

*Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte-
und Abfallwirtschaft
UNIVERSITÄT STUTTGART*

Organische Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt

Organische Spurenstoffe



- „Persistent Organic Pollutants“ = POPs
- **persistent, bioakkumulierend, toxisch**
(PBT - Verbindungen)
- Auftreten in der aquatischen Umwelt
meist im $\mu\text{g-ng/L}$ Bereich

Organische Spurenstoffe in der aquatischen Umwelt

Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM)

PAK

Komplexbildner

Abbauprodukte von Tensiden (NP)

Dioxine

Flammschutzmittel

PCB

Desinfektionsmittel

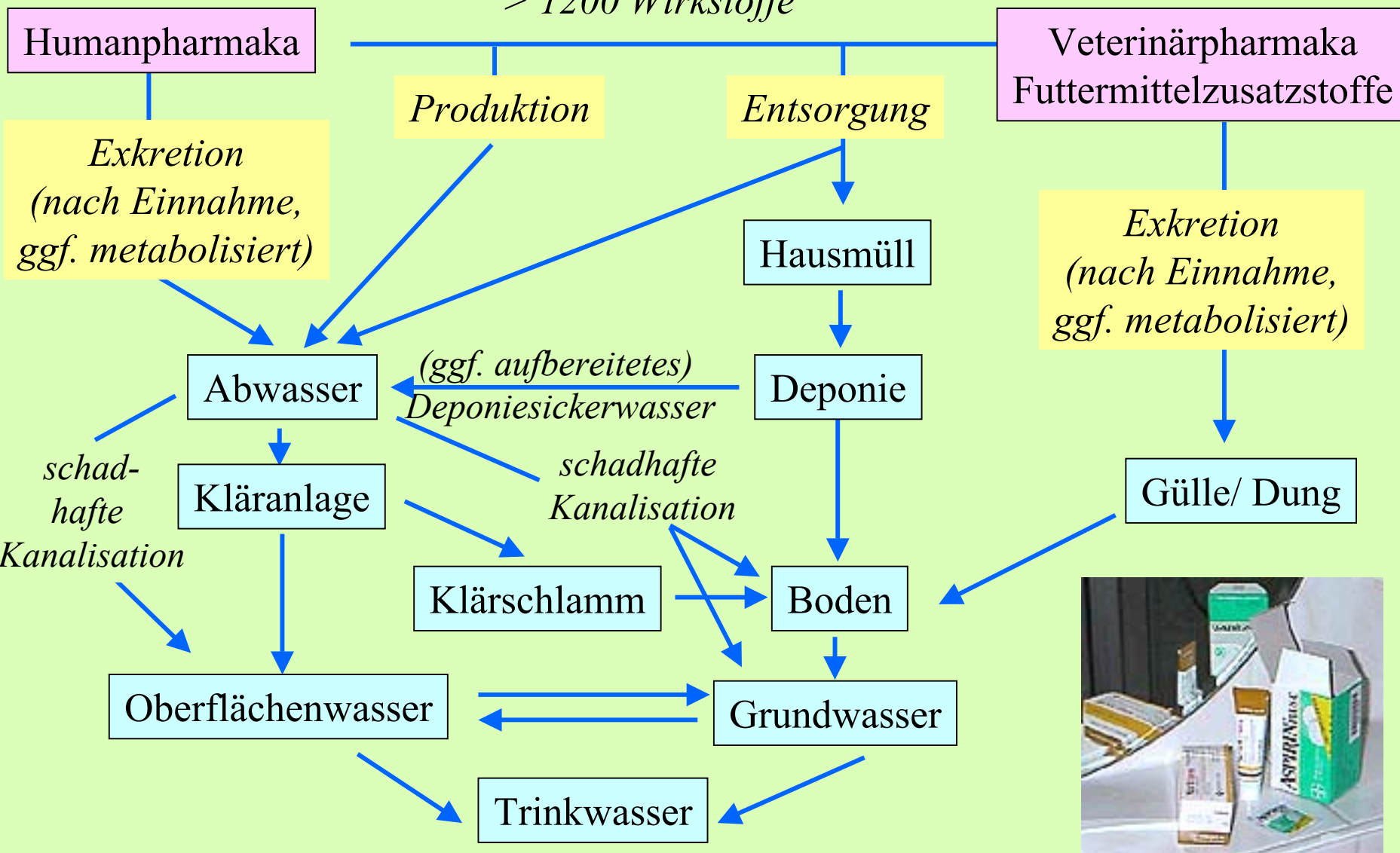
etc. etc.

