

SPURENSTOFFE IN DER UMWELT – BEDEUTUNG FÜR MENSCH UND ÖKOLOGIE

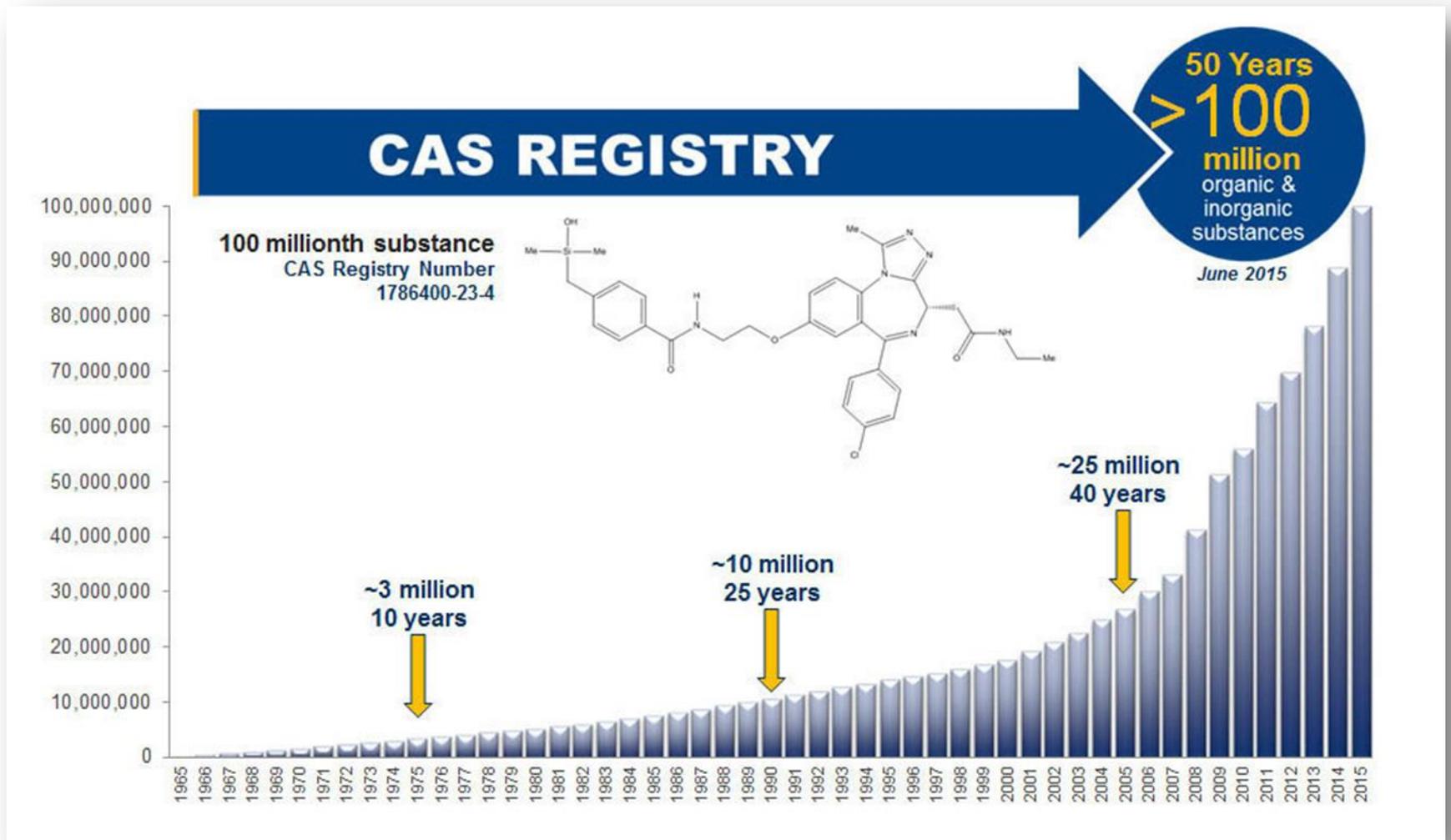
Zukunftsforum Naturschutz, 26. November 2016

