

**Zweckverband zur Wasserversorgung der Isar-Gruppe 1
Wasserwerkstraße 1
84051 Essenbach/Ohu**

Die folgenden Informationen über Wasserinhaltsstoffe wurden uns zur Weitergabe an unsere Verbraucher zur Verfügung gestellt von:

**Chemisches und Biologisches Labor Dr. Feierabend
Gällerstraße 19
88662 Überlingen-Bodensee**

Verbraucherinformation:

Aufgrund unserer Trinkwassersituation sollte heute jeder Wasserverbraucher bestrebt sein, das vom Wasserwerk bereitgestellte Trinkwasser nicht im Übermaß zu belasten, so daß die in die Kläranlage gelangenden Abwässer nicht über Gebühr beansprucht sind und sie so durch geringere Aufbereitungsmaßnahmen wieder in unsere Flüsse und Gewässer einfließen können. Viele Substanzen, die durch den Verbraucher in das Abwasser gelangen, können durch die Kläranlagen nicht gesäubert werden, da sie biologisch nicht oder nur sehr langsam abgebaut werden. Dadurch gelangen diese Schadstoffe, die teilweise als giftig oder krebserregend eingestuft werden, in den Wasserkreislauf, reichern sich an und werden automatisch von uns Wasserverbrauchern wieder aufgenommen.

Einige Tips zum Vorbeugen (aus „Das Wasser, Umweltschutz in Bayern“ 1991):
Alte Medikament, Farben, Lacke (auch auf Wasserbasis), Lösungsmittel, Kosmetika, Foto- und Hobbychemikalien gehören nicht in das Abwasser (z.B. Toilette) sondern zur Sondermüllsammelstelle.

Verwenden Sie Putz- und Reinigungsmittel sparsam (z.B. Nehmen sie nur soviel Waschmittel, wie für den Härtebereich ihres Wassers notwendig ist).

Speisereste oder auch Speiseöle und Fritierfette gehören nicht in den Abfluß, sondern entweder auf den Komposthaufen oder in den Mülleimer.

Die im Wasser enthaltenen essentiellen Mineralstoffe werden in Mengenelemente und Spurenelemente aufgrund ihrer mittleren Konzentration pro Kilogramm Körpergewicht einteilt. Zu den Hauptelementen zählen z.B. Calcium und Magnesium und zu den Spurenelementen z.B. Chrom und Eisen. Außerdem enthält das Wasser auch nicht essentielle und anthropogen bedingte teils toxische Inhaltstoffe z.B. Ammonium, Pestizide. Nachfolgend die wichtigsten Inhaltstoffe und ihre Wirkung im Überblick.

Calcium und **Magnesium**, die zusammen für die Wasserhärte verantwortlich sind, werden aus dem jeweiligen Untergrund gelöst und kommen in jedem Wasser vor. Calcium ist ein Hauptnährstoff der Pflanzen und ein Baustein des menschlichen Skeletts. Knochen und Zähne sind das Hauptdepot für Calcium. Magnesium spielt bei den Pflanzen eine wichtige Rolle in der Photosynthese. Auch am Aufbau unserer Zähne ist Magnesium beteiligt. Während ein ausreichender Gehalt an Magnesium in

den Nahrungsmitteln vorliegt, so daß die Aufnahme durch das Trinkwasser keine Rolle spielt, ist die Calcium-Zufuhr bei fast der gesamten Bevölkerung durch den niedrigen Milchkonsum mangelhaft, da ca. 40 % des durch die Nahrung aufgenommenen Calciums aus Milch und Milchprodukten stammt. Daher ist die Mineralzufuhr durch Trinkwasser durchaus wünschenswert. Daher sollte man eher dankbar sein, wenn aus dem Wasserhahn etwas mineralreicheres Wasser fließt. Vor allem im privaten Bereich der Hausinstallation ist die Entkalkung des von den Stadtwerken gelieferten Wassers leider eine weitverbreitete Unsitte. Eine Enthärtung soll die Kalkablagerungen in der Hausinstallation und in den im Haushalt verwendeten Apparaturen verringern bzw. verhindern. Dabei fallen bei dem direkten Austausch der Erdalkalimetalle (Gesamthärte) je nach deren Konzentration unter Umständen erhebliche Natriummengen im behandelten Wasser an. In einem normalen Haushalt ergibt sich, vom seltenen Einsatz der Anlagen zur Enthärtung (beispielsweise von Schwimmbadwasser) abgesehen, sonst kein Anwendungsfall für technische Zwecke. In Geschirrspülmaschinen sind Enthärtungsapparate eingebaut, und für Waschmaschinen allein ist eine Enthärtung weder notwendig noch sinnvoll. Soll ein Trinkwasser mit dem Härtebereich 4 dagegen über 60 °C erwärmt werden, so kann im Bedarfsfall im Kaltwasserzulauf zum Trinkwassererwärmer eine Enthärtungsanlage eingebaut werden.

Meinen Ausführungen können Sie entnehmen, daß ich kein Befürworter von Wassernachbehandlungsapparaturen in Form einer Enthärtungsanlage bin. Aus langjähriger Erfahrung weiß ich, daß solche Geräte, sei es im Privathaushalt, in Wohnanlagen oder Bürohäusern sowie öffentlichen Gebäuden, meist nach einer gewissen Zeit stillgelegt werden müssen, weil die Rohrleitungen aufgrund der verschlechterten korrosionschemischen Verhaltens des Wassers im Laufe der Zeit angegriffen wurden und auch die hygienischen Verhältnisse nicht mehr einwandfrei waren.

