

# Arzneimittel im Trinkwasser/Wasserkreislauf aus der Sicht eines Wasserversorgers

Uwe Dünnbier



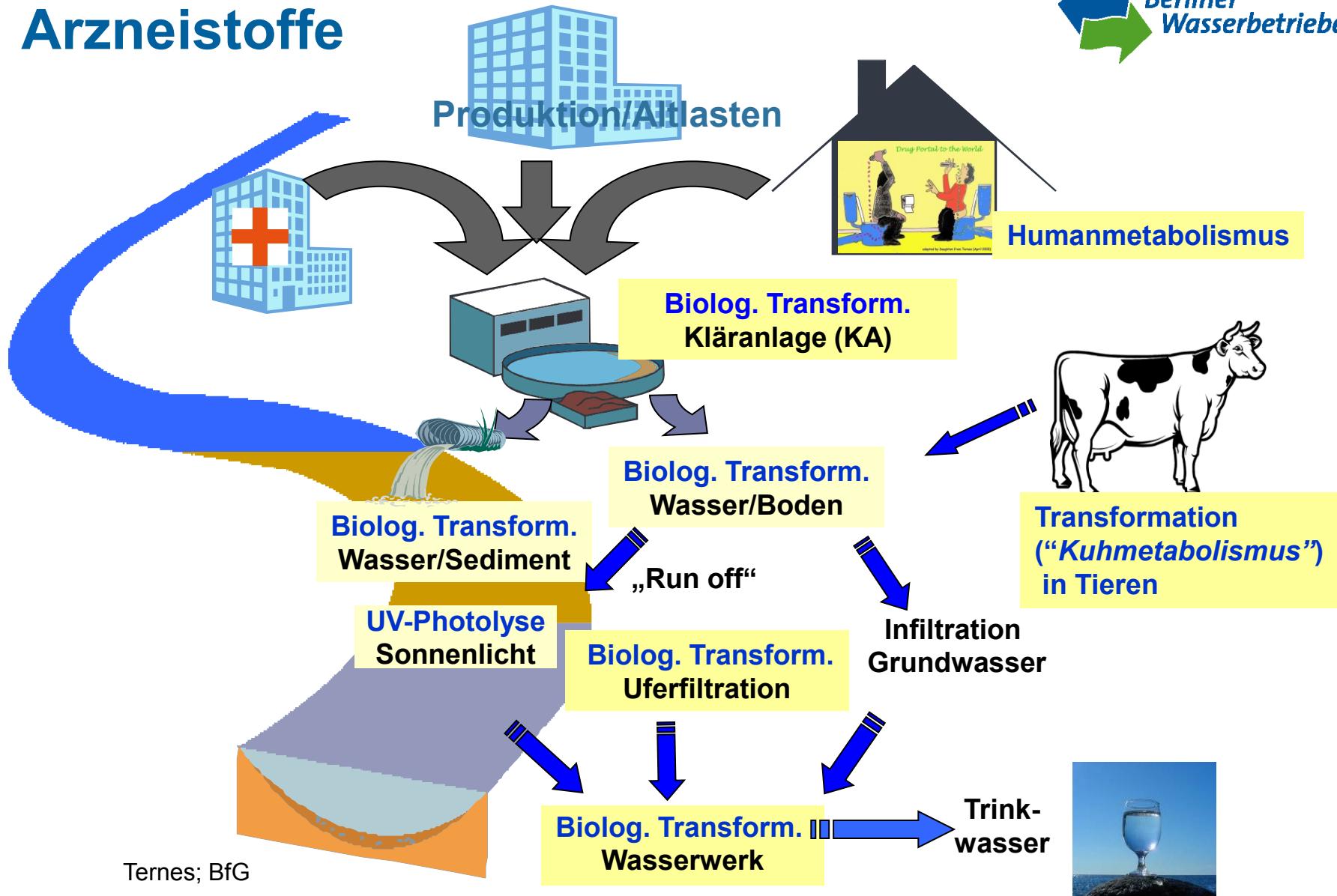
# Agenda

---

1. Eintrag und Verhalten der Arzneistoffe im Wasserkreislauf und die Situation in Berlin
2. Die Analytik bisher nicht auffälliger Substanzen durch die Hochauflösende Massenspektrometrie (HRMS)
3. Gebrauch und Entsorgung von Arzneimitteln
4. Die Bewertung der Befunde im Trinkwasser

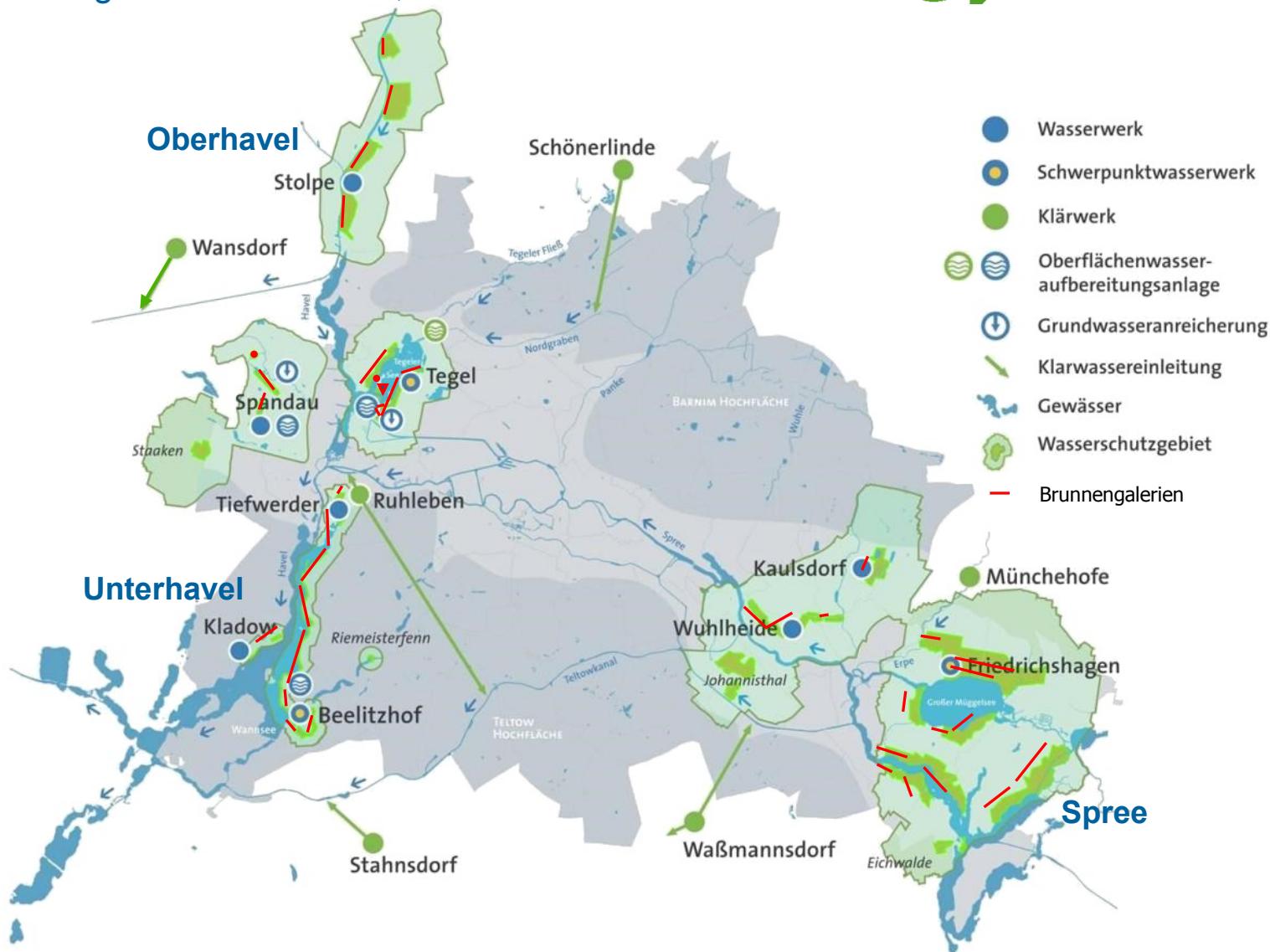
# Eintrag und Transformation der Arzneistoffe

