

Amt für Umwelt
Abteilung Abwasser und Anlagensicherheit
Dr. Beat Baumgartner



Volkshochschule Mittelthurgau, 11.11.2013
Hormone und Co., Spurenstoffen auf der Spur

Roter Faden

- 1. Spurenstoffe (Definition, Konzentrationsbereiche, Beispiele)**
- 2. Chemikalieneinsatz in der Schweiz**
- 3. Eintragspfade von Spurenstoffen**
- 4. Der Weg vom Mensch ins Gewässer**
- 5. Chemische Analytik und Biotests**
- 6. Mögliche Effekte von Spurenstoffen**
- 7. Untersuchungen des Amts für Umwelt 2001 bis 2005**
- 8. Bodenseeuntersuchungen der IGKB 2008**
- 9. Möglichkeiten zur Verminderung des Stoffeintrags in die Gewässer**
- 10. Herausforderungen für die Zukunft**

Definition Spurenstoffe

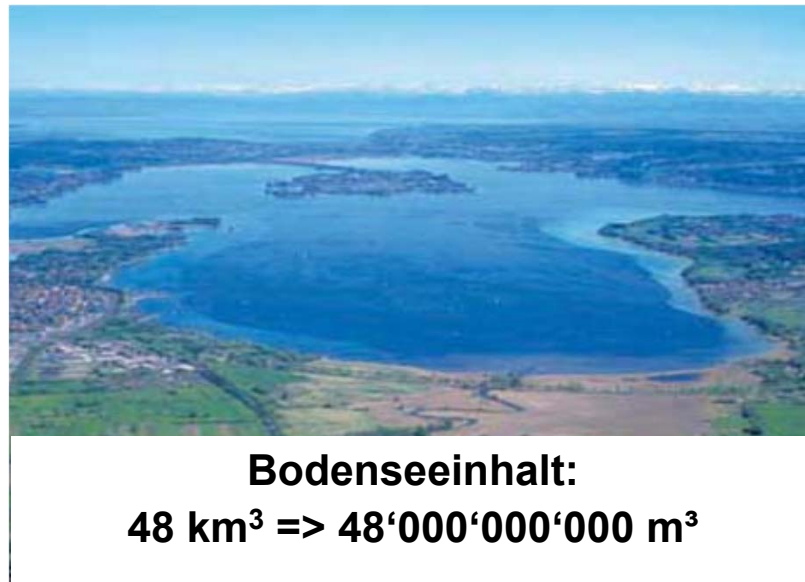
- **Spurenstoffe** sind Stoffe, die in **geringen Konzentrationen** in Gewässern vorkommen.
Über die Art und Wirkung der Stoffe wird mit dieser Bezeichnung keine Aussage gemacht.
- Heute wird auch der Begriff **Mikroverunreinigungen** häufig verwendet, der zunächst ebenfalls die geringe Konzentration („Mikro“) in den Vordergrund stellt, aber auch andeutet, dass diese **Stoffe im „rein natürlichen“ Wasser nicht vorkommen**.
Beide Begriffe werden oft synonym verwendet.

Chemikalieneinsatz Schweiz

- **Industrie, Gewerbe und Haushalt:** Über 30'000 Stoffe im täglichen Gebrauch.
- **Siedlungsgebiet:** Biozide-Einsatz ca. 2'000 Tonnen/Jahr.
- **Privathaushalte: Arzneimittelkonsum** mehr als 500 Tonnen/Jahr, davon gelangen ca. 170 Tonnen durch Ausscheidungen ins Abwasser.
- **Landwirtschaft:** Pflanzenschutzmittel-Einsatz rund 1'300 Tonnen/Jahr.

Was heisst in geringen Konzentrationen?

- $\mu\text{g/L}$: Mikrogramm pro Liter $\Rightarrow$ millionstel Gramm pro Liter
- ng/L : Nanogramm pro Liter $\Rightarrow$ milliardstel Gramm pro Liter
- pg/L : Pikogramm pro Liter $\Rightarrow$ billionstel Gramm pro Liter



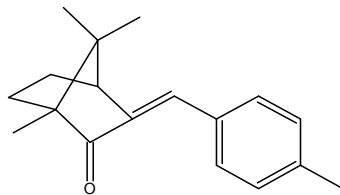
ca. $0.6 \mu\text{g/L}$

ca. 1.0 ng/L

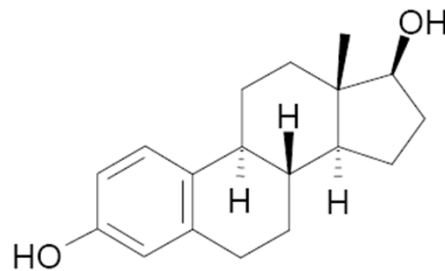
ca. 1.0 pg/L

Vertreter von Spurenstoffen: Chemie mit Charme

Hormonaktive Stoffe

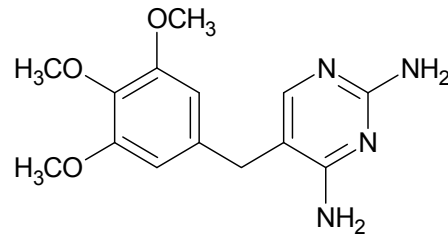


UV-Filter
(4-MBC9)

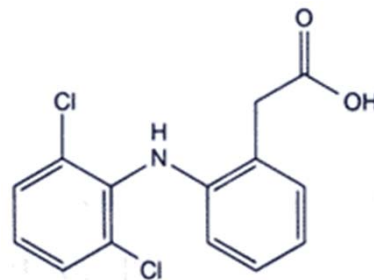


Nat. Östrogen
(Östradiol)

Arzneimittel

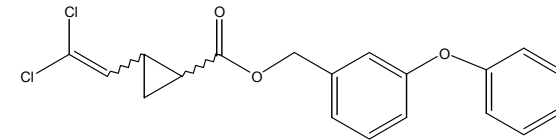


Antibiotika
(Sulfonamid)

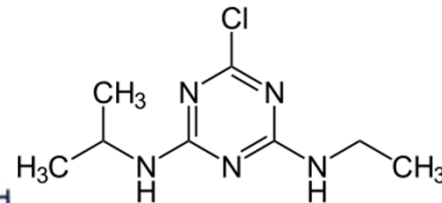


Entzündungs-
hemmer
(Diclofenac)

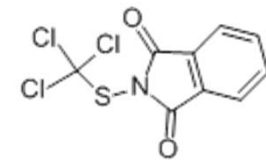
Pestizide



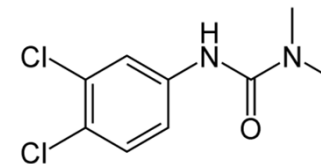
Insektizide
(Permethrin)



Herbizide
(Atrazin)