Die tägliche **Natrium**aufnahme bewegt sich je nach Ernährung zwischen 4-6 g. Die notwendige Aufnahme wird auf 4 g geschätzt. Die darüber hinaus aufgenommenen Mengen werden vom Körper wieder ausgeschieden. Daher kennt die Mineral- und Tafelwasserverordnung vom 1. August 1984 keinen Grenzwert für Natrium. Der in der Trinkwasserverordnung vom 23.1.1991 in der Anlage 4 angegebene Grenzwert von 150 mg/l wurde nicht aufgrund der Gefährlichkeit des Natriums eingeführt, sondern aus hygienischen Gründen, weil dadurch sichergestellt werden soll, daß das zur Verteilung gelangende Trinkwasser nicht etwa einer Beeinträchtigung durch Straßensalze oder landwirtschaftliche Kunstdünger unterliegt. Außerdem stellt Trinkwasser ein Süßwasser dar, welches aus geschmacklichen Gründen verhältnismäßig mineralarm sein soll. Natrium liegt im Trinkwasser nicht ausschließlich als Natriumchlorid, sondern auch als Natriumhydrogenkarbonat und als Natriumsulfat vor. Wenn bei Mineral- und Tafelwasser werbend mit dem Hinweis "geeignet für natriumarme Ernährung" bei einem Natriumgehalt von unter 20 mg/l hingewiesen wird bedeutet das nicht, daß ein Mineralwasser mit mehr als 20 mg/l Natrium nicht geeignet wäre für die natriumarme Ernährung. Es darf lediglich in der Werbung nicht mehr auf einen geringen Natriumgehalt hingewiesen werden. Ansonsten enthält ein Kilo Schinken 28 g Kochsalz, Schmelzkäse 32 g, Salami 30 g, Mischbrot 13 g und Milch 1,2 g. Gemäß der Diätverordnung gelten solche Lebensmittel als streng natriumarm, welche nicht mehr als 400 mg Natrium pro kg Lebensmittel enthalten. Man muß also die 20fache Menge eines für natriumarme

Ernährung geeigneten natürlichen Mineralwassers trinken, um die gleiche Natriummenge aufzunehmen, die etwa in einem natriumarmen Brot enthalten ist.

Der täglich **Kalium**mindestbedarf beträgt 0,8 mg/l und Kalium spielt eine wichtige Rolle bei der Regulierung und Aufrechterhaltung des osmotischen Druckes in den Zellen des Organismus. Der Grenzwert laut Trinkwasserverordnung liegt bei 12 mg/l und stark erhöhte Kaliumgehalte (abgesehen von den geologisch bedingten) weisen wie auch das Natrium auf Verunreinigungen durch fäkale Abfallstoffe oder Kaliabwässer hin.

Eisen und **Mangan** kommen meist gemeinsam in Grundwässern vor, wobei sie in Form von Hydrogenkarbonaten vorliegen. Eisen kann in stark reduzierten Wässern auch in Form von Sulfiden enthalten sein. Für die Bespeisung eines städtischen Wasserrohrnetzes wird Wasser benötigt, welches praktisch frei von Eisen und Mangan ist. Bei Gehalten über 50 µg/l (= 0,050 mg/l) an Eisen und über 20 µg/l (0,020 mg/l) an Mangan muß man im Rohrnetz mit Trübungen und Ausfällungen und als Folge hiervon mit Korrosionsschäden an den Anlagen und im Leitungsnetz rechnen. Nach der Trinkwasserverordnung sind 200 µg/l Eisen und 50 µg/l Mangan zulässig. In Österreich und der Schweiz liegen diese Grenzwerte tiefer. Eisen und Mangan treten immer dann im Wasser auf, wenn infolge Sauerstoffmangels ein reduziertes Milieu vorliegt und in diesem die Eisenionen in die zweiwertige lösliche Form reduziert werden. Kommt das Wasser im Verlauf der Aufbereitung mit Luft-Sauerstoff in Berührung (Belüftung), dann werden die Eisenionen zur dreiwertigen Stufe oxidiert und zu schwerlöslichen Eisenoxidhydraten hydrolysiert. Es bilden sich gelbe bis braune Kolloide oder, je nach pH-Wert, ein brauner Niederschlag. Beim Mangan dagegen tritt die Oxidation durch Sauerstoff nicht oder nur sehr zögernd ein, wohl aber unter Mitwirkung manganoxidierender Bakterien. Die Enteisung erfolgt umso rascher (also mit großer Filtergeschwindigkeit), je höher die Sauerstoffkonzentration und je kleiner die Filterkörnung und je niedrigerer die Temperatur ist.

Als Zentralatom des Hämoglobins ist Eisen ein für die Menschen essentielles Element. Daneben kommt Eisen in weiteren Enzymen sowie Proteinen vor. Die Menge des im Magen- und Darmtrakts resorbierten Eisens wird durch den momentanen Eisenbedarf des Körpers bestimmt. So wird bei Eisenmangel mehr resorbiert. Außerdem hängt die Resorption auch von der Bindungsform des Eisens ab. An den sog. Porphyrin-Ring gebundenes Eisen wird bis zu zehn mal besser aufgenommen, als Eisen in anderer Bindungsform. Der Porphyrin-Ring ist Bestandteil des Hämoglobins. Eisenmangelerscheinungen sind in der Bevölkerung weit verbreitet, besonders bei Frauen und Kleinkindern. Leichter Eisenmangel äußert sich in rascher Ermüdbarkeit und Konzentrationsschwäche, schwerer Eisenmangel führt zu Anämie. Ein Überangebot an Eisen scheint die Empfindlichkeit für Infektionskrankheiten zu erhöhen. Empfohlen wird eine tägliche Eisenzufuhr von 15 mg. Eisengehalte über 0,200 mg/l im Trinkwasser machen sich durch einen adstringierenden (=zusammenziehenden) Geschmack bemerkbar. Ein erwachsener Mensch von 70 kg Körpergewicht enthält 4,2 g Eisen, wovon rund drei Viertel im Hämoglobin gebunden sind. Frauen im gebärfähigen Alter benötigen etwa die dreifache Eisenmenge als Männer. Besonders eisenreich sind Schnittlauch, weiße Bohnen, Bierhefe, Kakao, Schweine- und Rinderleber, wohingegen der Eisengehalt im Spinat deutlich geringer ist, als in den oben erwähnten Nahrungsmitteln. Für

Pflanzen ist Eisen ebenfalls ein wichtiger Mikronährstoff, welcher die Photosynthese, sowie die Bildung von Chlorophyll und Kohlenhydraten beeinflusst.

Ähnlich wie Eisen ist auch Mangan ein biologisch essentielles Element. Es aktiviert einige Enzyme des Kohlenhydratstoffwechsels und spielt bei der Entwicklung des Skeletts und der Keimdrüsen eine Rolle. Bei Tieren treten bei experimentell erzeugtem Manganmangel Skelettveränderungen und Sterilität auf. Geschmacklich macht sich das Mangan im Trinkwasser erst bei höheren Konzentrationen bemerkbar. Ähnlich wie Eisen kann echt gelöstes zweiwertiges Mangan durch Oxidation und anschließende Filtration, kolloidal gelöstes drei- und vierwertiges Mangan durch Flockung und Filtration aus dem Wasser entfernt werden. Durch die Tätigkeit von manganabscheidenden Mikroorganismen wird dieser Vorgang unterstützt.