Berliner  
Wasserbetriebe

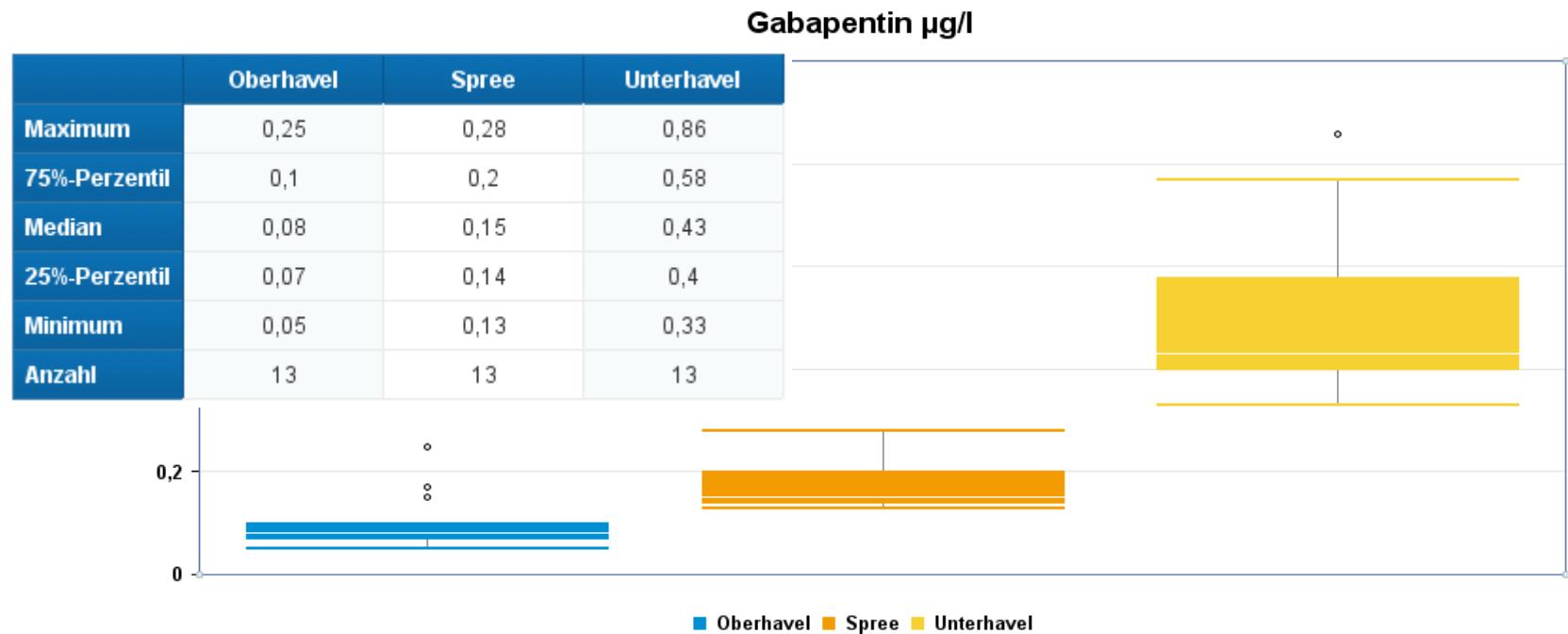


# Urbaner Wasserkreislauf

Wasserwerke an den großen Fluss Seen; Vorfluter der Klärwerke



# Gabapentin (Antikonvulsivum) 2015 und 2016 im Oberflächenwasser

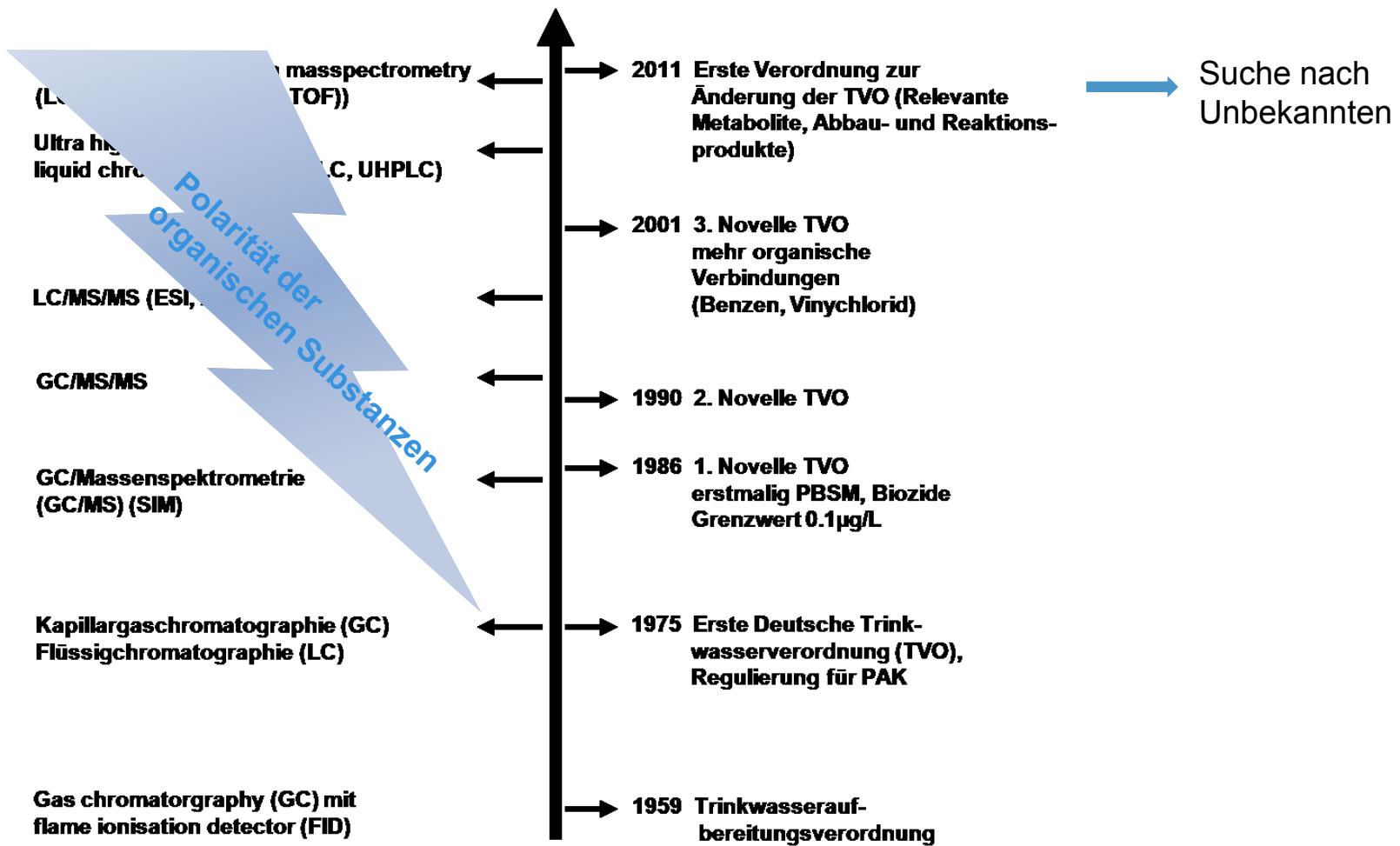


# Agenda

---

1. Eintrag und Verhalten der Arzneistoffe im Wasserkreislauf und die Situation in Berlin
2. Die Analytik bisher nicht auffälliger Substanzen durch die Hochauflösende Massenspektrometrie (HRMS)
3. Gebrauch und Entsorgung von Arzneimitteln
4. Die Bewertung der Befunde im Trinkwasser

