelastungen zukünftig zu vermindern, sollen den verschiedenen Anwendergruppen die folgenden Handlungsempfehlungen gegeben werden:

Handlungsempfehlungen für Haus- und Kleingärtner und Gewerbebetriebe

In privaten Haushalten sowie im Rahmen weiterer nicht-landwirtschaftlicher Anwendungen sollten biozide Wirkstoffe grundsätzlich erst dann eingesetzt werden, wenn alle anderen alternativen Behandlungsmethoden (z. B. Hacke und Fugenkratzer, Fliegenklatsche und Absammeln von Blattläusen) ausgeschöpft sind. Wenn ein Pestizid-Einsatz unvermeidbar erscheint, ergibt sich allein durch einen verantwortlichen und sachgerechten Umgang mit den jeweiligen toxischen Stoffen ein großes Minderungspotenzial hinsichtlich des Eintrags in Kanalisationen und Gewässer.

Nach § 6 des Pflanzenschutzgesetzes ist es untersagt, biozide Wirkstoffe auf befestigten Flächen auszubringen. Ein Verstoß gegen dieses Verbot kann als Ordnungswidrigkeit nach § 40 des Pflanzenschutzgesetzes mit einer Geldbuße bis zu 100.000 DM geahndet werden. Zur Erhöhung der Wirkung des § 6 des Pflanzenschutzgesetzes ist es erforderlich, die Problematik der verbotenen Anwendung von Pestiziden in der breiten Öffentlichkeit zu thematisieren und dadurch die Bevölkerung in Bezug auf das Anwenderverhalten weitestgehend zu sensibilisieren.

Werden Pestizide auf den dafür zugelassenen Flächen eingesetzt, müssen von den Anwendern folgenden Punkte beachtet werden:

- Beratungsgespräch beim Kauf der Wirkstoffe verlangen,
- Gebrauchsanweisung befolgen,
- Verdünnungsangaben genau beachten,
- Wirkstoffreste ordnungsgemäß entsorgen,
- Wirkstoffreste nicht in die Kanalisation gelangen lassen,
- Behandlung nur auf bewachsenem Boden und nicht im Vorauflauf anwenden,
- nur geprüfte Sprühgeräte verwenden.

Handlungsempfehlungen für den landwirtschaftlichen Anwender

Beim Umgang mit Pestiziden und bei deren Ausbringung sind generell die „Grundsätze für die Durchführung der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz“ zu berücksichtigen. Diese sind im Bundesanzeiger veröffentlicht. Sie enthalten folgende Grundsätze:

- Die Anwendung von Pestiziden sollte nur in Fällen erfolgen, in denen dies unbedingt erforderlich ist. Es ist stets zu prüfen, ob ein vergleichbarer Erfolg auch durch nicht-chemische Maßnahmen (z. B. mechanische Unkrautbekämpfungsverfahren) zu erzielen ist.
- Die Wirkstoffmengen, die ausgebracht werden, sind möglichst gering zu halten, z. B. durch Teilflächenbehandlung (z. B. Bandspritzung).
- Ausbringung der Wirkstoffe nur zum „günstigsten“ Zeitpunkt.
- Einsatz hochselektiver Wirkstoffe, die schon in geringen Aufwandmengen wirksam sind, speziell dann, wenn keine hohe Giftigkeit für Gewässerorganismen angegeben wird.

