



UmweltWissen: Schadstoffe

Spurenstoffe im Wasser

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Im Wasser finden sich nicht nur natürliche, sondern auch vom Menschen erzeugte Stoffe.

Durch die enormen Fortschritte in der Analytik können Chemiker mittlerweile geringste Stoffkonzentrationen in der Umwelt nachweisen. Seit einigen Jahren gilt daher das Augenmerk der Wissenschaftler verstärkt den sogenannten Spurenstoffen, also chemischen Substanzen, die in geringsten Konzentrationen vorkommen, manchmal auch Mikroverunreinigungen genannt. Mittlerweile ist klar: Spurenstoffe gelangen häufig durch den Gebrauch von Alltagsprodukten in die Gewässer. Chemieunfälle und illegale Einleitungen sind heute dagegen selten.

Viele Spurenstoffe können in Kläranlagen nicht abgebaut werden. Derzeit wird daher bundesweit die sogenannte vierte Reinigungsstufe erprobt, die Spurenstoffe zum Beispiel durch Oxidation mit Ozon oder durch Adsorption an Aktivkohle aus dem Abwasser entfernt. Am besten sollten Spurenstoffe allerdings gar nicht erst ins Abwasser gelangen.

In dieser Publikation finden Sie einen Überblick über organische Spurenstoffe in Gewässern, deren Bewertung und praktische Tipps für einen umweltfreundlichen Alltag.

Vorsorge: Minimierung von Spurenstoffen im Trinkwasser

Ein Gesundheitsrisiko für den Menschen wird bei den bisher in Deutschland in den Gewässern und im Trinkwasser beobachteten Konzentrationen [...] in der Regel ausgeschlossen. Aus Gründen des ästhetischen Empfindens [...] sowie aus Vorsorgegründen wird eine Minimierung der Stoffexposition über das Trinkwasser angestrebt. Eine Nullexposition kann es jedoch nicht geben – auch nicht mit bestmöglichem Aufwand.

Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft 2010

1 Spurenstoffe: eine unüberschaubare Vielzahl an Verbindungen

In der Europäischen Union sind derzeit etwa 100.000 Chemikalien auf dem Markt. Sie finden zum Teil einzeln, zum Teil gemischt in einer noch höheren Anzahl von Produkten Verwendung. Dazu zählen natürliche ebenso wie anthropogene Substanzen, also vom Menschen erzeugte Chemikalien.

1.1 Im Fokus: organische Chemikalien

Typische anthropogene organische Spurenstoffe sind zum Beispiel Wirkstoffe in Medikamenten, Duftstoffe in Kosmetika und Reinigungsmitteln oder Weichmacher in Plastik. Auch Industriechemikalien, Korrosionsschutzmittel, Pflanzenschutzmittel und Biozide zählen dazu.

Stoffe natürlichen Ursprungs sind dagegen meist weniger langlebig und auch weniger problematisch. Aber auch sie können Gewässer kurzfristig stark belasten, wie zum Beispiel die Toxine von Cyanobakterien (früher fälschlicherweise als „Blualgen“ bezeichnet) während einer Algenblüte.



Abb. 1: Antibiotika und Arzneistoffe werden mit dem Abwasser in die Umwelt eingetragen.



Abb. 2: Beim Putzen und Abwaschen gelangen Haushaltschemikalien ins Abwasser.



Abb. 3: Waschwasser spült Farbstoffe und Imprägnierungsmittel in die Umwelt.

1.2 Eintragspfade in Gewässer

Viele Spurenstoffe gelangen vor allem mit dem Abwasser in die Kläranlagen. Der „Cocktail“ besteht aus sehr vielen Komponenten: menschliche Ausscheidungen, Arzneimittel, Wasch- und Reinigungsmittel, Kosmetika, Hormone, Lebensmittelzusatzstoffe, Desinfektionsmittel, Konservierungsmittel und Biozide.

In den Kläranlagen werden anthropogene Spurenstoffe derzeit nicht oder nicht vollständig abgebaut und zurückgehalten. Deshalb gelangen sie in die Gewässer, teilweise auch ins Grundwasser und möglicherweise sogar ins Trinkwasser.

Weitere Quellen sind zum Beispiel Industrieanlagen. Neben diesen punktförmigen Einleitungen tragen auch viele diffuse Quellen zur Umweltbelastung mit Spurenstoffen bei. Zu nennen sind hier landwirtschaftlich genutzte Flächen sowie undichte Kanäle und Regenüberläufe, die bei starken Regenfällen Abwasser ungeklärt in die Gewässer leiten.



Abb. 4: Besonders unterhalb von Kläranlagen findet man Spurenstoffe im Gewässer.



Abb. 5: Industrieanlagen sind häufig punktförmige Quellen für Spurenstoffe.



Abb. 6: Pflanzenschutzmittel werden diffus über die Fläche eingetragen.