# Warum heute so viel mehr analytische Informationen?!



# Analytische Vorgehensweise

## Target



→ Analysenverfahren  
Multimethoden

— Industriechemikalien

— Arzneistoffe

— Pestizide

— Kosmetika

## Non-Target



→ Bearbeitung in einem Workflow

— Targets identifizieren

— Targets quantifizieren

# UHPLC-MS im Labor der BWB



Gabi Horsch; Julia Quilitzki; Christa Reilich; Jessika  
Sassning; Diana Liebmann; Robert Bloch; Ingvild Dommisch

## ■ Quadrupol MS/MS

- Waters „Xevo TQ-S als Tandem Quadropol MS (2x)

## ■ Hochauflösendes MS

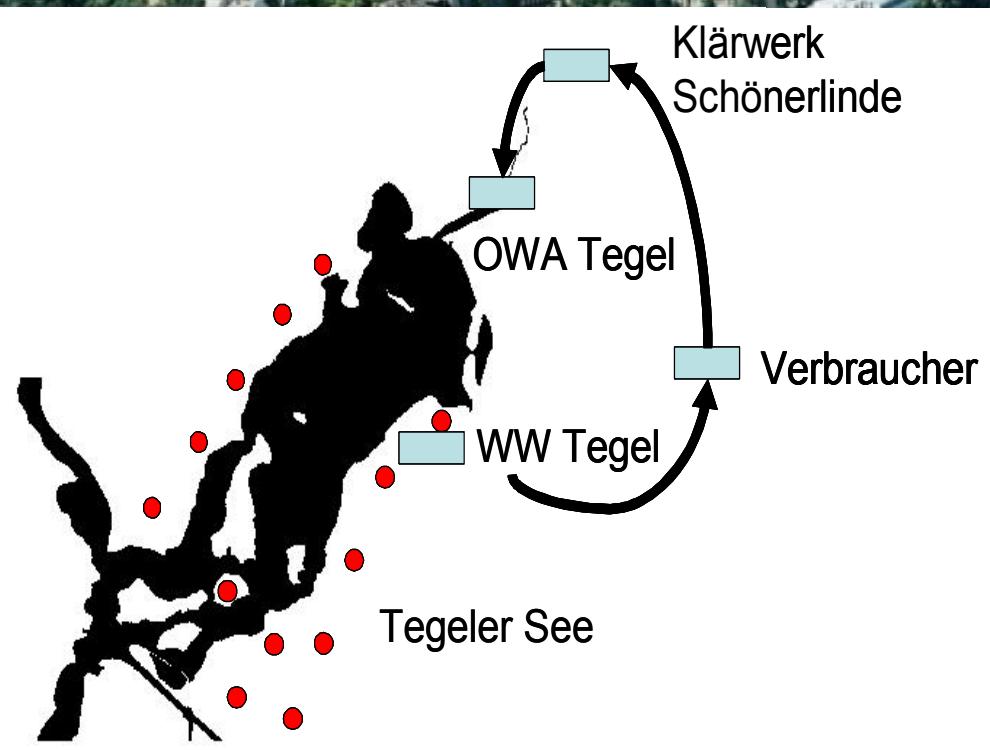
- Thermo Scientific Equan Max Plus + Exactive Plus™ als Orbitrap MS
- Thermo Scientific Equan Max Plus + Q-Exactive™ als Orbitrap MS



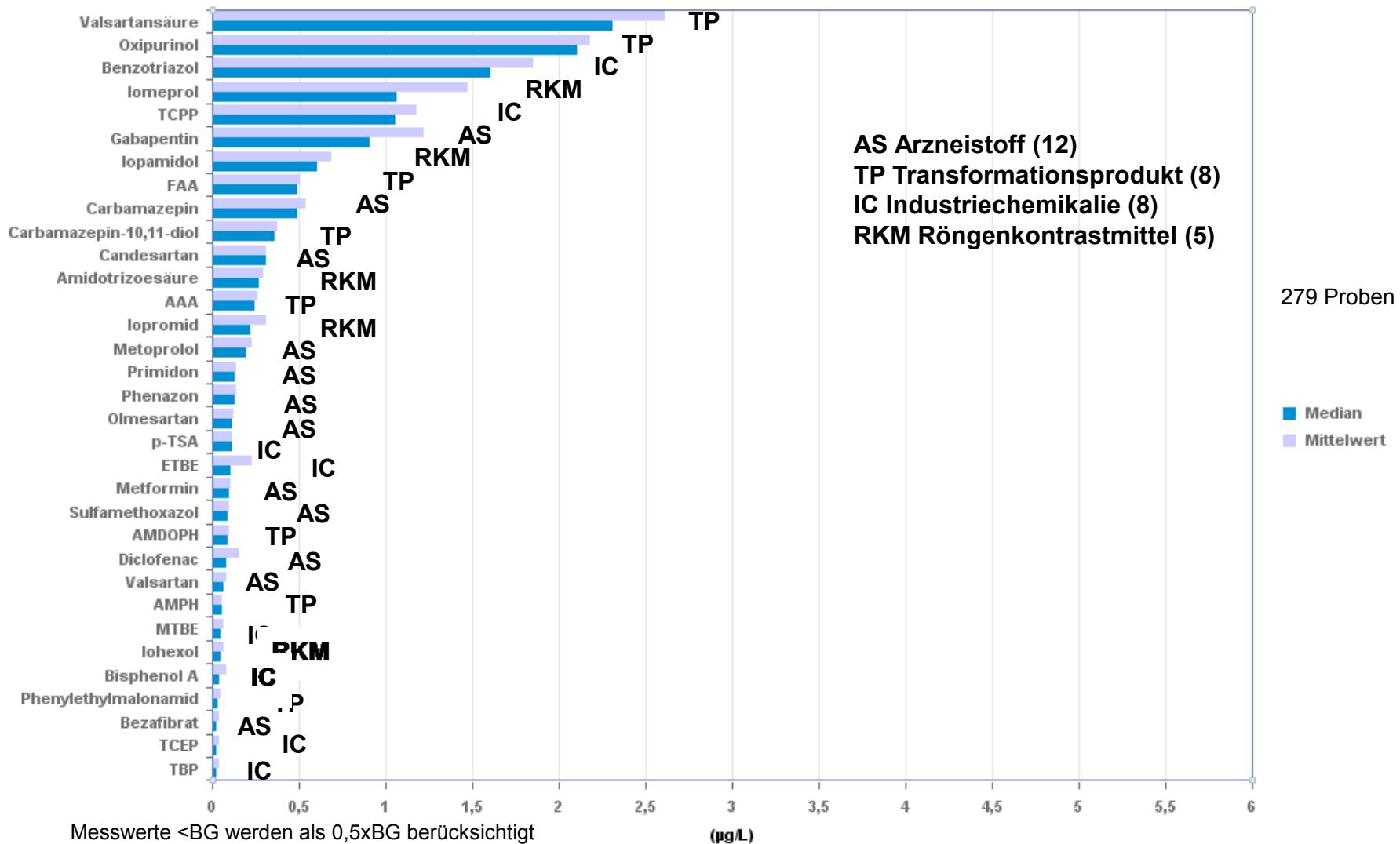
**Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung — Gemeinsam erfassbare Stoffgruppen (Gruppe F)**  
**— Teil 47: Bestimmung ausgewählter Arzneimittelwirkstoffe und weiterer organischer Stoffe in Wasser und Abwasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS bzw. -HRMS) nach Direktinjektion (F 47)**

## Anwendungsbereich

Diese Norm legt ein Verfahren zur **Bestimmung ausgewählter Arzneimittelwirkstoffe und Transformationsprodukte sowie weiterer organischer Substanzen** (siehe Tabelle 1) in Trink-, Grund- und Oberflächenwasser in Massenkonzentrationen  $\geq 0,025 \mu\text{g/l}$  bzw. in behandeltem Abwasser in Massenkonzentrationen  $\geq 0,050 \mu\text{g/l}$  fest. ....