Der **Fluoridgehalt** eines Trinkwassers ist in der Regel geologisch bedingt und hängt vom Vorliegen fluoridhaltiger Minerale im Gestein und im Boden ab (z.B. Fluorapatit). Fluorid ist in allen Wässern zu finden, wenn auch die Konzentrationen sehr unterschiedlich sind. Bei keinem anderen Spurenelement liegen die Werte des erwünschten Effekts und der schädigenden Wirkung auf den Organismus derart dicht beieinander, wie dies bei Fluorid der Fall ist, so daß zum Schutz der Gesundheit ein Grenzwert von nur 1,5 mg/l festgelegt werden mußte. Fluorid ist in geringen Mengen für die Knochen- und Zahnschmelzbildung lebenswichtig, es wird während der kindlichen Entwicklung in den Zahnschmelz eingebaut. Dabei wird das Fluorid in Form von Fluorapatit in das Zahnmaterial eingebaut und macht dieses widerstandsfähiger gegen die zahnzerstörenden Säuren, die die Kariesbakterien aus dem Zucker bilden. Zahnkaries ist keine Fluormangelkrankheit, sondern ein Zeichen einer tiefgreifenden Stoffwechselstörung aufgrund von Fehlernährung. Zur Kariesprophylaxe sind fluorhaltige Zahnpasten, fluoridiertes Salz und eine gesunde Ernährung (natürliche Fluorlieferanten) besser geeignet als die Aufnahme über das Trinkwasser. Fluorid-Tabletten sollten nur nach Rücksprache mit dem Arzt eingenommen werden. Bei der dauerhaften Aufnahme von zu hohen Fluorkonzentrationen können chronische Fluorschädigungen wie der sog. gefleckte Zahnschmelz (=Schmelz wird trüblich weiß, Zähne werden brüchig) und die Osteosklerose (=Knochenneubildung mit Verdrängung des blutbildenden Knochenmarks –und Störung der Blutzellbildung) entstehen.

Das Halbmetall **Selen** gehört zu den selteneren Elemente der Erdkruste. Es kommt vor allem mit Schwefel und Kupfer, aber auch mit anderen Metallen verbunden, in Mineralien vor. Der Organismus braucht für die Körperentgiftung täglich etwa 0,05 bis 0,2 mg/l Selen. Diese Menge wird vorwiegend über die Nahrung gedeckt, da im Trinkwasser nur sehr geringe Selenkonzentrationen nachgewiesen werden. Der in der Trinkwasserverordnung festgelegte Grenzwert mit 0,01 mg/l wurde aufgrund der immer noch bestehende Unsicherheiten bezüglich der Wirkung von Selen und die Wechselwirkungen mit anderen Stoffen festgelegt. Aber erst eine massive Überdosierung in der Nahrung (über 1mg/kg) führen zu Symptomen wie Kopfschmerzen oder Leberschäden.

Als Spurenelement ist **Chrom** essentiell und von Bedeutung für den Glycosstoffwechsel. Der tägliche Bedarf liegt zwischen 0,05 und 0,5 mg/l für Erwachsene. Die Spanne zwischen essentieller und toxischer Konzentration ist bei Chrom besonders groß. Säugetiere tolerieren ohne Schäden das 100- bis 200-fache

ihres normalen Chromgehaltes im Körper. Von toxikologischer Bedeutung sind nur die 6-wertigen Chromverbindungen. Metallisches Chrom und 3-wertige Verbindungen sind kaum giftig. In der Natur findet sich Chrom fast nur in Form von Verbindungen, lediglich in Meteoriten konnte man bisweilen Chromspuren nachweisen. Der Chromanteil in der obersten, etwa 16 km dicken Erdkruste wird auf 0,020 % geschätzt. Somit gehört Chrom zu den häufigeren Elementen. Chrom und seine Verbindungen gelangen durch die Einleitung von Abwässern der chromverarbeitenden Industrie (insbesondere Gerbereien und Galvanikbetriebe) in die Oberflächengewässer. Chrommangel kann zu Diabetes, Arterienverkalkung und zu Wachstumsstörungen führen. Chrom(VI)-verbindungen können das Pflanzenwachstum erschweren und bei Säugetieren und Menschen Hautentzündungen, Ekzeme und nach längerer Latenzzeit Krebs in den Atmungsorganen auslösen. Für die Ernährung von Tieren und Menschen kommt es aber darauf an, in welcher Form das Chrom vorliegt. Biologisch aktives Chrom findet man in nicht-raffiniertem Zuckerrohr und nicht-raffiniertem Zuckerrübensaft, in Weizenkeimen, in schwarzem Pfeffer und in Bierhefe, die somit zur Vermeidung von Mangelerscheinungen nützlich sind. Früchte enthalten dagegen besonders wenig Chrom.

Kupfer ist nur zu rund 0,0007 % am Aufbau der Erdkruste beteiligt. Basisches Kupfersulfat dient als Fungizid gegen falschen Mehltau. Kupferverbindungen werden auch als Algizide eingesetzt. In Abhängigkeit des Wassers vom Elektrolytgehalt und vom Sauerstoff sowie seiner Kalkaggressivität kann es bei nicht ordnungsgemäßer Installation in Wasserleitungen aus Kupfer zu Korrosionen und dadurch zu erhöhten Kupfergehalten im Trinkwasser kommen. Kupfer ist ein starkes Fischgift, wobei die toxische Wirkung durch Cadmium, Zink und Quecksilber noch verstärkt werden. Es reichert sich im Sediment der Gewässer an und kann durch Komplexbildung remobilisiert werden. Kupferkonzentration über 0,5 mg/l können die biologischen Vorgänge bei der Wasseraufbereitung beeinträchtigen. Als Bestandteil zahlreicher Enzyme ist Kupfer ein für den Menschen essentielles Spurenelement. Es ist an der Bildung der roten und weißen Blutkörperchen beteiligt. Als Kupfermangelerscheinungen werden Anämie und Wachstumsstörungen beobachtet. Vergiftungen mit Kupfer sind sehr selten, da sich im Trinkwasser schon weit unterhalb der Schädlichkeitsgrenze liegende Kupfergehalte von 3 bis 5 mg/l geschmacklich bemerkbar machen. Gegenstände aus Kupfer sind unter Wasser u.U. sehr lange haltbar. Kupfer fördert die Bildung von Blattgrün und damit das Wachstum. Auch für die sehr kupferempfindlichen Algen (für die Schraubenalge *Spirogyra* wirkt Kupfer beispielsweise bereits in einer Verdünnung von 1:1.000.000.000 schädigend) scheinen äußerst minimale Kupferspuren lebensnotwendig zu sein; doch wird schon bei geringfügiger Steigerung der Kupferkonzentration die tödliche Dosis erreicht.

