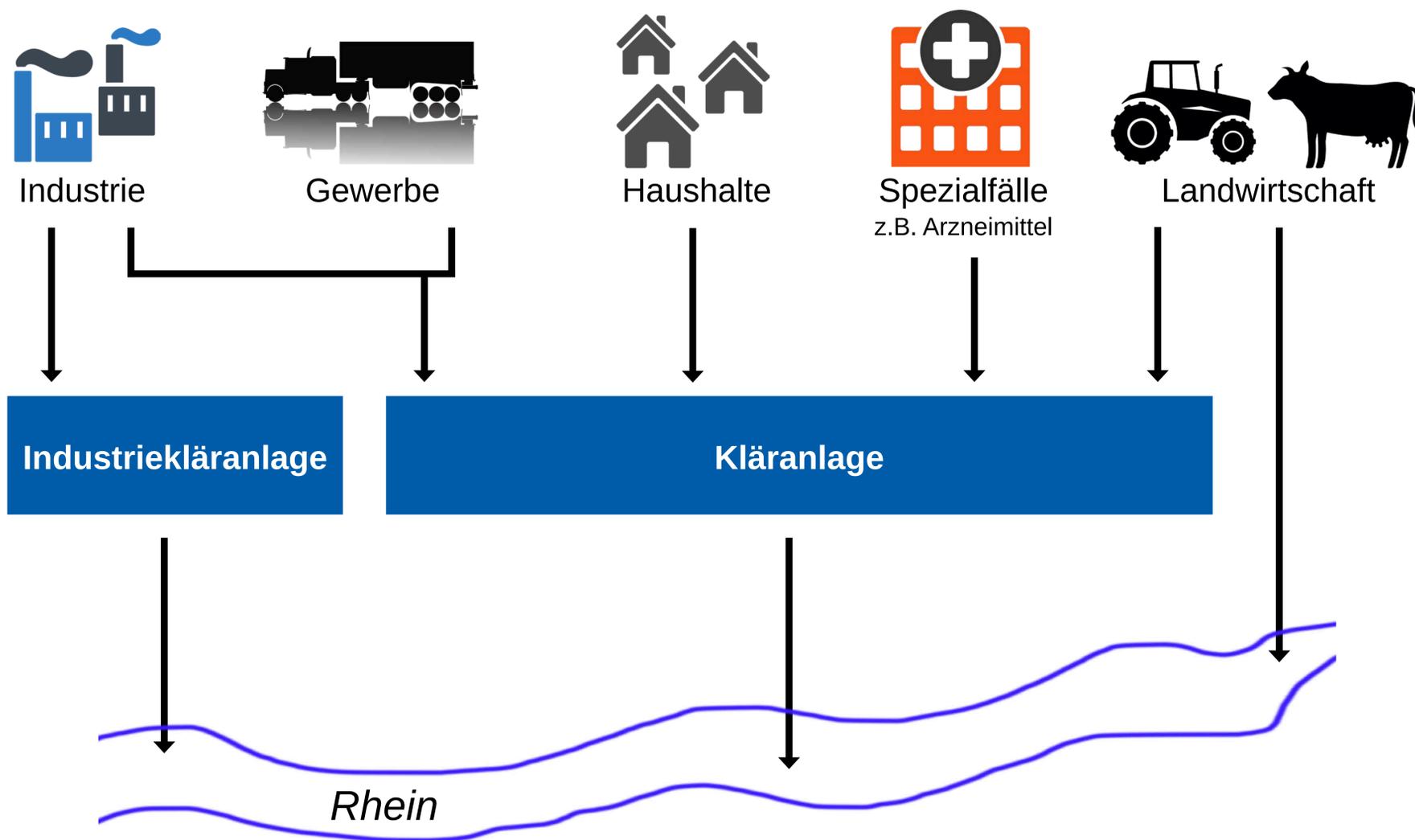


Mikroschadstoffe - Was soll das sein?