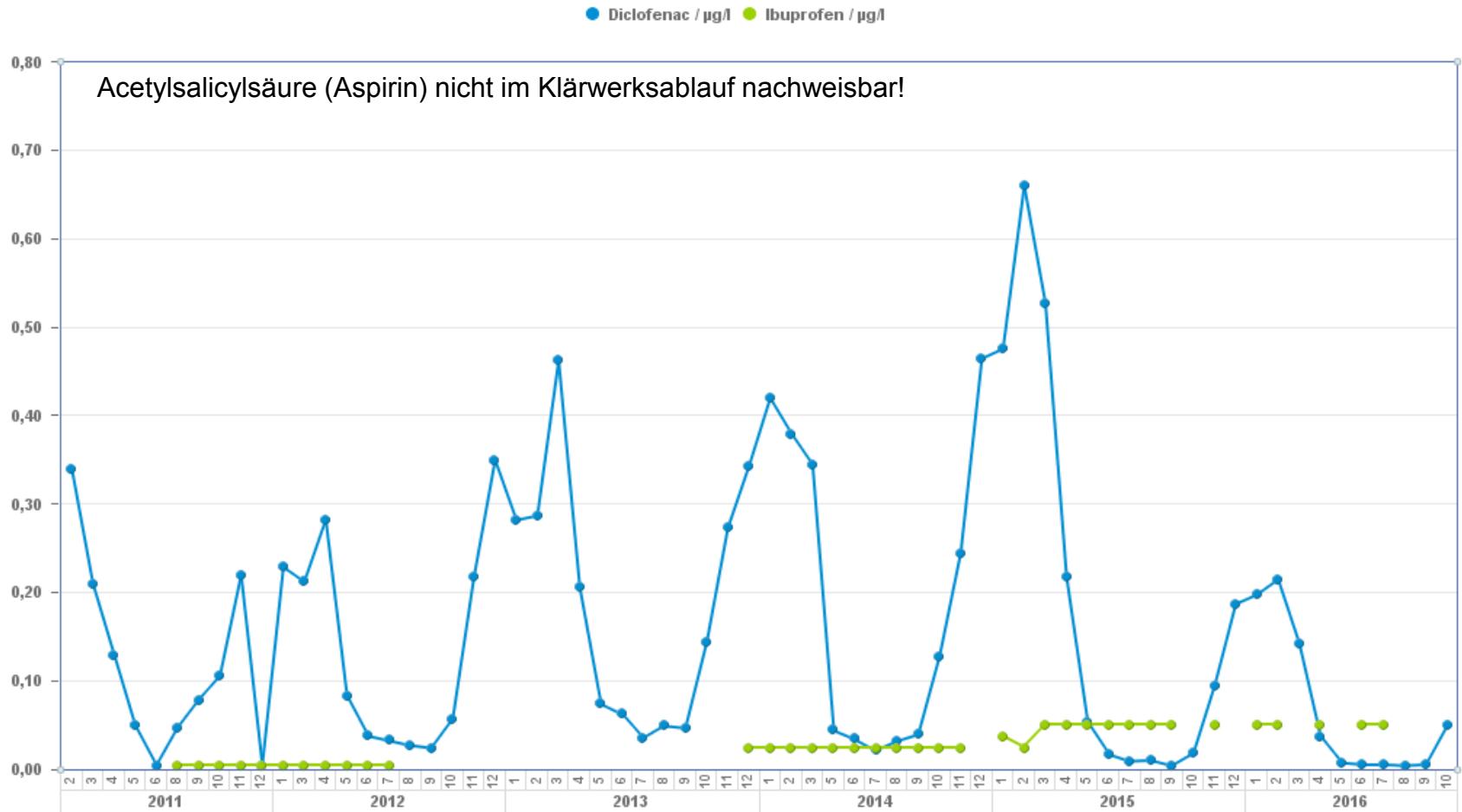
# Tegeler See März 2009 bis Oktober 2016



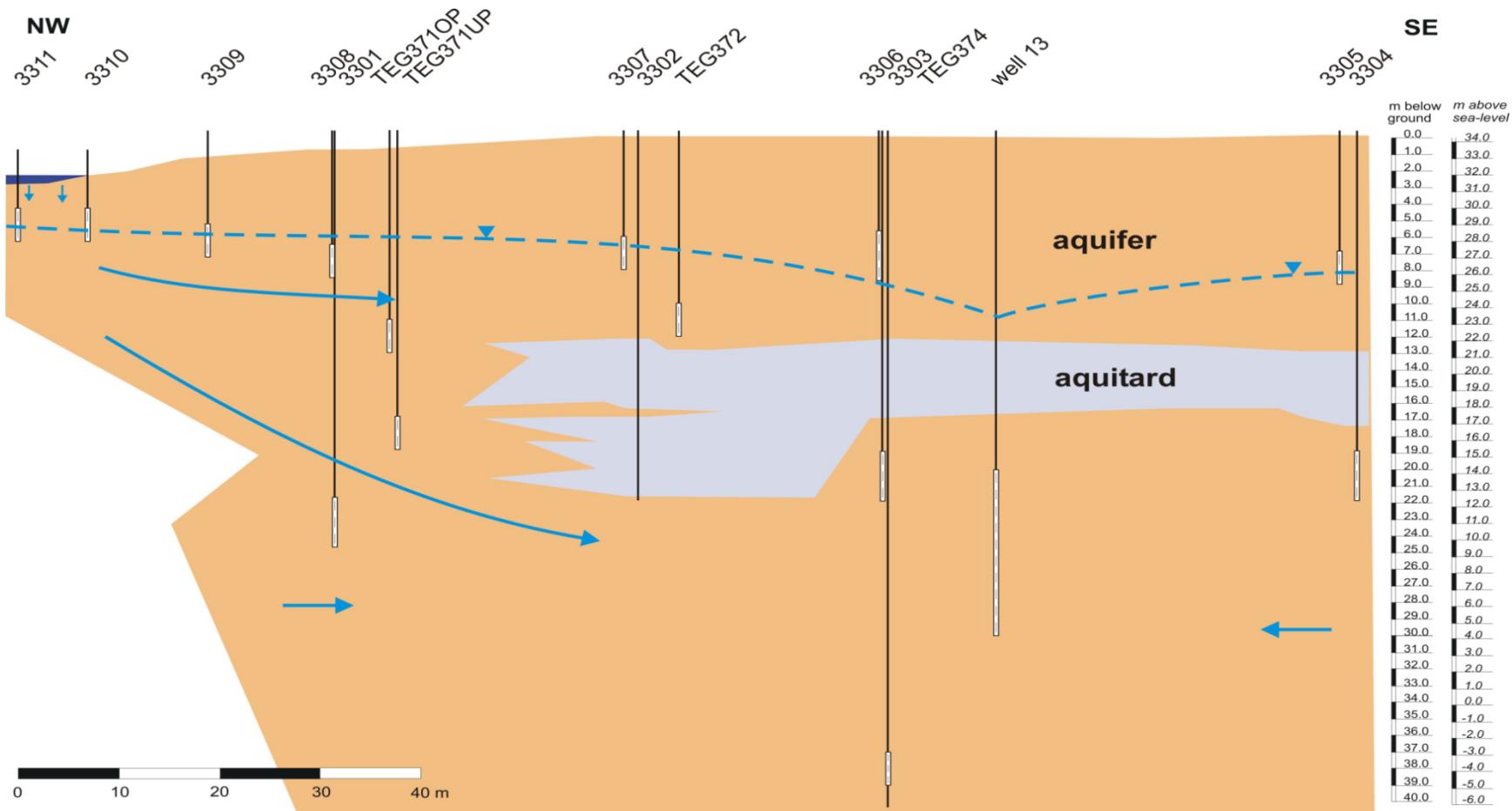
# Diclofenac, Acetylsalicylsäure und Ibuprofen mit vergleichbarer Indikation