Phosphor übt im höheren Organismus mehr Funktionen aus als irgend ein anderes Element. Mit Calcium bildet Phosphor den Hydroxylapatit, der Knochen und Zähnen Festigkeit verleiht. Phosphor spielt in der Atmungskette und beim Energieumsatz im Muskel eine Rolle, ebenfalls beim Stoffwechsel von Kohlenhydrat, Fetten und Eiweiß. Verbindungen von Phosphor und Fettsäuren kommen reichlich im Nervengewebe vor, außerdem ist Phosphor ein Baustein von Enzymen und von Nukleinsäuren der Erbsubstanz. Phosphor trägt zur Pufferungsintensität von Zell- und Körperflüssigkeiten bei. Bei chronischem Phosphorüberangebot kann es zur Verkalkung weicher Gewebe der Nieren kommen. Vom Menschen wird jedoch eine

einmalige Dosis bis zu 450 g o-Phosphat vertragen. Im Wasser kommt der Phosphor hauptsächlich in Form des o-Phosphats vor. Der Anteil der Phosphatzufuhr mit dem unbehandelten Trinkwasser ist vernachlässigbar gering. Der Grenzwert von 6,7 mg/l o-Phosphat wurde nicht aus gesundheitlichen Erwägungen heraus festgesetzt sondern zielt auf den maximalen Zusatz von Phosphaten ab, denn die maximale Aufnahme von Phosphor mit dem Trinkwasser, welches mit der maximal zulässigen Menge Polyphosphat versetzt ist, macht weniger als 1 % vom täglichen Gesamtbedarf aus.

Der **Sulfat**gehalt natürlicher Wässer liegt in der Regel zwischen wenigen Milligramm bis 50 mg/l. Gebiete mit hohem Gipsgehalt können dagegen hohe Sulfatgehalte aufweisen. Sulfat ist kein essentielles Element, da es der Körper aus anderen Schwefelverbindungen selbst herstellen kann. Wasser mit einem hohen Gehalt an Sulfat-Ionen wirkt abführend. Schon ab 200 – 300 mg/l treten Störungen der Darmfunktion auf, die aber nach einer Gewöhnungsphase des Körpers wieder zurückgehen. Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung liegt bei 240 mg/l, Sulfatgehalte über 1000 mg/l gelten als bedenklich.

Über kaum einen anderen Stoff wie **Nitrat** ist u.a. in Verbindung mit der Säuglingsblausucht in der letzten Zeit durch die Presse so viel geschrieben worden. Über die gesundheitliche Auswirkung des erhöhten Nitratgehaltes brauchen sich jedoch die Abnehmer keine allzu großen Gedanken zu machen. Dennoch Besorgte sollten vielleicht zuerst einmal auf andere Dinge verzichten, beispielsweise auf einen Rote-Beete-Most, auch wenn dieser aus dem Reformhaus und damit aus garantiert kontrolliertem Anbau stammt, denn er weist im Verhältnis zum Leitungswasser schwindelerregende Nitratwerte auf: 1200 mg/l – das ist 24 mal so viel wie die gerade noch erlaubte Belastung des Wassers. Die Herabsetzung des Wertes von 90 auf 50 mg/l erfolgte nicht etwa deswegen, weil von diesem Stoff eine Gesundheitsgefährdung ausgeht. Beim alten Grenzwert ist beispielsweise kein einziger Fall von Blausucht bei Säuglingen bekannt geworden, welcher im ursächlichen Zusammenhang mit nitratbelastetem Wasser gestanden hätte. Erst das unter ungünstigen Bedingungen aus dem Nitrat entstehende Nitrit kann zur Bildung von schädlichen Stoffen Anlaß geben. Man sollte immer wieder darauf hinweisen, daß Nitrat ein natürlicher und schon immer im Trinkwasser vorkommender Wasserinhaltsstoff ist. Von Nitrat geht praktisch keine Gesundheitsgefährdung aus, denn die Toxizität dieses Stoffes ist sehr gering. Problematisch wird das Vorkommen dieses Stoffes erst dann, wenn das Nitrat entweder im menschlichen Körper oder aber in Vorratsbehältern bakteriell zu **Nitrit** reduziert wird. Auf diesem Stoff beruht das Krankheitsbild der Cyanose, von welcher aber ausschließlich nur Säuglinge in den ersten drei Lebensmonaten befallen werden können. Außerdem kann Nitrit im sauren Milieu des Magens mit organischen Aminen zu den stark krebserregenden Nitrosaminen umgesetzt werden. Bei neuen verzinkten Rohrleitungen der Hausinstallation kann Nitrat zu Nitrit reduziert werden, solange sich dort noch keine ausreichende Deckschicht ausgebildet hat. Erhebliche Nitritmengen werden aus dem Nitrat dann gebildet, wenn nitrathaltige Speisen unter unhygienischen Bedingungen zubereitet werden. Bei Einhaltung hygienisch einwandfreier Verhältnisse existiert auch bei einem Nitratgehalt von über 90 mg/l für den Säugling in den ersten Lebensmonaten keinerlei Gesundheitsgefährdung.

Nitrat kommt im Boden als Produkt biologischer Prozesse vor. Böden enthalten je nach Beschaffenheit und Nutzung unterschiedliche Mengen Stickstoff, die zu 95 %

im Humus organisch gebunden sind. Von diesem Stickstoffpool liegen nur 5 % als Ammonium und Nitrat vor. Freies Nitrat findet sich hauptsächlich im Kunstdünger. Im Wirtschaftsdünger, wie Gülle und Mist, liegt der Stickstoff hauptsächlich organisch gebunden vor und muß erst durch Mikroorganismen über verschiedene Stufen in Nitrat umgewandelt werden. Während der Stickstoff früher ein Mangellement im Boden war, tritt heute infolge Überdüngung eher ein Überfluß in Form von organisch gebundenem Stick- oder von Mineraldünger auf. Im Gegensatz zu Ammonium wird Nitrat im Boden nicht absorbiert und erscheint dann sehr schnell im Sickerwasser, falls es nicht von den Pflanzen aufgenommen wird. Nicht alles ausgewaschene Nitrat gelangt ins Grundwasser. Ein Teil wird im Unterboden auch denitrifiziert. Nitrat ist kein wesentlicher Bestandteil der Gülle. Die darin enthaltenen organischen Stickstoffverbindungen werden jedoch von Mikroorganismen im Boden zu Nitrat mineralisiert. Bei Sauerstoffanwesenheit ist Nitrat also das Endprodukt des biologischen Stoffabbaus.