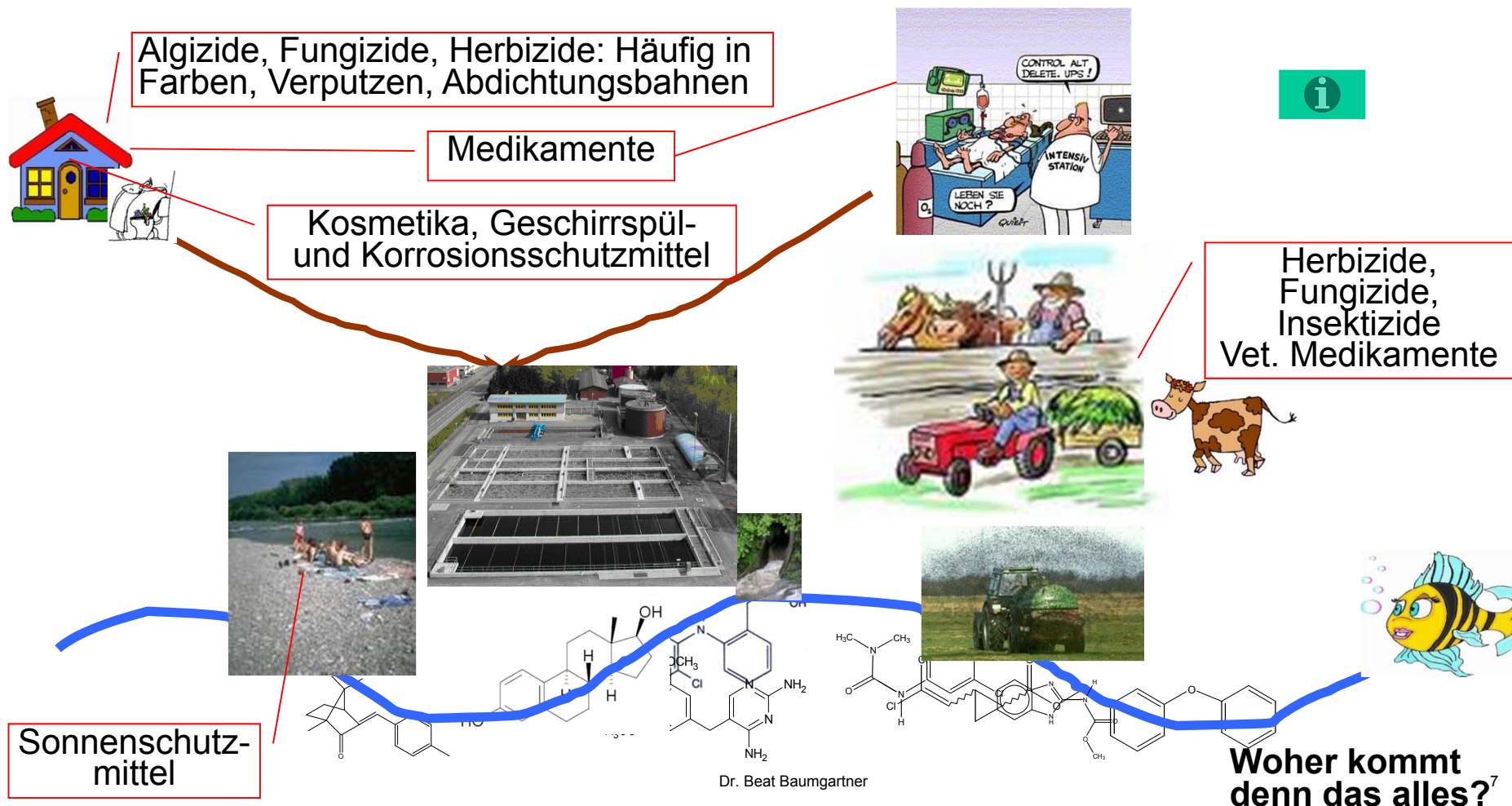


Fungizide
(Captan)



Algizide
(Diuron)

Eintragspfade von Mikroverunreinigungen

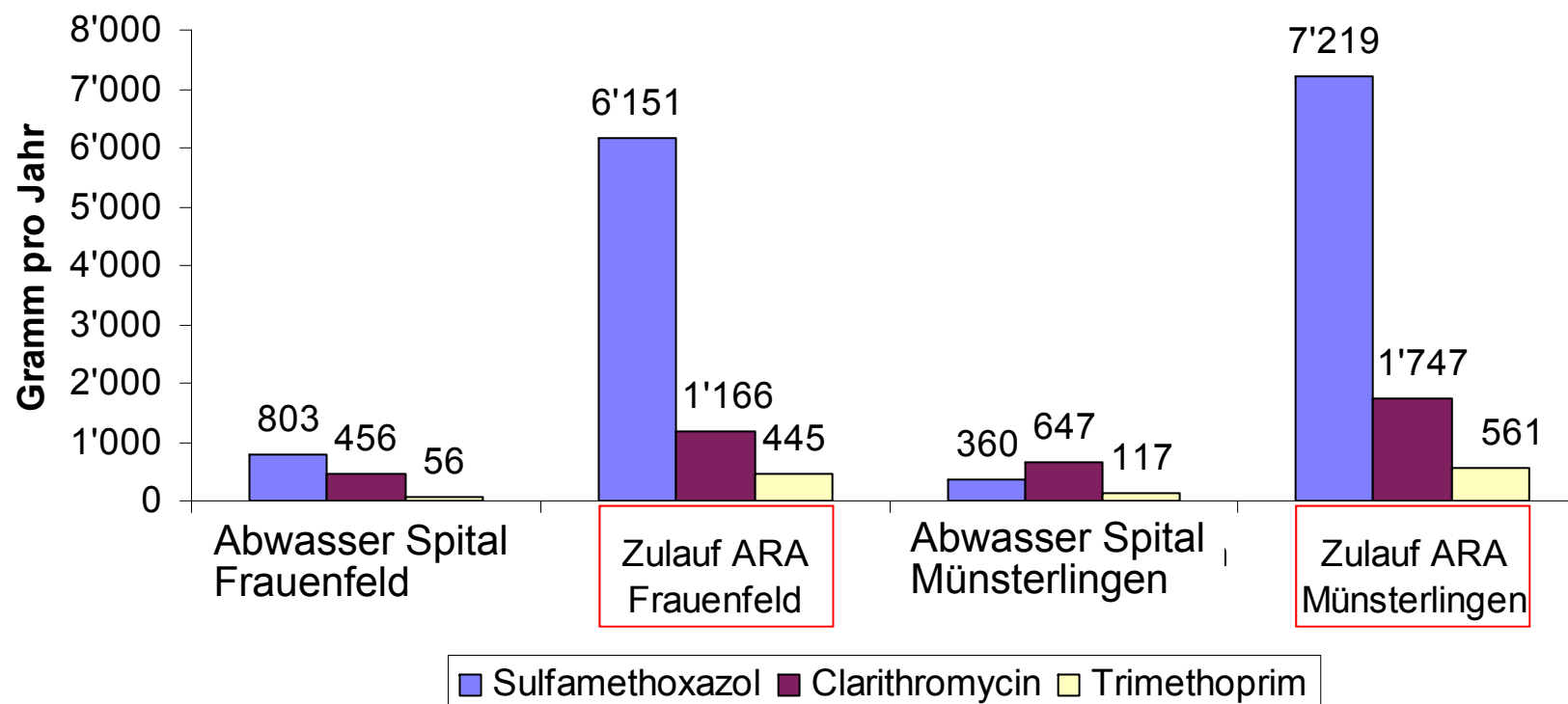


Arzneimittel-Untersuchungen 2004 im Abwasser der Spitäler sowie der Kläranlagen Frauenfeld und Münsterlingen

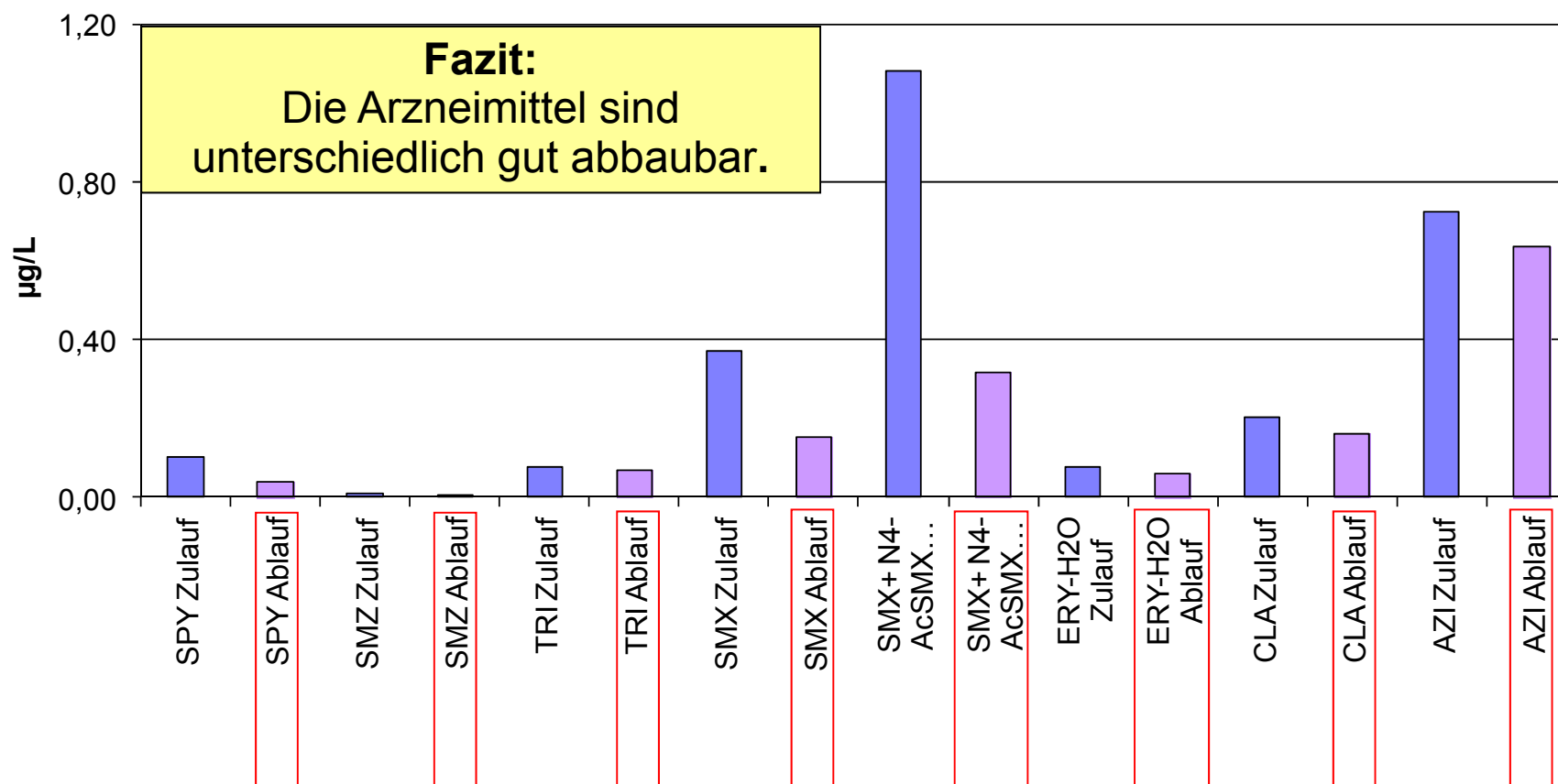
Stoffname	Anwendungsbeispiele
Azithromycin (AZI)	Infektionen der Atemwege sowie bei Infektionen im Hals-Nasen-Ohren-Bereich
Erythromycin (ERY)	Infektionen des Hals-Nasen-Ohren-Bereichs und des Magen-Darm-Trakts, Lungenentzündung
Clarithromycin (CLA)	Bei Magenschleimhautentzündungen und Magengeschwüren (Zwölffingerdarmgeschwür)
Sulfamethoxazol (SMX)	Harnwegsinfektionen
N-Acetyl-Sulfamethoxazol (N4ACSMX)	Umwandlungsprodukt von Sulfamethoxazol
Sulfamethazin (SMZ)	Streptokokken-Infektionen , verschiedene Infektionskrankheiten bei Tieren
Sulfapyridin (SPY)	Rheumatoide Arthritis , Entzündungen des Darmtrakts
Trimethoprim (TRI)	Harnwegsinfektionen