Dr. Frank Sacher

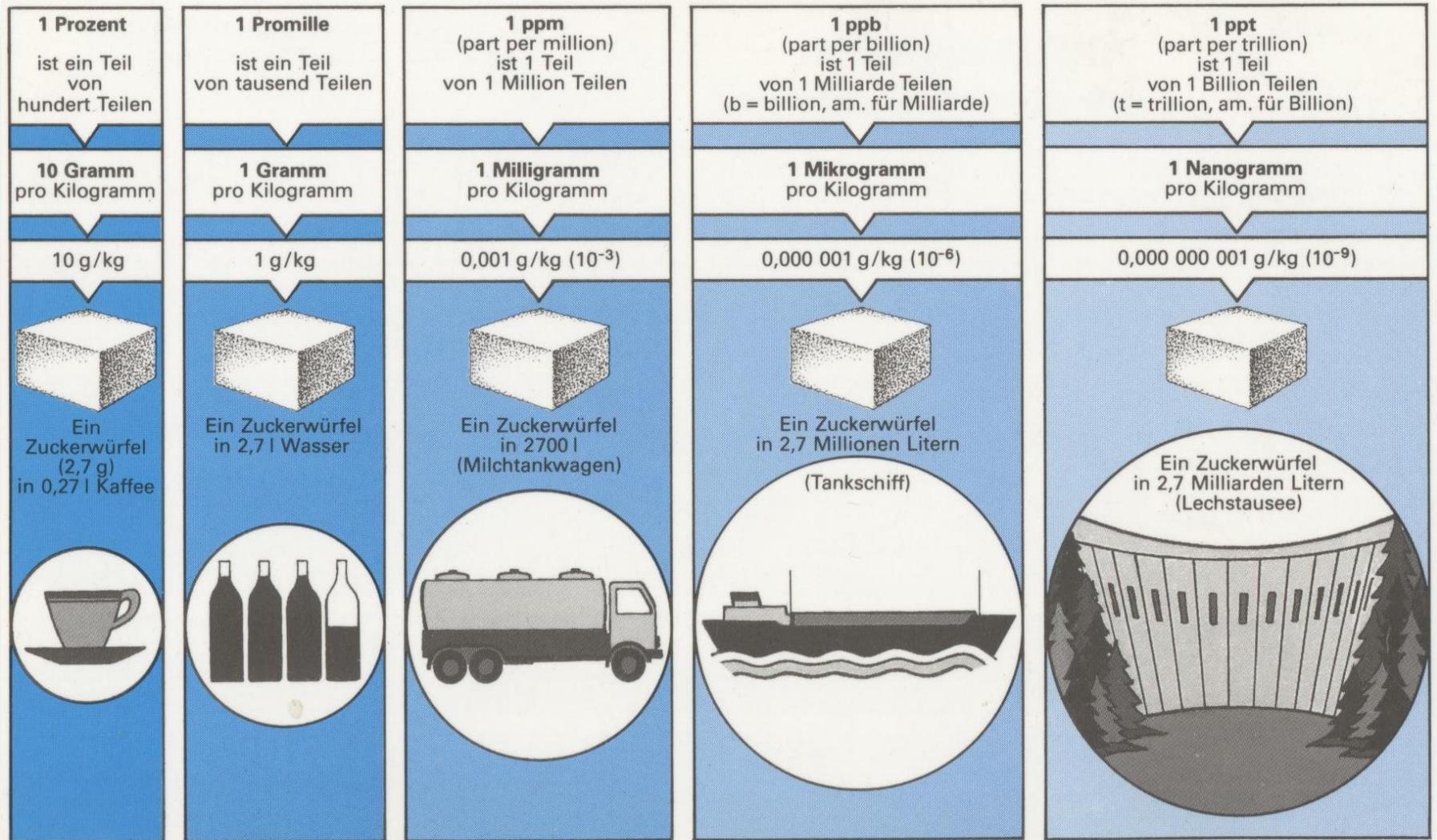


STOFFE IN DER UMWELT

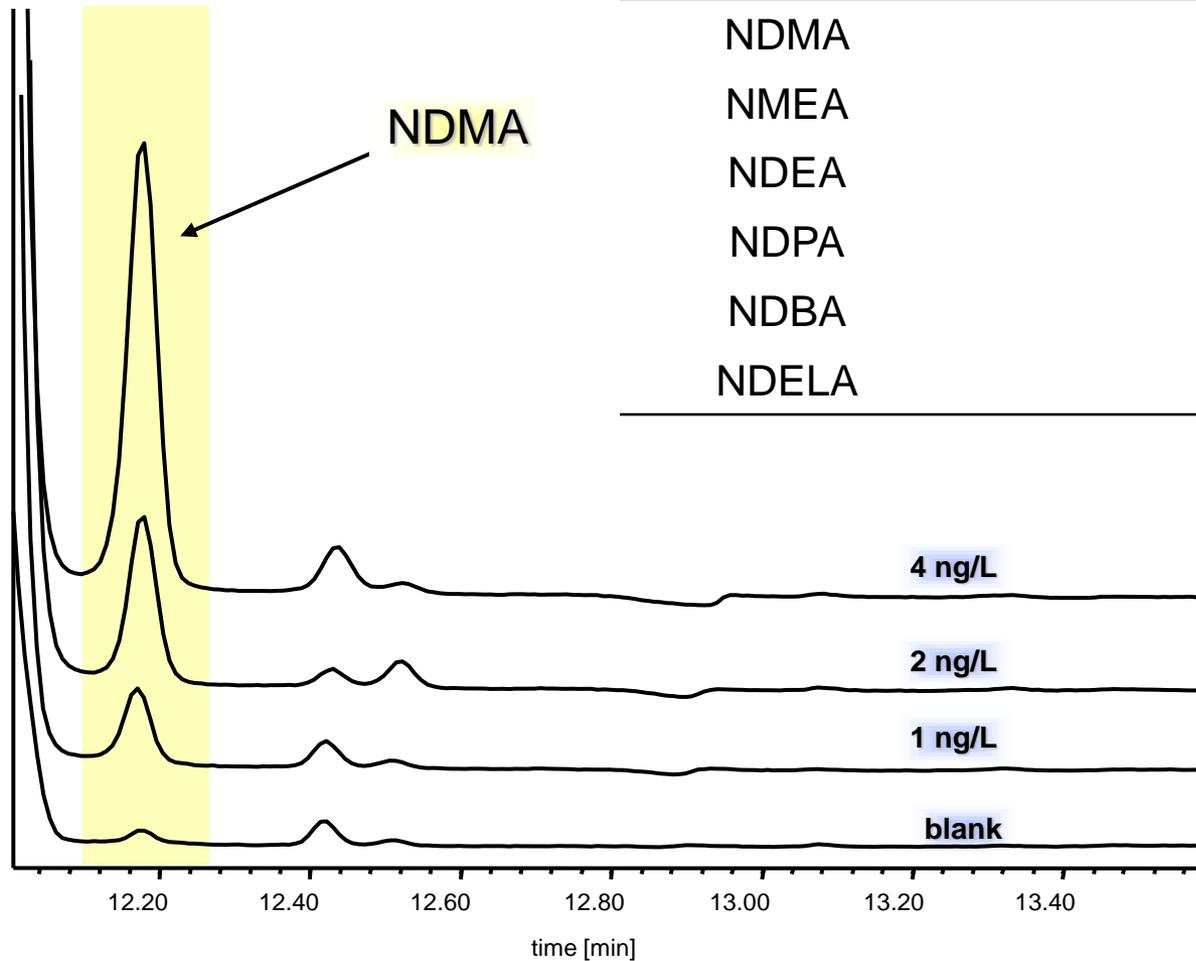
29. Juni 2015 – Eine Schallmauer wurde durchbrochen...



SPURENSTOFFE – STOFFSPUREN



NACHWEIS VON SPURENSTOFFEN



Nitrosamin	10^{-6} cancer risk level in ng/L (US EPA)
NDMA	0,7
NMEA	2
NDEA	0,2
NDPA	5
NDBA	6
NDELA	10

LVI-GC-PCI-MS-SIM

WRRL: LISTE PRIORITÄRER STOFFE

Angaben in ng/L

Nr.	Stoffname	JD-UQN ¹	ZHK-UQN ¹	Bestimmungsgrenze
34	Dicofol	1,3	n. a.	0,39
35	PFOS und Derivate	0,65	36.000	0,195
36	Quinoxifen	150	2700	45
37	Dioxine	-	-	-
38	Aclonifen	120	120	36
39	Bifenox	12	40	3,6
40	Cybutryn	2,5	16	0,75
41	Cypermethrin	0,08	0,6	0,024
42	Dichlorvos	0,6	0,7	0,18
43	Hexabromcyclododecan (HBCDD)	1,6	500	0,48
44	Heptachlor und Heptachlorepoxyd	0,0002	0,3	0,00006
45	Terbutryn	65	340	19,5
46	17 α -Ethinylestradiol	0,035	n. a.	0,0105
47	17 β -Estradiol	0,4	n. a.	0,12
48	Diclofenac	100	n. a.	30

