UmweltWissen

Pflanzenschutzmittel in der Umwelt

Pflanzenschutzmittel bekämpfen Pflanzenkrankheiten. Leider wirken sie aber nicht nur gegen die Schaderreger, sondern oft auch gegen andere Lebewesen. Mittlerweile kann man Spuren von Pflanzenschutzmitteln fast überall nachweisen: im Boden, im Wasser, in der Luft, in unseren Lebensmitteln, aber auch im Fett der arktischen Eisbären und im Eis der Zugspitze. Aus Umweltsicht ist daher jede Maßnahme wichtig, die die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln reduzieren hilft.

In dieser Publikation finden Sie einen einführenden Überblick über dieses weite Themenfeld. Weitere Informationen finden Sie in unserer Publikation Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung.

1 Eintragspfade

Pflanzenschutzmittel werden großflächig im Freiland angewendet: 80 % der Mittel im Ackerbau, knapp 20 % auf Verkehrs-, Siedlungs- und Freizeitflächen sowie in Haus- und Kleingärten. Ein oft unterschätzter Eintragspfad ist auch die Anwendung auf Bahngleisen. Vom Ort der Anwendung können sie auf mehreren Wegen in die Umwelt gelangen (s. Abb. 1).

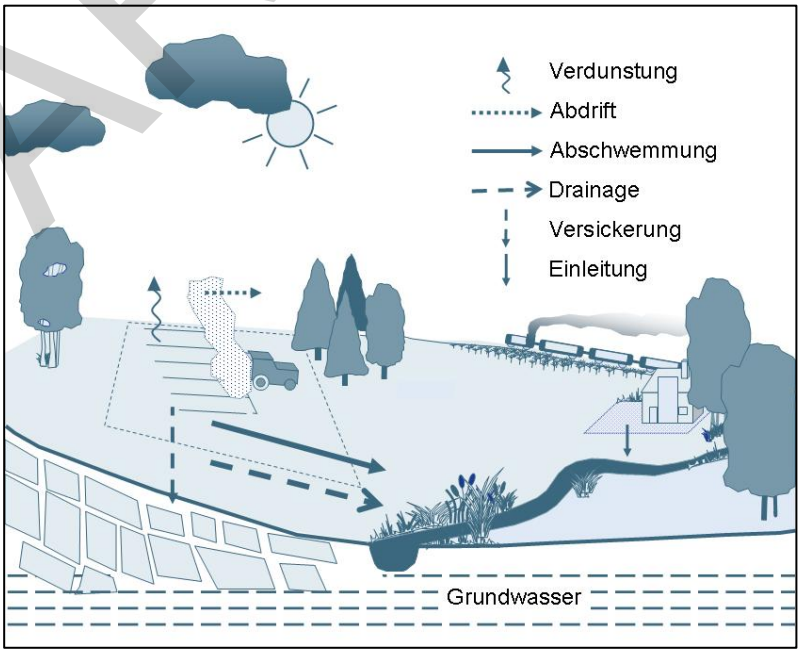

Abb. 1: Eintragspfade von Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt. Quelle: Wohlrab 2001, verändert

ARCHIV

Wichtige Eintragspfade von Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt sind:

- **Abdrift:** Ein Teil der verstäubten Spritzbrühe bleibt in der Luft und kann auf angrenzende Grundstücke geweht werden. Insbesondere bei Frühjahrsspritzungen in Obstkulturen kann der verdriftete Anteil hoch sein (deutlich über 10 % der Ausbringmenge). Dagegen werden z. B. aus Getreide- oder Gemüsefeldern lediglich geringe Mengen ausgetragen (deutlich unter 1 %). Um daher Einträge in nahegelegene Gewässer zu vermeiden, müssen bei der Ausbringung Mindestabstände eingehalten werden (sog. gute fachliche Praxis).
- **Verdunstung:** Bei bestimmten Wirkstoffen kann in den ersten beiden Tagen nach der Anwendung ein erheblicher Teil in die Atmosphäre gelangen und weiträumig verteilt werden (s. Publikation Umweltmedium Luft). Dies gilt als eine der Hauptursachen für die globale Verbreitung einiger älterer Pflanzenschutzmittel. Die Wirkstoffe können dabei gasförmig oder an Nebel- und Staubpartikel adsorbiert sein. Einige Wirkstoffe reichern sich im Nebel an, teilweise sind die Konzentrationen sogar höher als im Regenwasser. Pflanzen, die in direkter Nachbarschaft zu behandelten Kulturen wachsen, können bis zu 10 % der in den behandelten Kulturpflanzen nachgewiesenen Konzentrationen enthalten.
- **Abschwemmung:** In Hanglagen können Pflanzenschutzmittel abgeschwemmt werden, z. T. mit dem abfließenden Wasser, z. T. mit erodierten Bodenteilchen. Betroffen sind insbesondere Reihenkulturen wie Hopfen, Zuckerrüben oder Mais. Herbizide werden häufiger abgeschwemmt als Insektizide oder Fungizide, da sie manchmal schon vor dem Keimen auf den unbedeckten Boden ausgebracht werden. Alle Maßnahmen zur Erosionsminderung können daher Abhilfe schaffen (s. Publikation Umweltmedium Boden).
- **Versickerung:** Mit dem Sickerwasser können Pflanzenschutzmittel ins Grundwasser gelangen. Dies ist besonders problematisch auf sandigen oder flachgründigen Böden mit geringer Wasserspeicherung, z. B. in Teilen des mittelfränkischen Beckens und Oberfrankens, im Jurakarst und in der Münchner Schotterebene. Bei drainierten Böden können Pflanzenschutzmittel mit dem abgeleiteten Bodenwasser direkt in die Gewässer gelangen. Dieser Eintragspfad ist z. B. in Niedermooren oder Flussniederungen bedeutend.
- **Einleitungen in die Kanalisation:** Aus direkten Einleitungen können bis zu 90 % der Wirkstoff-Fracht in einem Gewässer stammen. Insbesondere in kleinen Gewässern führen schon geringe Einleitungen kurzfristig zu hohen Konzentrationen. Daher gehört es zur guten landwirtschaftlichen Praxis, Reste von Spritzbrühe und Reinigungsflüssigkeit nicht über den Hofablauf in die Kanalisation einzuleiten, sondern zu verdünnen und auf behandelten Ackerflächen auszubringen. In größeren Flussgebieten sind zusätzlich auch Regenentlastungen und Einleitungen aus Produktions- und Formulierungsanlagen von erheblicher Bedeutung. Sollten Pflanzenschutzmittel zur Entkrautung von befestigten Flächen (z. B. Höfe, Plätze, Garageneinfahrten) eingesetzt werden, gelangen sie anschließend über die Kanalisation direkt ins Gewässer.[1]