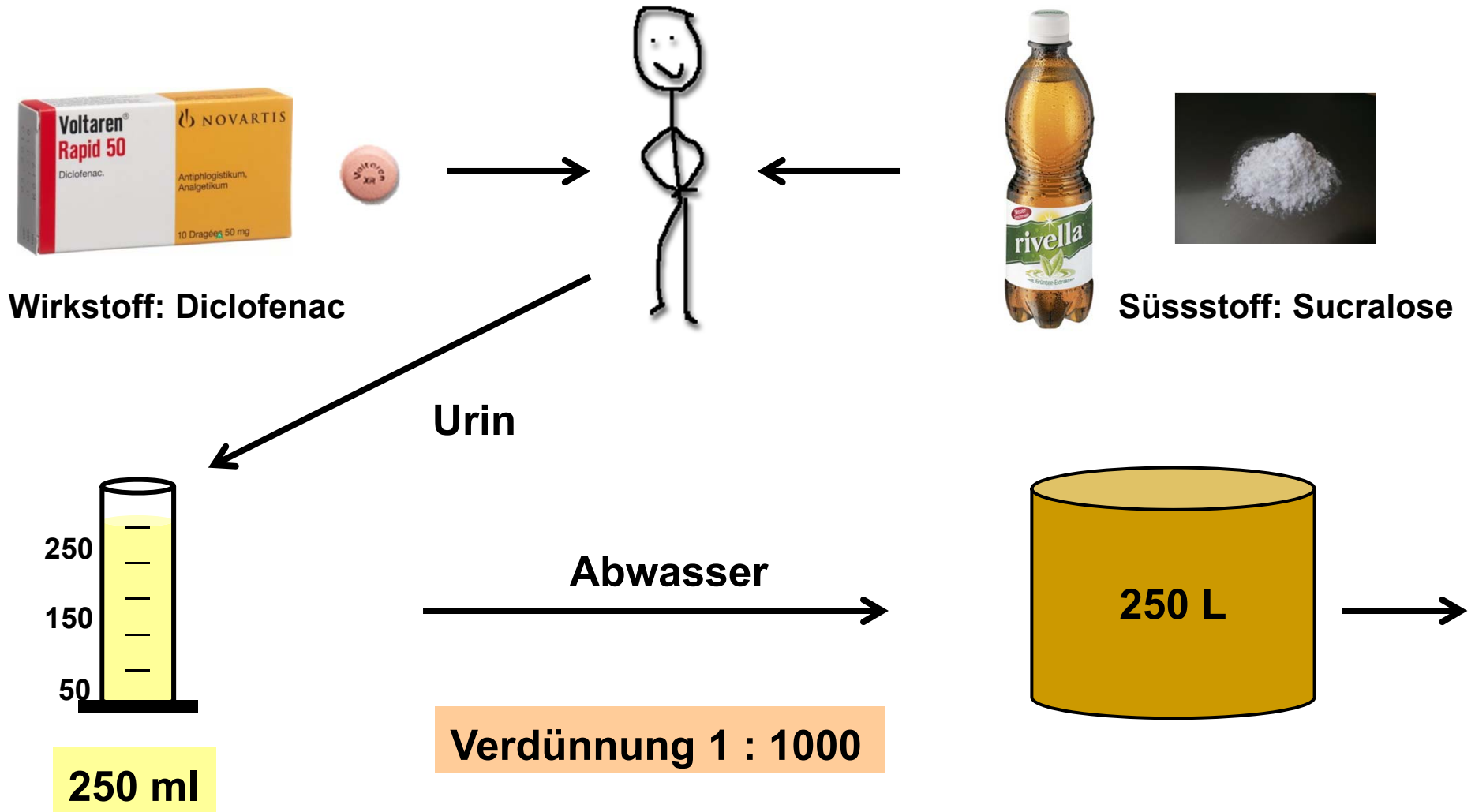
Geschätzte Arzneimittel-Jahresfrachten in den Spitalabwässern und im Zulauf der Kläranlagen (ARA) im Jahr 2004

Fazit: Der grösste Teil der Arzneimittel wird zu Hause und nicht im Spital ausgeschieden.



Arzneimittel-Gehalte im Abwasser der Kläranlage Frauenfeld (Zu- und Ablauf) im Jahr 2004







Wirkstoff: Diclofenac

Süsstoff: Sucralose

ABER:

Jeder 100. Mensch nimmt Diclofenac ein

**Kläranlage:
10.000 Menschen**

2.500.000 L



Verdünnung 1 : 100

10.000





Wirkstoff: Diclofenac

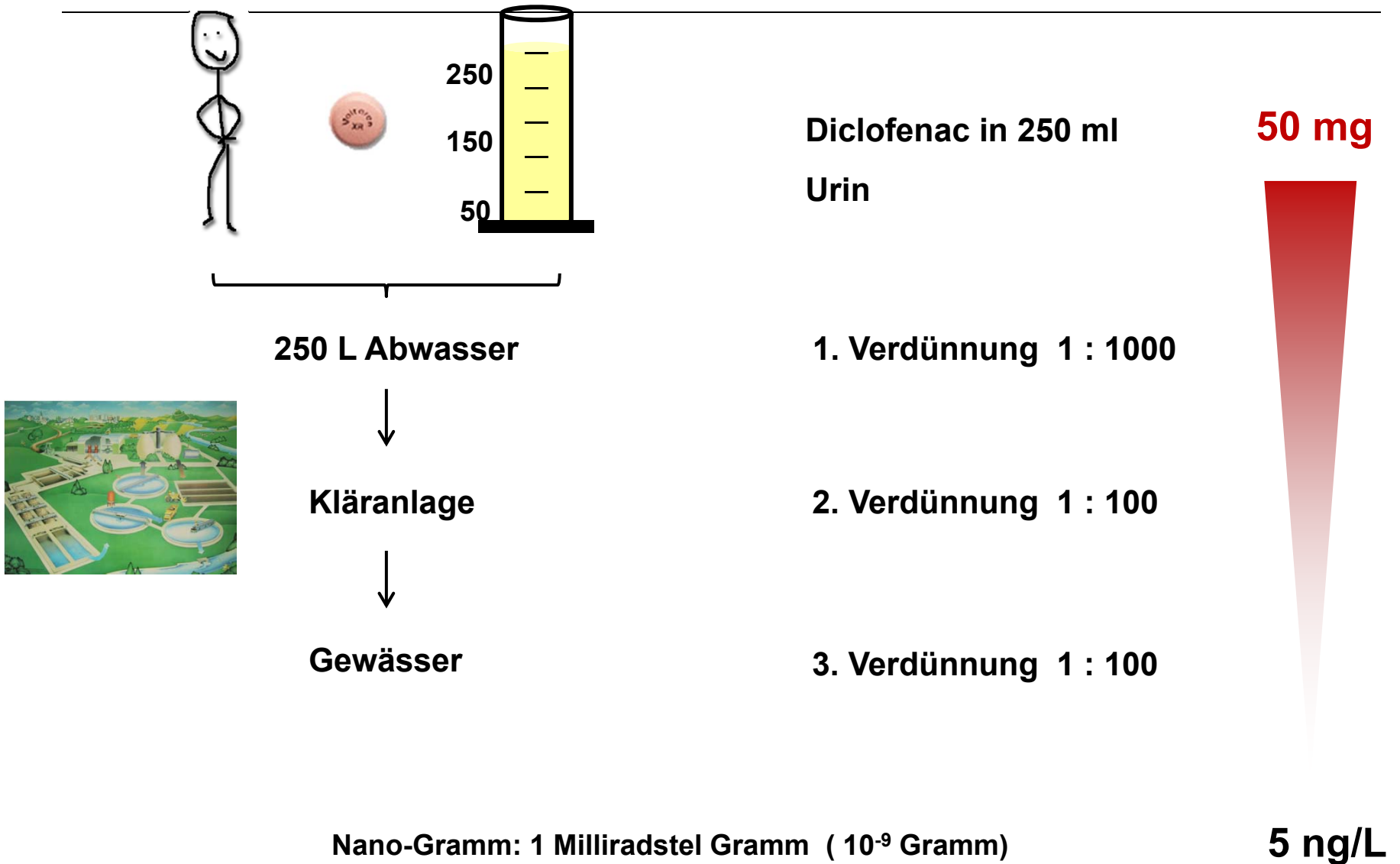


Süsstoff: Sucralose



Thur bei Frauenfeld

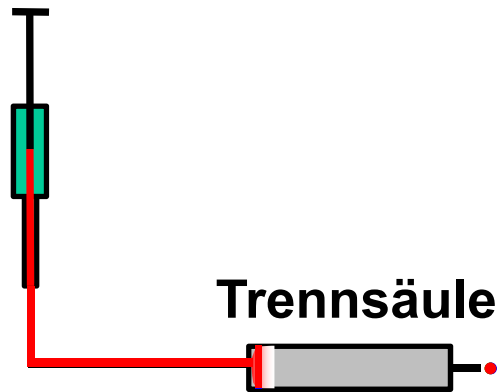
Verdünnung 1 : 100



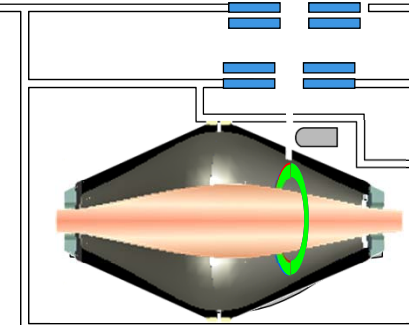
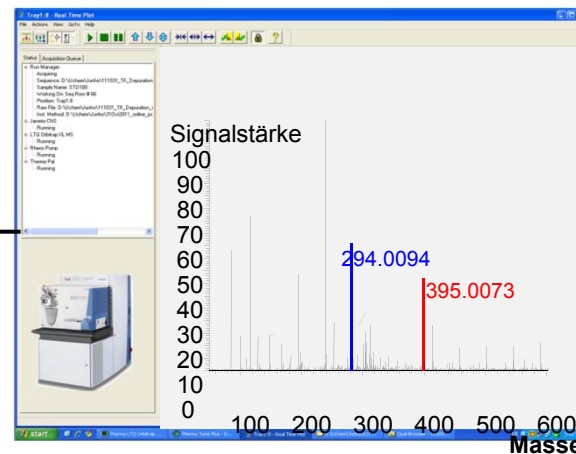
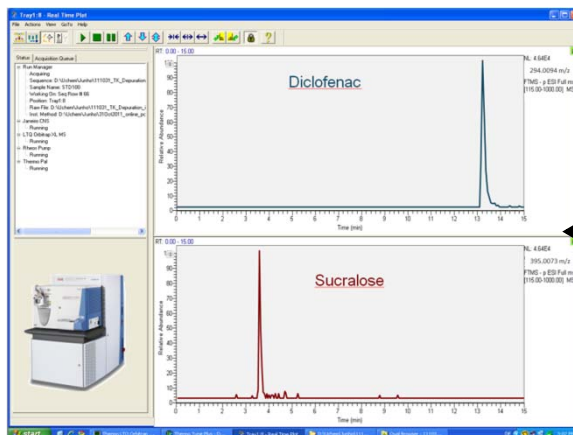
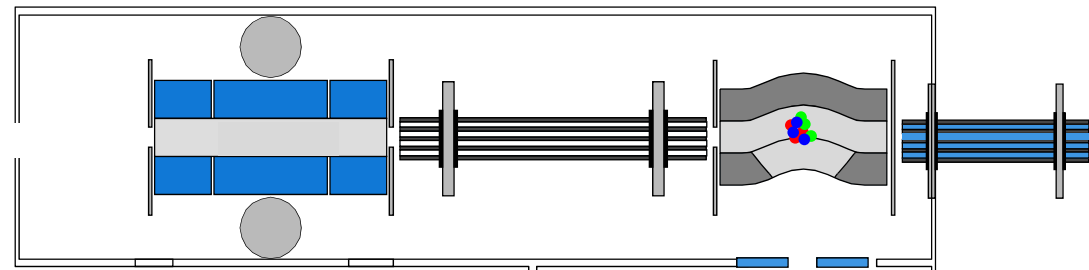