**Arzneimittel/
-metaboliten**

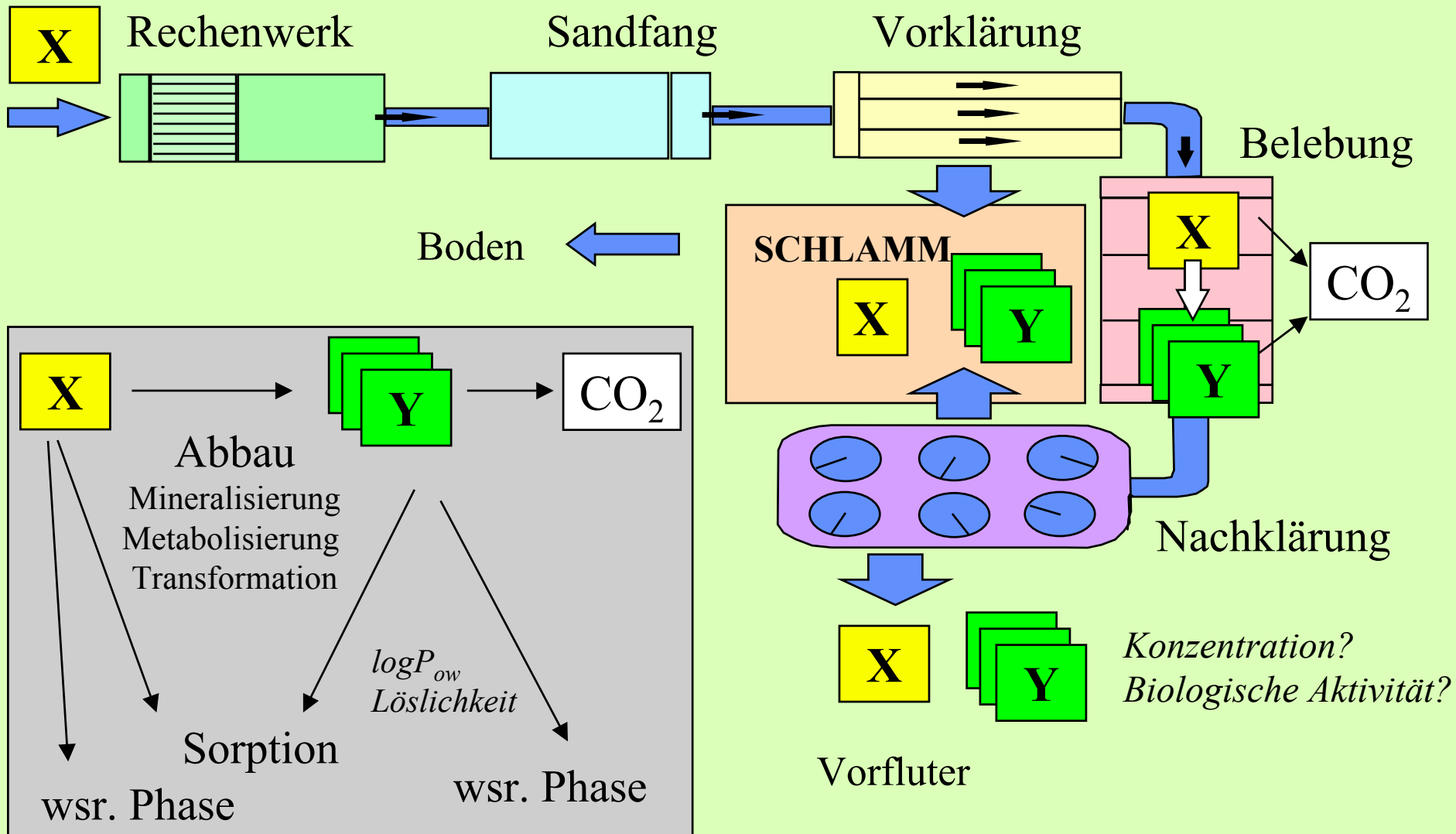
**Hormonartig wirkende Verbindungen
(Endokrine Disruptoren)**

Eintragungspfade von Arzneimitteln in die aquatische Umwelt

> 1200 Wirkstoffe



Verhalten organischer Spurenstoffe in der Kläranlage



Analyse organischer Spurenstoffe

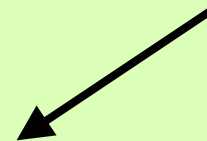
Instrumentelle Analytik
(Verbindungsauswahl!
favorisiert: Multianalytmethoden)

Bioassay (estrogene Wirkung)

GC-MS/MS
LC-MS/MS

E(strogen)-Screen-Assay

Umweltkonzentrationen häufig
in der Nähe der Nachweis-
bzw. Bestimmungsgrenze!



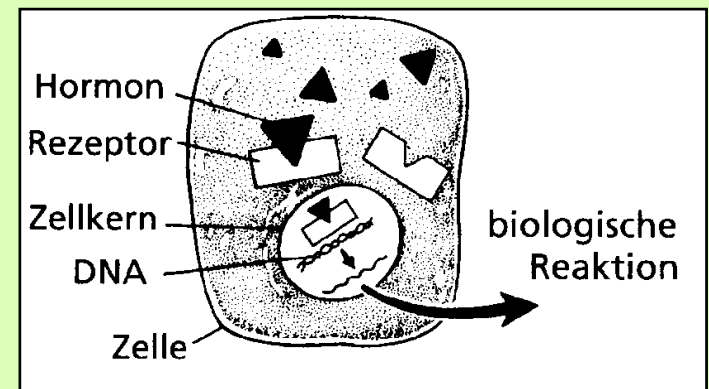
Kombination

Stoff(e) ↔ *Wirkung*

Nachweis estrogenen Wirkung: E-Screen-Assay

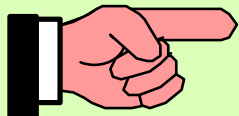
- in vitro- Proliferationstest mit einer humane Brustkrebszelllinie (MCF-7)
- Effekt: Zellen teilen sich vermehrt bei Anwesenheit von estrogenartig wirkenden Verbindungen
- Messprinzip/Quantifizierung:
Kolorimetrische Proteinbestimmung