Typische Eintragspfade

- **Abwasser:** Alle Stoffe, die im Haushalt weggespült werden, gelangen auch in die Kläranlagen: Desinfektionsmittel aus Bad und Küche, Tenside und Biozide aus Shampoos, UV-Filter aus Sonnenschutzmitteln, Tenside aus Waschmitteln, Duftstoffe aus Toilettensteinen, Konservierungsstoffe aus Nahrungsmitteln, Komplexbildner und Korrosionsinhibitoren aus Geschirrspülmitteln, Medikamente im Urin, Weichmacher aus Plastikspielzeug (Phthalate) und Zusatzstoffe in Kunststoffflaschen (Bisphenol-A), Farbstoffe aus Kleidern
- **Produkte:** Manche Stoffe kommen direkt oder mit dem Regenablauf ins Gewässer: Algizide aus Bootsanstrichen (zum Beispiel Cybutryn); Flammenschutzmittel aus Baumaterialien und Schutzkleidung; Algizide und Biozide aus Fassaden; Lösemittel, Biozide und Algizide aus Farben
- **Landwirtschaft:** Tierarzneimittel, Pflanzenschutzmittel und Düngemittel, die von den Feldern in Gewässer geschwemmt werden
- **Luft:** Feinstaub aus Schornsteinen und Auspuffen; Reifenabrieb; Asbest aus Altlasten; Dioxin aus Großbränden

1.3 Um- und Abbau im Stoffwechsel und in der Umwelt

Die meisten natürlichen organischen Stoffe kann die Natur zu unschädlichen Endprodukten abbauen, also zu Wasser, Kohlendioxid und anorganischen Salzen. Einige synthetische Stoffe sind jedoch nur ganz langsam abbaubar. Manche werden auch nur teilweise oder gar nicht ab- oder umgebaut.

So werden einige Arzneimittelwirkstoffe vom Menschen unverändert ausgeschieden, andere baut der Körper ab oder um. Dabei entstehen Stoffwechselprodukte, sogenannte Metabolite. Die Wirkstoffe werden durch körpereigene Enzyme, in der Magensäure oder durch Mikroorganismen im Darm verändert.

In der Kläranlage werden ebenfalls viele Stoffe abgebaut, idealerweise zu CO₂ und Wasser. Manche Stoffe werden aber nur langsam, teilweise oder gar nicht zersetzt. Zum Teil entstehen Abbauprodukte, die manchmal wiederum eine eigene Wirkung haben können. In welchen Mengen sie ein Risiko darstellen, ist oft unklar. Möglicherweise schädigen sie später im Gewässer Pflanzen und Tiere oder gelangen ins Trinkwasser, wo sie wiederum Auswirkungen auf den Menschen haben können.

Auch in der freien Natur werden Spurenstoffe zu den sogenannten Transformationsprodukten ab- oder umgebaut. Das kann im Boden und im Wasser vor sich gehen. Möglich sind sowohl biotische Prozesse mit Hilfe von Bakterien oder Pilzen als auch abiotische Prozesse wie Photolyse, Hydrolyse oder Oxidation. Da der Abbau meist unvollständig ist, entstehen als Endprodukte kleinere organische Moleküle.

1.4 Mögliche Wirkmechanismen

Manche Spurenstoffe wirken unmittelbar akut schädlich, andere erst bei chronischer Exposition. Einige wirken im Laborversuch anders als in der Natur. Ein vorbelasteter Organismus ist anfälliger für negative Wirkungen. Auch Metaboliten und Transformationsprodukte können eine Wirkung haben, die zum Teil sogar schädlicher ist als die der Ausgangsstoffe selbst (Kümmerer 2010).

Kleine, durch Chemikalien ausgelöste Verhaltensänderungen bei den Organismen können ganze Ökosysteme durcheinander bringen. So berichten Forscher der Umea-Universität in Schweden von Flussbarschen, die Psychopharmaka aus der Gruppe der Benzodiazepine ausgesetzt waren. Diese Tiere verhielten sich viel weniger zurückhaltend als ihre Artgenossen und fielen dadurch Räubern häufiger zum Opfer. Hormone und Stoffe, die wie Hormone wirken, können außerdem die Fortpflanzungsfähigkeit von Fischen beeinträchtigen. Auch die Mikroorganismen in Kläranlagen können von Desinfektionsmitteln, Antibiotika und Nanopartikeln beeinflusst werden.

2 Analyse kleinster Konzentrationen

Seit einigen Jahren gibt es Messmethoden, die so empfindlich sind, dass man Spurenstoffe sicher nachweisen kann, obwohl sie in Gewässern nur in sehr geringen Konzentrationen vorkommen. Auch wenige Mikro- oder Nanogramm pro Liter können jedoch bereits unerwünschte Wirkungen hervorrufen.



Abb. 7: Ein einziger Zuckerwürfel im Starnberger See: Diese Konzentration kann heute bei Spurenstoffen sicher nachgewiesen werden.

Grundsätzlich können nur Stoffe genau bestimmt werden, die man bereits kennt und die als Referenzsubstanz auch verfügbar sind. Neben der Gaschromatografie in Verbindung mit Massenspektrometrie (GC-MS) verwendet man insbesondere für wasserlösliche Stoffe die Flüssigkeitschromatografie, ebenfalls gekoppelt mit Massenspektrometrie (LC-MS).

Will man bisher unbekannte Stoffe identifizieren, müssen die Ergebnisse analytischer Untersuchungen mit Daten aus Datenbanken (zum Beispiel von Massenspektren) zur Interpretation verglichen werden.

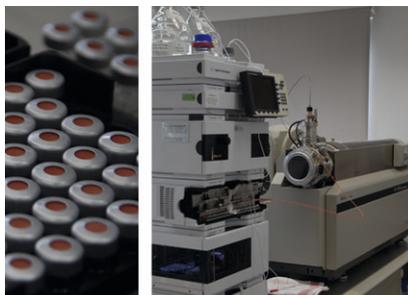


Abb. 8: Die Wasserproben werden in kleine Fläschchen abgefüllt und mit dem LC-MS-Gerät analysiert.

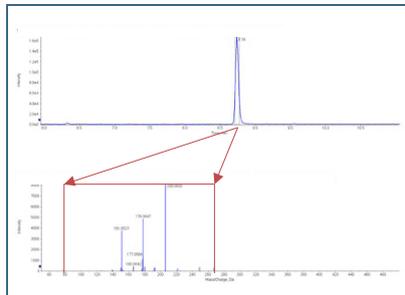


Abb. 9: Man erhält für jede Substanz ein Signal (oben) sowie ein typisches Muster an Bruchstücken (unten), das wie ein Fingerabdruck charakteristisch für die Einzelsubstanz ist.