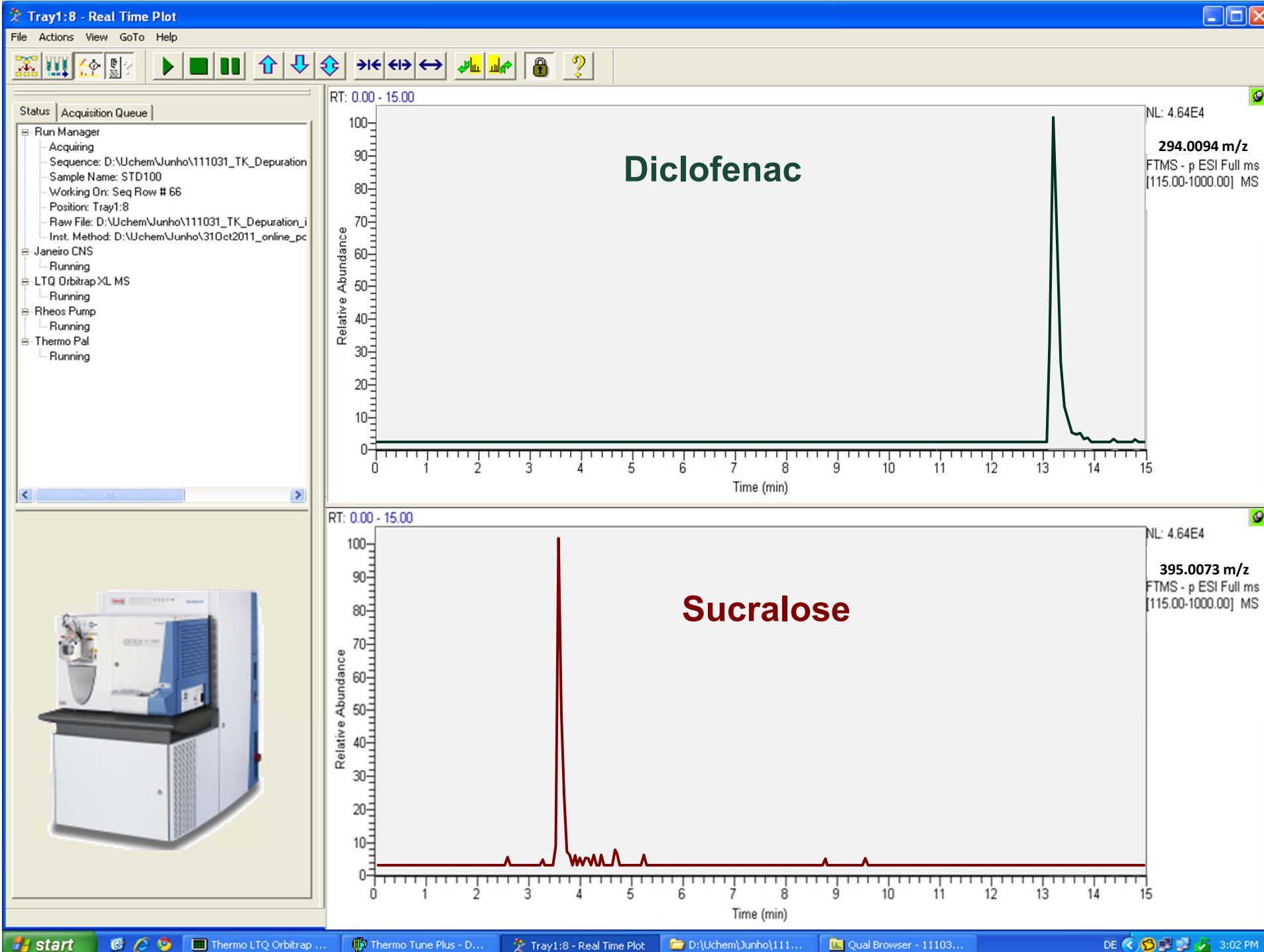
Analytik: HPLC-Massenspektrometer

Probeninjektion

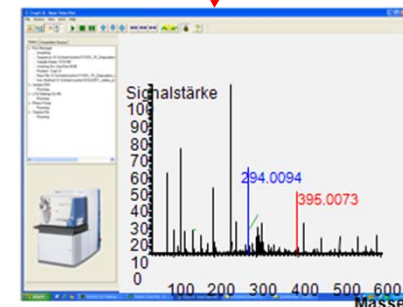
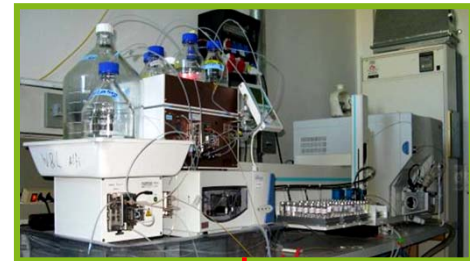
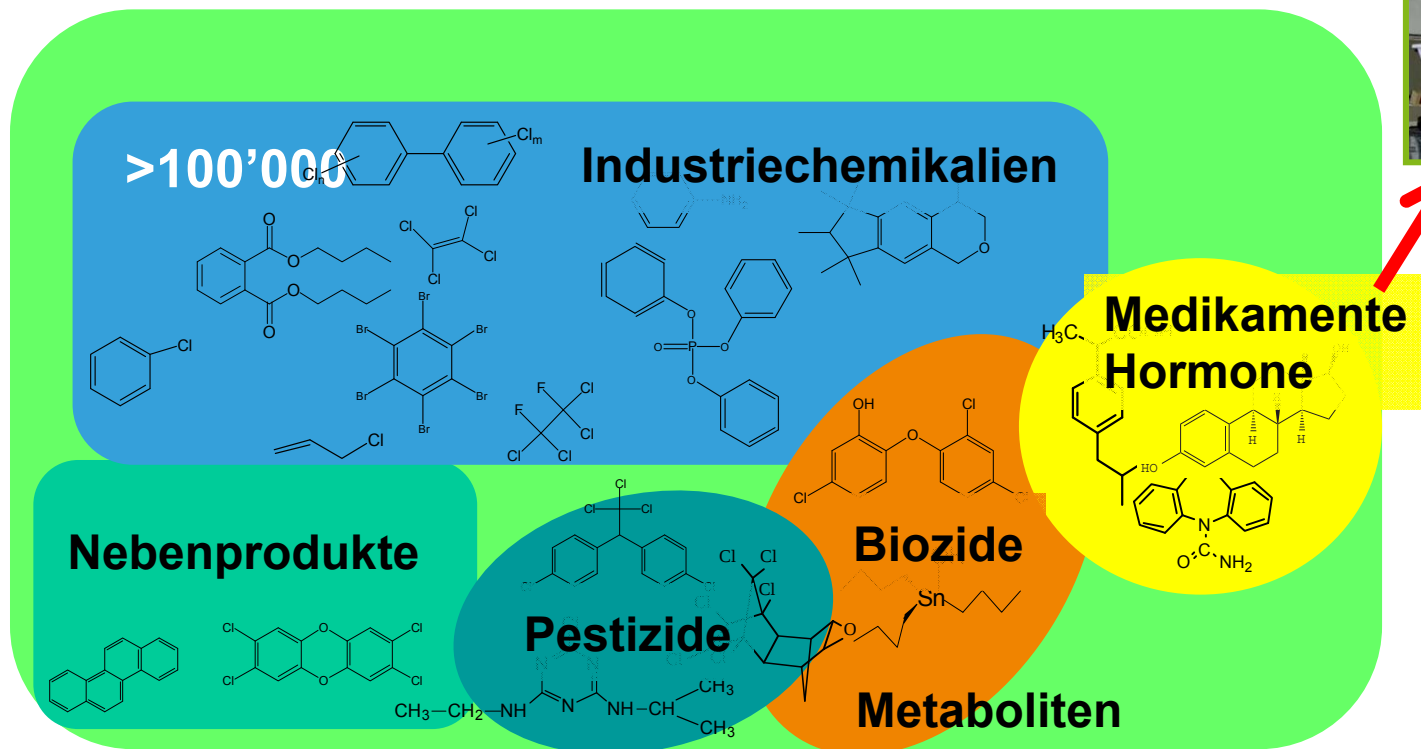