*Voraussetzung für einen Effekt:
Bindung an den Estrogenrezeptor*



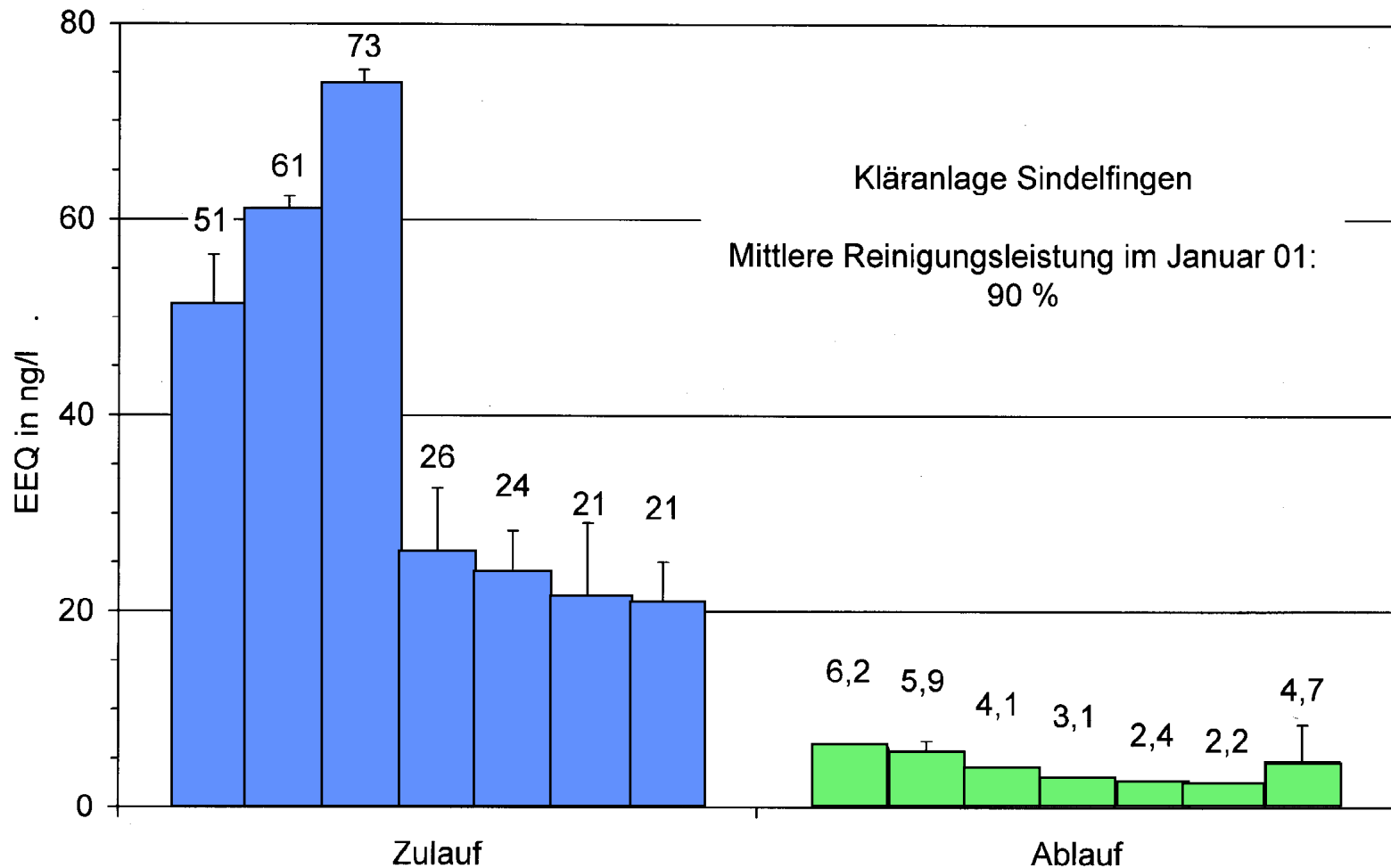


» . . . soweit das Uninteressante. Und nun zum