- Grundsätzlich sind die für die jeweiligen Präparate auf den Packungen angegebenen Auflagen der Zulassungsbehörden, insbesondere die angegebenen Auflagen zum Gewässerabstand (oft 20 m!), einzuhalten. In keinem Fall dürfen biozide Wirkstoffe weniger als 5 m von einem Gewässer- oder Grabenrand (Böschungsoberkante!) entfernt ausgebracht werden.
- Zur Verminderung von Abtriftverlusten sollte eine Pestizid-Anwendung nur in Zeiten geringer Windgeschwindigkeit (weniger als 3 m/s) erfolgen. Außerdem kann der Pestizid-Eintrag in Oberflächengewässer durch geeignete Spritztechniken (z. B. Niederdruckdüsen, Luftunterstützungssysteme) verringert werden.
- Auf Flächen, bei denen die Gefahr der Abschwemmung von Wirkstoffen besteht, sollte eine Pestizid-Anwendung im Voraufbau unterbleiben.
- Auf weitgehend ebenen Flächen (Hangneigung bis etwa 2 %), von denen die Wirkstoffe überwiegend in gelöster Form (mit dem abfließenden Wasser) abgeschwemmt werden, kann eine Gewässerbelastung durch Ausweichen auf einen stark sorbierten Wirkstoff und Verminderung des Oberflächenabflusses durch lang anhaltende Bodenbedeckung vermieden werden. Auf stärker geneigten Flächen kann nur die Verwendung stark sorbierter Wirkstoffe in Zusammenhang mit dem Einsatz von Erosionsschutzmaßnahmen (z. B. Dauerbegrünung der Fläche, Bodenschutz durch Ernterückstände, Anlegen von bewachsenen Uferrandstreifen, Einrichtung von Auffanggräben) den Pestizid-Eintrag in Oberflächengewässer reduzieren.
- Auf gedrähten Flächen sollte die Anwendung schwach und mäßig stark sorbierter Wirkstoffe, insbesondere im Herbst und Winter, wenn kaum noch ein Wirkstoffabbau stattfinden kann, möglichst unterbleiben. In diesen Fällen kann notfalls auf Wirkstoffe ausgewichen werden, die in geringen Aufwandmengen wirksam sind und schnell abgebaut werden (z. B. Fenoxaprop/Clodinafop gegen Ackerfuchsschwanz in Getreide).
- Das Befüllen, Reinigen und Warten von Spritz- und Sprühgeräten sollte auf dem Feld erfolgen. Spritzmittelreste sind aufzufangen, möglichst wieder zu verwenden oder sachgerecht zu entsorgen. Hinweise zur Vermeidung von Gewässerbelastungen durch „Umweltgerechten Umgang mit Pflanzenschutzgeräten“ sind 1999 durch das MURL **NW** veröffentlicht worden.
- Darüber hinaus sollte das Auftreten von Oberflächenabfluss und Bodenabtrag von landwirtschaftlichen Flächen möglichst verhindert werden, um eine Wirkstoffverlagerung in Gewässer oder angrenzende Naturschutzflächen zu vermeiden. Dies ist durch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen möglich, z. B. durch:
 - Anwendung der Mulchsaat und von Untersaaten bei Reihenkulturen,
 - Feldeinteilungen mit kurzen Hanglängen,
 - Bearbeitung quer zum Hang,
 - Vermeidung bzw. Beseitigung von Bodenverdichtungen,
 - Aufbrechen verkrusteter Bodenoberflächen,
 - Aufzeichnungen über jeden erfolgten Wirkstoffeinsatz (Was? Wann? Wo? Weswegen?).
- Ein sachgerechter Umgang wird außerdem durch eine praxisorientierte Portionierung (z. B. Wirkstoffmenge pro ha oder pro Feldspritzenfüllung) der Wirkstoffe gefördert.

Handlungsempfehlungen für die Zulassungsbehörden

Das Abschwemmungsverhalten von Pestiziden ist bei deren Zulassung zu berücksichtigen. Dies bedeutet zum Beispiel:

- Stark sorbierte Wirkstoffe mit Halbwertszeiten von z. B. mehr als 10 Tagen sollten auf Flächen mit stärkerer Hangneigung nur in Zusammenhang mit Erosionsschutzmaßnahmen zugelassen werden.

- Schwach, insbesondere aber mäßig stark, sorbierte Wirkstoffe sollten unter Bedingungen, unter denen es mit hinreichender Wahrscheinlichkeit innerhalb von einem Monat nach der Pestizid-Anwendung zu Oberflächenabfluss von der Applikationsfläche kommen dürfte, nur zugelassen werden, wenn sie geringe Aufwandmengen im Vergleich zur aquatischen Toxizität haben oder wenn sie schnell abbaubar sind (z. B. Halbwertszeiten von < 10 Tagen).
- Die Bedingungen, unter denen mit hinreichender Wahrscheinlichkeit Oberflächenabfluss zu erwarten ist (z. B. hinsichtlich Bodeneigenschaften, angebauter Kultur, Bestellverfahren etc.), sind zu konkretisieren.
- Auf Flächen, die regelmäßig überschwemmt werden, sollte eine Pestizid-Applikation gar nicht zugelassen werden.
- Auf dränierten Flächen sollten schwach und mäßig stark sorbierte Wirkstoffe für eine Herbstanwendung nach dem 1. November nur zugelassen werden, wenn sie in geringen Aufwandmengen (z. B. 300 g/ha a.) eingesetzt werden oder wenn sie schnell abbaubar sind (Halbwertszeiten von < 10 Tagen bei geringen Temperaturen).
- Regelmäßige Überprüfung der Anwendungsbedingungen der bioziden Wirkstoffe in der Praxis vor Ort, da hierdurch die Gewässerbelastungen maßgeblich bestimmt werden. Gegebenenfalls muss eine Einschränkung der Anwendung dieser Wirkstoffe oder ein Ausweichen auf Ersatzwirkstoffe angeordnet werden. Entstehen einem Landwirt dadurch unzumutbare Härten, so muss nach Wegen einer möglichen Entschädigung gesucht werden.