Für den Verbraucher ist es sicher verwirrend, daß es nun tatsächlich auch einen Nitratgrenzwert von 10 mg/l gibt, welcher aber nur gemäß der Mineral- und Tafelwasserverordnung für abgepacktes Quell- und Tafelwasser existiert. Dieser Grenzwert von 10 mg/l ist darüber hinaus nur dann für diese Wässer gültig, wenn zu ihrem Verkauf mit dem Hinweis auf ihre Eignung zur Säuglingsernährung geworben wird. In diesem Zusammenhang werden gleichzeitig auch entsprechend erniedrigte Grenzwerte für Natrium und Nitrit festgelegt. Es muß ausdrücklich festgestellt werden, daß die Festlegung von 10 mg/l nicht für einen Stoff erfolgt, welcher in irgendeiner Weise gesundheitsschädigend ist. Der Wert von 10 mg/l für Tafelwasser für die Säuglingsernährung ist nur unter dem Gesichtspunkt der Werbung zu verstehen; für ein Produkt, das im Vergleich zum Trinkwasser bis zu 500 mal teurer ist. Der Grenzwert von 50 mg/l Nitrat für Trinkwasser der öffentlichen Wasserversorgungen stellt die Sicherheit der Gesundheit von Säuglingen überhaupt nicht in Frage. Nitrat ist, und darauf muß man immer wieder hinweisen, ein natürlicher und schon immer in vielen Trinkwässern vorkommender Wasserinhaltsstoff. Schädlich ist, und das gilt auch für andere Stoffe, nicht das Vorkommen an sich, denn dies ist auch bei vielen anderen Lebensmitteln der Fall, vor allem in dem in der Regel als besonders gesund angesehenen Salat und Gemüse. Schon der Konsum von nur 100 g Spinat, Salat, Rote Beete oder Rettich pro Tag kann zu einer täglichen Nitrataufnahme von 500 mg führen. Nitrat selbst ist also kaum gesundheitlich bedenklich. Probleme entstehen immer erst dann, wenn das Nitrat zu Nitrit reduziert wird. Diese Reaktion kann beispielsweise bei neuen verzinkten Rohren der Hausinstallation auftreten, solange sich dort noch keine ausreichend dichte Deckschicht gebildet hat.

In der Broschüre "Grundwasserschutz in Baden-Württemberg", herausgegeben vom Naturschutzbund Deutschland, Landesverband Baden-Württemberg, findet man folgenden Beitrag von Peter Ethhöfer (Vorsitzender der Interessengemeinschaft "Kommunale Trinkwasserversorgung in Bayern", abgekürzt IKT), welcher nachstehend gekürzt wiedergegeben sei: Wassersparender Umgang mit dem Trinkwasser findet bislang nur sehr zögernd statt, was bei dem geringen Wasserpreis auch nicht weiter verwunderlich ist. Der Abnehmer gerät allerdings sehr schnell in Panik, wenn er glaubt, daß die zulässigen Grenzwerte bei der Wasserqualität überschritten würden. Das (oft minderwertige) Wasser in Plastikflaschen aus Frankreich, Wassernachbehandlungsapparaturen der verschiedensten Ausführungen werden für viel Geld erworben. Wenn aber der Wasserpreis von 0,15 Pfg. auf 0,16

Pfg. erhöht wird, dann schlagen die Wogen hoch. Bei diesem Verhalten ist übrigens ein eindeutiges Stadt-Land-Gefälle festzustellen: im ländlichen Bereich sind die Bürger eher bereit, für eine ortsnahe Versorgung Opfer auf sich zu nehmen. Die Menschen hängen hier stärker an den eigenen Brunnen und Quellen, wahrscheinlich deswegen, weil ihnen der Bezug zur Natur noch nicht verloren gegangen ist.

In sauerstoffhaltigen Wässern geht **Blei** als zweiwertiges Kation unter pH-Erhöhung in Lösung. In Sekundärreaktionen mit anderen Wasserinhaltsstoffen können die verschiedensten Bleiverbindungen entstehen, die alle relativ schwer löslich sind, so daß es an Blei nur selten zu bedeutenden Korrosionsschäden kommt. So sind Rohrleitungen bekannt, die über eine Zeitdauer von 50 bis 80 Jahren ohne wesentliche Störung in Betrieb waren. Trotz dieser günstigen Korrosionseigenschaften des Bleis soll es für Trinkwasser führende Rohrleitungen nicht verwendet werden. Die Löslichkeit der entstehenden Bleiverbindung ist zwar unbedeutend, aus hygienischer Sicht jedoch so hoch, daß sich der Genuß derartiger bleihaltiger Wässer verbietet. Blei akkumuliert nämlich im menschlichen Körper, so daß der ständige Genuß von bleihaltigem Wasser zu schweren Gesundheitsschädigungen führt. Bei Bleileitungen beobachtet man normalerweise kein Zuwachsen durch Korrosionsprodukte und es entstehen auch keine Rauigkeiten mit entsprechendem Druckabfall. Aufgrund seiner guten Verarbeitbarkeit können notwendige Reparaturen bei Bleileitungen verhältnismäßig problemlos durchgeführt werden. Als die zentrale Trinkwasserversorgung aufkam, war Blei ein wichtiger Installationswerkstoff, sowohl für Hausanschlußleitungen als auch für die Hausinstallation. Erst in den dreißiger-Jahren setzte sich Stahl, verzinkter Stahl und Kupfer durch. In Großbritannien ist etwa die Hälfte der Hauswasserleitungen in Blei verlegt. Bislang wurde überall in der Welt davon ausgegangen, daß in ausreichend gepufferten Wässern, also solchen, die genügend Calcium-Hydrogencarbonat enthalten, eine nennenswerte Bleiabgabe von gealterten, das heißt mit einer Deckschicht überzogenen Bleirohren, aufgrund der Schwerlöslichkeit von Bleicarbonat und Bleihydroxocarbonat nicht mehr erfolgt. In weichen, sauren Wässern ist nun die Löslichkeit der jeweils schwerst löslichen Bleiverbindung wesentlich größer als in gut gepufferten Wässern, bei welchen der pH-Wert kaum noch einen Einfluß auf die Löslichkeit der Bleiverbindung hat. Durch die Zudosierung von Orthophosphat kann die Löslichkeit der Deckschichten stark verringert werden, so daß der Bleigehalt des Wassers auch nach längerer Stagnation auf Werte unterhalb dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung herabsinkt. Der hohe Bleigehalt des vorliegenden Perlator-Rückstandes ist auf Abtragung von Bleikorrosionsprodukten aus der Leitung zurückzuführen.