## Tegeler See



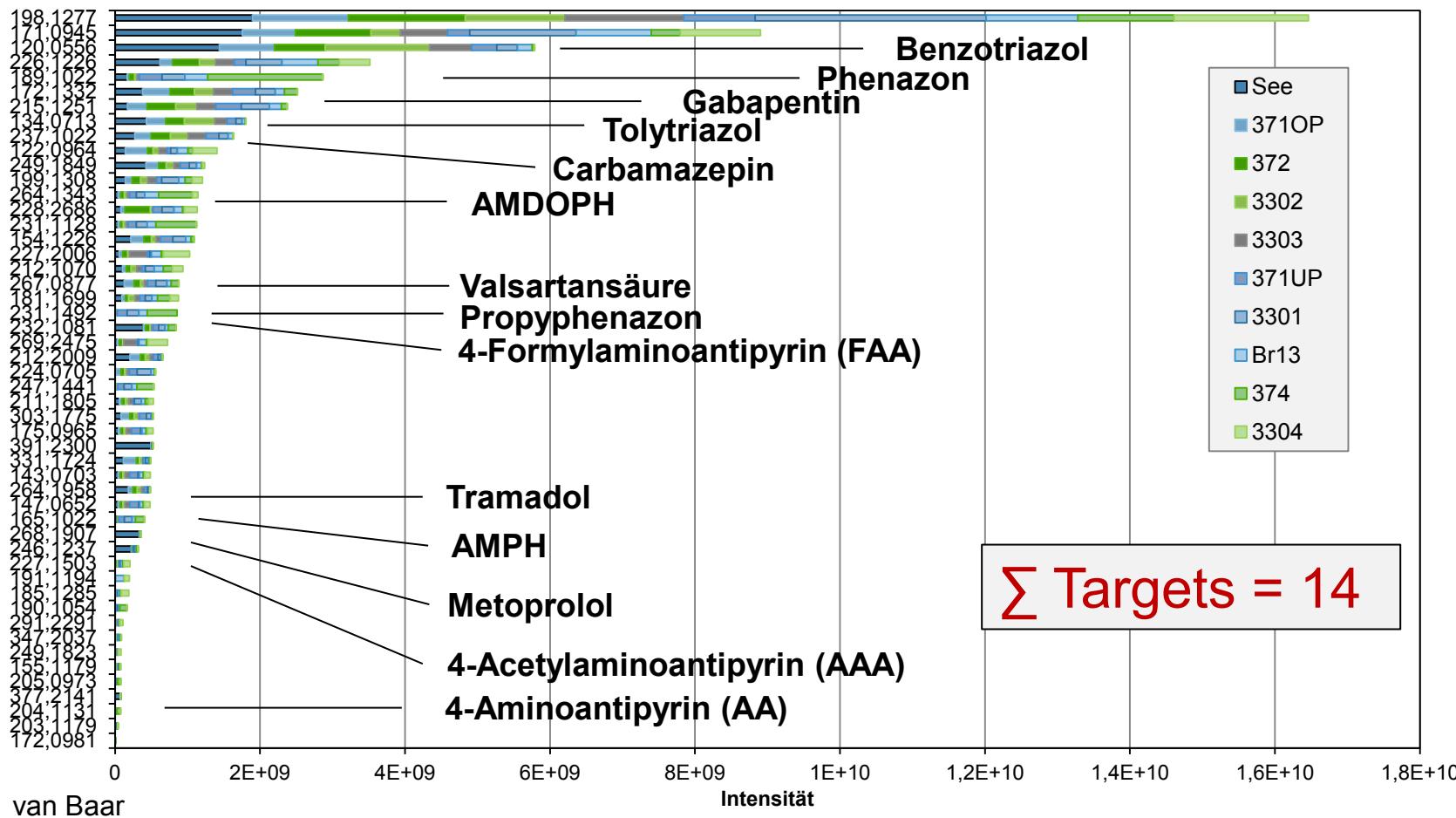
# Der Weg der Arzneistoffe in das Grundwasser am Beispiel der Transekte Tegel in Berlin