Zulassung und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln unterliegen strengen gesetzlichen Anforderungen. Trotzdem kann auch bei sachgerechter Anwendung eine Verlagerung von Pflanzenschutzmitteln in die Umwelt nicht immer ausgeschlossen werden.

Weitere Informationen zu rechtlichen Regelungen finden Sie in unserer Publikation Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendungen.

[1] Die Anwendung von PSM auf versiegelten Flächen ist grundsätzlich verboten. Dies betrifft z. B. auch Garagenauffahrten und Wege im Garten. In besonderen Fällen kann jedoch eine Ausnahmegenehmigung erteilt werden, z. B. an Bahngleisen.

ARCHIV

2 Wirkungen im Agrarökosystem und in der Umwelt

2.1 Ausbreitung unempfindlicher Arten

Selektive Wirkstoffe erfassen nur bestimmte Arten, die dann als Konkurrenten um Nahrung oder Standraum ausfallen. Beispielsweise wirken Wuchsstoffe nur gegen Kräuter, während Gräser nicht erfasst werden (s. Publikation Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung). Das befreit z. B. Getreide von der Konkurrenz (s. Abb. 2). Allerdings fördert man damit zugleich andere Gräser, die sich ebenfalls stark vermehren können. Beispiel ist hier die Ausbreitung des Flughafers. Daher sollte man gezielt zwischen Herbiziden mit unterschiedlichem Wirkungsspektrum wechseln.

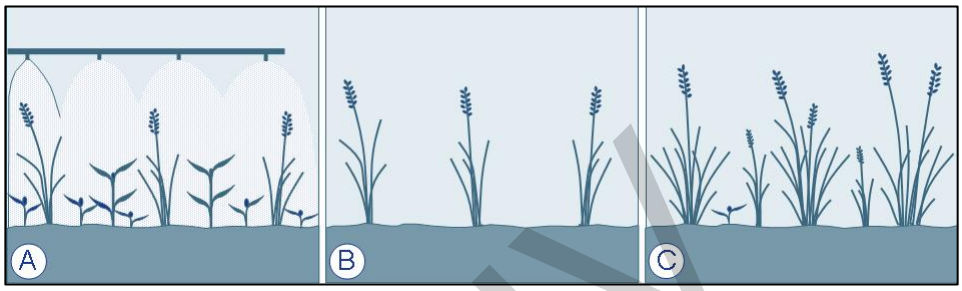

Abb. 2: Wirkung von selektiven Herbiziden.
A: Behandlungstermin,
B: Beikräuter fehlen, freier Standraum vorhanden
C: Beikräuter unbedeutend, Ungräser vorhanden

2.2 Entwicklung von Abwehrmechanismen und Resistenzen

Innerhalb einer Art gibt es immer empfindliche und weniger empfindliche Individuen. Diese Unterschiede können auf verschiedenen Mechanismen beruhen, z. B.:

- **Vermeidungsverhalten:** Beispielsweise dringen manche Larven der Obstmade unmittelbar nach dem Ausschlüpfen in den Apfel ein. So vermeiden sie Gift, das an der Oberfläche haftet.
- **Stoffwechsel:** Bestimmte Stoffwechselmechanismen machen einen Organismus empfindlicher gegen eine Giftwirkung als andere Lebewesen. Änderungen des Stoffwechsels können daher auch zu einer Resistenz gegen ein Pflanzenschutzmittel beitragen. Wichtig sind z. B. Unterschiede hinsichtlich Aufnahme, Transport, Bindung am Wirkort, Anlagerung an Reservestoffe (dadurch Inaktivierung), Abbau und Ausscheidung.
- **Morphologie:** Bei Pflanzen spielen z. B. die Behaarung, die Dicke der Wachsschicht auf dem Blatt, die Blattstellung, die Lage des Vegetationskegels eine Rolle dafür, wie viel Chemikalien tatsächlich aufgenommen werden und wie empfindlich damit ein Organismus ist.

Die resistenten Organismen überleben den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und können sich ohne die Konkurrenz ihrer empfindlichen Artgenossen sogar stärker vermehren (s. Abschnitt 2.1). Im Lauf der Zeit wird daher ein großer Teil der Population nur noch durch sehr hohe Aufwandmengen geschädigt. Dabei können auch Mehrfachresistenzen vorkommen. Mittlerweile sind z. B. in manchen Gewächshäusern kaum noch effektive Wirkstoffe gegen Spinnmilben vorhanden. Um dem vorzubeugen, empfehlen Berater einen frühzeitigen und häufigen Wirkstoffwechsel.