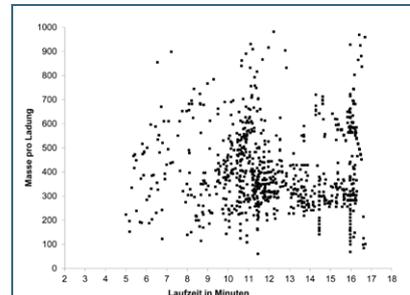


Abb. 10: In unbelastetem Grundwasser können wie in diesem Fall rund 1.000 Signale gemessen werden. Jedes Signal entspricht einer Substanz, die meisten sind unbekannt.

Auch wenn die modernen Messgeräte immer noch empfindlicher werden, bedeutet „nicht mehr nachweisbar“ nicht unbedingt „nichts mehr drin“. Die vorhandene Stoffkonzentration könnte weiterhin zu gering sein, also unterhalb der Nachweisgrenze liegen.

3 Risikobewertung

Aufgrund der Vielzahl an Substanzen, ihrer zahlreichen Abbauewege und ihrer unterschiedlichen Wirkungen können nicht alle Wirkungspfade ausführlich untersucht und detailliert beschrieben werden. Daher haben Wissenschaftler ein Bewertungsschema erarbeitet, das mit geringerer Datendichte auskommt und dennoch eine solide Einschätzung ermöglicht.

Als Grundlage dient folgende Priorisierung, mit der vorrangig zu bewertende Stoffe vergleichsweise leicht ausgewählt werden können: Problematisch für die aquatische Umwelt sind vor allem Stoffe, die wasserlöslich aber (1) schwer abbaubar (**persistent**) sind, (2) sich in der Nahrungskette anreichern (**bioakkumulierend**) und (3) giftig (**toxisch**) sind. Insbesondere der Eintrag solcher PBT-Stoffe muss also unbedingt minimiert werden.

Beurteilungswerte für die Risikobewertung

- **EC₅₀ / LC₅₀**: Diese Konzentration ruft eine 50-prozentige Wirkung (**effective concentration**) / Letalität (**lethal concentration**) in einem Test auf akute Toxizität hervor.
- **NOEC**: Die **no observed effect concentration** ist die höchste Konzentration, bei der in einem Test auf chronische Toxizität keine Wirkung beobachtet werden kann.
- **PNEC**: Die **predicted no effect concentration** ist die Konzentration eines Stoffes, bei deren Unterschreitung keine schädigenden Auswirkungen auf das jeweilige Schutzgut zu befürchten sind. Der PNEC-Wert wird mit einem geeigneten Sicherheitsfaktor aus den Ergebnissen von Toxizitätstests abgeleitet.
- **UQN**: Die **Umweltqualitätsnormen** gelten für Oberflächengewässer, also für Flüsse und Seen. Sie wurden von der EU für den Vollzug der Wasserrahmenrichtlinie festgelegt. Die UQN ist die Konzentration eines Stoffes oder einer Stoffgruppe, die im Wasser oder in Biota aus Gründen des Gesundheits- und/oder Gewässerschutzes nicht überschritten werden darf.
- **GFS**: Der **Geringfügigkeitsschwellenwert** gilt für das Grundwasser jeweils für einen Stoff oder eine Stoffgruppe. Er ist definiert als die Konzentration, bei der trotz einer Erhöhung der Stoffgehalte gegenüber regionalen Hintergrundwerten keine relevanten ökotoxikologischen Wirkungen auftreten können und die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung oder entsprechend abgeleitete Werte eingehalten werden.
- **Trinkwassergrenzwert**: Trinkwassergrenzwerte sind humantoxikologisch oder ästhetisch begründet. Eine toxikologisch duldbare Konzentration wird in der Regel mit der Annahme ermittelt, dass zehn Prozent der tolerierbaren Tagesdosis (s. u.) mit dem Trinkwasser aufgenommen werden (Weitere Annahmen für die Berechnung: zwei Liter Trinkwasser täglich, Durchschnittsmensch mit 70 Kilogramm Körpergewicht). Dagegen ist zum Beispiel der Grenzwert für Eisen ästhetisch begründet: Bei einer Konzentration von 0,2 Milligramm pro Liter (mg/l) tritt zwar noch keine toxische Wirkung auf, aber ab 0,5 mg/l ist das Trinkwasser geschmacklich beeinträchtigt und bräunlich verfärbt.
- **GOW**: Der **gesundheitliche Orientierungswert** wird als Vorsorgewert verwendet, wenn keine oder nicht ausreichende humantoxikologische Daten für eine genauere Beurteilung vorhanden sind und kein Trinkwassergrenzwert vorliegt. Abhängig vom Wirkmechanismus wird der Wert in einem Bereich von 0,01 bis 3,0 Mikrogramm pro Liter (µg/l) festgelegt. Der GOW wird so niedrig angesetzt, dass auch bei lebenslanger Aufnahme der betreffenden Substanz kein Anlass zur gesundheitlichen Besorgnis besteht.
- **TDI/ADI**: Die **tolerierbare/akzeptierbare Tagesdosis (tolerable/acceptable daily intake)** ist die Dosis einer Substanz, die bei lebenslanger täglicher Aufnahme als medizinisch unbedenklich betrachtet wird (auch gültig für Lebensmittel). Der TDI bildet in der Regel die Basis für einen humantoxikologisch begründeten Trinkwassergrenzwert.