Langweiligen . . . «



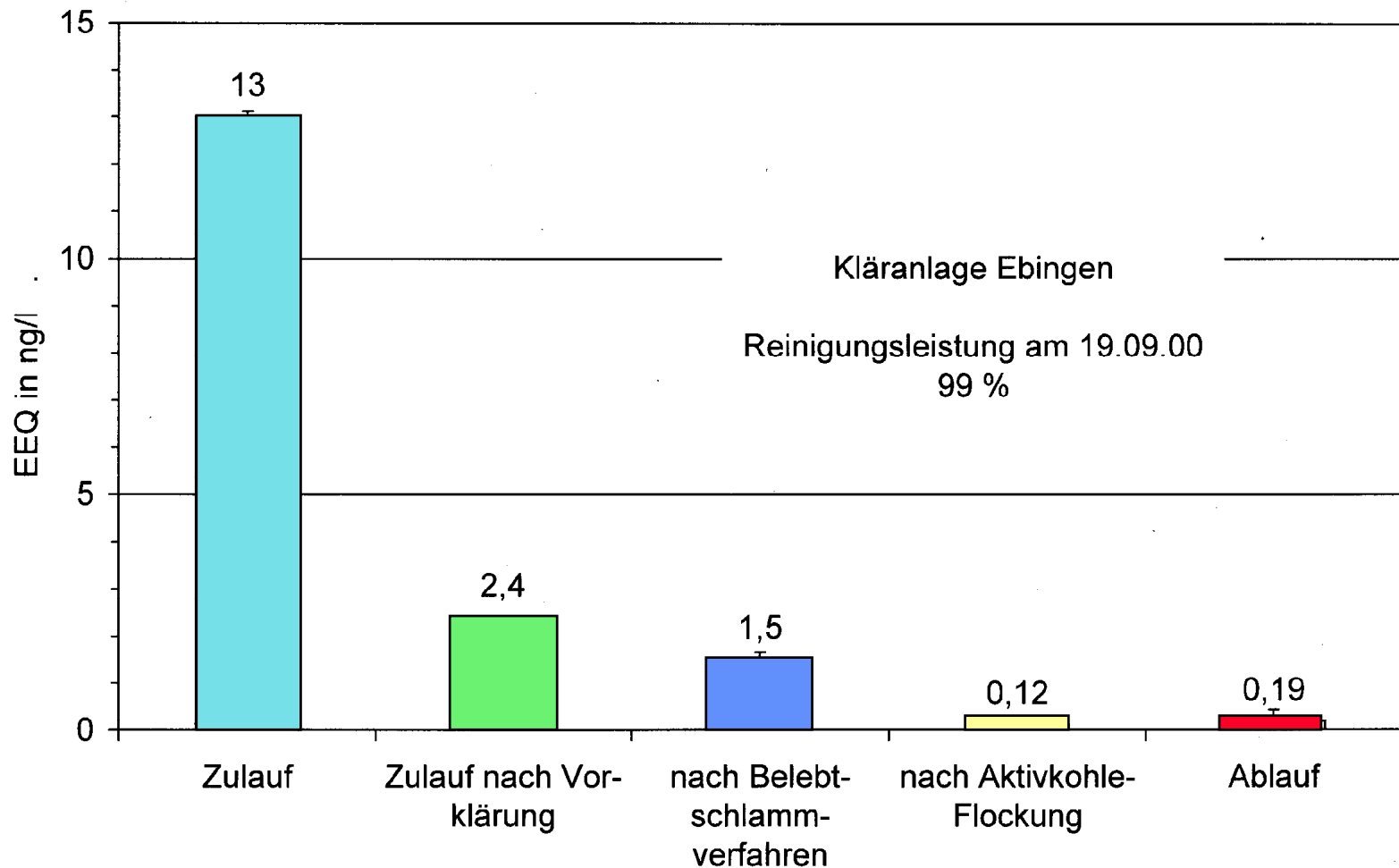
einige **UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE**

Wochenganglinie Zu-/Ablauf Kläranlage (E-Screen)