ARCHIV

2.3 Schädigung von Nützlingen

Jede Art hat natürliche Gegenspieler: Räuber und Parasiten. Wenn diese reichlich Nahrung finden, können sie sich stark vermehren. Dadurch wird die Zahl der Beutetiere vermindert, und die Räuber finden weniger Nahrung. Die Zahl der Räuber sinkt. Aufgrund des geringeren Fraßdrucks steigt die Zahl der Beutetiere erneut an. Dieses Schwanken in der Tierzahl ist für viele Ökosysteme charakteristisch. Erst wenn der Räuber fehlt, kann sich die Beute ungebremst vermehren, bis sie durch einen anderen Faktor begrenzt wird, z. B. durch einen anderen Räuber oder durch sinkendes Nahrungsangebot (s. Abb. 3).

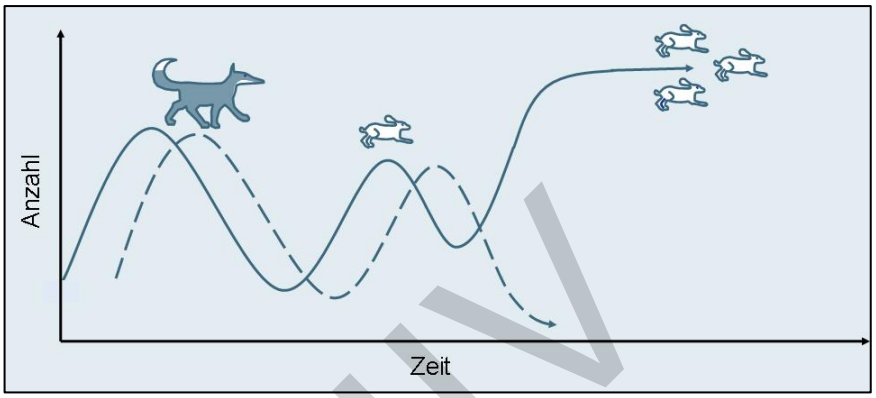

Abb. 3: Räuber-Beute-Beziehung: Die Zahl der Räuber folgt zeitversetzt auf die Zahl der Beutetiere. Fällt der Räuber aus, kann sich die Beute ungebremst vermehren.

Wirkt ein Insektizid auch gegen Nützlinge (z. B. Raubmilben), dann werden deren Beutetiere (z. B. Spinnmilben) gar nicht mehr oder erst spät reguliert. Damit kann es zu Massenvermehrungen von Beutetieren kommen, die vorher unbedeutend waren. In der Folge ist ein erneuter Einsatz von Pflanzenschutzmittel nötig. Folgende Faktoren spielen dabei eine Rolle:

- Mittelwahl: Breitenwirksame Mittel erfassen auch Nützlinge. Ein Einfluss auf die Nahrungskette ist besonders dann zu erwarten, wenn diese Mittel schwer abbaubar (persistent) und damit langfristig in der Umwelt wirksam sind. Auch bei regelmäßiger Anwendung können die Wirkstoffe auch neu eingewanderte Nützlinge über einen längeren Zeitraum abtöten.
- Flächengröße: Bei großflächiger Anwendung können Nützlinge von benachbarten Flächen nur langsam einwandern.
- Arteigenschaften: Die Regulierung wird erschwert, wenn sich der Schaderreger nach der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sehr viel rascher vermehren und ausbreiten kann, als der Nützling. Auch wenn ein Nützling speziell einen Schadorganismus als Nahrungsquelle benötigt, kann er durch eine Bekämpfungsmaßnahme so stark dezimiert sein, dass es in der Folge zu einer erneuten Vermehrung des Schaderregers kommt.

ARCHIV

2.4 Anreicherung in der Nahrungskette: Bioakkumulation

Einige der älteren Pflanzenschutzmittel, insbesondere die chlorierten Kohlenwasserstoffe, sind nur schwer abbaubar (persistent) und sind eher fett- als wasserlöslich (lipophile Substanzen, s. Publikation Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung). Sie werden daher vom Organismus nur in geringen Mengen ausgeschieden und reichern sich im Fettgewebe an. Dadurch steigt die Belastung eines Organismus mit der Zeit, insbesondere in Organismen am Ende der Nahrungskette, die höher belastete Nahrung fressen (s. Abb. 4). Die chlorierten Kohlenwasserstoffe sind überall in der Umwelt zu finden. Beispielsweise sind Lindan oder DDT in den Endgliedern der Nahrungskette bis um das 10.000-fache angereichert.