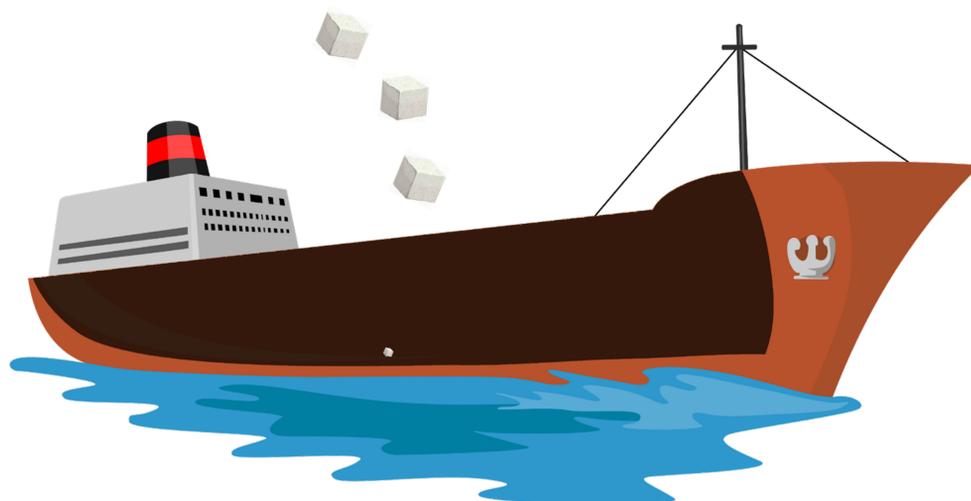
Der Sammelbegriff Mikroschadstoffe steht vor allem für im Wasser befindliche, unerwünschte, mikroskopisch kleine, gelöste Stoffe. Sie werden auch als Mikroverunreinigungen oder Spurenstoffe bezeichnet. Es handelt sich dabei um synthetische Substanzen, die in Konzentrationen von Nanogramm (ng) bis zu einigen Mikrogramm (μg) pro Liter Wasser vorkommen. Einige Stoffgruppen können bereits in solch geringen Konzentrationen nachteilige Wirkungen auf in Gewässern lebende Organismen haben.



Die Quellen für Mikroschadstoffe in Gewässern können sehr unterschiedlich sein. Neben der Landwirtschaft und der Industrie stellen kommunale Kläranlagen einen Eintragungspfad für Mikroschadstoffe dar. Mit dem Schmutzwasser werden verschiedene Verunreinigungen aus Haushalten in die Kläranlage transportiert. Zusätzlich gelangen auch Stoffe aus anderen Quellen, wie z.B. Gewerbebetrieben, Straßen und Krankenhäuser in die Abwasserreinigung. Das nach dem Stand der Technik gereinigte Abwasser, welches aber dennoch Mikroschadstoffe enthält, wird dann in unsere Gewässer eingeleitet. Das ist im Fall der Mombacher Kläranlage der Rhein. Während Niedrigwasserperioden kann gereinigtes Abwasser bis zu 20% des Rheinwassers im Abfluss ausmachen.

Wieviel ist ein Mikrogramm?

Die analytischen Möglichkeiten zum Nachweis von Stoffen sind in den vergangenen Jahren immer besser geworden. Daher können mittlerweile sehr winzige Stoffmengen nachgewiesen werden. Wenn von einem Mikrogramm pro Liter die Rede ist, dann sind minimale Mengen gemeint. Als Beispiel: **Ein Stück Würfelzucker** wiegt 2,5 g. Angenommen ein Tankschiff kann **zweieinhalb Millionen Liter Wasser (Kaffee)** fassen. Wenn das Stück Würfelzucker im Tank aufgelöst wird, dann befindet sich $1 \mu\text{g}$ (ein Millionstel Gramm) Zucker pro einem Liter Wasser darin. Man nennt das auch eine Konzentration von $1 \mu\text{g/l}$.

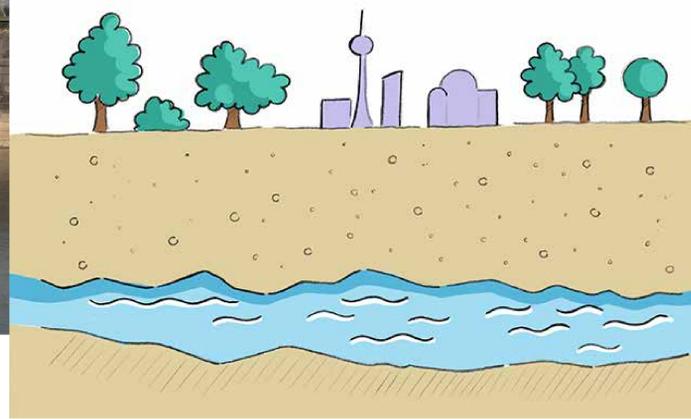


Auswirkungen auf die Umwelt



Oberflächengewässer

Mikroschadstoffe können aus der Luft, der Landwirtschaft, der Industrie und aus dem Abwasser in Flüsse und ins Meer gelangen. Wenn sie in Oberflächengewässer und ins Grundwasser kommen muss beachtet werden, dass unser Trinkwasser auch aus Uferfiltrat von Flüssen und Seen gewonnen wird. Mikroschadstoffe können gravierende Folgen für den Menschen, Pflanzen, Tiere und Ökosysteme haben:



Grundwasser

Gelöste Substanzen werden von Pflanzen, Kleintieren, Muscheln und Fischen aufgenommen. Sie reichern sich dort an und schädigen die Lebewesen. Beim Verzehr dieser Pflanzen und Tiere gelangen sie in die Nahrungskette des Menschen.



Hormone wie Östrogen können sich in Fischen anreichern und den Hormonhaushalt von Fischen verändern. Das kann zu Entwicklungsstörungen, Verhaltensänderungen, Unfruchtbarkeit oder zu einer Verweiblichung von männlichen Fischen führen.

Mikroschadstoffe sind oftmals überdauernd und reichern sich an. Das heißt die Probleme, die jetzt schon bestehen, werden sich im Lauf der Zeit (bei unverändertem Eintrag) verschlimmern. Studien zeigen, dass empfindliche Arten wie z.B. Eintagsfliegen, Stein- oder Köcherfliegen in Fließgewässern bei Konzentrationen von Mikroschadstoffen verschwinden – auch, wenn bestehende Grenzwerte eingehalten werden.

Die meisten Studien über die Auswirkungen von Substanzen auf Wasserorganismen erfassen lediglich die Wirkung eines Einzelstoffes. In Gewässern wirken jedoch meist mehrere Verbindungen gleichzeitig auf Flora und Fauna. Dazu zeigen Untersuchungen, dass Mischungen mehrerer Wirkstoffe schädlich sein können, selbst wenn die Einzelsubstanzen in derselben Konzentration keine negative Wirkung haben.

Welche Mikroschadstoffe entstehen im Haushalt?

Mit dem Schmutzwasser werden verschiedene Verunreinigungen aus unseren Haushalten in die Kläranlage transportiert. So vielfältig, wie die Stoffe, die wir täglich benutzen, sind auch die Mikroschadstoffe die diese hinterlassen.

Diese Stoffe kommen beispielsweise aus unseren Haushalten:

Arzneimittel

Die Hauptquelle für Arzneimittel in Oberflächengewässern sind Patientenausscheidungen (88%) und die unsachgemäße Entsorgung über Toiletten und Waschbecken (10%). Laut Umweltbundesamt gibt es rund 1.200 potentiell umweltrelevante Arzneimittel, die bei Menschen angewendet werden.

Bei einer Untersuchung von Oberflächengewässern (2016) wurden diverse Arzneimittel nachgewiesen, dies sind beispielsweise:

- das Röntgenkontrastmittel Iopamidol
- das harntreibende Mittel Hydrochlorthiazid
- der Blutdrucksenker Valsartan
- das Schmerzmittel Diclofenac
- das Antiepileptikum Carbamazepin
- verschiedene Hormone, z.B. Östrogen



Biozide

Zu dieser Stoffgruppe gehören Schädlingsbekämpfungsmittel, Desinfektions- und Materialschutzmittel. Sie gelangen auf sehr verschiedenen Eintragspfaden in die Umwelt. So werden z.B. Holzschutzmittel für Fassaden ausgewaschen und gelangen so in unsere Gewässer. Eine Aussage zu den genauen Mengen an Bioziden lässt sich derzeit nur schwer treffen, da es sehr viele verschiedene Stoffe sind.

Zu dieser Stoffgruppe zählen u.a.:

- das Insektizid Imidacloprid (verhindert Insektenbefall bei Saatgut)
- das Herbizid Nicosulfuron (verhindert Unkrautbildung z.B. im Maisanbau)
- das Algizid Terbutryn (verhindert die Algenbildung z.B. in Dispersionsfarben)
- das Antiseptikum Triclosan (wird in Desinfektionsmitteln eingesetzt)



(Haushalts-) Chemikalien

Den Einsatz und die Verwendung der meisten technisch hergestellten Stoffe regelt die europäische Chemikalienverordnung (REACH). So vielfältig wie diese Stoffe sind, so unterschiedlich sind auch die Eintragswege in die Umwelt. Im Jahr 2013 gelangten laut Umweltbundesamt alleine 211.000 Tonnen Universal- und Allzweckreiniger über die Haushalte in die Kläranlagen.