# Non Target Screening (Ansatz)



## TOP 50 der intensivsten Peaks im ESI positiv

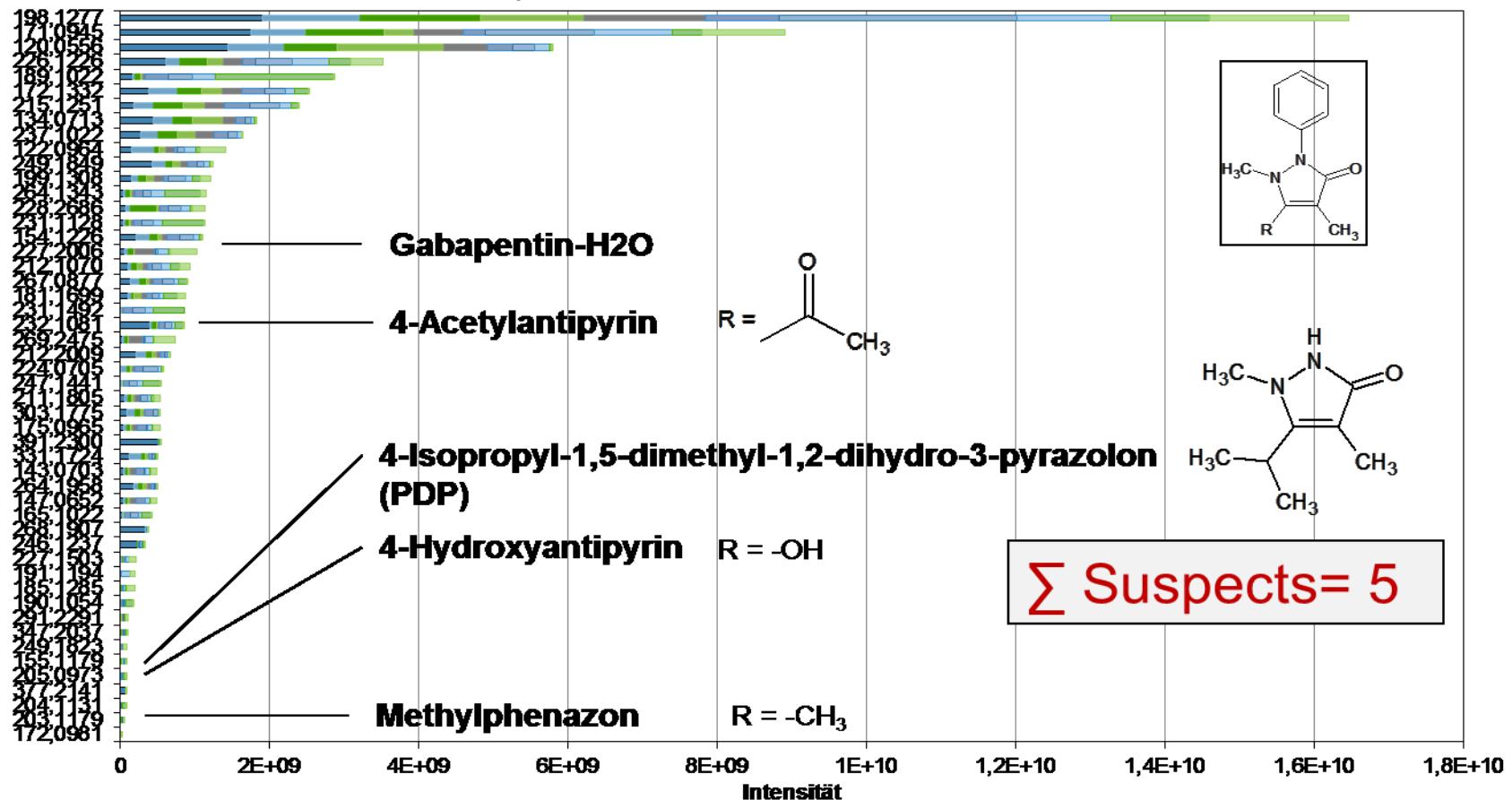


# Non Target Screening (Ansatz)

be

## TOP 50 intensivsten Frames

→ weitere Zuordnung, Aufdecken neuer Suspects



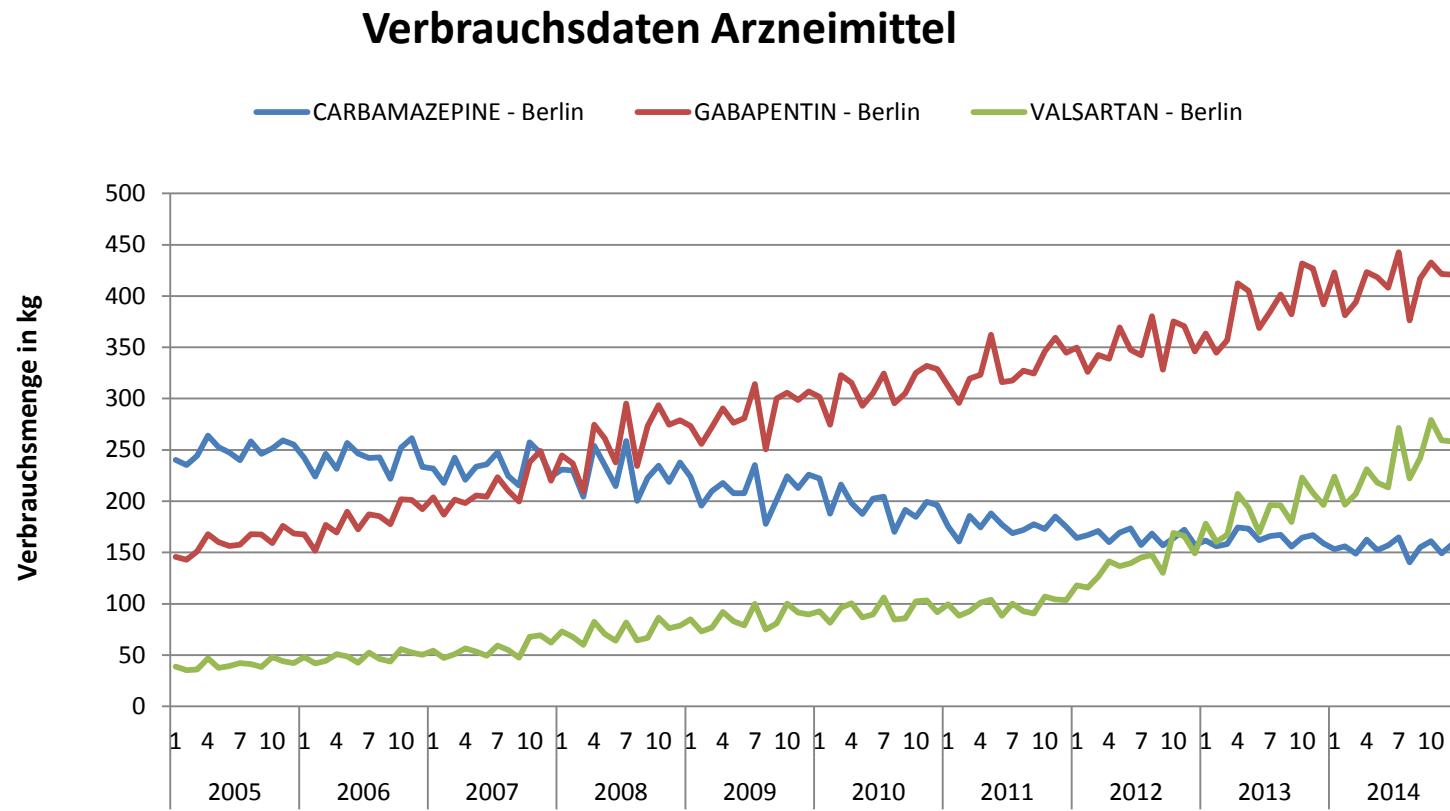
van Baar

# Agenda

---

1. Eintrag und Verhalten der Arzneistoffe im Wasserkreislauf und die Situation in Berlin
2. Die Analytik bisher nicht auffälliger Substanzen durch die Hochauflösende Massenspektrometrie (HRMS)
3. Gebrauch und Entsorgung von Arzneimitteln
4. Die Bewertung der Befunde im Trinkwasser

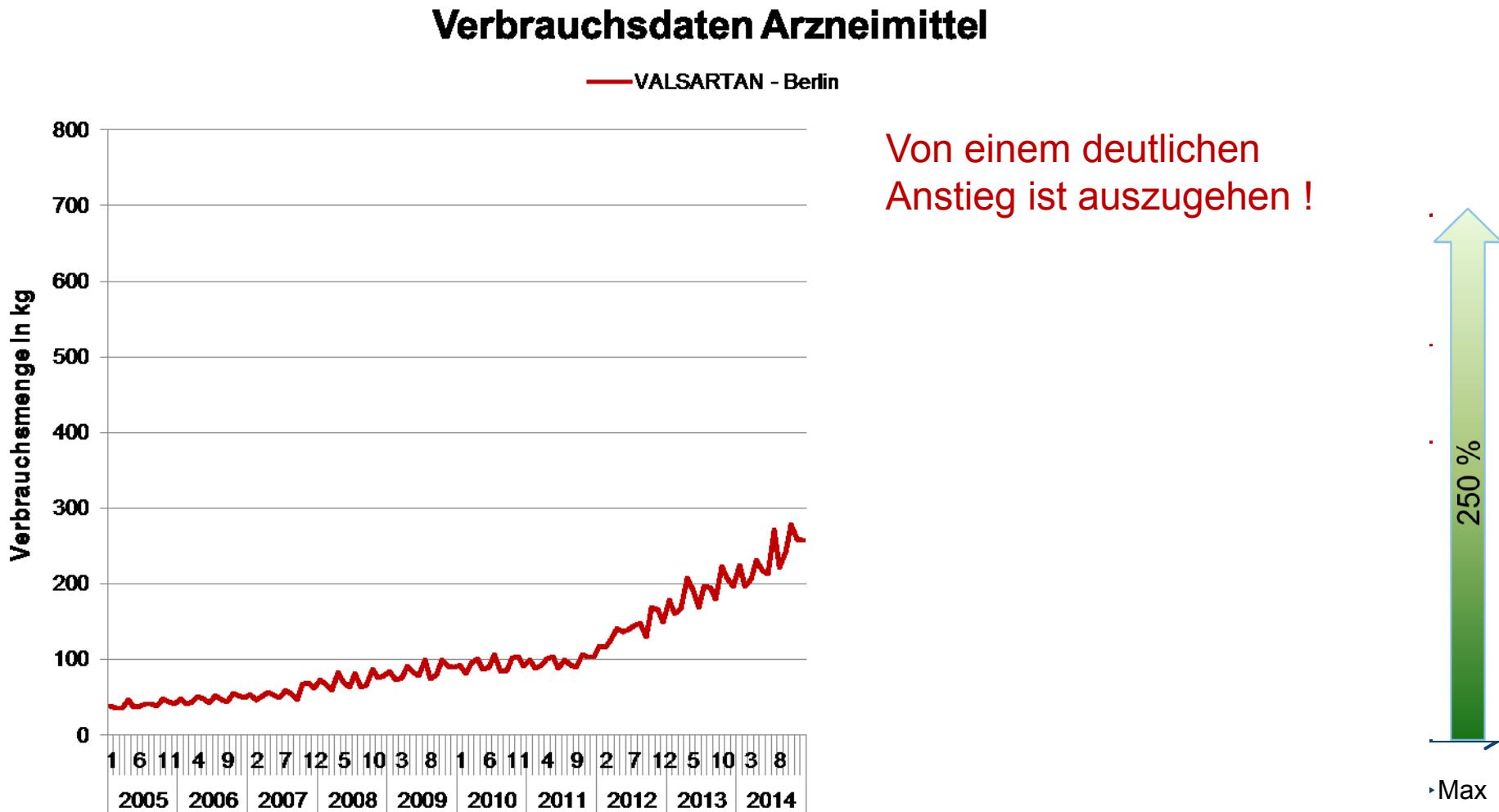
# Verbrauchsdaten Arzneimittel für Berlin



# Entwicklungsszenarien Valsartan



- Erwartete Verbrauchstendenz bis 2030 inkl.