Massenspektrometer





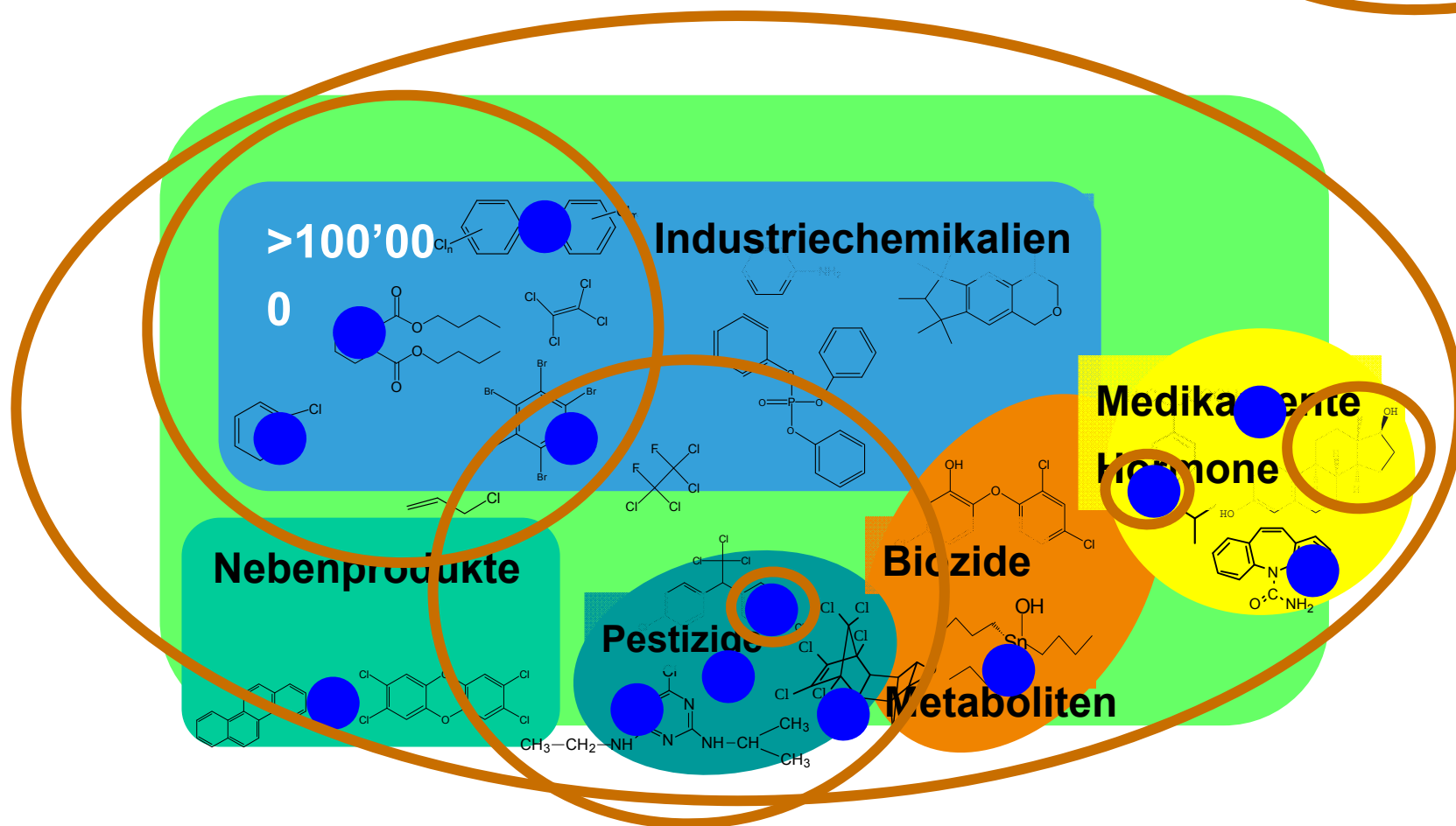
Grenzen der chemischen Analytik



**Chemisch ist nur ein kleiner Teil der
Stoffe nachweisbar**

chemische Analytik

Biotest





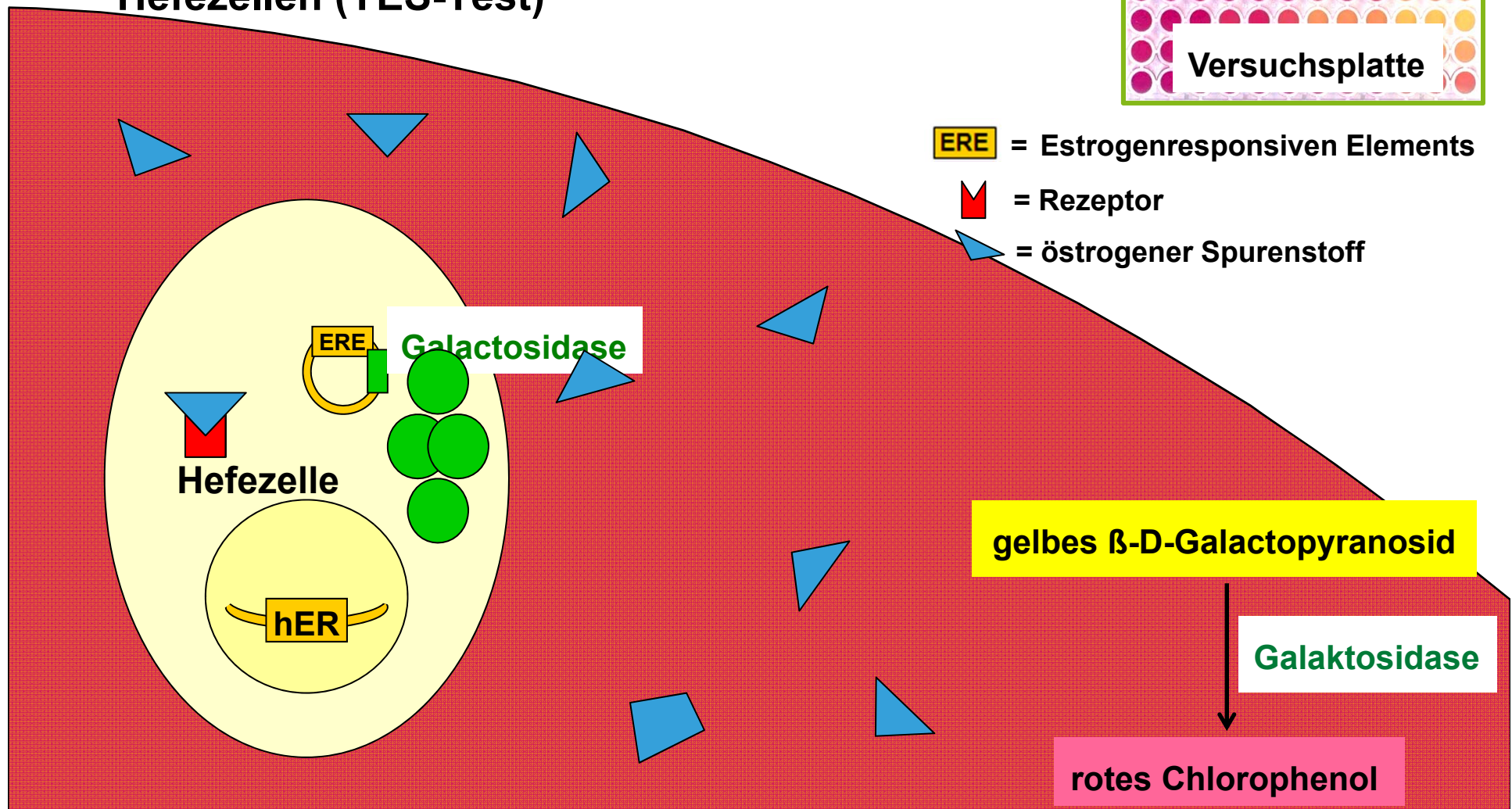
In vitro Biotest mit genetischmodifizierten Hefezellen (YES-Test)