Handlungsempfehlungen für die Umweltverwaltung

- Überwachung (stichprobenartig auch die Produktions- und Formulierungsbetriebe), stärkere Einbeziehung der festen Phase (Sediment- und Schwebstoffe) in die Pestizid-Untersuchungen.
- Weitergehende Ursachenforschung in Gebieten mit besonders hoher Gewässerbelastung durch biozide Wirkstoffe und Ableitung gezielter Minderungsmaßnahmen, sowie die Durchführung einer maßnahmenorientierten Überwachungsstrategie.
- Durchführung von Pilotprojekten/Sondermessprogrammen, z. B. mehr Untersuchungen in kleinen, ackerbaulich geprägten Einzugsgebieten mit hoher zeitlicher Auflösung (Spitzenkonzentrationen).
- Erarbeitung einer Methodik für die Vorgehensweise bei der Klärung und Untersuchung der wesentlichen Pestizid-Eintragspfade in Oberflächengewässer und der darauf basierenden Ableitungen von Minderungsmaßnahmen.
- Weitere Intensivierung der Zusammenarbeit der staatlichen Umweltverwaltung (z. B. Landesumweltämter, Staatliche Umweltämter) mit den Landwirtschaftskammern und anderen landwirtschaftlichen Fachdienststellen.
- Längerfristige Untersuchungen an kleinen, ackerbaulich genutzten Einzugsgebieten mit hoher zeitlicher Auflösung in Zusammenarbeit mit den Landwirtschaftskammern und den Kooperationen zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft.
- Ausweitung der Kooperationsarbeit zwischen Landwirtschaft und Wasserwirtschaft unter Berücksichtigung zusätzlicher Schwerpunkte, insbesondere dem Schutz aquatischer Lebensgemeinschaften neben dem derzeitigen Hauptaspekt der Trinkwassergewinnung.
- Übersichtliche Gestaltung der Gesetzgebung.
- Ausweisung „gewässersensibler Bereiche“ in Einzugsgebieten, in denen wiederholt eine erhebliche Oberflächengewässerbelastung durch Pestizide festgestellt wird.

- Ausweitung der Uferrandstreifenprogramme und gegebenenfalls Kopplung mit Flächenstilllegungsprogrammen im Zusammenhang mit EU-Beihilfemaßnahmen.
- Aufnahme eines Anwendungsverbots (z. B. von Totalherbiziden) in eine kommunale Ortssatzung.
- Schaffung der rechtlichen Voraussetzungen für die Festlegung von Überwachungswerten für Pestizide z. B. in der Abwasserverordnung oder in der Indirekteinleiterverordnung.
- Festlegung von Überwachungswerten für relevante Pestizide durch die Wasserbehörden in den Abwassereinleiterbescheiden, soweit dies nach Anhang 48 „Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe“ der Abwasserverordnung rechtlich möglich ist.
- Verpflichtung zur verstärkten Selbstüberwachung und Übermittlung der Ergebnisse.
- Verpflichtung der Pestizid-Produktions- und Formulierbetriebe zu weitergehenden Maßnahmen, um den Eintrag von toxischen Stoffen in die Gewässer zu verringern.
- Intensivierung der Öffentlichkeitsarbeit vor allem während der Anwendungszeiten von Pestiziden, z. B. durch folgende Maßnahmen:
 - Dem Anwender müssen die mit der Pestizid-Anwendung verbundenen Konsequenzen und die Rechtslage aufgezeigt werden.
 - Es sollte eine fachliche Beratung erfolgen, die die Anwender wo immer möglich zum Verzicht auf den Einsatz von Pestiziden bewegt oder zumindest für den sicheren und sachgerechten Einsatz auf den dafür zugelassenen Flächen sorgt.
 - Informationsaustausch und Zusammenarbeit mit Gartencentern und Landschaftsbaubetrieben.
 - Verteilung von ansprechenden Faltpblättern mit den wesentlichen fachlichen und rechtlichen Informationen z. B. an Landwirte, Privatleute, Kleingartenvereine, Wohnungsgenossenschaften und an Pestizid-Verkaufsstellen.