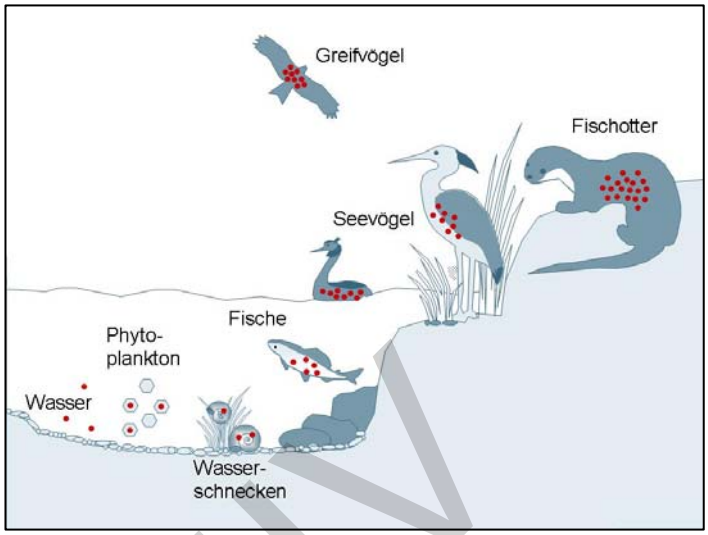

Abb. 4: Bioakkumulation persistenter Schadstoffe (•) in der Nahrungskette

Beispiel Seeadler

Das bekannteste Beispiel ist der deutsche Wappenvogel: Der Seeadler ist der größte Greifvogel Nordeuropas und ernährt sich von Fischen, Wasservögeln und einigen Säugetieren. Einst weit verbreitet, war er um 1900 fast ausgerottet. Lediglich im heutigen Mecklenburg-Vorpommern und in Brandenburg konnten sich einige Brutpaare halten. 1934 wurde der Seeadler unter Schutz gestellt und die Population erholte sich. Ab 1950 jedoch nahmen die Bestände erneut dramatisch ab. Durch die DDT-Belastung der Tiere wurden die Eierschalen dünn und zerbrachen beim Brüten. Nach dem DDT-Verbot erholte sich die Population wieder, flankiert durch Schutzmaßnahmen (z. B. Wiedervernässung von Lebensräumen, Unterschutzstellung von Horstbäumen und Bewachung in der Brutzeit). Heute leben mehr als 400 Seeadler-Paare bei uns und dehnen ihren Lebensraum weiter aus (Stand 2004).

Auch weniger auffällige Tiere wurden durch DDT geschädigt, z. B. Eulen, Sperber oder Wanderfalken. Diese Vögel fressen z. B. Mäuse, die das Gift durch belastete Insekten aufgenommen haben.

2.5 Verhalten in Boden und Grundwasser

Die **Bodenorganismen** sind kurz nach der Anwendung oft deutlich beeinträchtigt, erholen sich jedoch in den meisten Fällen innerhalb weniger Wochen. Von daher werden keine dauerhaften Beeinflussungen des Bodenlebens erwartet, allerdings fehlen detailliertere Kenntnisse weitgehend.

Seit langem ist bekannt, dass viele Wirkstoffe an die organische Substanz oder an Tonminerale adsorbieren (s. Publikation Umweltmedium Boden). Diese **gebundenen Rückstände** können nach und nach wieder freigesetzt werden. Entsprechend ihrer Konzentration sind sie immer noch biologisch wirksam und können durch besonders empfindliche Pflanzen in sog. Biotestverfahren nachgewiesen werden. Dagegen sind die gebundenen Rückstände mit herkömmlichen analytischen Methoden nicht zu erfassen.

ARCHIV

Der **Abbau** von Pflanzenschutzmitteln findet im wesentlichen in den obersten, belebten Bodenschichten statt (s. Publikation Umweltmedium Boden). Auf lange Sicht kann dieser Abbau bei den allermeisten Substanzen möglich sein, allerdings brauchen die Mikroorganismen bei neuen oder sehr schwer abbaubaren Substanzen eine Anpassungsphase.

Die Wirkstoffe können mit dem Sickerwasser ins **Grundwasser** gelangen. Dieser Transport hängt von mehreren Standort-, Boden- und Bewirtschaftungsfaktoren ab (s. Kasten 1).

Im Grundwasser findet kein nennenswerter Abbau mehr statt, insbesondere ist der mikrobielle Abbau im Grundwasserleiter kaum noch möglich. Die Konzentration kann sich daher nur durch Verdünnung verringern. Einmal eingetretene Grundwasserbelastungen bleiben daher über lange Zeit erhalten.

Dementsprechend findet man bundesweit im Grundwasser immer wieder Überschreitungen des Trinkwasser-Grenzwertes für Wirkstoffe, die seit langem in ihrer Anwendung eingeschränkt oder verboten sind. Hauptbeispiel ist Atrazin. Das zeigt die essentielle Bedeutung eines vorsorgenden Grundwasserschutzes.

Kasten 1: Faktoren, die eine hohe Konzentration von Pflanzenschutzmitteln im Grundwasser begünstigen

- **Standort:** geringer Grundwasserflurabstand (kurzer Weg zum Grundwasser), geringe Niederschläge (Bodenlösung wird kaum verdünnt)
- **Boden:** grobporige Böden mit geringer Wasserspeicherung und Pufferkapazität (z. B. Sandböden), Böden mit geringer mikrobieller Aktivität (geringer Abbau der Wirkstoffe)
- **Pflanzenbestand:** lückiger bzw. spät schließender Bestand, schwache Durchwurzelung, außerhalb der Wachstumsperiode und bei Brache (starke Versickerung, da Pflanzen nur wenig Bodenlösung aufnehmen)
- **Bewirtschaftung:** zu starke Beregnung auf leichten Böden bei intensivem Anbau (starke Auswaschung der ausgebrachten Wirkstoffe), langjährige Anwendung eines Mittels in hoher Dosierung, einseitige Fruchtfolge

2.6 Wirkungen in Oberflächengewässern

Bäche, Flüsse und Seen zählen mit zu den vielfältigsten Ökosystemen. Je nach Fließgeschwindigkeit, Struktur und Wasserbeschaffenheit bilden sich sehr unterschiedliche Lebensgemeinschaften. Gelangen z. B. Insektizide ins Gewässer, können die Wasserinsekten und damit auch die ganze Lebensgemeinschaft empfindlich gestört werden. Beispielsweise sind Fische sehr empfindlich gegenüber manchen Pflanzenschutzmitteln wie Cypermethrin (s. Publikation Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung).

Zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften wurden daher Zielwerte festgelegt – bislang für über 30 Stoffe[2]. Häufig sind diese Zielwerte zum Schutz der aquatischen Lebensgemeinschaften strenger als der Trinkwasser-Grenzwert (s. Abschnitt 3.1). Ein Beispiel ist Diuron. Weitere, EU-weit verbindliche Normen werden derzeit erarbeitet.