3.1 Schutzgüter: Organismen und Lebensgemeinschaften

Wir alle haben die Aufgabe, Bäche, Flüsse, Seen und Grundwasser mit all ihren Funktionen zu schützen. Dabei geht es um sehr viele verschiedene Lebewesen und Lebensgemeinschaften und letztlich auch um die Nutzung als Wasser- und Nahrungsquelle durch den Menschen.



Abb. 11: Die Lebensgemeinschaft eines gesunden Gewässers besteht aus vielen Arten: von Algen über wirbellose Tiere wie Kleinkrebse, Insektenlarven und Schnecken bis zu den Wirbeltieren wie den Fischen.

Für die Risikobewertung ist insbesondere die Nahrungskette wichtig, denn Schadstoffe können sich in der Nahrungskette anreichern – und letztlich sogar den Menschen erreichen. Daher unterscheidet man mehrere sogenannte Trophiestufen (von altgriechisch: trophein = sich ernähren):

- **Produzenten:** In Gewässern meist mikroskopisch kleine grüne Algen sowie Pflanzen, die mithilfe der Photosynthese energiereiche Nahrungsstoffe (Kohlenhydrate) produzieren
- **Primärkonsumenten:** In Gewässern Kleinkrebse wie Daphnien und andere wirbellose Tiere, die sich von den Produzenten ernähren
- **Sekundärkonsumenten:** Größere Tiere, die sich von den Primärkonsumenten ernähren

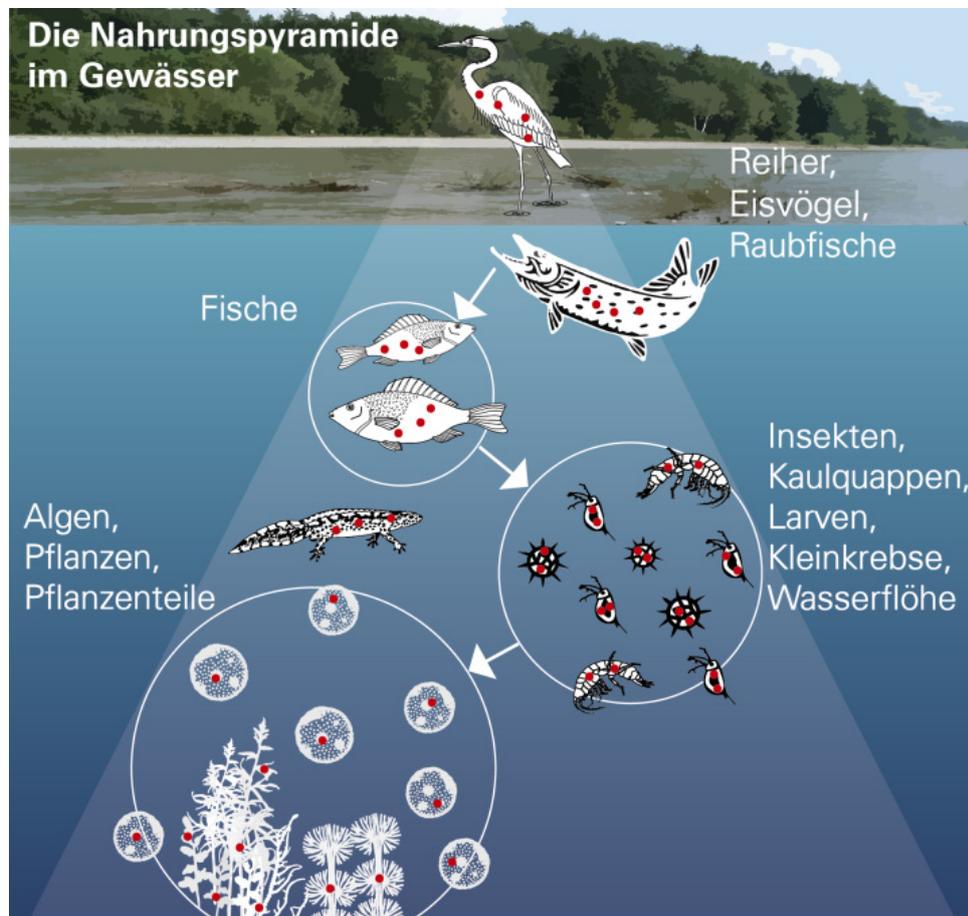


Abb. 12: Spurenstoffe können sich in der Nahrungspyramide anreichern: Die geringsten Konzentrationen findet man in Algen und anderen Pflanzen. Je höher ein Tier in der Nahrungskette steht, desto höher ist in der Regel seine Schadstoffbelastung. Diese reicht auch über die Gewässer hinaus zu fischfressenden Vögeln und Säugetieren – und schließlich bis zum Menschen.

3.2 Wirkung

Spurenstoffe können auf Lebewesen toxisch wirken. Mögliche Reaktionen sind zum Beispiel: Hemmung des Wachstums, verminderte Anzahl von Nachkommen, Verhaltensänderungen, Stoffwechselstörungen, Störung der Embryonalentwicklung, Schwächung des Immunsystems, Schäden an der Erbsubstanz (Mutationen), Missbildungen, Beeinträchtigungen des Hormonhaushalts oder sogar Tod.

Das Risiko für eine konkrete Lebensgemeinschaft wird bestimmt, indem man die Schädigungen von Organismen aus den verschiedenen Trophiestufen untersucht. Die relative Empfindlichkeit der Organismen ist abhängig davon, ob man zum Beispiel das Wachstum, die Vermehrung oder die Mortalität beobachtet. Auch die Dauer der Exposition spielt eine Rolle – man unterscheidet hier zwischen akuter und chronischer Toxizität. Außerdem definieren verschiedene Parameter die Konzentrationen, die einen nachteiligen Effekt hervorrufen oder letal wirken (EC_{50} / LC_{50}) oder bei denen noch keine Wirkung beobachtet wurde (NOEC, siehe Kasten S. 5).