1 Binnenoberflächengewässer (Flüsse, Seen)

n. a. nicht anwendbar

JD-UQN Jahresdurchschnitt-UQN

UQN Umweltqualitätsnorm

ZHK Zulässige Höchstkonzentration

WRRL vs. TrinkwV

Angaben in ng/L

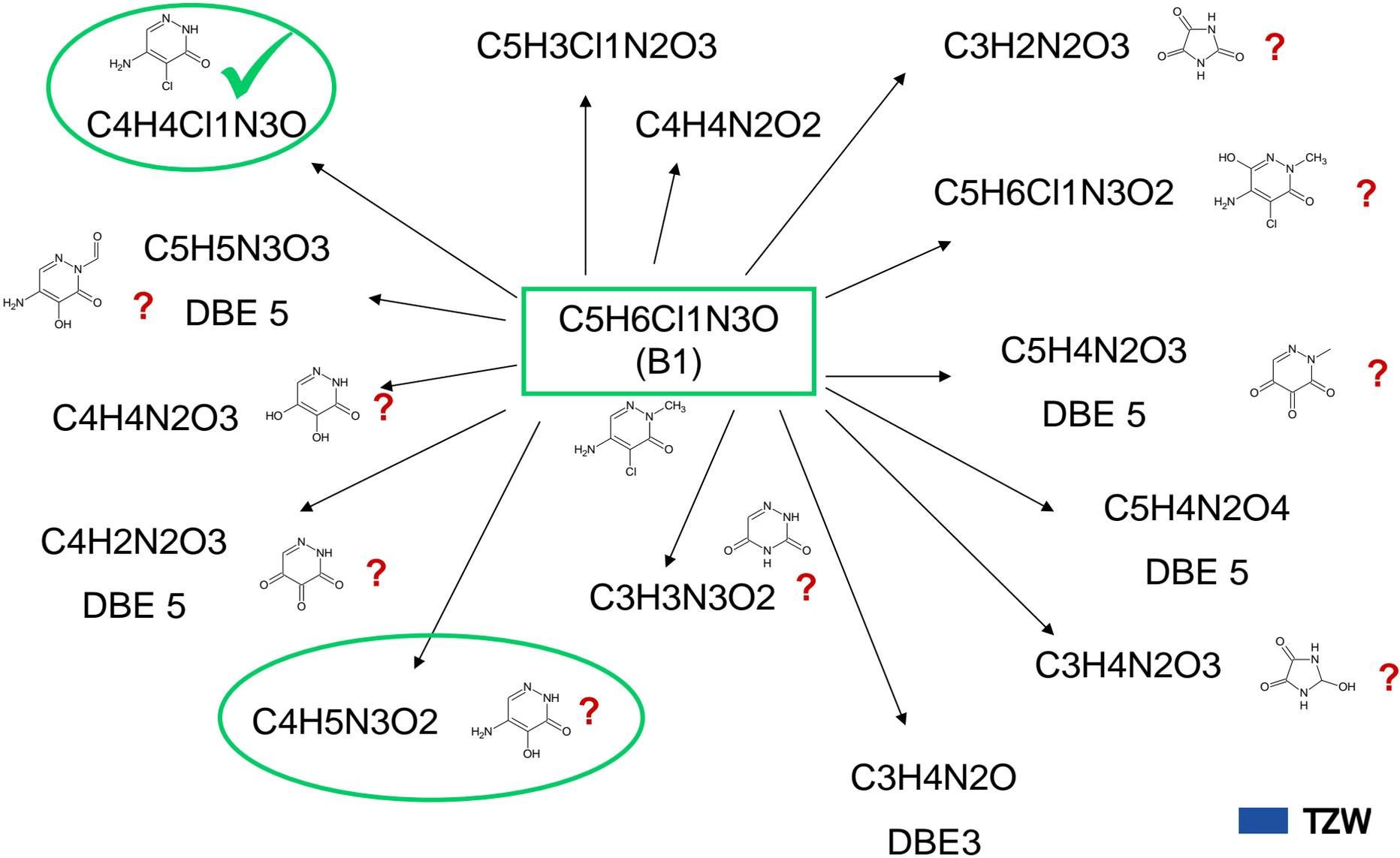
Nr.	Stoffname	JD-UQN	ZHK-UQN	Grenzwert TrinkwV
1	Alachlor	300	700	100
3	Atrazin	600	2.000	100
4	Benzol	10.000	50.000	1.000
9b	p,p-DDT	10	n.a.	100
28	Benzo(a)pyren	50	100	10
29	Simazin	1.000	4.000	100
34	Dicofol	1,3	n. a.	100
35	PFOS und Derivate	0,65	36.000	100 (LW)
36	Quinoxifen	150	2700	100
38	Aclonifen	120	120	100
39	Bifenox	12	40	100
40	Cybutryn	2,5	16	100
41	Cypermethrin	0,08	0,6	100
42	Dichlorvos	0,6	0,7	100
44	Heptachlor und Heptachlorepoxid	0,0002	0,3	30
45	Terbutryn	65	340	100
48	Diclofenac	100	n. a.	300 (GOW)

„NEUE“ SPURENSTOFFE

- Arzneimittelrückstände
- hormonell wirksame Stoffe
- per- und polyfluorierte Verbindungen
- Biozidwirkstoffe
- synthetische Süßstoffe
- Pestizidmetabolite
- Nitrifikationshemmer
- Korrosionsschutzmittel
- Nitrosamine
- Kraftstoffzusätze
- Komplexbildner
- Chrom(VI)
- ...



IDENTIFIZIERUNG VON TRANSFORMATIONSPRODUKTEN



BEISPIEL: ARZNEIMITTLRÜCKSTÄNDE

Arzneimittel-Rückstände: Land investiert in Kläranlagen – Nicht alle Betreiber sind begeistert

Unerwünschter Cocktail im See

Forscher schlagen Alarm: In Gewässern werden zunehmend Arzneimittel-Rückstände entdeckt. Die Folgen für Menschen und Tiere sind noch umstritten. Das Land Baden-Württemberg will sieben Millionen Euro in Kläranlagen am Bodensee investieren. Die Praktiker sind aber wenig begeistert.

VON
JOSEF SIEBLER

Konstanz – Mit dem Abwasser häuslicher Toiletten gelangt ein brisanter Cocktail in den Bodensee: Menschen scheiden viele Stoffe von zuvor eingenommenen Arzneimitteln aus. Das ist zweifelsfrei nachgewiesen. Das Land Baden-Württemberg setzt auf Aktiv-Kohlefilter in den Kläranlagen, um das Wasser sauber zu halten. Rund sieben

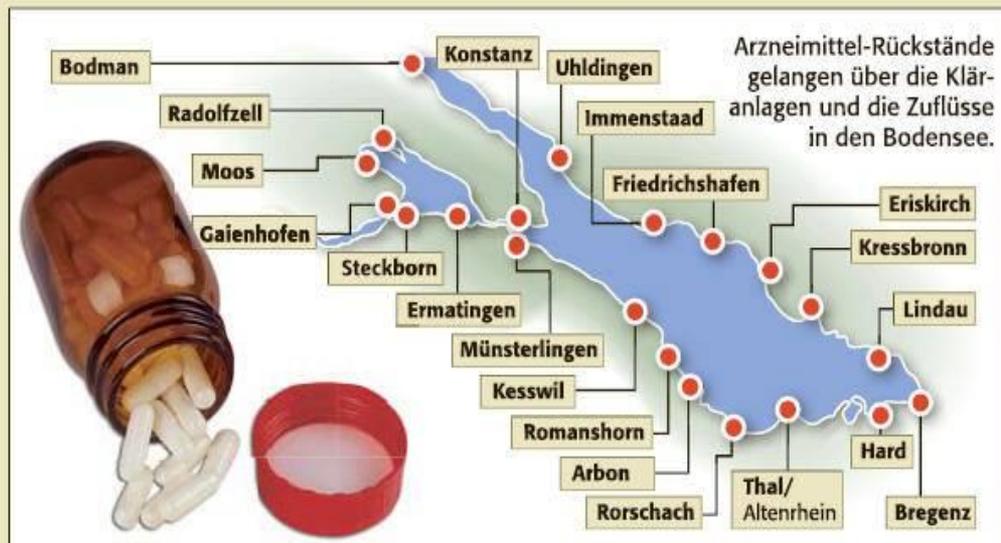


„Wir müssten die Abwassergebühren erhöhen.“

Ulrike Hertig, Entsorgungsbetriebe Konstanz

Millionen Euro sollen in ein „Sonderprogramm Bodensee“ fließen, wie das Umweltministerium in Stuttgart mitteilte. „Es liegen wissenschaftliche Erkenntnisse vor, nach denen es Wechselwirkungen der Spurenschadstoffe gibt wie Missbildungen bei Gewässerorganismen“, wird Ministerin Tanja Gönner zitiert.

Kläranlagen am Seeufer



Quelle: Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee

Grafik: Orłowski

Aktiv-Kohlefilter in Kombination mit der sogenannten Flockungs-Filtration wurden in einer Kläranlage in Ulm erprobt. Diese Technik habe den Praxistest bestanden, so das Ministerium. Doch Ulrike Hertig, als Chefin der Konstanzer Entsorgungsbetriebe verantwortlich für die größte Kläranlage am Bodensee, ist noch nicht überzeugt: „Solche Anlagen verschlingen viel Strom und Betriebsmittel. Wir

müssten also die Abwassergebühren erhöhen.“ Erste Schätzungen gehen von 30 Cent aus. Die Konstanzer müssten rund 20 Millionen Euro investieren, weil die Kläranlage noch keine Flockungs-Filtration hat. Sie war in anderen Anlagen nötig, um die Phosphor-Werte einzuhalten.