In Bayern sind in Fließgewässern derzeit v. a. Atrazin, Isoproturon, Diuron, Terbutylazin, Bentazon, Metolachlor, Mecoprop relevant (Stand 2005, s. Publikation Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung). Insbesondere an kleinen Gewässern treten zur Anwendungszeit kurzfristig sehr hohe Konzentrationen auf. Diese werden daher seit einigen Jahren besonders intensiv untersucht.

[2] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

ARCHIV

Außerdem werden in zahlreichen Oberflächengewässern derzeit etwa 80 Wirkstoffe routinemäßig untersucht. Zudem werden weitere Substanzen, deren Analyse aufwändiger und kostspielig ist, in gezielten Sonderuntersuchungen analysiert. Bei diesen Untersuchungen können die meisten Wirkstoffe regelmäßig nicht nachgewiesen werden.

3 Belastungspfade für den Menschen

Um die Belastung des Menschen einschätzen zu können, benötigt man stoffbezogene Daten zur Toxikologie und Informationen zu den einzelnen Produkten, in denen diese Substanzen zum Menschen gelangen können (s. Abschnitt 3.1). Besonders wichtige Aufnahmepfade sind Lebensmittel und Trinkwasser (s. Abschnitt 3.2 bzw. 3.3). Andere Pfade, z. B. die Aufnahme mit der Atemluft, sind nicht ausreichend untersucht, so dass eine Bewertung zur Zeit nicht möglich ist.

3.1 Bewertungsgrundlagen

Um die langfristige Wirkung einer Substanz gesundheitlich zu bewerten, wird die **duldbare tägliche Aufnahme** dieser Substanz ermittelt (ADI: Acceptable Daily Intake): Diese Dosis bewirkt nach dem gegenwärtigen Stand des Wissens auch bei lebenslanger täglicher Aufnahme keine gesundheitlichen Schäden. Dazu wird in Tierexperimenten die Dosis bestimmt, bei der gerade keine Wirkung mehr zu finden ist (NOEL: No Effect Level). Dieser Wert wird zur Übertragung auf den Menschen durch einen Sicherheitsfaktor verringert (häufig Faktor 100, zusammengesetzt aus Faktor 10 für die Unsicherheit der Übertragbarkeit auf den Menschen und Faktor 10 für die unterschiedliche Empfindlichkeit verschiedener Menschen, zudem ggf. weitere Sicherheitsfaktoren).

Ist bereits bei einmaliger Aufnahme eines Wirkstoffes mit gesundheitlichen Schäden zu rechnen, zieht man die **akute Referenzdosis** (ArfD: Acute Reference Dose) zur gesundheitlichen Bewertung heran: Dieser Wert beschreibt die Menge eines Wirkstoffes, die man an einem Tag ohne gesundheitliches Risiko aufnehmen kann. Der ArfD dient dem Schutz vor akuten Schädigungen und liegt daher höher als die duldbare tägliche Aufnahme (s.o.), die vor Schäden durch langfristige Aufnahme geringer Mengen schützen soll.

Um aus diesen personenbezogenen Werten **Werte für einzelne Nahrungsmittel** abzuleiten, benötigt man weitere Daten: Zunächst muss man die durchschnittliche bzw. maximale Verzehrsmenge eines Lebensmittels kennen, wobei man Säuglinge, Kinder, Jugendliche, Erwachsene, Senioren, Männer oder Frauen getrennt betrachten muss. Zum anderen werden die meisten Stoffe auch über mehrere Nahrungsmittel aufgenommen und auch die Aufnahme mit der Atemluft oder über die Haut können von Bedeutung sein.

Für Pflanzenschutzmittel liegt der gesetzliche **Grenzwert** meist weit unter den toxikologisch begründeten Werten, da sich der Gesetzgeber am technologisch erreichbaren Minimalrückstand bei guter landwirtschaftlicher Praxis orientiert (s. Tabelle 1, S. 8). Derzeit wird die Vielzahl der nationalen Höchstmengen EU-weit harmonisiert. Dazu trat 2005 die EU-Verordnung über „Höchstgehalte von Pestizidrückständen in oder auf Lebens- und Futtermitteln pflanzlichen und tierischen Ursprungs“ in Kraft. Wird darin kein spezifischer Höchstwert festgelegt, gilt ein genereller Höchstwert von 0,01 mg/kg. Bis spezifische Rückstandshöchstwerte festgelegt sind, gelten zunächst weiterhin die bisherigen nationalen Vorschriften.

ARCHIV

Tabelle 1: Beispiele für produktbezogene Werte

Produktbezogene Werte	Anmerkungen
Rückstands-höchstmengen für landwirtschaft-liche Produkte	In pflanzlichen Produkten dürfen höchstens so viel Pflanzenschutzmittel-Rückstände enthalten sein wie technisch unvermeidbar. Dies bedeutet meist eine zwei- bis dreistellige Sicherheitsspanne zu den toxikologisch begründeten Werten. Derzeit gibt es für ca. 220 Wirkstoffe Rückstandshöchstmengen in Lebensmitteln.
Diätverordnung	Für Nahrungsmittel von Säuglingen und Kleinkindern beträgt die Höchstmenge für alle Pflanzenschutzmittel grundsätzlich 0,01 mg/kg. Für einzelne toxikologisch besonders bedenkliche Wirkstoffe wurde dieser Grenzwert auf 0,003 mg/kg herabgesetzt.
EU-Trinkwasser-Grenzwert	Für Einzelsubstanzen gilt ein Grenzwert von 0,1 µg/l, was weniger als 1 % der toxikologisch begründeten Werte für die meisten Pflanzenschutzmittel entspricht. Die Summe aller Pflanzenschutzmittel darf maximal 0,5 µg/l betragen.