Abb. 13: Daphnien sind Kleinkrebse, die sehr empfindlich auf Schadstoffe reagieren.



Abb. 14: Im Test zeigen Daphnien Schadstoffe an, indem sie sich weniger bewegen und schwächer vermehren.



Abb. 15: Beim Fischeitertest wird die Embryonalentwicklung des Zebraäbrblings (*Danio rerio*) beobachtet.

3.3 Risikobewertung: Wie viel ist zu viel?

Ob ein Stoff schädlich ist, hängt von seiner Konzentration im Wasser und von seiner Wirkung auf die jeweiligen Organismen ab:

- Unter **Exposition** sind die Einflüsse chemischer Einzelsubstanzen oder Stoffgemische zu verstehen, die auf ein Lebewesen einwirken. Die Konzentration des Fremdstoffes lässt sich entweder nach chemischer Analyse quantifizieren (**measured environmental concentration, MEC**) oder mit Hilfe von Modellberechnungen vorhersagen (**predicted environmental concentration, PEC**).
- Um die **Wirkung** zu beurteilen, ermittelt man die sogenannte **PNEC** (**predicted no effect concentration**): Wird dieser Wert unterschritten, ist keine schädigende Auswirkung zu erwarten. Die PNEC wird mit Sicherheitsfaktoren aus Toxizitätstests abgeleitet. Sie wird für die verschiedenen Schutzgüter separat ermittelt und der jeweils niedrigste Wert bildet in der Regel die Grundlage für gesetzliche Normen und Grenzwerte.

Bei der Beurteilung eines konkreten Gewässers wird die gemessene oder berechnete Exposition (MEC oder PEC) mit den Beurteilungswerten (PNEC) verglichen. Liegt die Exposition über dem Beurteilungswert ($PEC/PNEC$ oder $MEC/PNEC > 1$), ist eine Gefährdung des jeweiligen Schutzgutes nicht auszuschließen.

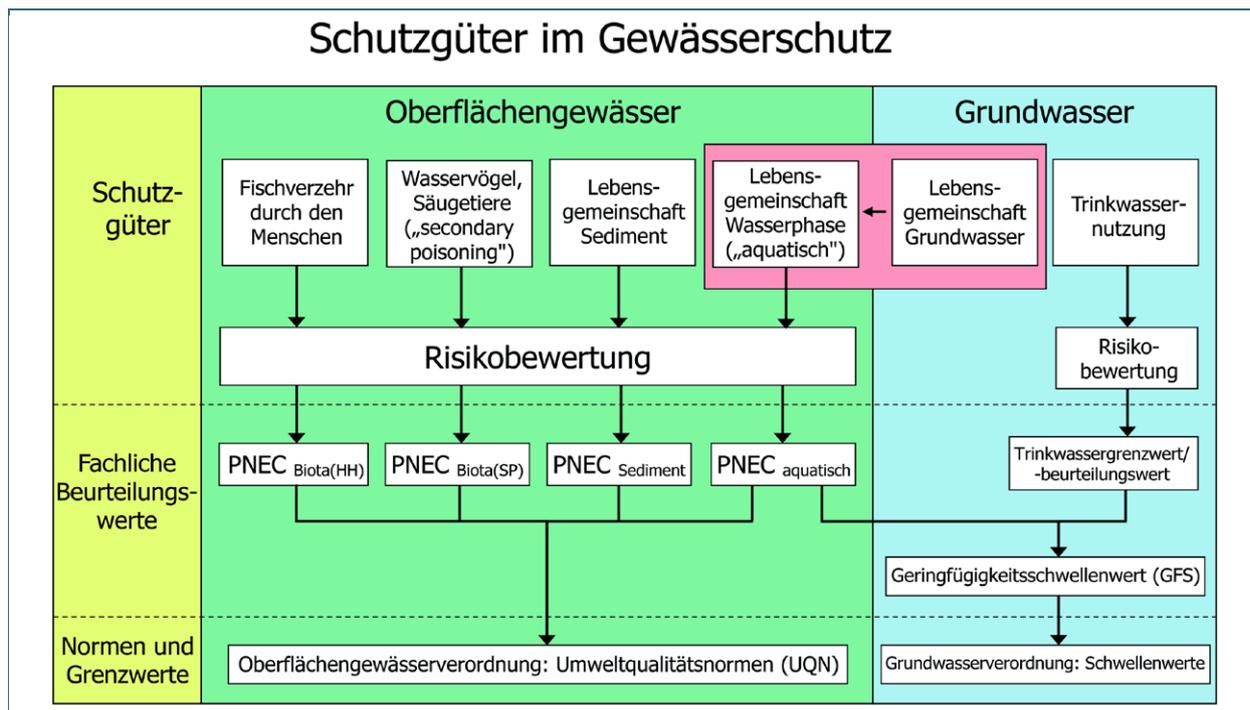


Abb. 16: Schutzgüter im Gewässerschutz nach einem Konzept der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

3.4 Gesetzliche Maßnahmen

Die Wasserrahmenrichtlinie ist seit dem Jahr 2000 in der Europäischen Union in Kraft: Mit Maßnahmenprogrammen und Bewirtschaftungsplänen soll der „gute Zustand“ für Oberflächengewässer erreicht oder erhalten werden. Im „gutem Zustand“ ist ein Gewässer, wenn die Lebensgemeinschaft der Wasserbewohner nur geringfügig von ihrem natürlichen Zustand abweicht.