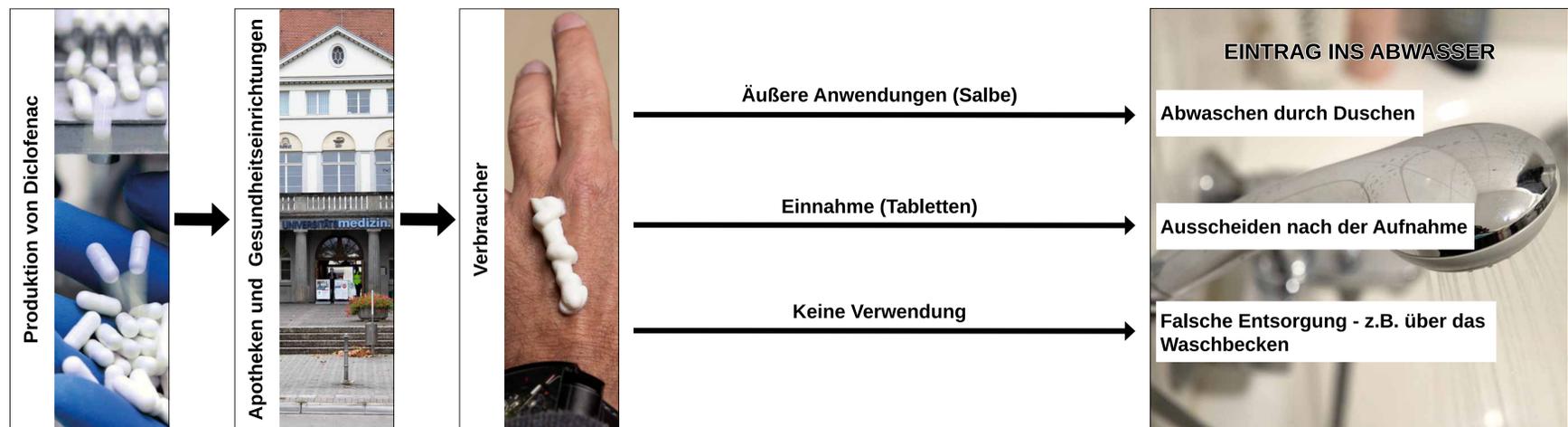
Beispiele für die Gruppe der in Haushalten eingesetzten Chemikalien sind:

- der Komplexbildner EDTA (wird z.B. als Konservierungsmittel in Kosmetika eingesetzt)
- der Duftstoff HHCB (eine künstliche Moschusverbindungen)
- das Flammschutzmittel TCPP (verhindert die Entflammbarkeit von Kunststoffen)
- das Korrosionsschutzmittel Benzotriazol (es wird in Kühlflüssigkeiten, Enteisungsmitteln oder Entkalkungstabletten verwendet)
- Imprägniermittel mit PFC (werden für Outdoor-Bekleidung verwendet)



Diclofenac - Das Schmerzmittel findet sich in vielen Gewässern

Das Schmerzmittel Diclofenac ist in Salben, Tropfen oder Tabletten zum Teil frei verkäuflich. Bereits bei leichten Schmerzen werden diclofenachaltige Salben gerne und häufig angewendet, denn sie sind einfach aufzutragen und wirken schnell. Auch das tablettenförmige Schmerzmittel und seine Abbauprodukte werden nach der Aufnahme in den Körper teilweise wieder ausgeschieden. Zudem gelangt ein Teil der aufgetragenen Salbe z.B. beim Duschen in unser Abwasser.



Ist das Diclofenac erst einmal im Abwasser, bekommt man es dort nur schwer wieder heraus. Beispielsweise entfernt die Mombacher Kläranlage derzeit ca. 60 Prozent des Wirkstoffes, der „Rest“ fließt dann in den Rhein.