Zur Bewertung von **Mehrfachrückständen** gibt es bislang kein allgemein akzeptiertes Konzept. Nur selten ist bekannt, wie Stoffgemische auf den Menschen wirken, zumal sehr viele verschiedene Kombinationen von Wirkstoffen möglich sind. Internationale Experten empfehlen derzeit folgende Unterscheidung:

- Gemeinsame Bewertung von Stoffen mit gleichem toxikologischen Wirkmechanismus, da eine additive Wirkung angenommen werden kann.
- Einzelbetrachtung aller übrigen Stoffe, da sie unabhängig wirken. In diesem Fall bewertet man anhand von Summenhöchstwerten.

Beispiel Exposition von Kindern gegenüber Pflanzenschutzmitteln
Bislang sind die Kenntnisse über die Exposition von Kindern noch sehr lückenhaft. Besonders bedeutsam sind die „Hand-zu-Mund"-Aktivitäten des Kindes beim Krabbeln, Spielen, Essen und beim Kontakt mit Haustieren: Dabei nehmen Kinder Schadstoffe auf, z. B. aus kontaminiertem Bodenmaterial oder Hausstaub, von kontaminierten Oberflächen, aus behandelten Teppichböden, aus dem Spielzeug oder aus Lebensmitteln.

Generell nimmt man an, dass Kinder empfindlicher sind als Erwachsene. Insbesondere wird vermutet, dass die Schädigung eines Organsystems dann besonders kritisch ist, wenn es sich gerade in seiner Reifungsphase befindet. Denn die Organsysteme des Kindes reifen in verschiedenen Zeitspannen: die Nieren im ersten Lebensjahr, das zentralen Nervensystem in den ersten drei Lebensjahren (am stärksten während des ersten Jahres) und die Sexualorgane im Alter von 10 bis 18 Jahren. Es ist z. B. bekannt, dass sich Auswirkungen auf die Sexualorgane erst in der Pubertät zeigen (s. Publikation Umweltchemikalien mit hormoneller Wirkung).

3.2 Lebensmittel

In Lebensmitteln werden relativ häufig Spuren von Pflanzenschutzmitteln nachgewiesen. So werden in über 40 % der bayerischen Proben Rückstände nachgewiesen. Insgesamt betrachtet, überschreiten die Rückstände nur selten die Grenzwerte. Bei einzelnen Lebensmitteln können Grenzwertüberschreitungen allerdings häufiger vorkommen. Die ermittelten Gehalte werden nach dem jetzigen Kenntnisstand i.d.R. als gesundheitlich unbedenklich eingestuft, denn die ADI-Werte werden nur zu wenigen Prozent ausgeschöpft und Überschreitungen von ArfD-Werten treten nur gelegentlich auf (s. Abschnitt 3.1).

ARCHIV

Ausgeprägte Schwerpunkte bei einzelnen Erntegütern sind nicht zu erkennen. Jedoch lassen sich einige Tendenzen benennen:

- Lebensmittel aus ökologischem Anbau enthalten seltener und deutlich weniger Pflanzenschutzmittel-Rückstände als Produkte aus konventionellem Anbau (rund 30 % der Proben mit im Mittel 0,007 mg/kg gegenüber ca. 40 % der Proben mit im Mittel 0,4 mg/kg für Obst bzw. 0,5 mg/kg für Gemüse). Auch Mehrfachrückstände sind bei Bioprodukten seltener.
- Eher häufiger findet man Rückstände in Blattgemüse, das zum einen viele Pflanzenschutzmittel über die großen Blätter aufnimmt und zum anderen empfindlicher gegen Schaderreger ist. Hier kommt es auch häufiger zu Grenzwert-Überschreitung. Dagegen werden Pflanzenschutzmittel in Spross- oder Wurzelgemüse eher seltener nachgewiesen. Zu den am stärksten belasteten Obst- und Gemüsearten gehören Salatarten, Paprika, Johannisbeere und Tafeltrauben.
- Mehrfachrückstände findet man häufig z. B. in Tafeltrauben (rund 85 % der Proben) und Erdbeeren. Mehr als ein Wirkstoff wird aber auch bei Kernobst, Zitrusfrüchten sowie in Tomaten, Paprika und einigen Salatarten häufig nachgewiesen. Mehrfachrückstände entstehen, wenn in Kulturen mehrere Mittel angewendet werden oder wenn ein Mittel mehrere Wirkstoffe enthält. Sie können aber auch entstehen, wenn mehrere Chargen zusammengemischt werden oder wenn mehrere Rohstoffe gemeinsam verarbeitet werden.
- Einheimisches Gemüse enthält im Mittel weniger Mehrfachrückstände als ausländische Ware, jedoch ist der durchschnittliche Rückstandsgehalt höher.
- Keine Überschreitungen der Höchstmengen wurden in Säuglings- und Kleinkindernahrung, Bananen, Broccoli, Spargel und Zwiebeln festgestellt. Grundnahrungsmittel wie Getreide und Kartoffeln waren generell nur geringfügig belastet.

Beispiel Chlorierte Kohlenwasserstoffe
Zu den chlorierten Kohlenwasserstoffen gehören Pflanzenschutzmittel, die in Deutschland seit langem verboten sind, z. B. DDT, Aldrin, Dieldrin, Toxaphen (s. Publikation Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung). Höchstmengenüberschreitungen sind nur noch äußerst selten zu verzeichnen, obwohl immerhin über 50 % der untersuchten Lebensmittel tierischer Herkunft Rückstände an chlorierten Kohlenwasserstoffen enthalten. DDT findet man beispielsweise vor allem bei fettreichen Tierarten (Wildschwein, Seefische wie Makrele, Hering, Heilbutt, Binnenfische wie Aal, Karpfen, Barbe). Insbesondere bei den fettreichen Seefischarten findet man neben DDT noch eine Reihe weiterer Organochlorpestizide, die bei anderen Lebensmitteln kaum auftreten: z. B. Dieldrin, Chlordan, Toxaphen. Dagegen sind chlorierte Kohlenwasserstoffe in pflanzlichen Lebensmitteln nur selten nachweisbar. Eine Ausnahme bilden verschiedene Erzeugnisse aus tropischen Ländern (z. B. Gewürze, Tee), die immer noch häufig Rückstände an DDT aufweisen, jedoch üblicherweise unter den zulässigen Höchstmengen.