Skeptisch ist auch Josef Osterried, Technischer Betriebsleiter beim Eigenbetrieb Stadtentwässerung in

Friedrichshafen. Er schätzt alleine die jährlichen Betriebskosten für eine neue Anlage auf mehrere 100 000 Euro. Dabei sei nicht einmal gewährleistet, ob alle Arzneimittel herausgefiltert werden. „Es bleibt die Frage, ob man mit dem gleichen Geld auf anderem Weg nicht mehr erreicht.“

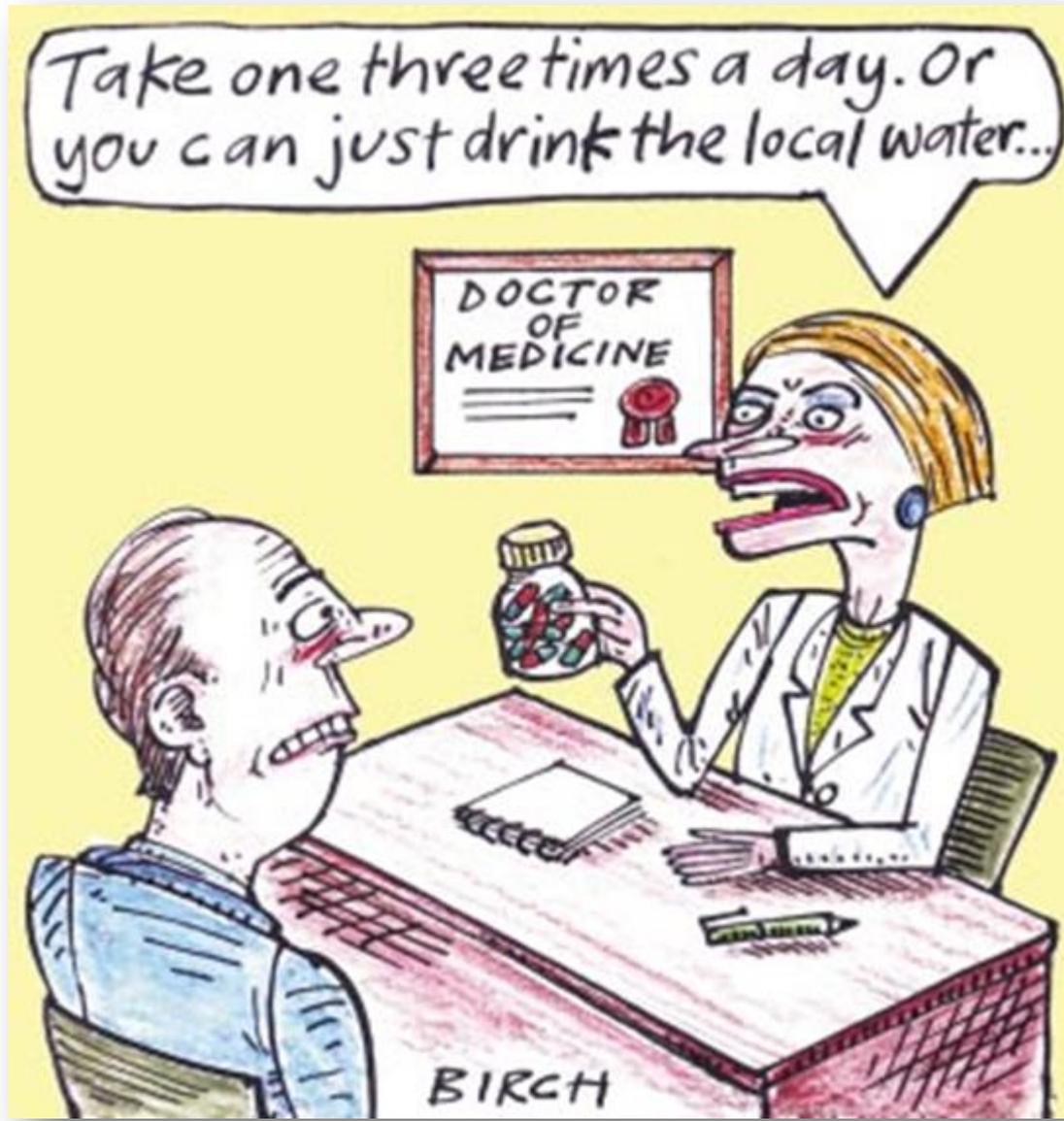
Die Forschungsergebnisse findet Ulrike Hertig zu vage. So sei offen, wie sich die Rückstände auf Gewässer und

Arznei im Wasser

Bei Wasserproben wurde von 65 getesteten Arzneimittel-Wirkstoffen etwa ein Drittel im Bodenseewasser festgestellt. Wie sich der Mix auswirkt, ist noch nicht klar. Allerdings wurden in anderen Gewässern bei Fischen, die an Kläranlagen-Ausgängen leben, Geschlechts-Umwandlungen beobachtet. (jos)

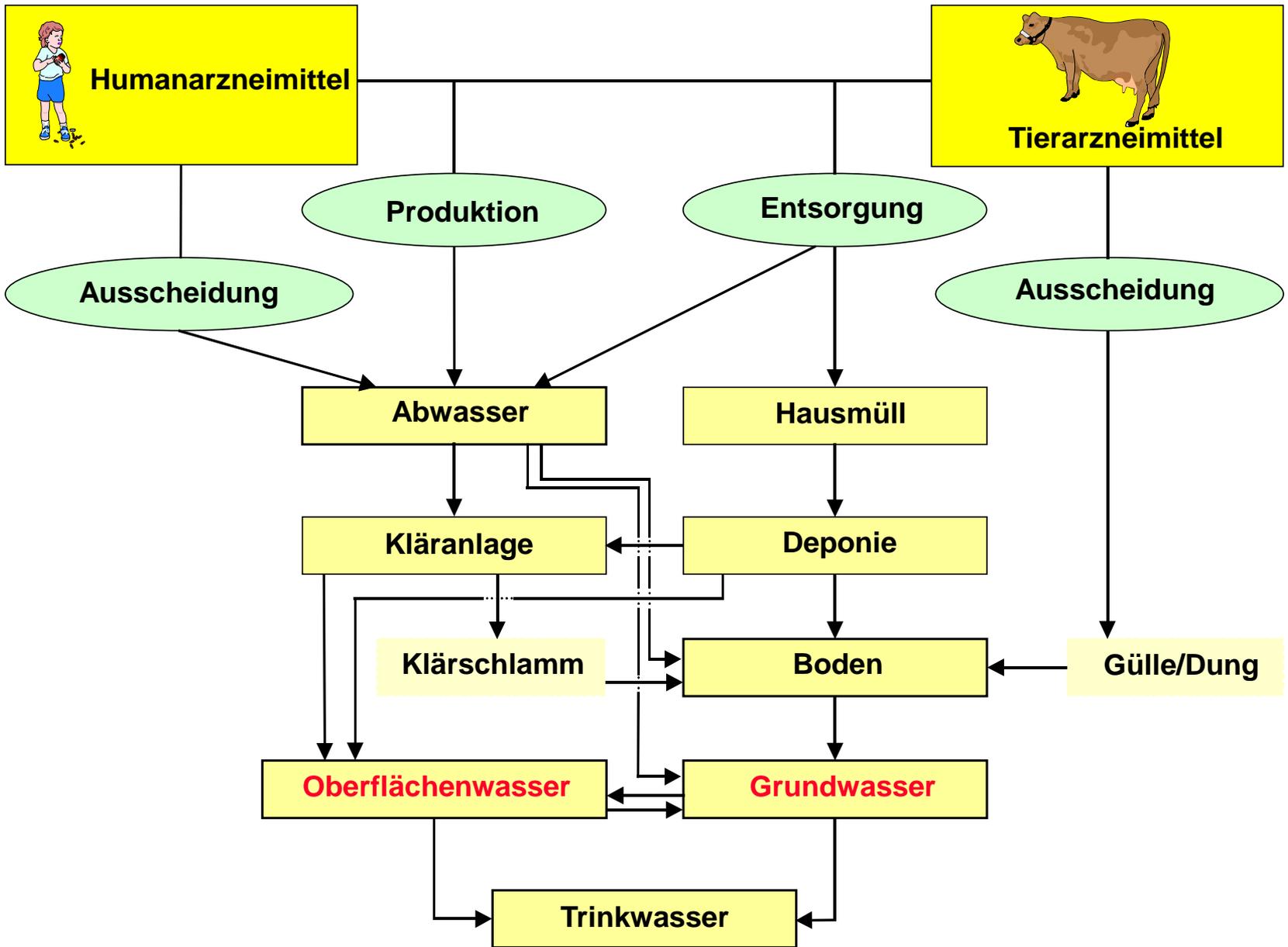
ihre Organismen auswirken. Das können die Fachleute im Seenforschungsinstitut Langenargen letztendlich noch nicht sagen. „Richtig einordnen kann das bis jetzt niemand“, berichtet Hans Güde. So seien die Grenzwerte nie überschritten worden. Doch das Institut befürwortet den vom Land bezuschussten Pilotversuch mit der Filteranlage. Es gehe nicht darum, sie flächendeckend einzusetzen, sondern nur in zwei oder drei Kläranlagen zu testen. Begleitende Untersuchungen sollen klären, wie sinnvoll die Filter sind. Die Eigenbetriebe in Konstanz und Friedrichshafen warten dennoch erst einmal ab.