Handlungsempfehlungen für die Landwirtschaftsberatung und die Kooperationen

- Gewässerschutzaspekte sind bei der Pflanzenschutzberatung genauso intensiv zu berücksichtigen wie die produktionstechnischen Gesichtspunkte. Pflanzenbau- und Pflanzenschutzberater müssen daher entsprechend geschult werden.
- Bei der Ausbildung von Landwirten und Gärtnern sind die Belange des Gewässerschutzes stärker in den Vordergrund zu stellen.
- Eine Beratung sollte auch hinsichtlich der Methodik der Spritzenreinigung und der Wartung der Geräte erfolgen und die Vorstellung von technischen Neuentwicklungen zum verbesserten Gewässerschutz umfassen.

7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

1. Die Erprobung der ZV für herbizide und insektizide Wirkstoffe im Hinblick auf das Schutzgut *Aquatische Lebensgemeinschaften* hat erneut gezeigt, dass das Instrument der Zielvorgaben gut geeignet ist, Belastungsschwerpunkte zu erkennen. Die Erprobung hat für eine Reihe von Stoffen regional und überregional zahlreiche mehr oder minder hohe Überschreitungen der ZV erkennen lassen. In einer Reihe von Fällen konnten konkrete Ursachen dafür benannt und Maßnahmen zur künftigen Vermeidung bzw. Verminderung der ZV-Überschreitungen angeboten werden.

2. Für die Bewertung der Ergebnisse ist eine Unterscheidung in produktionsbedingte und anwendungsbedingte Ursachen vorzunehmen. Auch muss zwischen einem landwirtschaftlichen und einem nicht-landwirtschaftlichen Anwendungsbereich unterschieden werden. Weiterhin muss zwischen der Anwendung herbizider und insektizider Wirkstoffe im Freiland und der Anwendung von Wirkstoffen zum Zweck der Entwesung in geschlossenen Bereichen (Gewächshäuser und Vorratsräume) differenziert werden. Außerdem waren Organozinn-Verbindungen zu bewerten, die vorwiegend in der Schiffsbauindustrie (als Antifoulings), in der Textil-, Leder- und Papierindustrie (zur fungiziden Konditionierung) und im Krankenhauswesen (als Desinfektionsmittel) zum Einsatz kommen. Da die Beteiligung der Bundesländer an der Erprobung der Organozinn-Verbindungen nur sehr gering war, muss die Erprobung bezüglich dieser Stoffgruppe als unbefriedigend angesehen werden. Die Untersuchungen zu Gewässerbelastungen mit **TBT** und **TPT** sollten aufgrund der ungenügenden Datenlage auch nach Abschluss der Erprobung fortgeführt werden.
3. Die Auswertung der Erprobungsergebnisse hat zu folgenden Bewertungen geführt (s. Tabelle 1):

- Bei 9 von 34 bioziden Stoffen (**Ametryn**, **Bentazon**, **Bromacil**, **Chloridazon**, **Dichlorprop**, **Mecoprop**, **Methabenzthiazuron**, **Prometryn** und **Triphenylzinn**) traten keine ZV-Überschreitungen auf.
- Bei 4 von 25 bioziden Stoffen mit ZV-Überschreitungen (**Diuron**, **Isoproturon**, **Simazin** und **TBT**) erbrachte die Erprobung weit verbreitete, häufige und sehr hohe Überschreitungen der Zielvorgaben. Bei diesen 4 Wirkstoffen liegen sowohl produktionsbedingte, als auch anwendungsbedingte Belastungsquellen vor, wobei die anwendungsbedingten Belastungen eindeutig dominieren.