3.3 Trinkwasser

Trinkwasser ist eines unserer wichtigsten Lebensmittel. Daher wird die Qualität des für Trinkwasser gewonnenen Grundwassers regelmäßig überwacht. Dabei wurden im Jahr 2005 in 5 % der untersuchten Trinkwasser-Anlagen in Bayern Grenzwertüberschreitungen für Pflanzenschutzmittel festgestellt. Die höchsten Grenzwert-Überschreitungen lagen bei ca. 1 µg/l:

- Die Überschreitungen entstanden meist durch Atrazin oder sein Abbauprodukt Desethylatrazin. Die Belastung durch diese beiden Substanzen geht jedoch seit Jahren zurück.
- Außerdem überschritt auch 2,6-Dichlorbenzamid den Grenzwert. 2,6-Dichlorbenzamid entsteht aus dem Wirkstoff Dichlobenil. Aufgrund vermehrter Funde dieses Stoffes wurde die Zulassung für Dichlobenil-haltige Pflanzenschutzmittel in Deutschland widerrufen.

ARCHIV

- Andere Pflanzenschutzmittel spielten kaum eine Rolle (nur ein Nachweis einer Grenzwertüberschreitung beim Wirkstoff Bentazon).

Diese Funde bedeuten jedoch nicht automatisch eine gesundheitliche Gefährdung. Dies gilt auch dann, wenn der Grenzwert erreicht oder leicht überschritten wird, da der Trinkwasser-Grenzwert eine sehr weite Sicherheitsspanne enthält (s. Abschnitt 3).

4 Fazit

Aufgrund der hohen Sicherheitsfaktoren bei der Festlegung von Grenzwerten geht man derzeit davon aus, dass bei Einhaltung dieser Grenzwerte für den Menschen keine unmittelbare Gefahr besteht. Gefährdungen werden vielmehr für die Gewässerökosysteme und für die Anreicherung im Boden gesehen sowie in der weltweiten Verbreitung einiger Substanzen.

Für die meisten Wirkstoffe sind nicht ausreichend Daten zu Abbauwegen in Umwelt und Lebewesen, zu Langzeitwirkungen und zu spezifischen toxischen Eigenschaften und Dosis-Wirkungs-Beziehungen verfügbar. Daher kann ihre Relevanz für Mensch und Umwelt derzeit nicht zufriedenstellend beurteilt werden. Auch über die Zusatzstoffe ist nur sehr wenig bekannt, insbesondere nicht in Wechselwirkung mit den eigentlichen Wirkstoffen. Darüber hinaus fehlen Kenntnisse, wie Wirkstoff-Kombinationen in niedriger Konzentration über lange Zeit in Ökosystemen wirken.

Weitere Informationen:

- **Trinkwasser, Hausbrunnen:** Informationen beim Wasserwirtschaftsamt http://www.stmugv.bayern.de/umwelt/wasserwirtschaft/index.htm
- **Lebensmittel:** Lebensmittelmonitoring am Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit: http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/untersuchungsprogramme.htm
  Spezielle Testergebnisse auch in den Zeitschriften Stiftung Warentest und Ökotest
- **Umweltfreundliche Schädlingsbekämpfung:** Schädlingsbekämpfung in Haus und Garten, Schädlingsbekämpfung im Haushalt: Tierische Materialschädlinge, Infozentrum UmweltWissen am Bayerischen LfU
- **Nachhaltiger Konsum:** Links und Adressen zum ökologischen Landbau, zu schadstoffarmen Bodentextilien und Einrichtungsgegenständen sowie zu Schnittblumen finden Sie in unserer Publikation Cleverer Umweltschutz – Nachhaltiger Konsum,
- **Weitere Informationen:** Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung, Publikation des Infozentrums UmweltWissen
- **Verbraucherinformationssystem VIS Bayern:** (Gift)Gefahren in Haus und Freizeit.

ARCHIV

5 Literatur

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit:

- **(2005):** Pestizide in pflanzlichen Lebensmitteln.
  http://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/rueckstaende/pestizide_pflanzlich.htm
- **(2005):** Rückstände von Pflanzenschutzmitteln in pflanzlichen Lebensmitteln
  http://www.vis.bayern.de/ernaehrung/fachinformationen/verbraucherschutz/unerwuenschte_stoffe/rueckstaende.htm

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft

- **(2002):** Untersuchung zur Verteilung von PBSM, Nitrophenolen sowie synthetischen Moschusverbindungen durch den Niederschlag. Bericht 1995 – 2001. Materialien Nr. 107
  http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfw_was_00184.htm
- **(2003):** Gewässerbeschaffenheit in Bayern – Fließgewässer 2001.
  http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfw_was_00055.htm

Bayerisches Landesamt für Umwelt (2005): Öffentliche Wasserversorgung in Bayern; Erhebung von Trinkwasserbelastungen durch chemische Stoffe zur Pflanzenbehandlung und Schädlingsbekämpfung (PSM) zum Stand 1.10.2005 (PSM-Bericht 2005). In Bearbeitung