Das Abwasser separat zu reinigen, etwa in Krankenhäusern, sei nicht realistisch, sagte Hans Güde. Josef Osterrieds Vorschlag, den Arzneimittel-Eintrag stärker an der Quelle zu bekämpfen, unterstützen die Experten in Langenargen aber in einem Punkt: Nicht benötigte Tabletten gehören in den Restmüll und nicht in die Toilette.

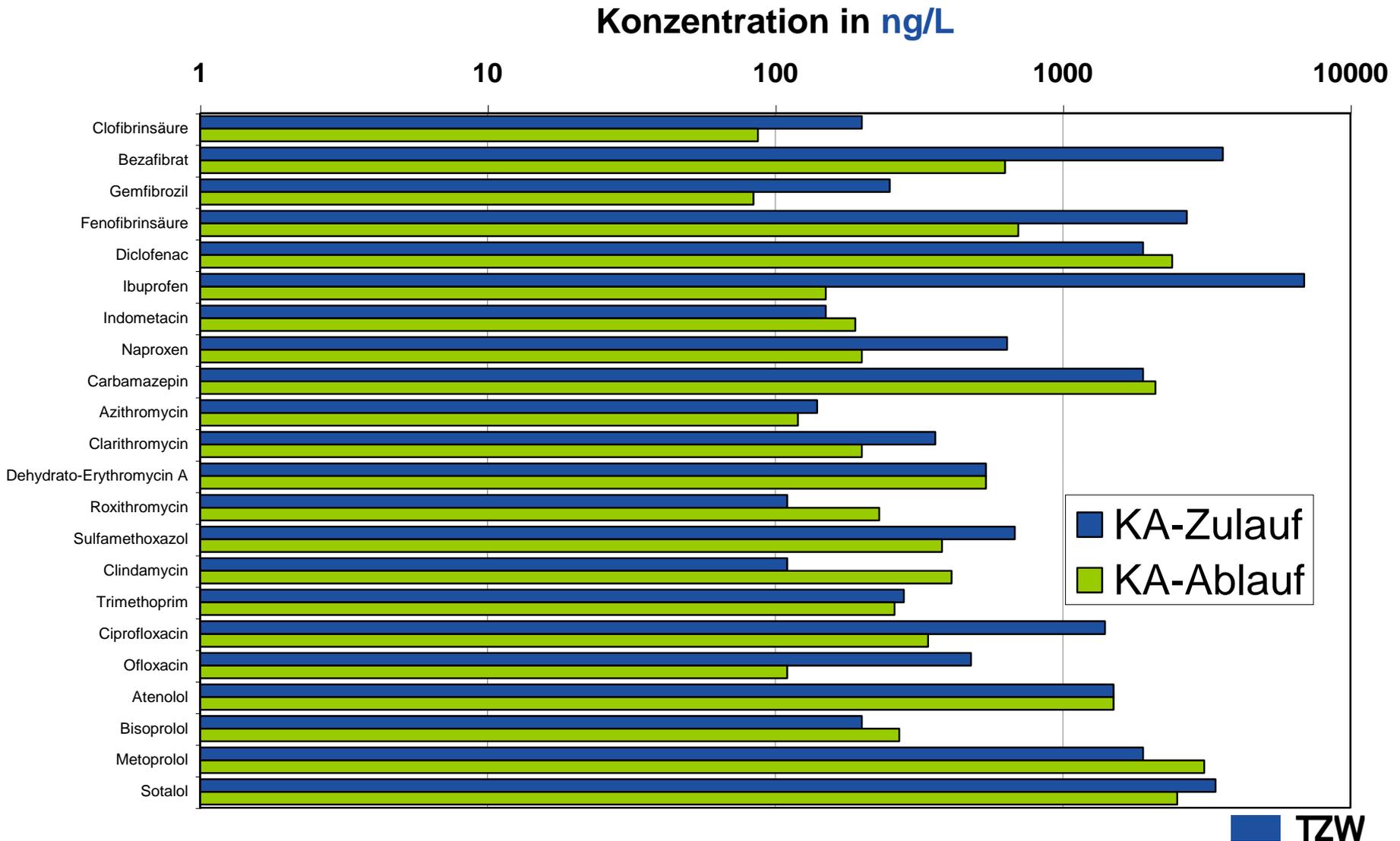


Nature 424, 5 (2003)