Ein kleines Rechenbeispiel

Im Zulauf der Mainzer Kläranlage wurde eine Diclofenac-Konzentration von $6,3 \mu\text{g/l}$ gemessen. Das sind 270 Tuben oder 12.600 Tabletten pro Tag. Am Ablauf unserer Kläranlage waren es dann $2,3 \mu\text{g/l}$.

Das sind immer noch 100 Tuben pro Tag, die in den Rhein gelangen!

**100 Tuben
pro Tag**

Das Schmerzmittel Diclofenac wird in vielen Oberflächengewässern nachgewiesen, nicht nur im Rhein. Der Jahresverbrauch in Deutschland liegt laut Umweltbundesamt bei 85 Tonnen. Es wurden Rückstände des Schmerzmittels in unterschiedlichen Wildtierarten nachgewiesen, etwa bei Fischottern und Forellen. Welche konkreten Auswirkungen es auf die Lebewesen in unseren Gewässern hat wird derzeit erforscht.

Aber: Diclofenac ist nur eines von vielen Medikamenten, die täglich verwendet werden. Welche Auswirkungen die verschiedenen Medikamentenreste zusammengenommen für die Lebewesen in unseren Gewässern haben, wird gerade ebenfalls untersucht.

Gibt es Grenzwerte für Diclofenac?

Für die Oberflächengewässer wird derzeit eine Umweltqualitätsnorm (JD-UQN) von $0,05 \mu\text{g/l}$ im Jahresdurchschnitt diskutiert. Dieser Wert gilt zum Schutz der im Wasser lebenden Organismen.

Die Lösung - Mikroschadstoffe nachträglich eliminieren

Die Notwendigkeit

In Deutschland arbeiten 98% der Kläranlagen - so auch die Kläranlage in Mainz (Foto rechts) - mit mechanisch-biologisch-chemischen Reinigungsverfahren. Diese können die von uns Menschen ins Abwasser eingeleiteten Mikroschadstoffe bislang nur ungenügend entfernen.

Das Mainzer Abwasser wird nach seiner Reinigung in der Kläranlage Mz-Mombach in den Rhein geleitet. Da noch enthaltene Spurenstoffe den Rhein und das Grundwasser verunreinigen können, ist es zwingend notwendig, Mikroschadstoffe zukünftig aus dem Abwasser zu beseitigen.



Die Lösung

Die Einführung einer weiteren sogenannten 4. Reinigungsstufe ist die Lösung, um das Abwasser von Spurenstoffen wie Arzneimittelrückständen, Hormonen, multiresistenten Keimen u.a. zu reinigen.

In Mainz ist eine solche Anlage in Planung. Sie soll 2025 in Betrieb gehen. Als innovatives Projekt des Wirtschaftsbetriebs Mainz wird es Vorreiter für die Abwasserreinigung in ganz Deutschland sein. Die Entwicklung und Umsetzung wird aus dem Umweltinnovationsprogramm des Bundes und vom Land Rheinland-Pfalz gefördert.

Das Verfahren

Die bestehenden Reinigungsstufen werden um zwei erprobte Verfahren, die Ozonierung und die Aktivkohlefiltration ergänzt, die nur in ihrer Kombination sehr wirksam sind:

Bei der Ozonierung wird Sauerstoff (O_2) mit einem weiteren Sauerstoff-Atom angereichert. Ozon (O_3) bricht („crackt“) viele chemische Verbindungen durch Oxidation auf. Im Anschluss durchläuft das Abwasser mit den Spurenstoffen einen granulierten Aktivkohlefilter (GAK). Hier bleiben die unerwünschten Substanzen hängen. Nach der Spurenstoffelimination wird das gereinigte Abwasser in den Rhein geleitet.

Und was kostet das?

Nicht mehr als ein guter „Schoppe Woi“!

Bei der Entwicklung der 4. Reinigungsstufe für Mainz wurde darauf geachtet, dass die Mainzer für diesen technologischen Quantensprung bei der Reinigung des Abwassers selbst nur eine geringe Mehrbelastung bei ihren Abwassergebühren verspüren werden. Die Gebühren werden sich frühestens zwei Jahre nach Inbetriebnahme der Anlage um ca. 4,30 EUR pro Einwohner und Jahr erhöhen. Das ist nicht mehr als ein guter „Schoppe Woi“ für Ihre Gesundheit und für eine saubere und lebenswerte Umwelt.