ERE = Estrogenresponsiven Elements

 = Rezeptor

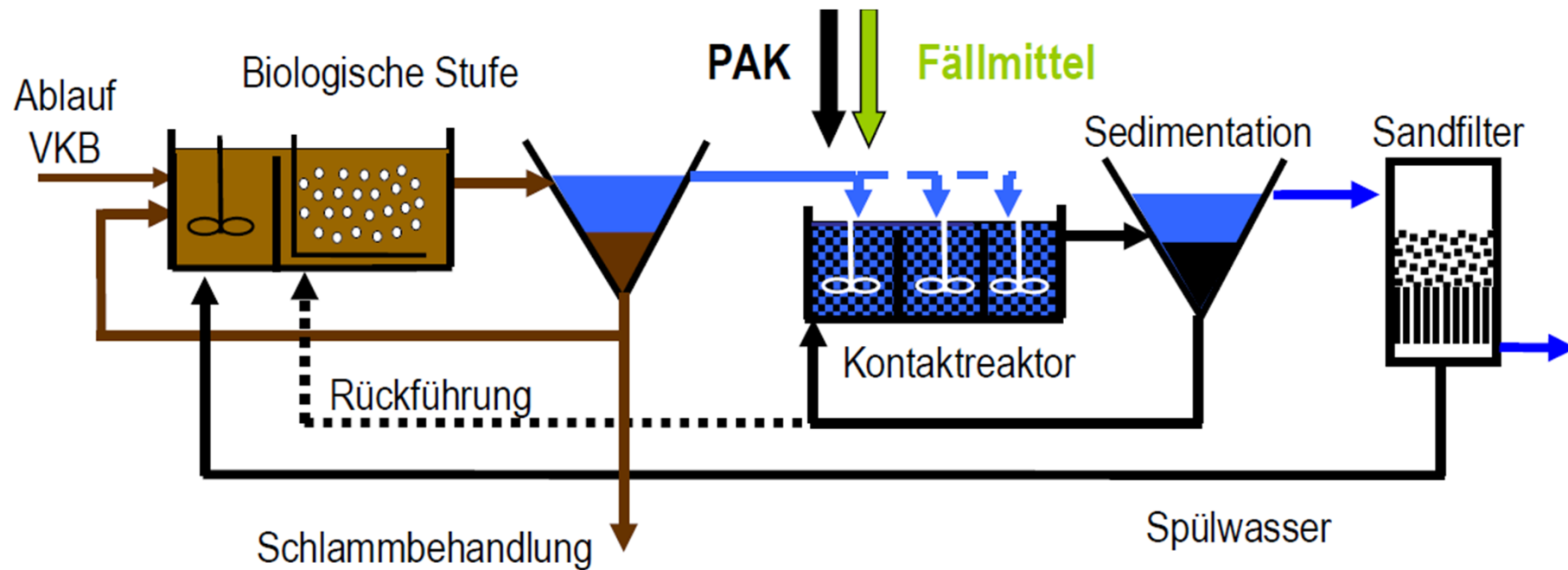
 = östrogener Spurenstoff



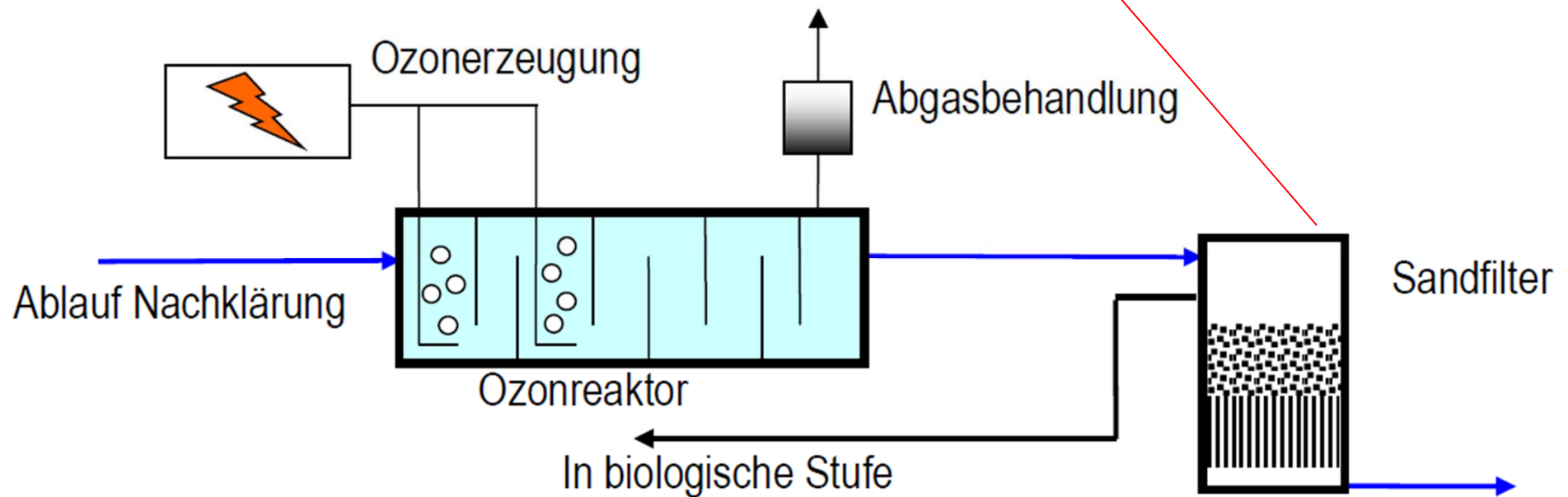
Möglichkeiten zur Verminderung des Stoffeintrags in die Gewässer

- Vermeiden bzw. Vermindern an der Quelle
 - Einsatz von umweltverträglichen Stoffen
 - Anwendungsverbote beachten
 - Bedarfgerechter Einsatz
 - Korrekte Entsorgung
 - Abwasserbehandlung bei der Anfallstelle
- Elimination auf der Kläranlage (dies sollte 2. Priorität haben)
 - Ozonbehandlung
 - Aktivkohlebehandlung

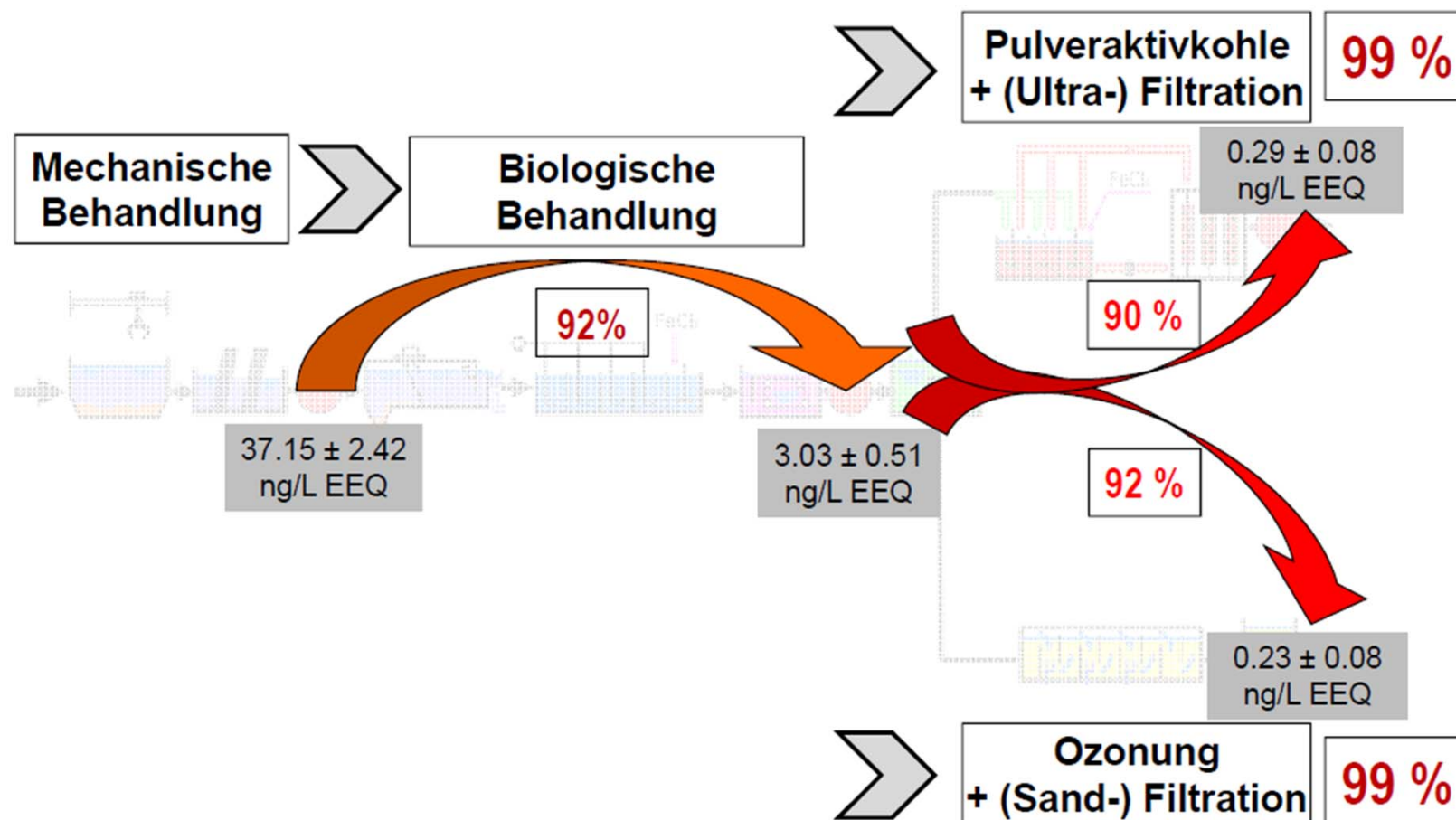
Abwasserbehandlung bei Kläranlage mit PulverAktivKohle



Abwasserbehandlung bei Kläranlage mit Ozon



Elimination der östrogenen Aktivität (YES-Test)



Nach Kienle et al. 2011, Oekotoxzentrum.

Gefährdung für den Menschen?

Aufgrund des heutigen Wissens, stellen die in den Schweizer Gewässern gemessenen Spurenstoffe keine Gefährdung dar.

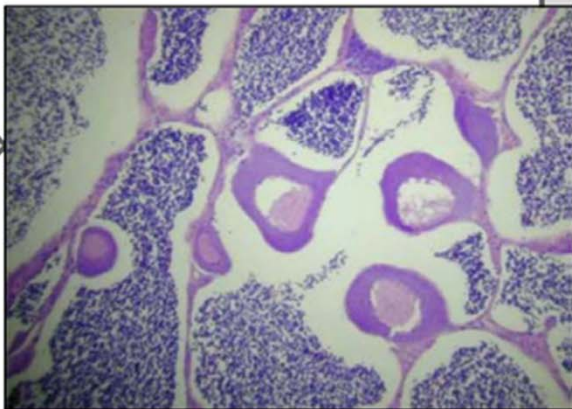


Gefährdung für Wasserlebewesen?