Cyanid kommt natürlich spurenweise als Bestandteil von Bittermandelöl, Steinobstkernen (Kirsch-, Pfirsich-, Aprikosen- und Pflaumenkern) und einigen ätherischen Ölen von Pflanzen (z.B. Lungenkraut, *Pulmonaria officinalis*, Lorbeergewächse, Lauraceae u.a.) vor. Cyanide sind die Salze und Ester der Blausäure. Die Alkali- und Erdalkalisalze sind wasserlöslich und sehr giftig, z.B. Zyankali (KCN). Durch verdünnte Salzsäure (im Magensaft vorhanden) oder durch Enzyme wie Emulsin (in den Mandeln bzw. Kernen vorhanden) wird Amygdalin gespalten in Glucose, Benzaldehyd und Blausäure; es ist ein sog. cyanogenes Glykosid. Glucoside sind in der Natur sehr häufig, da so viele pflanzliche Ausscheidungsstoffe wasserlöslich gemacht werden, z.B. besonders Phenolringe (Vanillin, Coniferylalkohol im Lignin, Anthocyanide (rote und blaue Pflanzenfarbstoffe sind nicht cyanogen, sie enthalten kein Cyanid, der Name kommt von griech.

"Kyanos"=blau), Amygdalin, Senföl, Digitalis usw. bilden Glucoside). Blausäure ist hochgiftig. Ein Atemzug von der reinen Säure (10-%ige wäßrige Lösung) soll bereits tödlich sein. Die schädigende Wirkung aller Cyanidverbindungen beruht auf irreversibler Komplexbildung mit dem Eisen von Hämoglobin und Cytochrom A, so werden Sauerstofftransport und Zellatmung blockiert. Durch die Abwässer der Galvanikindustrie und der Cyanidlaugerei gelangen die Cyanide in die Umwelt. Der Grenzwert nach der Trinkwasserverordnung liegt bei 0,05 mg/l und so ist eine Gefährdung durch das Trinkwasser nicht gegeben.

Aluminium ist zu 8 % am Aufbau der Erdkruste beteiligt ist. Es ist geochemisch nur sehr gering beweglich, was an dem geringen Aluminiumgehalt des Meerwassers (0,001 mg/l) deutlich wird. Durch die im Wasser vorhandene Kieselsäure kommt es zur raschen Ausfällungen schlecht kristallisierter Tonmineralien. Aluminium ist sehr dehnbar und läßt sich zu dünnen Folien auswalzen, welche fälschlicherweise Silberpapier oder Stanniol genannt werden. Nach heutigen Erkenntnissen ist das Aluminium in metallischer Form völlig ungefährlich und kann als ideales Verpackungs- und Frischhaltmaterial verwendet werden. Allerdings darf metallisches Aluminium nicht in den Magen gelangen, da es durch die Bildung von Aluminiumchlorid zu gesundheitlichen Schäden kommen kann, weil dieses Reaktionen katalysieren kann, die für den normalen Stoffwechselprozeß nicht vorgesehen sind. Essigsäure Tonerde (Aluminiumacetat) wird medizinisch bei Umschlägen an geschwollenen oder verengten Gelenken usw. verwendet. In Zahnpulvern ist Aluminiumlaktat (ein Salz der Milchsäure) als Pflegemittel für das Zahnfleisch im Einsatz. Aluminiumoxid bzw. das oben erwähnte Aluminiumoxihydrat oder auch Aluminiummagnesiumsilikate werden als universelle Neutralisationsmittel in der Magenheilkunde erfolgreich verwendet. Aus dem Darm wird Aluminium wahrscheinlich aufgrund der Bildung von schwerlöslichem Aluminiumphosphat nur in äußerst geringen Mengen resorbiert. Es weist daher in den durch Wasser oder andere Nahrungsmittel in den Körper gelangenden Mengen keinerlei Giftigkeit auf, eher läßt sich sogar eine positive Wirkung vermuten. Aluminium hat in jüngster Zeit im Zusammenhang mit dem sauren Regen insofern Bedeutung erlangt, als die dadurch bedingte zunehmende Bodenversauerung zur Freisetzung von dreiwertigen Aluminiumionen (vgl. oben) aus den Feldspäten führt und diese wiederum eine stark phytotoxische Wirkung (infolge Schädigung des Wurzelsystems) auf die Pflanzen ausüben. Durch Ausschwemmung muß auch mit einer Aufstockung des Aluminiumgehaltes im Grundwasser gerechnet werden. In sauren Gewässern ist Aluminium für Fische bereits in Konzentrationen unter 0,1 mg/l stark toxisch und führt außerdem zur Abtötung des Planktons und damit zur Gewässerverödung. Im menschlichen Körper sind zwischen 50 und 150 mg/l Aluminium enthalten. Der größte Teil der täglich aufgenommenen Aluminiummenge von 10 bis 40 mg/l geht unresorbiert wieder ab. Aluminiumverbindungen, welche bei längerem Kontakt des Metalls mit Lebensmitteln entstehen können, gelten generell als toxikologisch unbedenklich. Jedoch sollen hohe Aluminiumgehalte in der Nahrung (beispielsweise enthält Rindfleisch 0,1 bis 0,8 mg Al/100g und Schweinefleisch bis zu 0,185 mg Al/100g), die Arteriosklerose fördern und den Phosphatstoffwechsel stören. Aluminium ist seit 1986 durch die Trinkwasserverordnung (TVO) mit einem Grenzwert von 200 µg/l belegt. Der Grenzwert soll vor allem die Risikogruppen schützen, hier besonders die Dialysepatienten. Wie Sie wissen, enthält das Gehirn von Patienten, welche an der Alzheimerschen Krankheit leiden, erhöhte Aluminiummengen, wobei aber kein Zusammenhang zwischen dem Auftreten dieser Krankheit und der Aluminiumkonzentration im Trinkwasser hergestellt werden

konnte. Die Gehirnerkrankung von Dialysepatienten ist auf die medikamentös bedingte erhöhte Aluminiumresorption zurückzuführen. Zusätze von Aluminiumsalzen zum Wasser verzögern das Welken von Schnittblumen.