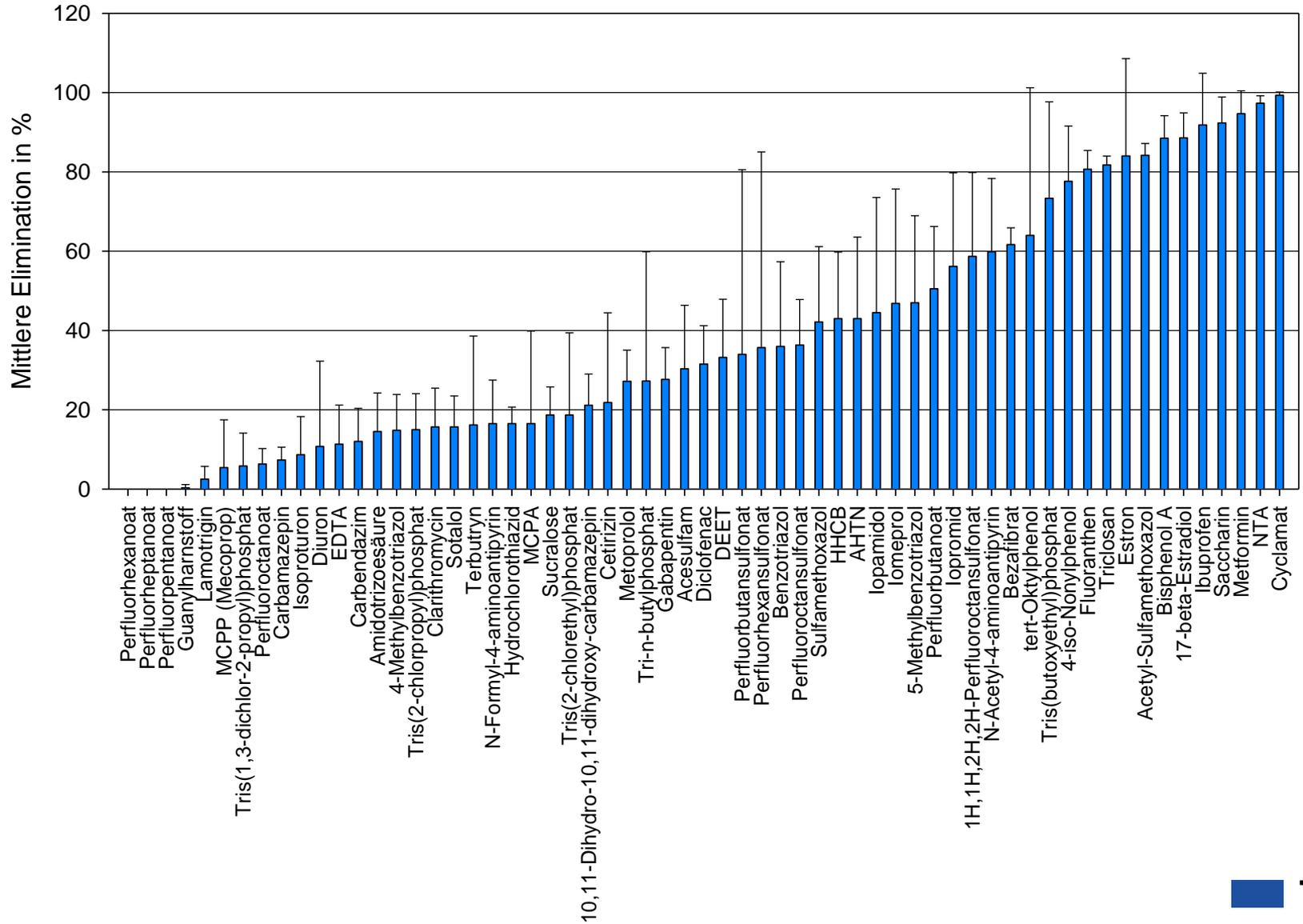




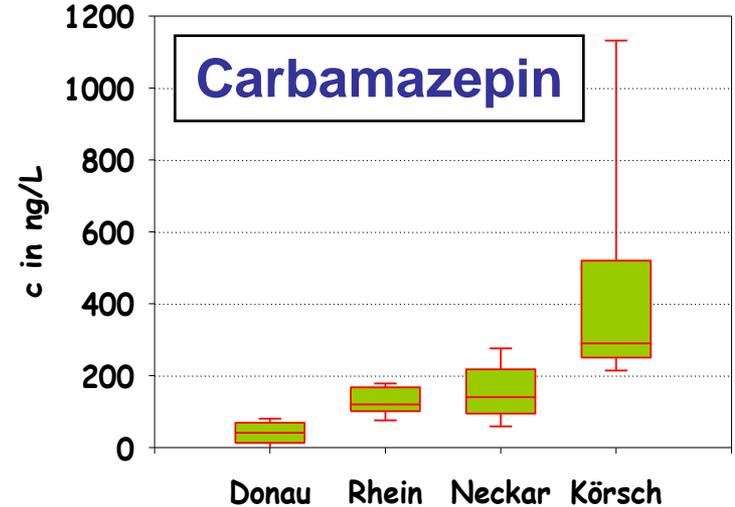
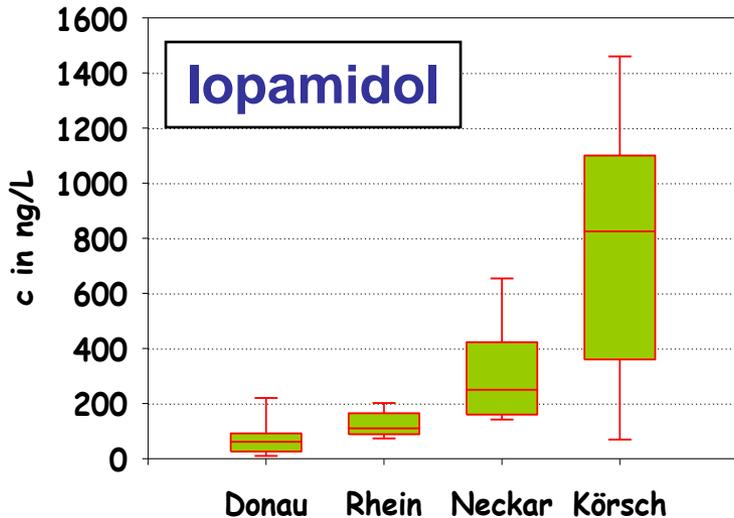
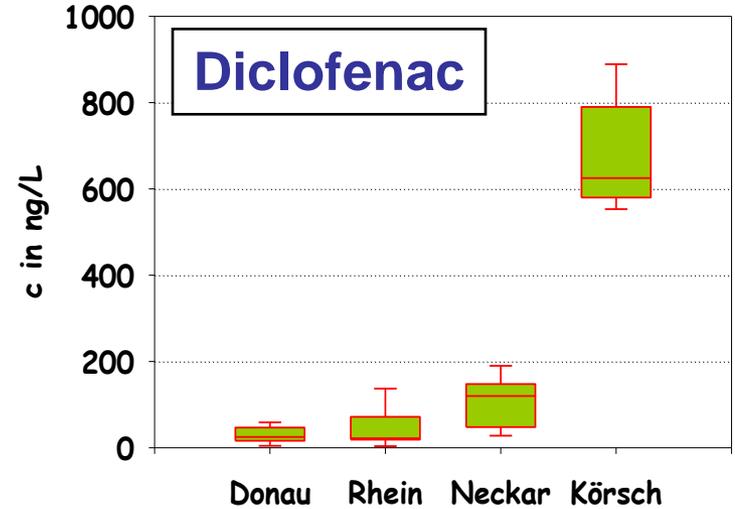
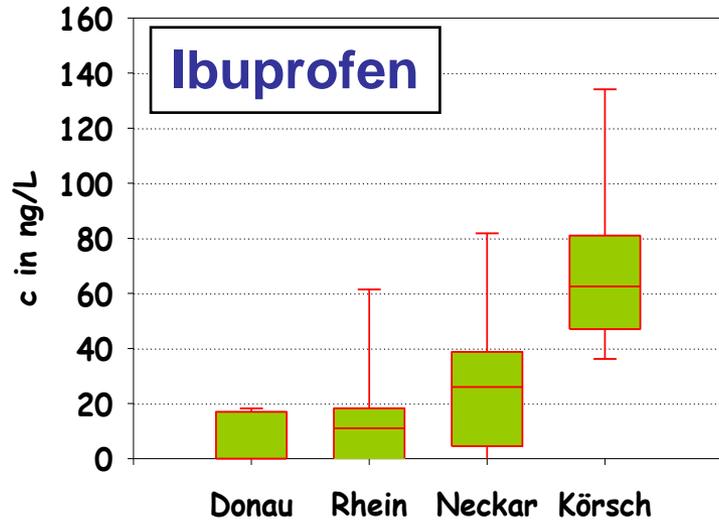
ARZNEIMITTELRÜCKSTÄNDE IN KLÄRANLAGEN