Bundesamt für Risikobewertung

- **(2005):** Bewertung von Mehrfachrückständen von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln – Hintergrundinformation.
  http://www.bfr.bund.de/cd/6978
- **(2005):** Mehrfachrückstände von Pflanzenschutzmitteln in Lebensmitteln. Übersicht der Vorträge und Präsentationen vom 09. und 10. November 2005.
  http://www.bfr.bund.de/cd/7078 und http://www.bfr.bund.de/cd/7076
- **(2006**): Grenzwerte für die gesundheitliche Bewertung von Pflanzenschutzmittelrückständen (Information Nr. 002/2006 des BfR vom 04.01.2006) (PDF-Datei, 74.6 KB)
  http://www.bfr.bund.de/cm/218/grenzwerte_fuer_die_gesundheitliche_bewertung_von_pflanzenschutzmittelrueckstaenden.pdf

Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (2002): Exposition von Kindern gegenüber Pflanzenschutzmitteln.
http://www.apug.de/kinder/projekte/pflanzenschutzmittel.htm

Heinemeyer G., Gundert-Remy U. (2002): Exposition von Kindern gegenüber Pflanzenschutzmitteln. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin.
http://www.apug.de/archiv/pdf/kinder_pflanzenschutz2002.pdf

Hessische Landesanstalt für Umwelt (1999): Pflanzenschutzmittel im Grundwasser. Wiesbaden

Hommen U. (2004): Auswertung der wichtigsten in Deutschland durchgeführten Monitoringstudien zu Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtzielorganismen. Endbericht. Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie.
http://www.bvl.bund.de/cln_007/nn_492018/DE/04__Pflanzenschutzmittel/00__doks__downloads/studie__psm__wirk__nicht__ziel__org,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/studie_psm_wirk_nicht_ziel_org.pdf

Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2004): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit – Pflanzenschutzmittel. Kulturbuch-Verlag GmbH.

Statistisches Bundesamt (2001): Jahresbericht 2000. Wiesbaden

Umweltbundesamt

- **(k.A.):** Pflanzenschutzmittel im Grundwasser. Untersuchungsergebnisse 1996 bis 1999.
  http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/pfsm.pdf
- **(2000):** Pflanzenschutzmitteleinträge in Flüsse und Seen in Deutschland. Presse-Info vom 28.03.2000**.**
- **(2001):** Daten zur Umwelt, der Zustand der Umwelt in Deutschland 2000, Erich Schmidt Verlag, Berlin
- **(2002):** Ideenwettbewerb Risikominimierungsmaßnahmen zum Schutz des Naturhaushaltes vor schädlichen Auswirkungen durch Pflanzenschutzmittel.
  http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2189.pdf
- **(2006):** Pestizide.
  http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/ow_s4_6.htm

ARCHIV

Umweltbundesamt Österreich (2001): Sechster Umweltkontrollbericht – 18. Pflanzenschutzmittel und sonstige Biozide. http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umweltkontrolle/2001/18_psm.pdf

Wichmann H. E., Schlipköter H.-W., Fülgraff G. (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin: ADI-Werte und DTA-Werte für Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe, Kap. III, S. 247-250, 10. Ergänzungslieferung 9/99, ecomed Verlag, Landsberg

Wohlrab B., Ernstberger H., Meuser A., Sokollek V. (2001): Landschaftswasserhaushalt. Blackwell-Wissenschafts-verlag, Berlin

Richtlinien und gesetzliche Regelungen

- Regelungen zum Pflanzenschutz: http://www.bvl.bund.de/cln_027/nn_492024/DE/04__Pflanzenschutzmittel/10__RechtlicheRahmenbedingungen/01__Gesetze_20_26_20Verordnungen/gesetz__verordn__node.html__nnn=true
- Bundesrecht: http://bundesrecht.juris.de/index.html → Volltextsuche → Boden, Trinkwasser
- Das Portal zum Recht der Europäischen Union: http://eur-lex.europa.eu/de/index.htm
  Rückstände von Schädlingsbekämpfungsmitteln:
  http://europa.eu.int/comm/food/plant/protection/pesticides/legislation_de.htm

Internet

- Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit: http://www.lgl.bayern.de
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz: http://www.lfl.bayern.de/ips/
- Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft: http://www.bba.de → Pflanzenschutz
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL):
  http://www.bvl.bund.de/nn_495478/DE/04__Pflanzenschutzmittel/pflanzenschutzmittel__node.html__nnn=true
- Bundesinstitut für Risikobewertung BfR: http://www.bfr.bund.de/cd/240
- Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Stuttgart: http://www.xn--untersuchungsmter-bw-nzb.de/pub/beitrag.asp?subid=1&Thema_ID=5&ID=177&Pdf=False&Aktuell=False&Kategorie=Beitrag
- Umweltbundesamt: http://www.umweltbundesamt.de
- VIS Bayern: http://www.vis.bayern.de/
  Rückstände in Obst und Gemüse:
  http://www.vis.bayern.de/ernaehrung/fachinformationen/verbraucherschutz/unerwuenschte_stoffe/rueckstaende.htm

Weiterführende Publikationen des Infozentrums UmweltWissen am LfU

- Pflanzenschutzmittel – Stoffgruppen und Anwendung
- Schädlingsbekämpfung in Haus und Garten, Tagungsband
- Schädlingsbekämpfung im Haushalt – Teil 2: Tierische Materialschädlinge
- Umweltmedium Boden
- Umweltmedium Luft

Autorin (2006): Dr. Katharina Stroh (LfU)
Aktualisierung der Links 03/08

Ansprechpartner:
UmweltWissen am Bayerischen Landesamt für Umwelt
Tel. 0821 / 9071 – 5671
E-Mail: umweltwissen@lfu.bayern.de
Internet: http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/index.htm
Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umwelt, Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg

ARCHIV