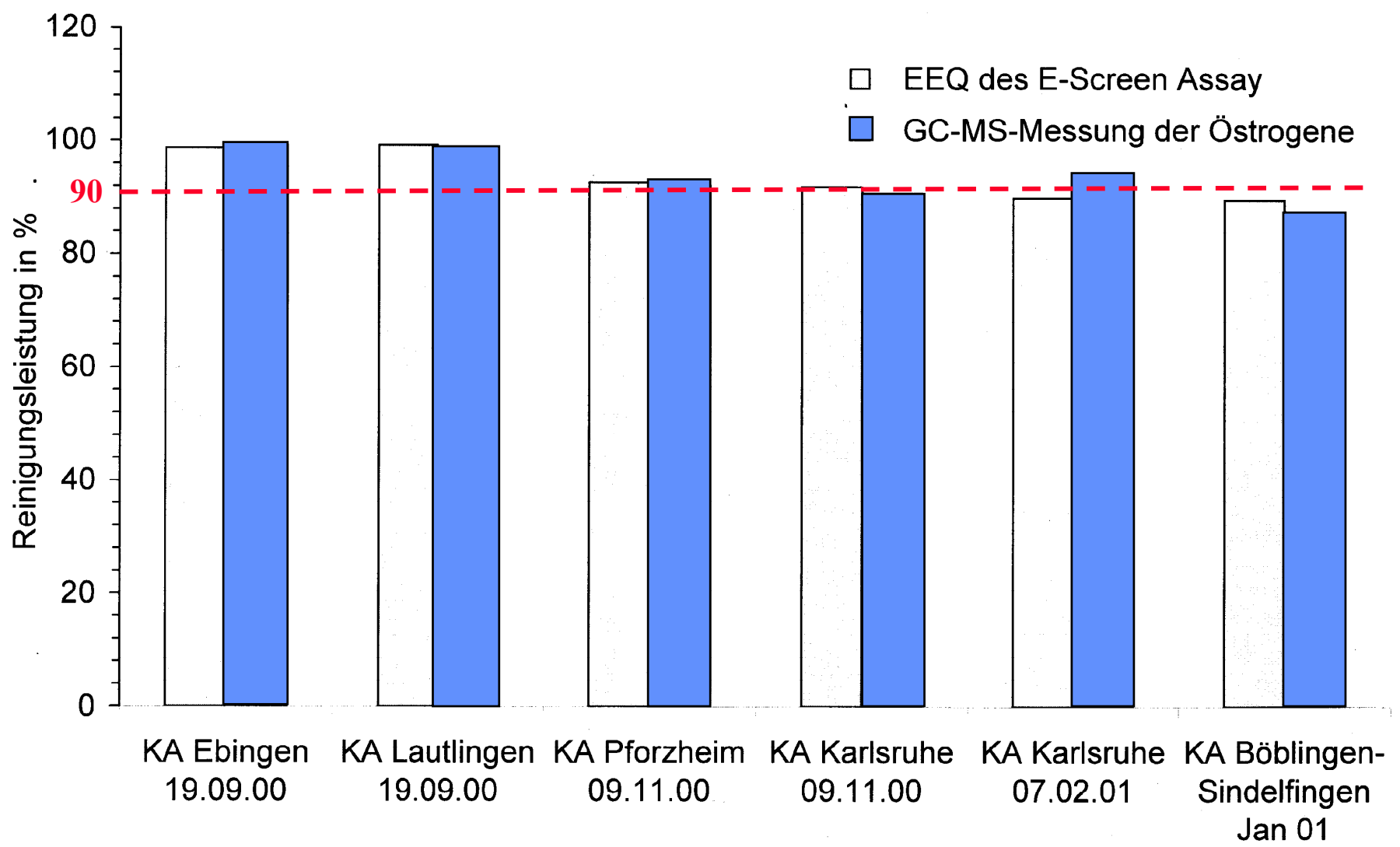


Wirkung hauptsächlich durch natürliche und synthetische Estrogene verursacht

Einzelstufenbeprobung von Kläranlagen (E-Screen)



Eliminierung von estrogenartig wirkenden Stoffen in Kläranlagen



Die Ablaufkonzentrationen liegen meist **deutlich über den Wirkkonzentrationen**.
In einigen Fällen müsste das Abwasser des Kläranlagenablaufes mindestens um den Faktor 10 im Vorfluter verdünnt werden, um unter die Wirkschwelle zu kommen

Arzneimittelwirkstoffe


Grundwasser

TZW



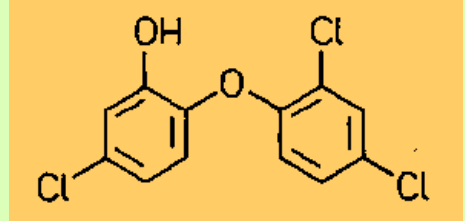
- 105 Grundwassermessstellen in Baden-Württemberg (mehrfach beprobt)
- in 80% der Proben war mindestens eine von 74 ausgewählten Wirkstoffen /Metaboliten vorhanden
- Konzentrationen 10- mehrere 100 ng/L
- Ursache: Beeinflussung des Grundwassers durch Abwasser

Wirkung von organischen Spurenstoffen

Humantoxizität  Ökotoxizität

Wirkung bei niedrigen Konzentrationen,
aber lebenslanger Exposition?

Triclosan - Verwendung



in Körperpflegemitteln als desodorierender Zusatz und Konservierungsmittel (zugelassen in Konzentrationen bis 0,2 %)

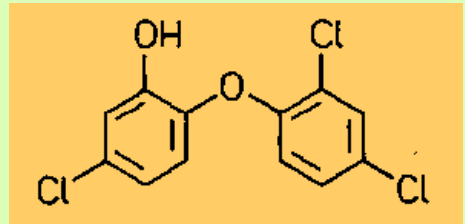
in Haushaltsreinigern, Plastikschrüsseln, Gefrierbeuteln, Haushaltstüchern

in Textilien (z.B. Sportkleidung)

in pharmazeutischen Präparaten

als antiseptisches Additiv in Polymeren (in Putz und Tapeten für Feuchträume)

Triclosan - Unerwünschte Eigenschaften



allergenes Potential (Steinkjer und Braathen 1988)

Persistenz

bioakkumulierbar, beispielsweise in Fischen als Methyletherderivat (Miyazaki et al. 1988)