Geringe **Arsen**mengen sind allgegenwärtig. Der Mensch nimmt täglich etwa 1 mg Arsen aus Nahrung und Trinkwasser auf. Der Überschuss wird aber hauptsächlich mit dem Urin ausgeschieden, denn im erwachsenen Menschen sind nur zwischen 0,01 und 0,02 g Arsen enthalten. Die verbleibenden Mengen werden hauptsächlich in der Haut, den Haaren und den Knochen abgelagert. Die Giftigkeit fünfwertiger Arsenverbindungen ist im allgemeinen geringer als die dreiwertiger Arsenverbindungen. Weist die Atemluft erhöhte Arsenkonzentrationen auf (über 1 bis 50 ng/m³) etwa in der Nähe von metallverarbeitenden Betrieben, dann sind auch im Urin der Menschen höhere Arsenmengen vorhanden als im normalen Urin (70 - 100 µg/l). Arsen trioxidvergiftungen treten hauptsächlich bei Mord- und Selbstmordversuchen auf. Die Wirksamkeit dieses Giftes beruht auf seiner Löslichkeit in den Magensäften und der leichten Resorption aus dem Verdauungstrakt. Bei Selbstmördern beliebt sind Ameisen- und Rattengifte. Die toxische Wirkung des Arsens beruht auf seiner Fähigkeit, mit den Thiolgruppen der Enzyme kovalente Bindungen einzugehen. Metallisches Arsen ist dagegen nahezu ungiftig und wurde in manchen Gegenden früher wegen seiner heilsamen Wirkung gegessen. Erstaunlich ist der Antagonismus zwischen Arsen und Selen, welche zusammen viel weniger toxisch sind als einzeln. Eine akute Arsenvergiftung kann mit 2.3-Dimercaptopropanol behandelt werden. Arsen bildet mit dessen benachbarten Thiolgruppen stabilere Komplexe als mit den nichtbenachbarten Thiolgruppen der Enzyme. Bereits im vorigen Jahrhundert wurde das dreiwertige Arsen in Verbindung mit Hautkrebs als Folge einer Behandlung mit arsenhaltigen Arzneimitteln gebracht. Fünfwertige Arsenverbindungen und Abkömmlinge der Arsensäure sind in Arzneimitteln nicht enthalten. Bei Bewohnern der Südwestküste von Taiwan, welche jahrelang Trinkwasser aus arsenhaltigen Quellen bezogen hatten, wurde ein vermehrtes Auftreten von Hautkrebs beobachtet. Es gibt zahlreiche Hinweise dafür, daß permanentes Einatmen von arsenhaltiger Luft ein erhöhtes Risiko für Lungenkrebs darstellt. Bei Tieren konnte bislang jedoch kein Zusammenhang zwischen der Arsenaufnahme und Haut- bzw. Lungenkrebs festgestellt werden. Unbestritten ist die teratogene und mutagene Wirkung des Arsens. Ob Arsen die Veränderungen der Chromosomen verursacht oder nur ihre Reparatur verhindert, ist noch nicht klar. Der neue Arsengrenzwert von 10 µg/l hat etwa 300 Wasserwerke in Deutschland dazu veranlaßt, zwecks Einhaltung des Grenzwertes in aufbereitungstechnischer Hinsicht einiges zu unternehmen. Aber dies ist nicht einfach, denn die leichte Löslichkeit der Arsen(III)-verbindungen erfordert spezielle Technologien.

Das biochemisch seltene **Cadmium** tritt zusammen mit Blei- und Zinkerzen auf. Cadmium wurde in Konzentrationen bis zu 20 µg/l in Quellwässern und bis zu 71 µg/l in Grundwässern in Kalifornien beobachtet. Cadmium begleitet das Zink in der Natur. In den meisten Böden und Mineralien beträgt der Quotient Cadmium - Zink rund 100 - 10.000. Phosphatdünger sind häufig mit Cadmium verunreinigt. Neugeborene enthalten kein Cadmium. Im Verlaufe des Lebens nimmt jedoch infolge der ständigen Aufnahme von kleinen Mengen dieses Metalls mit der Atemluft und den Lebensmitteln der Gehalt des Organismus an Cadmium ständig zu und erreicht den höchsten Gehalt zumeist bei einem Lebensalter von 50 Jahren. Es wird im Körper kumuliert, wobei das Hauptspeicherorgan die Niere ist, in welcher das Cadmium an

ein spezifisches Protein von relativ niedrigem Molekulargewicht gebunden wird. Die Funktion dieses Proteins, welches daneben auch Zink bindet, ist unbekannt. Cadmium aktiviert einige Enzyme und hemmt auf der anderen Seite eine Anzahl anderer Enzyme. Der Mensch nimmt täglich zwischen 115 und 330 µg Cadmium in Deutschland auf. In USA sind es deutlich größere Mengen. Cadmium wird nach oraler Zufuhr nur zu 5 - 7 % resorbiert; in der Lunge dagegen zu ca. 40 %. Die Resorption aus der Nahrung ist stark abhängig von den übrigen Nahrungsbestandteilen; beispielsweise ist Cadmium in Pilzen an Proteine gebunden, die nur schlecht aufgeschlossen werden. Die lange biologische Halbwertszeit von 20 - 30 Jahren im menschlichen Körper ist von einiger toxikologischer Bedeutung. Typisches Anzeichen einer chronischen Cadmiumvergiftung ist die Ausscheidung eines Eiweißstoffes im Harn infolge der Nierenfunktionsstörung. Die Aufnahme von Cadmium durch Pflanzen ist pH-abhängig, je saurer ein Boden ist, desto höher ist die Pflanzenverfügbarkeit von Cadmium. In der Wurzel findet man durchschnittlich das 10-fache der Cadmiummenge der übrigen Pflanze. Cadmium wird in der Lunge und im Darm resorbiert und durch das Blut wahrscheinlich als Cadmium-Eiweißkomplex zur Niere, zur Leber oder Bauchspeicheldrüse transportiert. Im menschlichen Blut ist das Cadmium an die roten Blutkörperchen gebunden. Die Aufnahme höherer Cadmiummengen über längere Zeiträume wurde bisher nur in Japan beobachtet. Sie führte zu Nierenfunktionsstörungen und zu einer schweren Knochenerkrankung, die als Itai-Itai-Krankheit bekannt wurde. Bei cadmiumbedingten Nierenfunktionsstörungen wird, je nachdem ob die Rinden- oder die Markschiicht betroffen ist, ein vermehrtes Ausscheiden hochmolekularer oder niedermolekularer Eiweißkörper im Harn beobachtet. Selen und Kobalt und daneben auch Zink setzen die Wirksamkeit von Cadmium herab; dagegen scheint Blei die Wirkung zu verstärken.