Auch die chemische Wasserqualität steht im Fokus: Für einzelne Stoffe oder Stoffgruppen, die ein Risiko für die Umwelt darstellen, wurden **Umweltqualitätsnormen (UQN)** festgelegt. Die UQN entspricht der Konzentration eines Spurenstoffes, die in Wasser, Sedimenten oder Lebewesen nicht überschritten werden darf. UQN werden als Jahresmittel- und/oder als Höchstkonzentration festgelegt. Sie dienen der Vorsorge für den Gesundheits- und Gewässerschutz und basieren auf wissenschaftlichen Bewertungen des Risikos. Bei Überschreitung einer UQN sind Maßnahmen zur Verringerung der Stoffeinträge in das Gewässer zu ergreifen.

Beispiel Diclofenac: Vorsorgewerte für den Menschen

Das Schmerzmittel Diclofenac ist in Salben, Tropfen oder Tabletten zum Teil frei verkäuflich. Es wird sehr häufig angewendet: Der Verbrauch lag 2012 in Deutschland bei rund 80 Tonnen. Diclofenac gelangt in relativ großen Mengen über Kläranlagen in die Fließgewässer und kann in Einzelfällen auch im Trinkwasser nachgewiesen werden.

Um abzuschätzen, welche Konzentration im Trinkwasser für den Menschen schädlich sein könnte, kann die lebenslang maximal mögliche Aufnahme berechnet werden: Die höchste Konzentration, die in einer Trinkwasserprobe gemessen wurde, betrug 0,006 Mikrogramm pro Liter ($\mu\text{g/l}$, ISOE 2008). Trinkt ein Erwachsener davon über 70 Jahre jeden Tag zwei Liter, nimmt er insgesamt 307 μg Diclofenac auf.

Zum Vergleich: Nimmt ein Erwachsener ein Medikament mit Diclofenac nur einen einzigen Tag, nimmt er 100 Milligramm (mg) auf, also rund 300-mal mehr (307 μg sind 0,307 mg).

Für die Oberflächengewässer wird für Diclofenac derzeit eine UQN von 0,1 $\mu\text{g/l}$ diskutiert. Dieser Wert gilt zum Schutz der im Wasser lebenden Organismen. Er kann in sehr abflussarmen Gewässern mit dem Einfluss von Kläranlagen überschritten werden.

4 Fallbeispiel Medikamente

Von besonderem Interesse sind Stoffe, bei denen damit zu rechnen ist, dass sie über das Trinkwasser eine negative Wirkung auf die Gesundheit des Menschen haben oder das Gleichgewicht aquatischer Ökosysteme beeinflussen. Dabei handelt es sich zum Beispiel um hormonähnliche, gentoxische, immun-toxische oder antimikrobielle Substanzen.

Bei der Zulassung von Medikamenten hat der medizinische Nutzen des Wirkstoffs oberste Priorität. Dennoch muss man auch hier vermeidbare Umweltbelastungen benennen und über mögliche Alternativen nachdenken. Erschwert wird die Beurteilung allerdings durch den Umstand, dass einige Wirkstoffe vom Menschen unverändert wieder ausgeschieden, andere dagegen umgebaut werden. In der Natur werden sie entweder weiter abgebaut, umgebaut oder sie können mit anderen Substanzen zu neuen Stoffen reagieren. Optimal wäre ein vollständiger Abbau. Werden die Stoffe dagegen nicht abgebaut (Persistenz) und sind sie zudem schlecht wasserlöslich, können sie sich in der Nahrungskette anreichern (Bioakkumulation). Dabei ist oft unklar, welche Struktur und welche Wirkungen die neuen Stoffe haben.

Medikamente werden zunehmend in größerer Menge in Gewässern nachgewiesen, auch in Konzentrationen, bei denen eine Wirkung auf Wasserorganismen nicht auszuschließen ist. In Zukunft wird das Problem größer werden, da mehr Menschen älter werden und mehr Medikamente benötigen. Außerdem steigt der Lebensstandard und damit die Anzahl chemischer Produkte, die das Leben angenehm machen. Es gilt, zwischen Nutzen und Risiken abzuwägen, ein Restrisiko bleibt jedoch immer.

Zusammenfassend kann man sagen, dass derzeit nur für wenige der in Fließgewässern nachgewiesenen Arzneimittelwirkstoffe oder deren Abbauprodukte Daten zur ökotoxikologischen Bewertung vorliegen. Die Wirkung auf die aquatische Umwelt kann daher in vielen Fällen noch nicht sicher vorhergesagt werden. „Auch die Betrachtung von Stoffen und Stoffgemischen, die sich im Organismus anreichern oder in ihrer Wirkung gegenseitig verstärken können, fehlt. Dazu kommt noch das mangelnde Wissen über Transformationsprodukte“ (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft 2010).

5 Umweltschutz im Alltag

Viele Alltagsprodukte enthalten eine Reihe chemischer Stoffe. Die winzigen Portionen solcher Stoffe aus Tausenden von Haushalten summieren sich zu erheblichen Mengen, die überall in die Kläranlagen eingetragen werden. Daher kann auch der Einzelne letztlich viel dazu beitragen, die Spurenstoffbelastung in den Gewässern zu verringern.