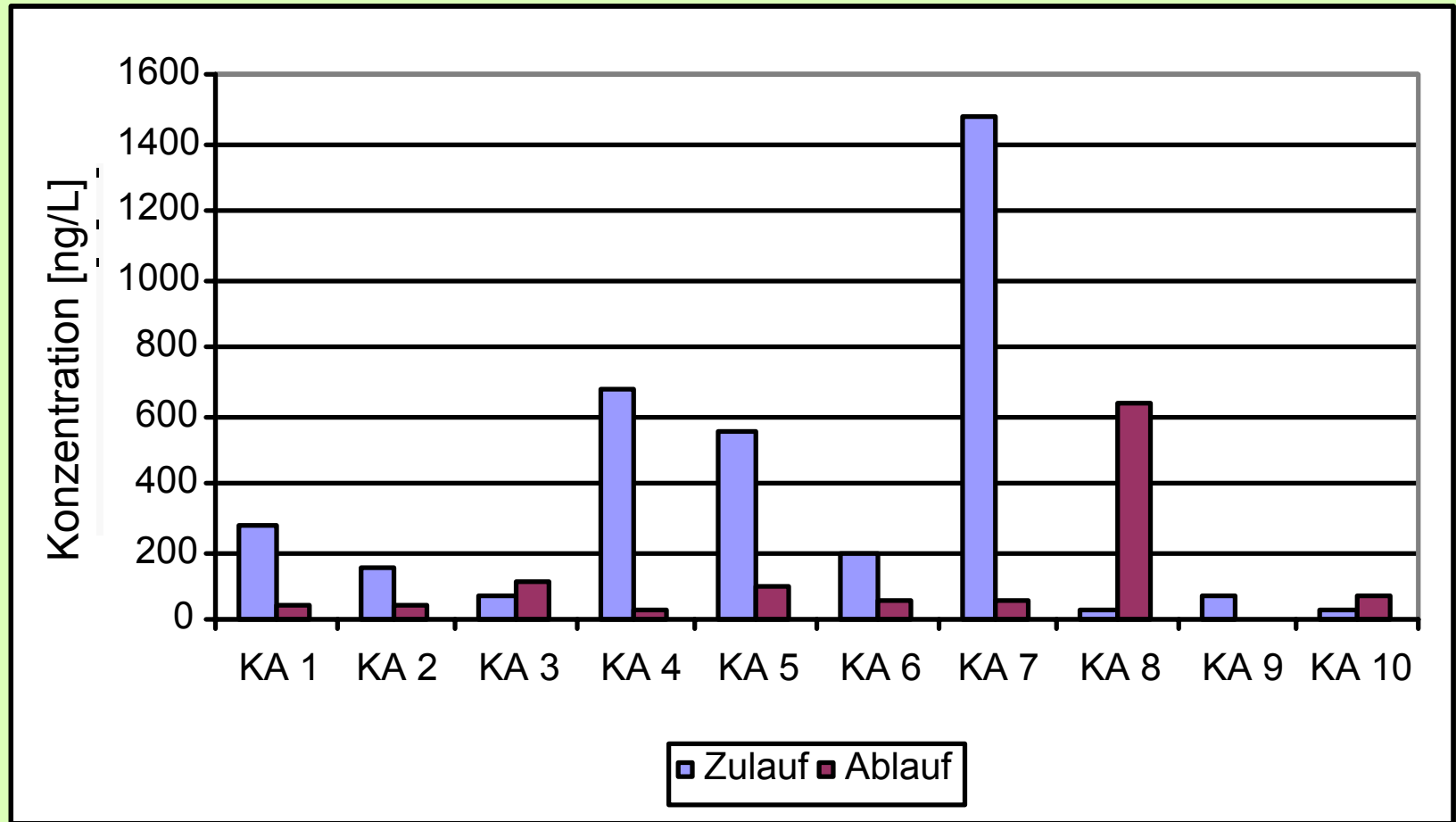
Ausbildung von Resistenzen (McMurray 1998)

Triclosan mit Dioxin verunreinigt ? (Umweltbundesamt 2000)

in Gegenwart von Basen, UV-Licht oder bei thermischer Anregung entstehen aus Triclosan Dioxine und Furane (Nilsson et al. 1974, Kanetoshi et al. 1988)