# PHARMAZEUTISCHE PZ ZEITUNG online

AUSGABE

SERVICE

STELLEN-/PZ-MARKT

NACHRICHTEN

[Ausgabe 49/2011](#) | [Ausgabe 48/2011](#) | [Ausgabe 47/2011](#) | [Ausgabe 46/2011](#) | [Ausgaber](#)

Start → Ausgabe → Ausgabe 49/2011 → Arzneimittelrückstände: Wie belastet ist unser Wasser?

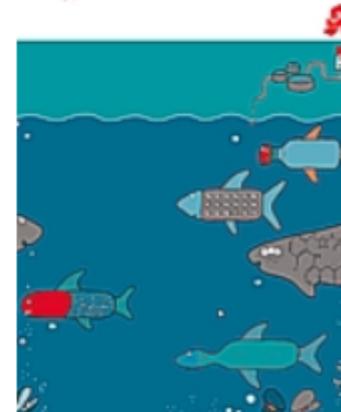
TITEL

Arzneimittelrückstände

## Wie belastet ist unser Wasser?

Von Hannelore Gießen / Fische leiden an bislang unbekannten Nierenschäden; männliche Regenbogenforellen verweiblichen; Muscheln geben ihren Samen ab, bevor die Weibchen Eizellen produziert haben. Arzneimittelrückstände im Wasser sind zwar so gering, dass sie Menschen nicht gefährden, aber mitunter das empfindliche Ökosystem stören.

PHARMAZEUTISCHE  
PZ ZEITUNG  
49/2011



# Oberflächengewässerverordnung

## vom 20.06.2016

- Für Arzneistoffe sind [keine UQN](#) festgelegt. Dafür wird auf Bundesebene die Mikroschadstoffstrategie entwickelt.
- Erste Workshops, z. B. beim VKU, beginnen
- Es gibt eine Initiative vom bdew „NO KLO“  
[www.no-klo.de](http://www.no-klo.de)



# Medikamente richtig entsorgen

## No Klo

Wohin mit nicht verbrauchten  
Medikamenten?



1. Einige Apotheken nehmen nicht verbrauchte Medikamente nach wie vor zurück. Informieren Sie sich, ob Ihre Apotheke diesen Service anbietet.



2. Wenn Sie sich unsicher sind, ob ihr Hausmüll verbrannt wird, können Sie Ihre abgelaufenen oder nicht verbrauchten Medikamente bei Ihrer örtlichen Schadstoff-sammelstelle abgeben.



3. Flaschen oder Ampullen verschließen Sie bitte fest. Werfen Sie die Flasche samt Inhalt in den Restmüll, sofern dieser in Ihrer Komune oder in Ihrem Landkreis vollständig verbrannt wird – Sie müssen den Behälter nicht entleeren.



4. Bei Papp-, PVS- oder Blisterverpackungen trennen Sie die Tabletten bitte heraus und geben Sie die Verpa-ckungen in das Altpapier oder die gelbe Tonne bzw. den gelben Sack. Die Tabletten gehören in den Restmüll, wenn dieser verbrannt wird, oder in die Schadstoffsam-melstelle bzw. zurück in die Apotheke.



5. Lassen Sie sich grundsätzlich von Ihrem Arzt oder Apotheker zu der angemessenen Packungsgröße Ihres Medikaments beraten. Denn jeder Einzelne kann zur Vorbeugung beitragen, indem er verantwortungs-be-wusst mit Arzneimitteln umgeht.

# Interaktive Plattform Abfälle



GEFÖRDERT VOM  
Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Arzneimittel-Entsorgung richtig gemacht!



Anzeigen







**Wohin entsorge ich  
Arzneimittel?**

Auf dieser Webseite erfahren Sie, wie Sie Arzneimittel umweltbewusst entsorgen können. Wählen Sie Ihren Landkreis oder Ihre kreisfreie Stadt über die Deutschlandkarte oder das Menü auf der rechten Seite und finden Sie heraus, welche Entsorgungsmöglichkeiten für Sie empfohlen werden.

In Deutschland gibt es keine einheitliche Regelung zur Entsorgung von Medikamenten und Arzneimitteln. Um unsere Umwelt und Gewässer nachhaltig zu schützen und die Wirksamkeit von Medikamenten zu erhalten, ist die sachgemäße Entsorgung von Arzneimitteln jedoch sehr wichtig.



Der Umwelt und uns zuliebe -  
Arzneimittel niemals über  
Toilette oder Spülle entsorgen.

**Bundesland-Auswahl**

- Bayern
- Berlin
- Brandenburg
- Bremen

Anzeigen







Jeder kann etwas tun für eine richtige Entsorgung!

# 3 Röntgenkontrastmittel nach deren Nutzung entsorgen



## RKM-Verminderung durch Urinseparation

- Getrennte Erfassung von iodorganischen RKM in Röntgenpraxen und Krankenhäusern
- **Ziele:**
  - Fracht im Abwasser vermindern
  - Bevölkerung informieren und sensibilisieren
  - Absprache mit Krankenkassen und Entsorgungsbetrieb



# Agenda

---

1. Eintrag und Verhalten der Arzneistoffe im Wasserkreislauf und die Situation in Berlin
2. Die Analytik bisher nicht auffälliger Substanzen durch die Hochauflösende Massenspektrometrie (HRMS)
3. Gebrauch und Entsorgung von Arzneimitteln
4. Die Bewertung der Befunde im Trinkwasser

# Daten für das Trinkwasser



2

BWB veröffentlichen Analysendaten und FAQs  
zu Spurenstoffen auf [www.bwb.de](http://www.bwb.de)

The screenshot shows a search bar with 'Suchbegriff' and a magnifying glass icon. Below it is a navigation menu with links: START, WASSER, ABWASSER, UNTERNEHMEN, VERANTWORTUNG, and KARRIERE. A blue banner across the top left reads 'Berliner Wasserbetriebe'. On the left side of the page, there's a sidebar titled 'Spurenstoffe – Fragen und Antworten' (FAQs about trace substances). It lists several questions with '+' icons:

- + Kann ich das Berliner Leitungswasser noch trinken?
- + Was sind Spurenstoffe?
- + Wie kommen sie ins Trinkwasser?
- + In welchen Konzentrationen kommen Spurenstoffe vor?
- + Was ist ein Gesundheitlicher Orientierungswert (GOW)?
- + Was ist ein Grenzwert?
- + Was tun die Berliner Wasserbetriebe gegen Spurenstoffe im Wasserkreislauf?
- + Was kann ich tun, um den Eintrag von Spurenstoffen in den Wasserkreislauf zu mindern?
- + An wen kann ich mich wenden, wenn ich mehr wissen möchte?

The main content area displays a table of trace substance analysis data. The table has columns for Parameter (Parameter), Einheit (Unit), Grenzwert lt. TrinkwV 2001 (Limit value according to TrinkwV 2001), GOW (gesundheitl. Orientierungswert) lt. UBA (Health-oriented limit value according to UBA), and Beelitzhof Messwerte (Beelitzhof measurement values).