Hier sind besonders die herbiziden Wirkstoffe **Diuron** (Einsatz überwiegend im nicht-landwirtschaftlichen Bereich) und **Isoproturon** (Einsatz im landwirtschaftlichen Bereich) zu nennen, die im gesamten Bundesgebiet nahezu flächendeckend zu ZV-Überschreitungen geführt haben.

Trotz der bisher erfolgten Anwendungsbeschränkungen bis hin zu einem Verbot des Diuron-Einsatzes auf befestigten Flächen ist es bisher nicht gelungen, die Gewässerbelastung mit **Diuron** flächendeckend und nachhaltig zu vermindern. Die Tendenzen für die künftige Entwicklung der Belastung in den Bundesländern sind uneinheitlich, eine Prognose ist schwierig.

Auch die Entwicklungsprognose für die Gewässerbelastungen durch **Isoproturon** ist mit großen Unsicherheiten behaftet. Isoproturon ist für die Landwirtschaft im Getreideanbau ein ökonomisch sehr attraktiver Wirkstoff. Aufgrund seiner speziellen Werkstoffeigenschaften und infolge der sehr hohen aufgetragenen Wirkstoffmengen wird er jedoch aus ökologischer Sicht zu einem Problemstoff. Gewisse Hoffnungen auf eine Verminderung der Gewässerbelastung durch Isoproturon beruhen auf der seit 1999 geltenden Verschärfung der Anwendungsvorschriften.

Auch das landwirtschaftlich verwendete Herbizid **Simazin** (Obstbau, Erdbeerkulturen, Baumschulen), das seit Ende Dezember 1998 in Deutschland keine Zulassung mehr hat, führte in 8 Bundesländern, insbesondere in NW, RP, SN und in ST (hier auch altlastbedingt) zu häufigen und hohen Überschreitungen. In 5 Bundesländern wurde die ZV jedoch eingehalten. Der allgemeine Trend deutet auf einen Rückgang der Belastung hin, und es bestehen begründete Hoffnungen, dass nach dem Ende der Zulassung des Wirkstoffs eine deutliche Verringerung der Simazin-Belastung erreicht werden kann.

Weiterhin verursachte das überwiegend industriell verwendete **Tributylzinn-Kation (TBT)**, das jedoch nur in NW und TH in die Erprobung einbezogen wurde, in diesen beiden Bundesländern häufige und sehr hohe Überschreitungen der ZV. Sowohl in TH als auch in NW liegen konkrete Hinweise auf produktionsbedingte Belastungen über Abwassereinleitungen vor, die zukünftig entsprechend den ökotoxikologischen Erfordernissen zu vermindern sind.

Darüber hinaus bestehen überwiegend anwendungsbedingte Belastungen, an deren Verminderung künftig vorrangig und systematisch gearbeitet werden muss.

- Bei 12 von 25 Wirkstoffen mit ZV-Überschreitungen (**Azinphos-methyl, Chlortoluron, Dichlorvos, Endosulfan, Fenitrothion, Fenthion, Metazachlor, Metolachlor, Parathion-ethyl und -methyl, Terbutylazin** und **Trifluralin**) erbrachte die Erprobung in einigen Bundesländern Überschreitungen. Auch sind die Überschreitungen bei diesen Stoffen sowohl von der Häufigkeit als auch von der Überschreitungshöhe weniger gravierend. Neben den anwendungsbedingten Quellen liegen bei **Azinphos-methyl, Fenitrothion** und **Fenthion** auch produktionsbedingte Belastungen vor, die zukünftig entsprechend den ökotoxikologischen Erfordernissen zu vermindern sind.

Für **Azinphos-methyl** (seit 12/94), **Chlortoluron** (seit 10/98), **Dichlorphos** (seit 12/94), **Endosulfan** (seit 12/94), **Fenitrothion** (war nie zugelassen) und **Fenthion** (seit 10/98) sind die Zulassungen ausgelaufen oder haben nie bestanden. Für **Metazachlor, Metolachlor, Parathion-ethyl** und **-methyl, Terbutylazin** und **Trifluralin** bestehen derzeit Zulassungen.