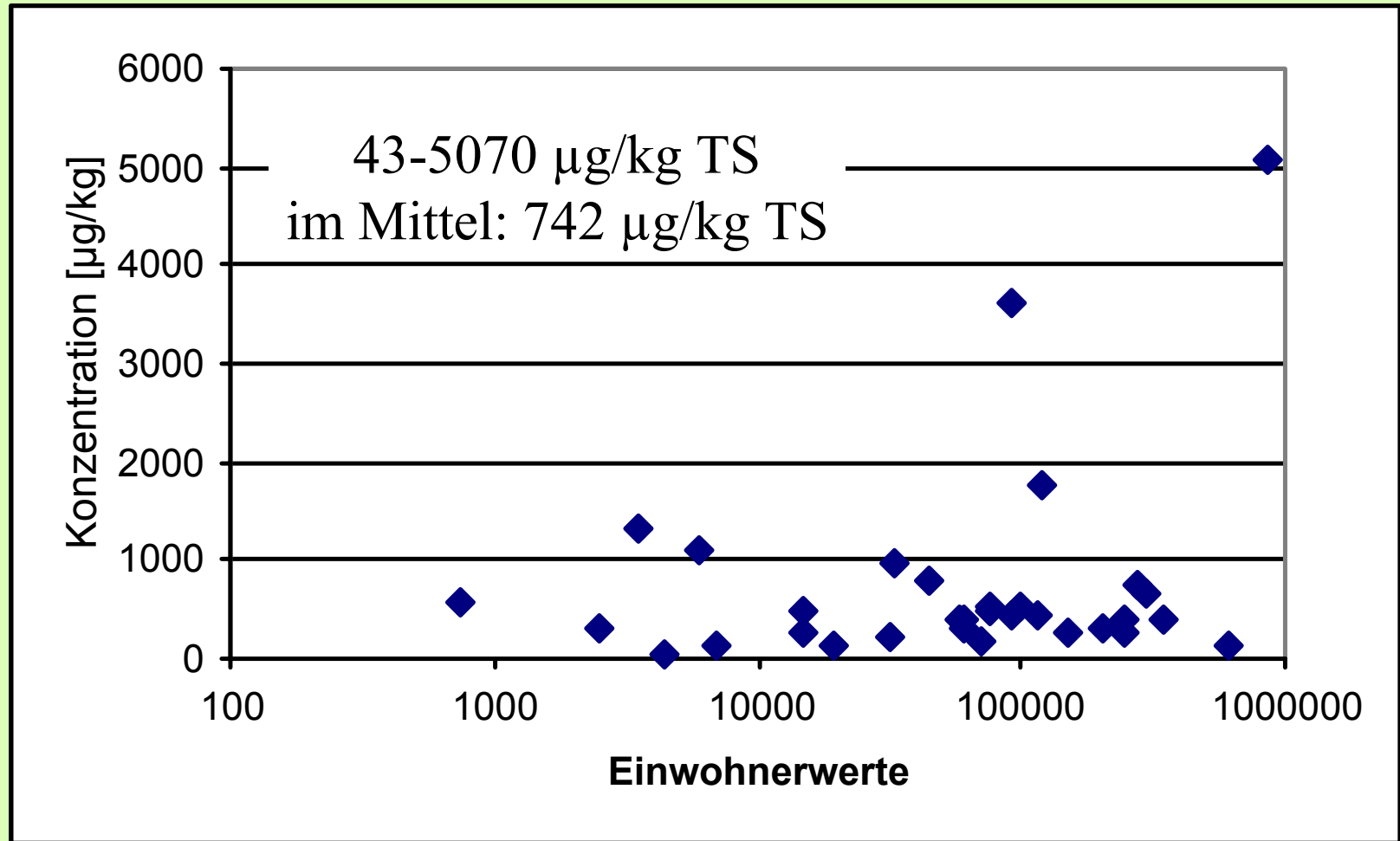
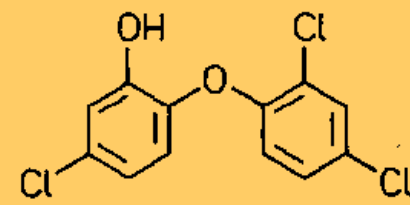
Triclosan im Abwasser

Zu- und Ablauf von 10 Kläranlagen in BW



unvollständige Eliminierung in Kläranlagen
(führt zum Eintrag der Substanz in die Oberflächengewässer)

Triclosan in 30 Klärschlämmen



starke pH-Abhängigkeit der Sorption

Triclosangehalte in verschiedenen Artikeln (I)

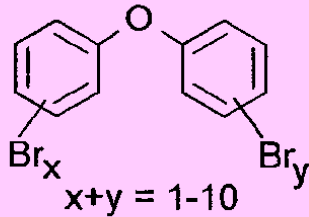
Probenart	Triclosankonzentration [$\mu\text{g}/(\text{kg Trockengewicht})$]
Wasserpflanze 1 *	84
Wasserpflanze 2 *	1403
Wasserpflanze 3 *	311
Gefrierbeutel	213
Camembertverpackung	12
Teures Katzenstreu	440
Billiges Katzenstreu	2,5

* aus Vorfluter KA 5 (10 ng/L Triclosan); Hexachlorophen 116-577 $\mu\text{g}/\text{kg TS}$

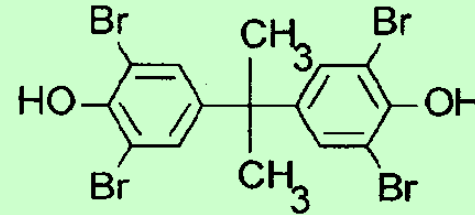
Triclosangehalte in verschiedenen Artikeln (II)

Probenart	Triclosankonzentration [$\mu\text{g}/(\text{kg Trockengewicht})$]
Nicht-recyceltes Toilettenpapier	29
Recyceltes Toilettenpapier	112
Tampon 1	36
Tampon 2	3,4
Druckerpapier weiss	7,1
Tageszeitung	41,2
Kartonage	87
Recyceltes Wischtuch	28