Nickel ist für einige Organismen ein essentielles Spurenelement. Die häufigste wasserlösliche zweiwertige Form des Nickels ist wenig toxisch. Andere Verbindungen dagegen können das Pflanzenwachstum reduzieren und bei Warmblütern sogar Krebs hervorrufen. Die Erdkruste besteht etwa zu 0,008 % aus Nickel. Die Jahresproduktion beträgt weltweit 750000 t. Reines Nickel wird als Anode zur Galvanisierung eingesetzt, um die Korrosionsbeständigkeit zu erhöhen. Es gibt über 3000 Nickellegierungen, z.B. Nickelkupfer für Küchengeräte und Münzen, Nickelaluminium für Flugzeugteile; außerdem wird Nickel in Nickel-Cadmium-Batterien verwendet. Nickel gelangt über Bergbau und durch den Hüttenrauch in die Umwelt. Im Meerwasser variiert die Nickelkonzentration zwischen 0,1 und 0,6 µg/l. In Grundwasser können 4 µg/l und mehr enthalten sein. Durch Gesteinsverwitterung freigesetztes Nickel ist allerdings unlöslich und somit nur in minimalsten Spurenmengen im Wasser enthalten. Vom Nickelgehalt der Luft stammt ein beachtlicher Teil nicht aus Verhüttungswerken, sondern ist wahrscheinlich auf Autoabgase sowie auf die Verbrennung von Heizöl und Kohle in den Bergwerken zurückzuführen. Die täglich eingeatmete Menge der Stadtbewohner wird auf 2 - 14 µg Nickel geschätzt. Pflanzen nehmen Nickel oft aus dem Boden auf, wobei die Menge abhängig ist von der Bodenbeschaffenheit, seinem Wassergehalt, pH-Wert, dem Gehalt an organischen Stoffen, dem Redoxpotential und der mikrobiologischen Aktivität. Auf Böden mit erhöhtem Nickelgehalt wird eine deutlich höhere Nickelkonzentration in den Pflanzen festgestellt, welche gleichzeitig auch höhere Mengen von Zitronen- und Apfelsäure aufweisen, welche offenbar beim Nickeltransport eine Rolle spielen. Das in Pflanzen und dem Samen niederer Tiere vorkommende Enzym Urease ist nickelhaltig. Früchte und Gemüse sind die

Hauptaufnahmequellen für Nickel. Sauerkraut enthält relativ große Mengen dieses Metalls. Mit der Nahrung nimmt der Mensch täglich etwa 1/2 mg Nickel auf, welche zum größten Teil mit dem Kot wieder ausgeschieden wird. Aufgrund der Erfahrung erzeugt auch eine größere perorale Einnahme von Nickel oder von Nickelsalzen beim Menschen keine Vergiftung, weil sie - ähnlich wie Kupfersalze - einen Brechreiz ausübt. Von löslichen Nickelsalzen geht also praktisch keine Gefährdung für den Menschen aus. Somit ist nur metallisches Nickel als atembare Staub nach den allgemeinen Erfahrungen krebserregend. Erhöhte Nickelkonzentrationen im Trinkwasser sind oft auf vernickelte bzw. nickelhaltige Installationsmaterialien zurückzuführen.

Pestizide werden heutzutage leider sehr häufig im Trinkwasser angetroffen. Die Überdüngung hat zu einer erhöhten Anfälligkeit der Pflanze geführt, welche dann mit chemischen Stoffen zur Pflanzenbehandlung (PSM) geschützt werden muß. Für Spinat, Rote Rüben und die verschiedenen Salatarten etc. wurde vom BGA ein Richtwert von 3000 mg/kg Nitrat festgelegt. Dieser dürfte bei Unterglaskulturen noch überschritten werden. Ähnlich hohe Werte werden auch bei der Pestizid-Belastung unserer Lebensmittel toleriert. In der neuesten Ausgabe der BUND-Zeitschrift "Natur und Umwelt" (2.Quart.93) lesen wir, daß die verkaufte Pestizid-Menge in Deutschland 1991 bei 29.680 to betrug. Davon entfielen rund 60 % auf Herbizide, rund 30 % auf Fungizide und der Rest auf Insektizide und andere. Gegenüber dem Vorjahr ist ein Rückgang von ca. 1 % an abgesetzter Wirkstoffmenge zu verzeichnen. In Rheinland-Pfalz wurde inzwischen der besonders umstrittene Gifteinsatz in Weinbergen vom Hubschrauber aus verboten, nachdem ein Trierer Arzt eine Häufung von Schäden im vegetativen Nervensystem bei den Winzern festgestellt hatte. Gem. § 15 des Pflanzenschutzgesetzes dürfen PSM bei sachgerechter und bestimmungsgemäßer Anwendung keine Auswirkungen insbesondere auf den Naturhaushalt haben, welche nach dem wissenschaftlichen Stand der Erkenntnis nicht vertretbar sind. Von der Wissenschaft noch nicht erkannte, negative Auswirkungen auf den Boden sowie die Tier- und Pflanzengemeinschaft werden also in Kauf genommen. Toxikologen haben immer wieder warnend darauf hingewiesen, daß sich die chlororganischen PSM aufgrund ihrer schweren Abbaubarkeit und guten Fettlöslichkeit in den Nahrungsketten anreichern und daß besorgniserregend hohe Konzentrationen bei den Endgliedern, z.B. dem Menschen, nachweisbar sind. Aufgrund der riesigen Anzahl von inzwischen über 100.000 Umweltschadstoffen, welche sich in ihrer Wirkung gegenseitig beeinflussen, ist es den Toxikologen nicht möglich, Angaben über PSM-Konzentrationen in den Nahrungsmitteln oder im Trinkwasser zu machen, welche aus ihrer Sicht unbedenklich sind. Im Jahr 1990 starben in Deutschland nachweisbar 220 Menschen an den Folgen von Pestiziden und rund 20.000 Menschen erlitten nach Hochrechnungen der AOK Vergiftungen.