Häufige oder mehrmalige ZV-Überschreitungen wurden beobachtet für das Insektizid **Azinphos-methyl** in BW (aber nur geringfügig) und BB (aber nicht mehr in 98), für das Herbizid **Chlortoluron** in SH und MV (mit abnehmender Tendenz), für das Insektizid **Dichlorvos** in BB (aber nicht mehr in 98), für das Insektizid **Endosulfan** in NW und TH (möglicherweise durch das illegale Aufbrauchen von Restmengen), für das Insektizid **Fenitrothion** in BB (aber nicht mehr 1998), für das Insektizid **Fenthion** in NW (produktionsbedingt und/oder Punktquelle), für das Herbizid **Metolachlor** in NW (nur regional in den deutsch/niederländischen Grenzgewässern), für die Insektizide **Parathion-ethyl** und **-methyl** in BB (aber nicht mehr in 98), für das Herbizid **Terbutylazin** in NW (nur regional in den deutsch/niederländischen Grenzgewässern) und für das Herbizid **Trifluralin** in NW (insbesondere regional in den deutsch/niederländischen Grenzgewässern). Nur seltene Überschreitungen wurden für **Metazachlor** aus SH und MV (selten, aber sehr hoch, evtl. unfallbedingt), aus NW (einmalig) und SN (selten) berichtet.

Durch den Ablauf der Zulassungen für 6 Stoffe und die Umsetzung der oben vorgeschlagenen Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen müssten die festgestellten Gewässerbelastungen durch die genannten 12 Wirkstoffe kurz- oder mittelfristig zu verringern sein, so dass in Zukunft mit einer besseren Einhaltung der Zielvorgaben gerechnet werden kann.

- Bei 9 von 25 Wirkstoffen mit ZV-Überschreitungen (**2,4-D, Dimethoat, Etrimphos, Hexazinon, Lindan, Linuron, Malathion, MCPA** und **Triazophos**) erbrachte die Erprobung nur sehr vereinzelt Überschreitungen. Neben den anwendungsbedingten Quellen liegen bei Dimethoat und Lindan auch produktions- und altlastenbedingte Belastungen in der Chemieregion Bitterfeld vor.

Von den Stoffen dieser Gruppe bestehen in Deutschland für **Etrimphos** (seit 10/89), **Hexazinon** (seit 12/94), **Lindan** (seit 12/97), **Linuron** (seit 5/97) und **Malathion** (seit 12/94) keine Zulassungen mehr.

Mehrmalige ZV-Überschreitungen wurden für das Insektizid **Dimethoat** in ST (produktions- und altlastenbedingt) beobachtet. Seltene ZV-Überschreitungen wurden festgestellt für das Herbizid **2,4-D** in TH (einmalig), für das Insektizid **Etrimphos** in NI und NW (evtl. illegales Aufbrauchen von Restmengen), für das Herbizid **Hexazinon** in HH (nicht mehr in 98) und SN (Ursache unbekannt), für das Insektizid **Lindan** in SN (einmalig) und ST (nicht mehr seit 95), für das Herbizid **Linuron** in MV (Ursache unbekannt), für das Insektizid **Malathion** in NW (Punktquellen) und BB (nicht mehr in 98), für das Herbizid **MCPA** in NW (einmalig) und für das Insektizid **Triazophos** in NW (Punktquellen).

Durch den Ablauf der Zulassungen für 5 Stoffe und die Umsetzung der oben vorgeschlagenen Vermeidungs- und Verminderungsmaßnahmen müssten die festgestellten Gewässerbelastungen durch die genannten 9 Wirkstoffe kurzfristig zu verringern sein, so dass in Zukunft mit nahezu vollständiger Einhaltung der Zielvorgaben gerechnet werden kann.

Als Konsequenz aus den dargestellten Ergebnissen ergibt sich neben dem Erfordernis weiterer kombinierter Emissions- und Immissions-Untersuchungsprogramme vor allem die Notwendigkeit der Umsetzung der genannten Minderungsmaßnahmen an den Eintragsquellen und die weite Verbreitung und Beachtung der genannten Handlungsempfehlungen für den Umgang mit Pestiziden.

Darüber hinaus kann der konsequente Vollzug der bestehenden Gesetze, Verordnungen und Vereinbarungen zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Wirkstoffe in Bioziden und Pflanzenbehandlungsmitteln zu einer Vermeidung bzw. zu einer wesentlichen Verringerung der Gewässerbelastung durch diese Stoffe beitragen.