Polybromierte Flammschutzmittel



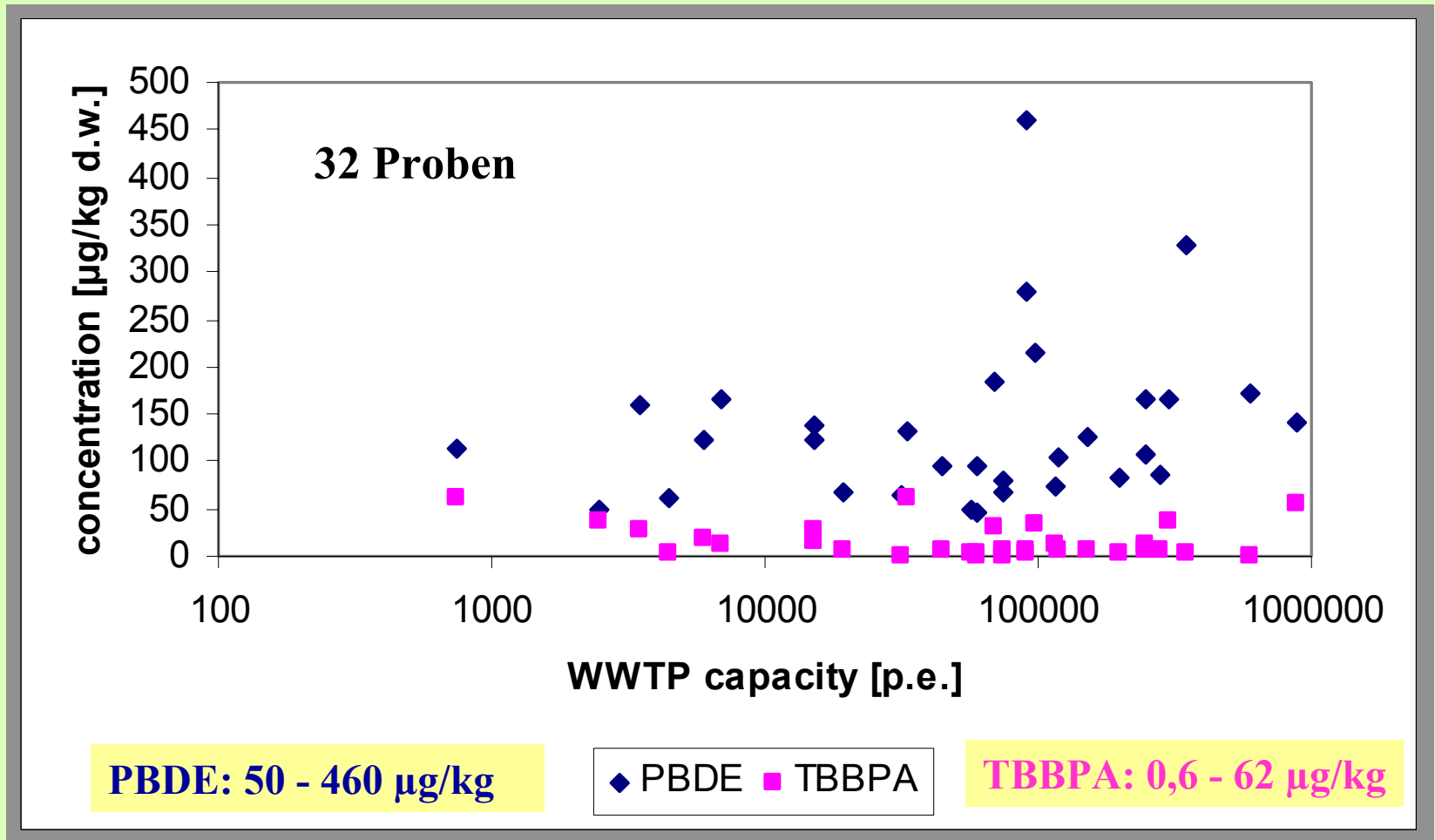
polybrominated diphenyl ethers
(PBDEs)



tetrabromobisphenol A
(TBBPA)

- Verwendung als Flammschutzmittel in Plastikartikeln, Textilien, Farben, elektronischen Bauteilen, Computergehäusen, u.a.
- Gesamtweltproduktion ca. 150 000 t pro Jahr
- TBBPA: hohe Toxizität für Daphnien; bioakkumulierbar
PBDE: ruft dioxinähnliche Effekte hervor; bioakkumulierbar
(Verdoppelung der Konzentration in Muttermilch alle 5 Jahre)

Konzentrationen von Flammschutzmitteln in Klärschlamm von Kläranlagen in Baden-Württemberg



Zusammenfassung

Organischen Spurenstoffe stellen heute eine der Hauptherausforderungen für die Abwasserreinigung dar

Klärschlamm ist eine Senke für viele dieser Schadstoffe

Identifizierung und Nachweis von Problemstoffen ist nicht trivial und kann durch instrumentelle Analytik und/ oder über die biol. Wirkung (Bioassays, Umwelteffekte) erfolgen

Reduzierung / Eliminierung von organischen Spurenstoffen sollte durch Vorsorge und/oder Nachsorge erfolgen (differenzierte Betrachtung der Einzelstoffe notwendig!)

die meisten Stoffe stellen eher ein ökotoxikologische Risiko als ein humantoxikologisches dar (chronische Wirkung?)

*Endokrin wirksame
Substanzen in der Umwelt*

Dr. Peter Spengler
Dr. Susanne Schullerer

Arzneimittel in der Umwelt

Dipl. Ing. Carmen Schneider

E-Screen-Assay

PD Dr. Wolfgang Körner
Dr. Ulrike Bolz
Dr. Bertram Kuch

*Flammschutzmittel
Desinfektionsmittel*

Finanzielle Unterstützung

Ministerium für Umwelt- und Verkehr
Baden-Württemberg