Ganzheitlicher Ansatz mit Modellcharakter

Im Mainzer Projekt werden auf bisher einzigartige Weise die beiden Sektoren „Energie“ und „Abwasser“ miteinander gekoppelt. Wegweisend ist auch, dass das oben beschriebene Verfahren CO_2 -neutral abläuft. So funktioniert es:

Der für die Ozonierung benötigte Sauerstoff wird über eine Elektrolyse vor Ort erzeugt. Hierzu wird ausschließlich Strom aufgewendet, der beim Wirtschaftsbetrieb selbst erzeugt wurde oder aus überschüssigen regenerativen Quellen stammt. Der bei der Elektrolyse anfallende Wasserstoff (H_2) wird teilweise ins Mainzer Erdgasnetz eingespeist. Zusätzlich besteht die Möglichkeit zur Betankung von umweltfreundlichen Wasserstofffahrzeugen.



Mikroschadstoffe - geht mich nichts an DOCH!

Viele in unserem Haushalt verwendete Produkte enthalten eine Reihe von chemischen Stoffen, die letztendlich in unseren Gewässern landen können. Auch wenn die Einzelpartien winzig sind, summieren sie sich zu erheblichen Mengen. Damit möglichst wenige Mikroschadstoffe über unsere Kläranlage in den Rhein gelangen, können Sie einen Beitrag leisten.



Medikamente

Arzneimittel und ihre Abbauprodukte gelangen hauptsächlich durch menschliche Ausscheidungen ins Abwasser und schließlich in unserer Gewässer. Daher ist ein sorgsamer Umgang mit Arzneimitteln wichtig. Der hohe Verbrauch an Antibiotika schadet mehrfach: er schädigt die Gewässerlebewesen und die Anzahl der resistenten Keime nimmt zu.

Wasch- und Reinigungsmittel

Es ist besser, wenn aggressive Reinigungsmittel im Haushalt nur gezielt verwendet werden, denn sie können auch Allergien auslösen. Bevorzugen Sie in ihrem Haushalt Produkte mit eingetragenen Umweltzeichen, wie beispielsweise dem Blauen Engel und achten Sie auf die richtige Dosierung.

Gerade Waschmittel werden häufig überdosiert. Informieren Sie sich bei Ihrem Wasserversorger über den Härtegrad des Leitungswassers. Wenn Sie den Verschmutzungsgrad und die Menge an Wäsche oder Geschirr bei der Dosierung beachten, sparen Sie Geld und helfen der Umwelt.

Desinfektionsmittel

Aufgrund der Covid19-Pandemie ist der Verbrauch von Desinfektionsmitteln stark gestiegen. In dieser Zeit ist der Einsatz dieser Mittel auch sinnvoll und wichtig. Aber auch hier gilt es, die Desinfektionsmittel sachgerecht einzusetzen und die korrekte Dosierung zu beachten. Solange keine erkrankten Personen im Haushalt leben, müssen weder Küche noch Bad regelmäßig desinfiziert werden.

Entsorgung

Grundsätzlich sollten so wenige Abfälle wie möglich in die Kläranlage gelangen. Das Putzwasser gehört in die Toilette und kann nur bei Vorliegen einer Mischkanalisation auch in den Gully. Bei Trennkanalisation wird nämlich das Regenwasser getrennt vom häuslichen Schmutzwasser ungeklärt in ein nahe gelegenes Gewässer abgeleitet. Chemikalienreste, wie Farben oder Pflanzenschutzmittel, können in Mainz beim Schadstoffmobil oder in der Schadstoffannahmestelle im Entsorgungszentrum Budenheim abgegeben werden. Alte Medikamente werden über die Restmülltonne entsorgt. Der Restmüll wird verbrannt und so gelangen keine Altmedikamente in den Wasserkreislauf.

Chemikalien in Haus und Garten

Im und um den Garten ist die Verwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln und Insektiziden nicht notwendig. Nutzen Sie besser natürliche Mittel, um Unkraut zu entfernen und Pflanzenkrankheiten zu bekämpfen. Beim Einsatz von Korrosionsschutz- und Imprägniermitteln am besten immer genau der Gebrauchs- und Dosierungsanleitung folgen. Auch hier lohnt sich die Suche nach umweltfreundlichen Alternativen, wie beispielsweise ein Schutzanstrich mit Leinöl anstatt mit Lack.