8 Diskussion und Ausblick

- In den Erprobungsberichten der Länder wurde mehrfach kritisch angemerkt, dass Pestiziduntersuchungen an LAWA-Messstellen und an größeren Gewässern nicht ausreichend sind, um die tatsächlichen flächenhaften Belastungen der Gewässer mit bioziden Wirkstoffen zu erfassen. Hierzu sind zukünftig Untersuchungen auf biozide Wirkstoffe gerade auch an kleineren Gewässern unerlässlich. Gerade dort ist die Gefahr der Beeinträchtigung der aquatischen Lebensgemeinschaften durch kurzfristige starke Konzentrationspitzen der jeweils eingesetzten Wirkstoffe infolge eines Eintrags von Anteilen der applizierten Wirkstoffe auf unterschiedlichen Pfaden von der Zielfläche in die Gewässer am größten. Auch zur konkreten Ursachenermittlung von festgestellten ZV-Überschreitungen und später zur Erfolgskontrolle von ergriffenen Maßnahmen ist ein direkter Bezug zu den Quellen und Eintragspfaden vor Ort erforderlich.

BW weist jedoch darauf hin, dass die immissionsseitige Überprüfung der ZV an kleineren Gewässern mit einem hohen logistischen und technischen Aufwand hinsichtlich Probenahmetechnik und -frequenz verbunden und daher flächendeckend mit vertretbarem Aufwand nicht routinemäßig leistbar sei. Derartige Untersuchungen könnten nur exemplarisch im Rahmen zeitlich begrenzter Sonderuntersuchungen mit hohem Messaufwand durchgeführt werden.

- Für einen Teil der Wirkstoffe (insbesondere für Insektizide) ergaben sich aus ökotoxikologischen Gründen Zielvorgaben in einem sehr niedrigen Konzentrationsbereich, der von den routinemäßig zur Verfügung stehenden Analysemethoden oft nur mit entsprechenden Unsicherheiten oder gar nicht erfasst werden konnte. Insbesondere BW wies darauf hin, dass die in den Gewässern des Landes festgestellten geringfügigen Überschreitungen der ZV für die Wirkstoffe Azinphos-methyl, Dichlorvos und Parathion-ethyl aufgrund des niedrigen Konzentrationsniveaus analytisch nicht eindeutig absicherbar sind.

Viele Länder hatten Probleme mit der Erprobung bei Wirkstoffen mit sehr niedrigen ZV, insbesondere wenn die jeweiligen Bestimmungsgrenzen oberhalb der entsprechenden ZV lagen. In diesen Fällen konnte, obwohl der jeweilige Messwert unterhalb der Bestimmungsgrenze lag, eine Überschreitung der ZV nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden und die Erprobung war insofern nur eingeschränkt möglich. Als Fazit aus dieser Tatsache wurde von fast allen Bundesländern eine rasche Weiterentwicklung der Spurenstoffanalytik durch die an der Zulassung interessierten Produzenten und eine entsprechende Verbesserung der Ausstattung in den Untersuchungslaboratorien der Ländern gefordert.

- Die Relevanz der erprobten Wirkstoffe wurde in den einzelnen Länderberichten kontrovers diskutiert. Einige Bundesländer stellten die Notwendigkeit der Untersuchung auf Stoffe, die keine Zulassung haben, regional nicht von Bedeutung sind, einem Anwendungsverbot

unterliegen oder irrelevante umweltchemische Eigenschaften besitzen, in Frage. Andere Bundesländer wiederum wiesen darauf hin, dass es trotz des bestehenden jahrelangen Verbots von z. B. Atrazin immer noch – wenn auch rückläufig – zu Überschreitungen der ZV für das Schutzgut „Trinkwassergewinnung“ kommt. Hessen hält es z. B. für sinnvoll, Wirkstoffe wie z. B. Atrazin, Endosulfan, Azinphos-methyl, Etrimphos, Malathion, Triazophos und Fenthion, die alle in Deutschland ohne Zulassung sind und dennoch in den Gewässern zu Überschreitungen der ZV führen, zukünftig in die Länder-Messprogramme mit aufzunehmen.

Einig sind sich alle Bundesländer jedoch, dass die Liste der relevanten Stoffe schnellstmöglich um aktuelle Wirkstoffe (und zwar auch an Schwebstoff gebundene Stoffe) zu ergänzen ist und dass für diese Stoffe Zielvorgaben abgeleitet werden müssen, damit es den Ländern möglich wird, auch die in den Gewässern neu gefundenen Problemstoffe zu bewerten.