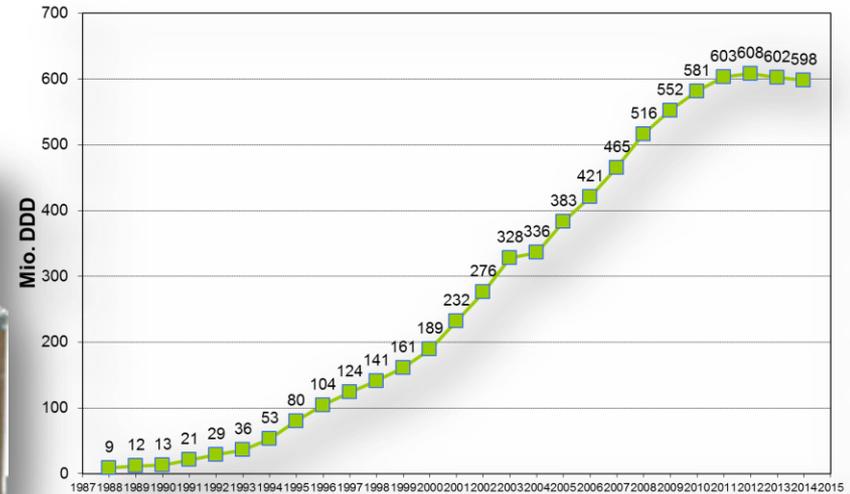
ELIMINATION VON SPURENSTOFFEN



ARZNEIMITELRÜCKSTÄNDE IN OBERFLÄCHENWÄSSERN

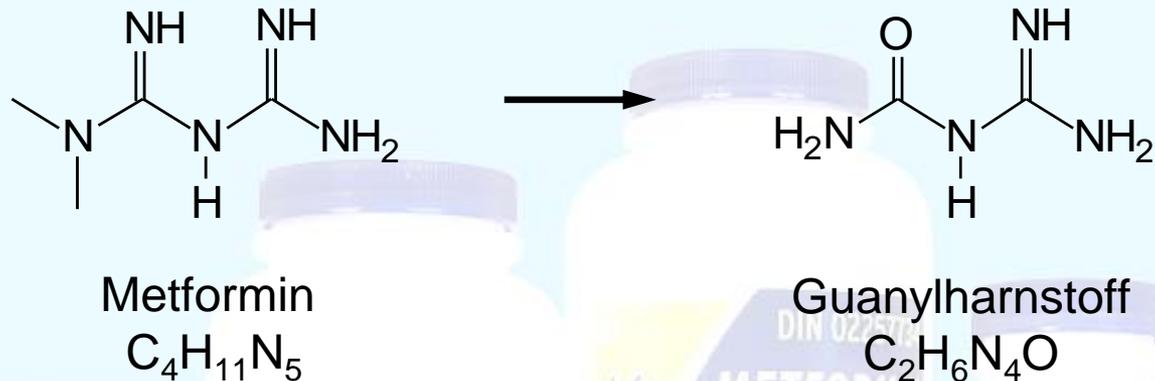


METFORMIN



- Antidiabetikum (Biguanid)
- zur Behandlung nicht insulinabhängiger Zuckerkrankheiten (Diabetes mellitus Typ 2) und insbesondere bei Übergewicht und Fettsucht
- DDD: 500-3000 mg
- Zahl der Verordnungen in Deutschland: ca. 600 Mio./a (2014)
- Verordnungsmenge: ca. 1.200 t/a

METFORMIN IN KLÄRANLAGEN

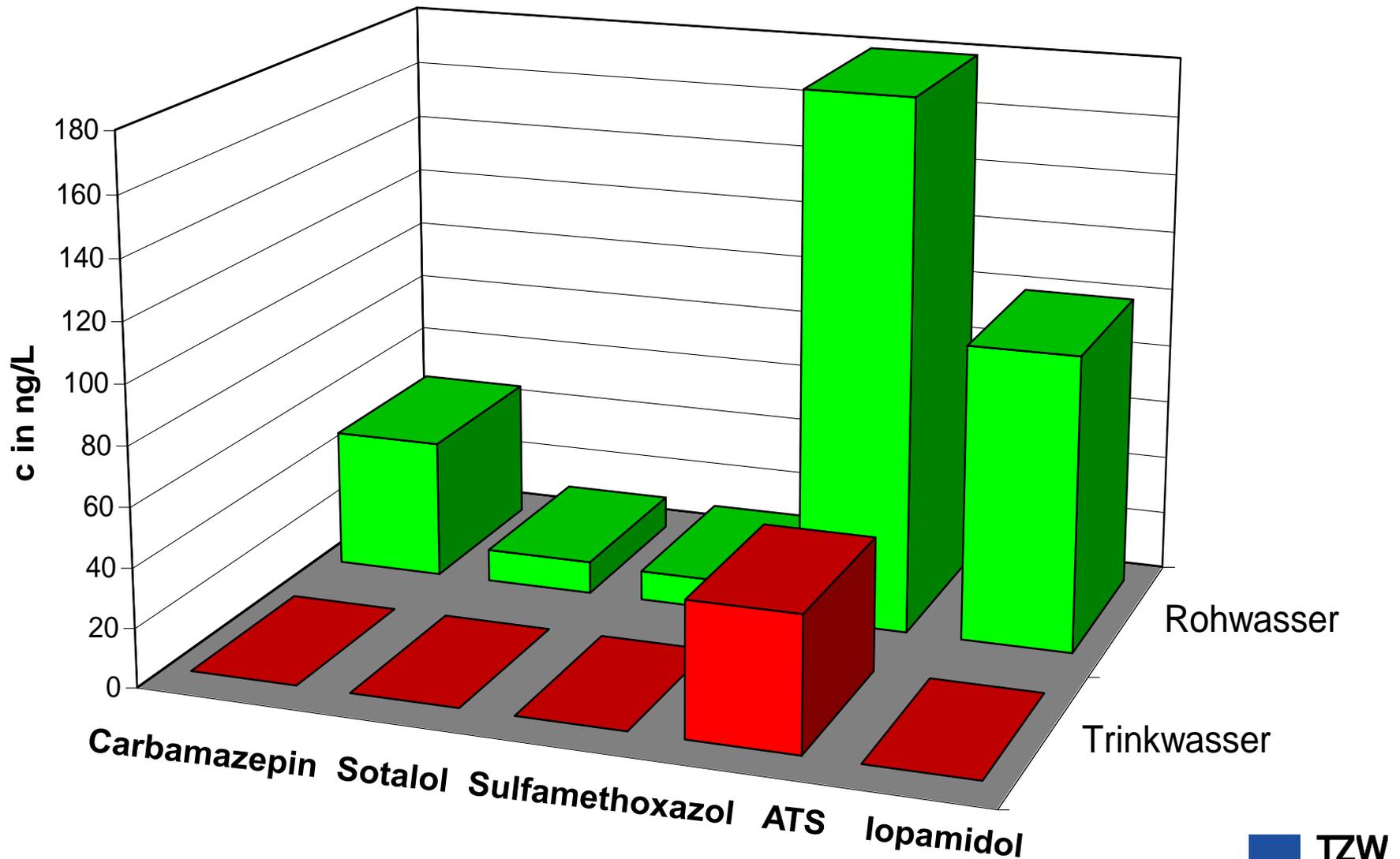


	Zulauf	Ablauf	Entfernung	Metabolit
	c in $\mu\text{g/L}$	c in $\mu\text{g/L}$	in %	c in $\mu\text{g/L}$
KA1	129	11	91	92
KA2	101	2,2	98	103
KA3	101	22	78	56

M. Scheurer, F. Sacher, H.-J. Brauch: J. Environ. Monit. **11**, 1608-1613 (2009)

M. Scheurer, A. Michel, H.-J. Brauch, W. Ruck, F. Sacher: Water Res. **46**, 4790-4802 (2012)

ARZNEIMITTELRÜCKSTÄNDE IM TRINKWASSER



ASPIRIN

1 Tablette = 500 mg

2 Tabletten/Tag = 1 g = 1.000.000.000 ng

Was bedeuten also 1 ng im Trinkwasser?