5.1 Dem Abfluss so nah – Umgang mit Haushaltschemikalien

Besonders aufpassen sollte man, wenn man dem Wasserhahn oder dem Abfluss nahe kommt, also zum Beispiel beim Duschen, Abspülen, Putzen und Wäsche waschen. Dazu einige Tipps:

Medikamente oder ihre Abbauprodukte werden vom Menschen ausgeschieden, so dass sie ins Abwasser und in die Gewässer gelangen. Daher sollte man mit Medikamenten stets sorgsam umgehen und sie nicht überdosieren. Antibiotika sind zweifach riskant: Zum einen können sie Kläranlagen und Ökosysteme schädigen. Zum anderen nimmt die Zahl der Antibiotika-Resistenzen zu. Krankheitserreger, die resistent gegen Antibiotika geworden sind, können nicht mehr wirksam bekämpft werden und zu lebensgefährlichen Infektionen führen (zum Beispiel multiresistente Keime in Krankenhäusern).

PFC-haltige Imprägnierungen (zum Beispiel bei Outdoor-Kleidung) sollte man meiden und imprägnierte Kleidung möglichst nicht oder selten waschen.

Kritische **Reinigungsmittel** sollte man gezielt nur dann verwenden, wenn es nicht anders geht. Besonders aggressive Mittel können zudem Allergien auslösen. Oft reichen schon Hausmittel wie Einweichen (bei Flecken), Zitronensäure (gegen Kalk), Spiritus (gegen Fett und Schimmel) oder kochendes Wasser (gegen Fett). Mechanische Putzhilfen wie Scheuermilch können zusätzlich unterstützen.

Insbesondere **Desinfektionsmittel** sollten nur gezielt und sorgfältig eingesetzt werden. Weder Küche noch Bad müssen regelmäßig desinfiziert werden, wenn doch, ist Spiritus (mindestens 75 Prozent Alkohol) eine sinnvolle Alternative: preiswert, wirksam und ein vollständig abbaubares Naturprodukt.

Bei **Shampoos und Waschmitteln** gibt es umweltfreundliche Produkte zum Beispiel ohne Duft- und Konservierungsstoffe. Eine sehr einfache Maßnahme ist es, Waschmittel nach dem Verschmutzungsgrad und der Menge der Wäsche oder des Geschirrs zu dosieren. Bei weichem Wasser kann die Menge meist noch weiter reduziert werden. Man sollte nur phosphatfreie Spülmaschinenreiniger und Waschmittel verwenden.

Im **Garten** sollte man statt chemischer Pflanzenschutzmittel lieber Hausmittel nutzen, Unkraut mechanisch entfernen und Nützlinge fördern, indem zum Beispiel Rückzugsmöglichkeiten für Igel oder Vögel geschaffen werden. Das Auto sollte man nur an Waschplätzen oder in der Werkstatt waschen, niemals am Straßenrand. Dasselbe gilt auch für Ölwechsel.

Weitere Informationen:

LANDESAMT FÜR UMWELT ► [Wasch- und Reinigungsmittel](#)

5.2 Entsorgung von Reststoffen

Beim Entsorgen flüssiger Reste sollte man einige einfache Regeln beachten. Immer gilt: Potenziell schädliche Substanzen gehören in die Müllverbrennung – niemals ins Abwasser! Natürliche Inhaltsstoffe sind in der Regel abbaubar und daher in „normalen“ Mengen relativ unkritisch.

Putzwasser immer in die Toilette schütten, nie in den Gully vor dem Haus, denn in vielen Gemeinden wird das Regenwasser zeitweise direkt in Bäche und Flüsse geleitet – ohne dazwischengeschaltete Kläranlage. Haushaltsabwasser dagegen gelangt immer in die Kläranlage.

Chemikalienreste wie Farben, Desinfektionsmittel oder Insektenvernichtungsmittel dürfen nicht in die Toilette gespült, sondern müssen im Hausmüll oder über die Sammelstelle für Problemabfälle entsorgt werden.

Altmedikamente dürfen nicht im Waschbecken oder in der Toilette entsorgt werden. Das LfU empfiehlt in Bayern, Altmedikamente in den Restmüll zu geben, da dieser fast überall verbrannt wird. Nur in den Landkreisen Weilheim-Schongau und Bad Tölz-Wolfratshausen wird der Hausmüll nicht verbrannt, sondern deponiert. Da die Sickerwässer der Deponien über die Kläranlage in die Gewässer gelangen, müssen Altmedikamente in diesen Landkreisen bei der Sammelstelle für Problemabfälle abgegeben werden.

Weitere Informationen:

LANDESAMT FÜR UMWELT ► [Altmedikamente](#)

RISKWA ► [Arzneimittel – Entsorgung richtig gemacht](#), deutschlandweite Übersicht



Abb. 17: Kennzeichnung von Stoffen, die die Umwelt gefährden (links), giftig oder lebensgefährlich sind (Mitte) oder gesundheitsschädlich sind (rechts). GHS-Piktogramme nach UNECE.

6 Literatur

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT

(2015): [Leitlinien zur vorläufigen Bewertung von PFC-Verunreinigungen in Wasser und Boden](#). 12 S.

(2015): [Medikamente / Arzneimittel](#). infoBlätter Kreislaufwirtschaft. PDF, 7 S.

(2016*): ► [Wohin mit alten Medikamenten?](#)

DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL (2010): [DWA-Position: Anthropogene Spurenstoffe im Gewässer](#). PDF, 4 S.

EAWAG (2009): [Anthropogene Spurenstoffe im Wasser. Effekte – Risiken – Maßnahmen](#). Wasserforschungsinstitut ETH Zürich und Lausanne. Eawag-News 67d. PDF, 40 S.

GÖTZ K, BENZING C., DEFFNER J., KEIL F. (2011): [Handbuch Kommunikationsstrategien zur Schärfung des Umweltbewusstseins im Umgang mit Arzneimitteln](#). ISOE-Studientexte 16. PDF, 74 S.

INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG (ISOE)

(2008): [Humanarzneimittelwirkstoffe: Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung von Gewässerbelastungen](#). PDF, 51 S.

(2014*): ► [Medikamenten-Entsorgung: Verbraucherwissen mangelhaft](#). Pressemitteilung zur start-Studie

KÜMMERER K. (2010*): ► [Neuartige Spurenstoffe im Wasser](#). In: BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE: Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, HW 54/2010, H. 6, S. 349–359

STIFTUNG WARENTEST (2014*): ► [WC-Reiniger: Günstig und umweltschonend sauber](#)

VERBRAUCHERZENTRALE BAYERN (2015*): ► [Trinkwasser: Tägliche Kniffe gegen Verschwendung und Verschmutzung](#)

WIKIPEDIA (2016*): ► [Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien](#), GHS-Piktogramme nach UNECE

* Zitate von online-Angeboten vom 11.07.2016

6.1 Chemikalien-Datenbanken

UMWELTBUNDESAMT (2016*):

► [Rigoletto. Datenbank wassergefährdender Stoffe](#). Datenbank zu wassergefährdenden Stoffen, die im Handel erhältlich sind, Stoffsuche unter dem Navigationspunkt WGK-Suche

► [Stoffdaten](#)

EUROPÄISCHE CHEMIKALIENAGENTUR (2016*): ► [Information on Chemicals](#). Datenbank zu Stoffen, die in Europa hergestellt oder verwendet werden, Stoffsuche unter dem Link Registered substances

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH & HUMAN SERVICES (2016*): ► [Household Products Database](#). Datenbank zu Haushaltsprodukten. Suche nach Inhaltsstoffen unter dem Navigationspunkt Ingredients

U.S. NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE (2016*):

► [Toxicology Data Network TOXNET](#). Meta-Datenbank zu Stoffeigenschaften

► [PubChem](#). Datenbank zur Chemie und Ökotoxikologie. National Center for Biotechnology Information

* Zitate von online-Angeboten vom 11.07.2016

7 Das Verbundprojekt RISK-IDENT

Arzneimittel, Reinigungsmittel, Duftstoffe – diese und viele andere Substanzen gelangen tagtäglich mit unserem Abwasser in die Kläranlagen. Werden sie dort nicht vollständig abgebaut, schädigen sie möglicherweise später im Gewässer Pflanzen und Tiere. Oder sie gelangen ins Grundwasser und damit zurück in unser Trinkwasser. Viele dieser Spurenstoffe werden bei Routineanalysen noch nicht erfasst. Auch weiß man noch wenig darüber, welche Abbauprodukte entstehen und wie sie wirken.

Das Verbundprojekt RISK-IDENT ging diesen bislang unbekanntem Chemikalien auf die Spur. Die Projektpartner suchten nach Methoden, um

- die nur in winzigen Mengen auftretenden Abbauprodukte organischer Spurenstoffe zu identifizieren,
- das von ihnen ausgehende Risiko für Gewässerorganismen zu bewerten und
- den Eintrag von Spurenstoffen in die Umwelt zu minimieren.

RISK-IDENT wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Es ist Teil der BMBF-Fördermaßnahme „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RiSKWa)“ im Förderschwerpunkt „Nachhaltiges Wassermanagement (NaWaM)“.

Informationen zu RISK-IDENT finden Sie unter ► www.lfu.bayern.de > Analytik/Stoffe > RISK-IDENT. Informationen zur Fördermaßnahme RiSKWa sind unter ► www.bmbf.riskwa.de veröffentlicht.



8 Weitere Publikationen

UmweltWissen-Publikationen:

- [Labore und Sachverständige im Umweltbereich](#)
- [Private Abwasserleitungen prüfen und sanieren](#)
- [Sichere Heizöllagerung im Überschwemmungsgebiet](#)
- [Wasch- und Reinigungsmittel](#)

Umweltschutz im Alltag: ► [Ansprechpartner](#) und ► [weitere Publikationen](#)

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Druck:

EOS Print

Erzabtei 14a

86941 St. Ottilien

Bearbeitung:

Ref. 12 / Friederike Bleckmann, Dr. Katharina Stroh

Ref. 75 / Dr. Manfred Sengl

Ref. 76 / Anne Bayer, Dr. Marion Letzel, Dr. Rudolf Stockerl

Ref. 77 / Willi Kopf, Dr. Klaus Weiß

Bildnachweis:

© Africa Studio - Fotolia.com: Abb. 2; © BillionPhotos.com - Fotolia.com: Abb. 7 links; © chalabala - Fotolia.com: Abb. 4; © Ewald Fröch - Fotolia.com: Abb. 6; Geli/„Eis im Bach“/CC-Lizenz (BY 2.0)/<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/de/deed.de> – Quelle: www.piqs.de: Titelbild; Andreas Hartl: Abb. 11 Mitte, Abb. 13; © hrk422 - Fotolia.com: Abb. 3; © magann - Fotolia.com: Abb. 7 rechts; © micro_photo - Fotolia.com: Abb. 11 links; © PhotoSG - Fotolia.com: Abb. 1; © kristina rütten - Fotolia.com: Abb. 5; © Marcel Schauer - Fotolia.com: Abb. 11 rechts; Dr. Walter Weber LW: Abb. 9, Abb. 10 LfU: Abb. 8 links, Abb. 8 rechts, Abb. 12, Abb. 14, Abb. 15, Abb. 16 Gemeinfrei: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GHS-pictogram-pollu.svg>: Abb. 17 links, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GHS-pictogram-skull.svg>: Abb. 17 Mitte, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:GHS-pictogram-exclam.svg>: Abb. 17 rechts

Stand:

September 2016, 1. Auflage

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Der Inhalt wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.