Als Beispiel für aktuelle und relevante Wirkstoffe werden hier die von Sachsen benannten Stoffe aufgeführt: Glyphosat, Bifenox, Bromoxynil, Carbetamid, Clomazone, Cycloxydim, Chloridazon, Diflufenican, Fluoroglycofen, Metolachlor, Pendimethalin, Phenmedipham und Terbutryn.

9 Literatur

AGÖL (Arbeitsgemeinschaft ökologischer Landbau) und BUND (1998). Wasserschutz durch ökologischen Landbau – Leitfaden für die Wasserwirtschaft. ISBN 3-00-001770-4.

Bach, M., Huber, A. et al. (2000). Schätzung der Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer Deutschlands. UBA-Berichte 3/00. Berlin: E. Schmidt-Verlag.

Frede, H.G., Dabbert, S. (1999). Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Landsberg: ecomed, 2., korrigierte Auflage.

Gottschalk, Ch. (1994). Zielvorgaben für gefährliche Stoffe in Oberflächengewässern. Umweltbundesamt, Berlin, Texte 44/94

Kooperation Stevertalsperre (1999). Bericht über die Ergebnisse der Beratung in 1998. LWK Westfalen-Lippe, Coesfeld.

Kussatz, C., Schudoma, D., Throl, C. Rauert C. (1999). Zielvorgaben für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe zum Schutz oberirdischer Binnengewässer, Umweltbundesamt, Berlin, Texte (76/99)

LAWA (1997). Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer Band I. Teil I: Konzeption zur Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer vor gefährlichen Stoffen (Stand: 6. Mai 1993). Teil II: Erprobung der Zielvorgaben von 28 gefährlichen Stoffen. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.)

LAWA (1998a). Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer Band II. Ableitung und Erprobung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink (Stand: 2. Juni 1997). Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.)

LAWA (1998b). Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer Band III. Teil I: Konzeption zur Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer vor gefährlichen

Stoffen (Stand: 6. Mai 1993). Teil II: Erprobung der Zielvorgaben für Wirkstoffe in Bioziden und Pflanzenbehandlungsmitteln für trinkwasserelevante oberirdische Binnengewässer. Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Hrsg.)

LUA NW (1999). Gewässerschutzbezogene Zielvorgaben für Pflanzenschutzmittel – Erprobung der vorläufigen Zielvorgaben für PBSM für das Schutzgut Aquatische Lebensgemeinschaften – Ergebnisse in NRW. Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Materialien Nr. 55.

LUA NW (1999). Gewässergütebericht '97 – Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel in Oberflächengewässern – Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen

Rohmann, U., Schultheiß, U., Döhler, H., Lorenz, E. (1999). Gewässerschützende Landwirtschaft in Wassergewinnungsgebieten – Vergleichende Darstellung und Bewertung der Vorgehensweisen und von Fallbeispielen in der BRD. Studie im Auftrag von DVGW und LAWA. Karlsruhe, Darmstadt, Hannover. Februar 1999.

Schudoma, D. (1994). Ableitung von Zielvorgaben zum Schutz oberirdischer Binnengewässer für die Schwermetalle Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink. Umweltbundesamt, Texte 52/94

UBA (1997). Pestizideinträge in Oberflächengewässer aus landwirtschaftlichen Hofabläufen – Kenntnisstand und Minderungsmaßnahmen. Beiträge eines Symposiums vom 19. 2. 1997. UBA-Texte 87/97

Land	Landes-Nr.	Zeitraum	untersuchte Einzelstoffe	untersuchte Gewässer	untersuchte Meßstellen	Anzahl der Überschreitungen	ZV (µg/l)	SH	HH	NI	HB	NW	HE	RP	BW	BY	SL	BE	BB	MV	SN	ST	TH
								1	94-98	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
								24	96-98	96-98		91-97	94-98	94-96	94-98	94-98	95-98	94-98	94-98	95-98	97-98	94-98	94-98
								8	3			43	25	24	27	6	15	32	16	30	18	13	32
								8	3			70	3	6	3	3	3	3	4	26	75	11	13
								83	8			503	3	8	9	10	4	5	7	170	14	64	24
									8						33	12	keine	5	15	56	30	21	<
									<				<		<			<	<	<	<	<	<
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				
									<				<		ja*				<				