Es sind 1 Mrd. L $\hat{=}$ 1 Mio. m³ zu trinken, um diese sicher ungefährliche Dosis aufzunehmen



Geiersterben in Indien

taz, 30.01.2004

Schmerzmittel tötet Geier

Hamburger Abendblatt, 05.04.2004

Rheumamittel tötet Geier

natur + kosmos, 5/2004

Diclofenac tötet Geier in Indien und Pakistan

wissenschaft.de, 29.01.2004



- mehrere 10 Millionen Geier in Südasien (Indien, Pakistan) verendet, 3 Arten von der Ausrottung bedroht
- Ursache:
 - Nutzvieh (Rinder) wird mit Diclofenac behandelt
 - Geier fressen belastete Tierkadaver
 - Diclofenac führt zu akutem Nierenversagen

SPURENSTOFFE - BEDEUTUNG FÜR DIE TRINKWASSERVERSORGUNG (1)

- Für die im Trinkwasser nachgewiesenen Konzentrationen sind keine negativen Auswirkungen auf den Menschen zu erwarten (allerdings ist die Datenbasis nicht in allen Fällen vollständig)
- Trinkwasserverordnung: i. d. R. keine Grenzwerte
- Umweltbundesamt: „Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus gesundheitlicher Sicht“
 - gesundheitlicher Orientierungswert (GOW): 0,1 µg/L
 - bei Einhaltung des GOW sollte auch bei lebenslanger Aufnahme keine toxische Wirkung von dem Trinkwasser ausgehen!!!

SPURENSTOFFE - BEDEUTUNG FÜR DIE TRINKWASSERVERSORGUNG (2)

- Problem für Trinkwasserversorger: **Wahrnehmung und Akzeptanz des Verbrauchers**
- Forderungen/Maßnahmen zur Reduktion der Gehalte im Rohwasser
 - Verwendung „umweltfreundlicher“ Wirkstoffe
 - Entfernung an der Quelle
 - Reduzierung der produktionsbedingten Einleitungen
 - Verbesserung der Abwassereinigung
 - Regelung/Verbesserung der Entsorgungswege
 - Information des Verbrauchers

Relevanz von Arzneimitteln, hormonell wirksamen Substanzen und Kosmetika in Gewässern

Fachinformation des DVGW-Fachausschusses „Wassergüte“ *

Unpräzise Abgrenzungen zwischen den Begriffen „Arzneimittel“, „hormonell wirksame Substanzen“ und „Kosmetika“ können zu unzulässigen Verallgemeinerungen bei der Bewertung entsprechender Substanzen führen. Zur Vermeidung von Unsicherheiten sind daher im folgenden die für die Wasserversorgung relevanten Fakten zusammengefaßt. Diese wurden mit den Erkenntnissen des Bund-Länder-Arbeitskreises BLAC-AG „Auswirkungen der Anwendung von Clofibrinsäure und anderer Arzneimittel auf die Umwelt und Trinkwasserversorgung“ abgeglichen.

Für alle drei Substanzgruppen gilt, daß sie keine Relevanz für die Trinkwasserversorgung besitzen. Vorsorglich sollte jedoch aus ökologischen Gründen eine Belastung der Gewässer durch schlecht abbaubare synthetische Spurenstoffe durch geeignete Gewässerschutzmaßnahmen generell minimiert werden.

Arzneimittel

Die Funde von Arzneimittelrückständen in Gewässern wurden von den Medien effektiv in die Öffentlichkeit getragen. Häufig wurde dabei die Tatsache vernachlässigt, daß die diskutierten Beobachtungen zu Hormonen wie beispielsweise Ethinylestradiol, Antirheumatika wie Indometacin oder Betablockern wie Betaxolol überwiegend Abwasser- und Oberflächenwasserbeprobungen betrafen. Vereinzelt Arzneimittelbefunde traten im Trinkwasser auf, das aus oberflächenwasserbeeinflußtem Grundwasser

gewonnen wurde. Hierbei handelte es sich um Spuren einiger Lipidsenker sowie des Antirheumatikums Diclofenac [Stumpf et al. 1996 b], die nur mit modernsten, hochgradig empfindlichen Analyseverfahren nachgewiesen werden konnten und die nachzeitigem Kenntnisstand als gesundheitlich unbedenklich einzustufen sind.

Die mögliche Umweltgefährdung durch Arzneimittel in Gewässern kann für die nachgewiesenen Konzentrationen, die bei hohem Abwasseranteil bis in den unteren µg/l-Bereich reichen können (Abbildung 1), aufgrund der unzureichenden ökotoxikologischen Datenlage nicht abgeschätzt werden. Dies liegt nicht zuletzt daran, daß bei der Zulassung von Humanarzneimitteln bisher keine ökotoxikologischen Daten gefordert werden.

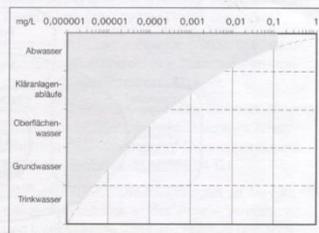


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Konzentrationsbereiche von Pharmaka in Abwasser und verschiedenen Wassertypen

* ehemals DVGW-Fachausschüsse „Gewässergüte“ und „Trinkwassergüte“

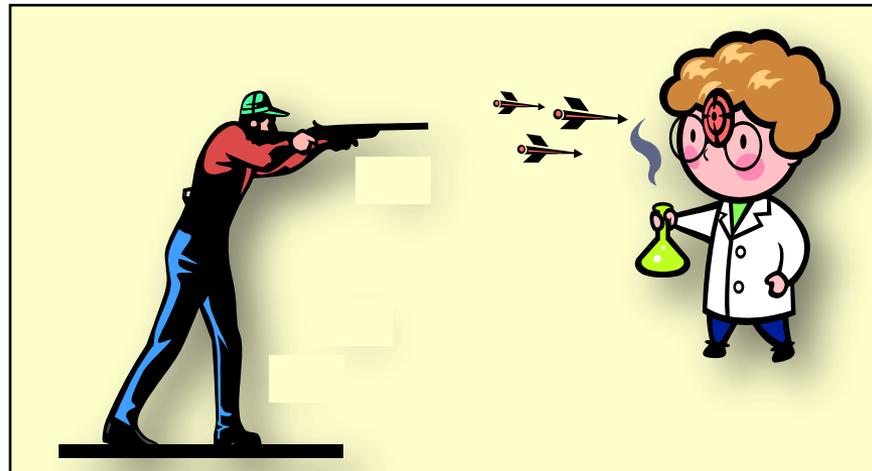
- ...eine gesundheitliche Gefährdung des Menschen durch Arzneimittel, inklusive der Veterinärpharmaka und Futtermittelzusatzstoffe, sowie durch hormonell wirksame Stoffe (...) über den Trinkwasserpfad ist nach dem Stand von Wissenschaft und Technik nicht erkennbar.
- ...die mögliche Umweltgefährdung durch Arzneimittel in Gewässern kann für die nachgewiesenen Konzentrationen (...) aufgrund der unzureichenden ökotoxikologischen Datenlage nicht abgeschätzt werden.

ZUSAMMENFASSUNG (1)

- Verbesserungen in der Analytik führen dazu, dass immer mehr Spurenstoffe im Wasserkreislauf nachgewiesen werden
- Viele Spurenstoffe sind bereits viele Jahre als Folge menschlicher Aktivitäten in den Gewässern vorhanden
- Für die im Trinkwasser nachgewiesenen Konzentrationen an Spurenstoffen sind i.d.R. keine negativen Auswirkungen auf den Menschen zu erwarten
- Gesundheitlicher Orientierungswert (GOW): 0,1 µg/L
- Bei Einhaltung des GOW sollte auch bei lebenslanger Aufnahme keine toxische Wirkung von dem Trinkwasser ausgehen!
- **Spurenstoffe in der Umwelt werden sich nie völlig vermeiden lassen**

ZUSAMMENFASSUNG (2)

- Es gibt keine Korrelation zwischen dem analytischen Nachweis eines Spurenstoffs und seiner Wirkung auf aquatische Lebensgemeinschaften oder die menschliche Gesundheit
- Der analytische Nachweis eines Spurenstoffs erhöht nicht zwangsläufig seine Relevanz...
- **...aber Ignoranz verringert sie auch nicht!!!**





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Frank Sacher
TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser
Karlsruher Straße 84 / 76139 Karlsruhe
sacher@tzw.de