Parameter	Einheit	Grenzwert lt. TrinkwV 2001	GOW (gesundheitl. Orientierungswert) lt. UBA	Beelitzhof Messwerte
Dimethylaminophenazon	µg/l			<0,02
4-Hydroxydiclophenac	µg/l			<0,01
AMDOPH	µg/l			0,16
AMPH	µg/l			0,02
Desphenylphenazon (DP)	µg/l		3	0,06
Acetylaminooantipyrin (AAA)	µg/l		3	0,03
n-Acetylsulfamethoxazol	µg/l		3	0,02
Formylanitipyrrin (FAA)	µg/l			<0,02
Koffein	µg/l			0,04
Primidon	µg/l			<0,01
Phenobarbital	µg/l			0,05
Sulfamethoxazol	µg/l	3		0,03
Metoprolol	µg/l		0,3	<0,02
Trimethoprim	µg/l		0,1	0,02
Phenylethylmalonamid	µg/l			<0,03
CBZD	µg/l			0,05
Gabapentin	µg/l			<0,05
Röntgenkontrastmittel	µg/l			0,03
Iopamidol	µg/l			0,12
Schau... Wasserkreislauf (Kreislauf)	µg/l	1		0,06
Umweltbundesamt zu Trinkwasser	µg/l			

## Rechtlicher Rahmen Trinkwasser

- Für die meisten organischen Spurenstoffe sind in der Trinkwasserverordnung **keine Grenzwerte** festgelegt.
- Es gilt das Minimierungsgebot:
  - Konzentrationen von chemischen Stoffen, die das Trinkwasser verunreinigen ...., sollen **so niedrig** gehalten werden, **wie** dies ... **möglich** ist
- Pragmatischer Ansatz UBA (2011) - GOW-Konzept (vorsorgend):
  - Konzentrationen, die mit ausreichender Sicherheit gesundheitliche Schäden ausschließen
  - Eine Überschreitung des GOWs bedeutet keine akute gesundheitliche Gefährdung, soll jedoch zu einer besseren Vorsorge anregen

# Aktuelle Vorgehensweise im Umgang mit Spurenstoffen

## Bei den BWB im Bereich Trinkwasser



- Grundlage ist das Minimierungsgebot und das GOW-Konzept vom Umweltbundesamt (UBA) 2010.
  - Gesundheitlicher Orientierungswert: „Der GOW wird so niedrig angesetzt, dass auch bei lebenslanger Aufnahme der betreffenden Substanz kein Anlass zur gesundheitlichen Besorgnis besteht“
  - Abhängig vom Wirkmechanismus ist dieser zwischen 0,1 und 10 µg/L
- Treten von einem Spurenstoff im Trinkwasser Konzentrationen > 0,1 µg/L auf, erfolgt eine Information an das UBA und das Gesundheitsamt.
- Das UBA setzt ggf. höheren spez. GOW fest.
- Das Qualitätsziel der BWB:
  - Der Jahresmedianwert < GOW.

Substanz	GOW	Stand	Stoffklasse / Verwendung
AMDOPH	3,0 µg/l	2004	Arzneimittelmetabolit
Amidotriozesäure	1,0 µg/l	2008	Röntgenkontrastmittel
AMPH	3,0 µg/l	2004	Arzneimittelmetabolit
Benzotriazol	3,0 µg/l	2010	Arzneimittel
Candesartan	0,3 µg/l	2015	Arzneimittel
Carbamazepin	0,3 µg/l	2008	Arzneimittel
2-Chlorethanol	0,1 µg/l	2003	chlorierter Alkohol
Clofotat	3,0 µg/l	2003	Arzneimittel
1,3-Diethyl-1,3-diphenylammonium	0,3 µg/l	2014	Sprengstoffbestandteil
1,2-Dihydro-1,5-dimethylpyrazol-3-on (DP)	3,0 µg/l	2004	Arzneimittelmetabolit
10,11-Dihydroxy-10,11-dihydro-carbamazepin	0,3 µg/l	2015	Arzneimittelmetabolit
2,4-Di-tertiär-butylphenol	3,0 µg/l	2010	alkyliertes Phenol
Diclofenc	0,3 µg/l	2008	Arzneimittel
Dimethylsilanol (DMSD)	3,0 µg/l	2015	Synthesenenenprodukt
Ethyl N,N-diphenylcarbamat	0,3 µg/l	2014	Sprengstoffmetabolit
6,2 Fluoratomersulfonsäure (HF-PFOS)	0,3 µg/l	2015	Polyfluorierter Kohlenwasserstoff
Gabapentin	1,0 µg/l	2015	Arzneimittel
Gabapentilactam (Gaba-lactam)	1,0 µg/l	2015	Arzneimittelmetabolit
Ibuprofen	1,0 µg/l	2008	Arzneimittel
Lanthan	1,0 µg/l	2010	chem. Element
Metformin	1,0 µg/l	2013	Arzneimittel
N-Nitroso-Dimethylamin (NDMA)	0,01 µg/l	2007	Nitrosamin
Oimesartan	0,3 µg/l	2015	Arzneimittel
Oxipurinol	0,3 µg/l	2015	Arzneimittel
Perfluorbutylsulfonsäure	3,0 µg/l	2009	Perfluorierter Kohlenwasserstoff
Perfluorheptansäure	0,3 µg/l	2009	Perfluorierter Kohlenwasserstoff
Perfuorheptylsulfonsäure	0,3 µg/l	2009	Perfluorierter Kohlenwasserstoff
Perfluorhexansäure	1,0 µg/l	2009	Perfluorierter Kohlenwasserstoff
Perfluorhexylsulfonsäure	0,3 µg/l	2009	Perfluorierter Kohlenwasserstoff
Perfluorpentansäure	3,0 µg/l	2009	Perfluorierter Kohlenwasserstoff
Perfluorpentylsulfonsäure	1,0 µg/l	2009	Perfluorierter Kohlenwasserstoff
Phenobarbital (PB)	0,3 µg/l	2009	Arzneimittel
Phosphorsäuretris-(2-chloropropyl)ester	1,0 µg/l	2008	Weichmacher
Primidon	3,0 µg/l	2010	Arzneimittel
Pyrazol	3,0 µg/l	2015	Ausgangsstoff in Medizin, Landwirtschaft u.a.
Tetraethylenglycoldimethylether (Tetraglyme)	1,0 µg/l	2015	Lösungsmittel
Tetrahydropyran (THP)	1,0 µg/l	2004	zyklischer Ether
2,4,8,10-Tetraoxaspiro(5.5)undecan (TOBU)	3,0 µg/l	2009	Synthesenenenprodukt
p-Toluolsulfonsäureamid (4-Methylbenzolsulfonamid)	0,3 µg/l	2006	Arzneimittel und -grundstoff
Trichlorehthan	3,0 µg/l	2008	chlorierter Kohlenwasserstoff
Valsartan	0,3 µg/l	2015	Arzneimittel
Valsartansäure	0,3 µg/l	2015	Arzneimittelmetabolit

Stand: September 2015

## Fazit

Arzneimittel sowie deren Transformationsprodukte im Trinkwasser werden uns auch in den nächsten Jahren:

- vor analytische Herausforderungen stellen,
- zu einer einheitlichen und anerkannten Bewertungsstrategie fordern,
- zum Handeln in Richtung Minimierung des Eintrages bei steigenden Konzentrationen bewegen müssen,
- zur Etablierung einer weiteren Reinigungsstufe in der Abwasserbehandlung veranlassen in Gebieten eines intensiv anthropogen beeinflussten Wasserkreislaufes.

**Wasser ist unser Leben!**

Herzlichen Dank für ihr Aufmerksamkeit und  
die Bitte um Fragen zu Arzneistoffen im Trinkwasser



[uwe.duennbier@bwb.de](mailto:uwe.duennbier@bwb.de)