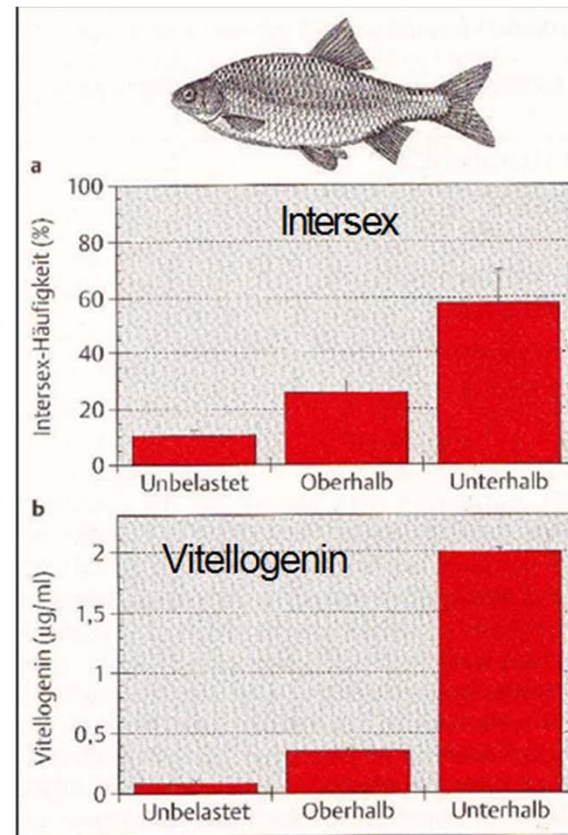
- Für sehr viele Stoffe fehlen heute noch verlässliche ökotoxikologische Daten.
- Es gibt Stoffe,
 - die sehr giftig (Insektizide, hormonaktive Stoffe) sind
 - und solche,
 - die prakt. nicht giftig sind (Süsstoffe)

Verweiblichung von Fischen durch östrogene Stoffe

- Östrogene stimulieren die Produktion von Vitellogenin in der Leber von Fischen



- Eireifung auch in männlichen und juvenilen Fischen

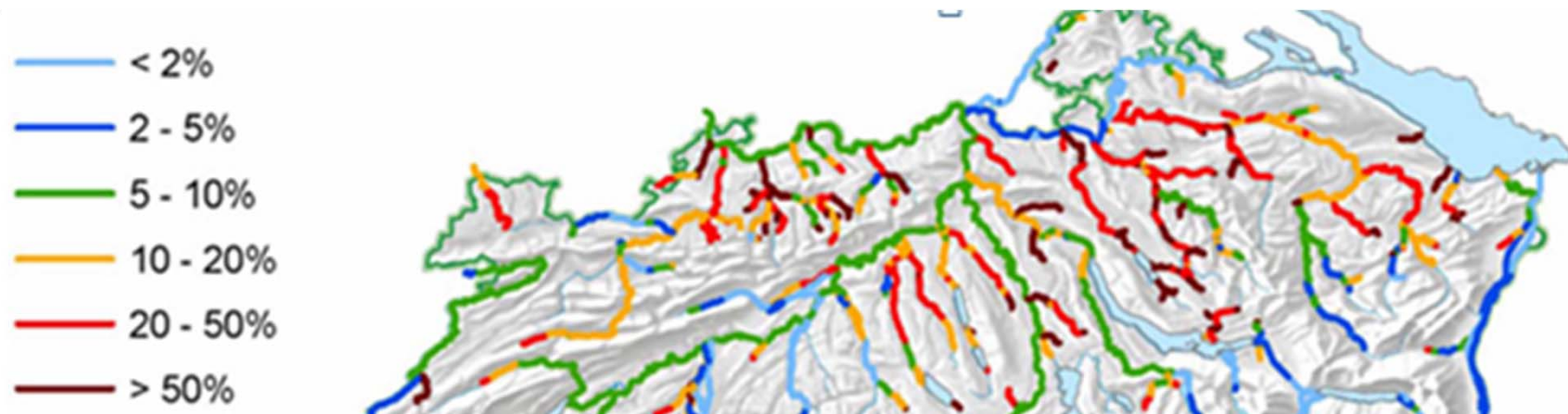


- 1995: Intersex Fische in 86% untersuchter Flüsse unterhalb von Kläranlagen in GB

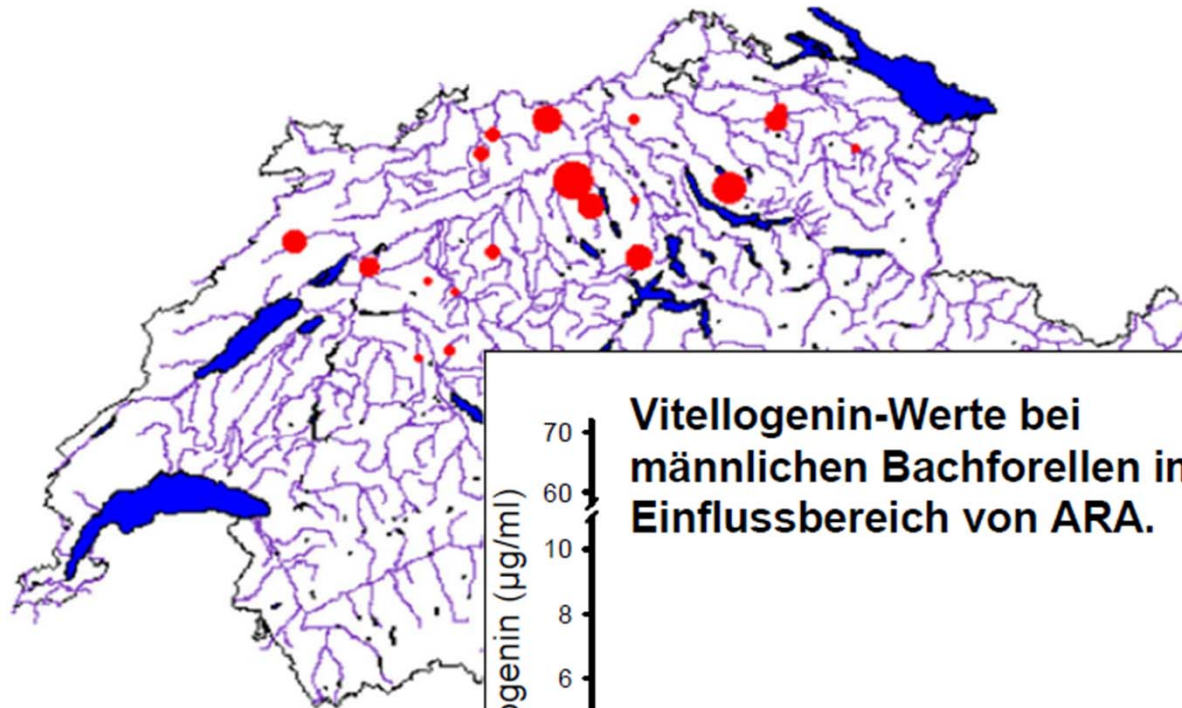
(Jobling et al. 1998, EST 32)

Vitellogenin:
Vorstufe der Dotterproteine, die in der Leber synthetisiert wird.

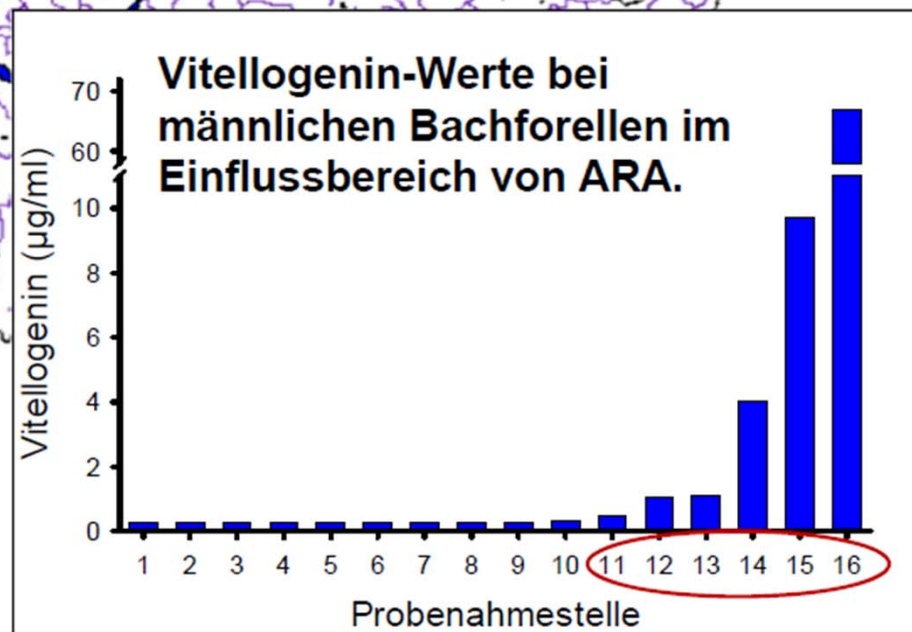
Kläranlagen-Abwasseranteil in Fließgewässern



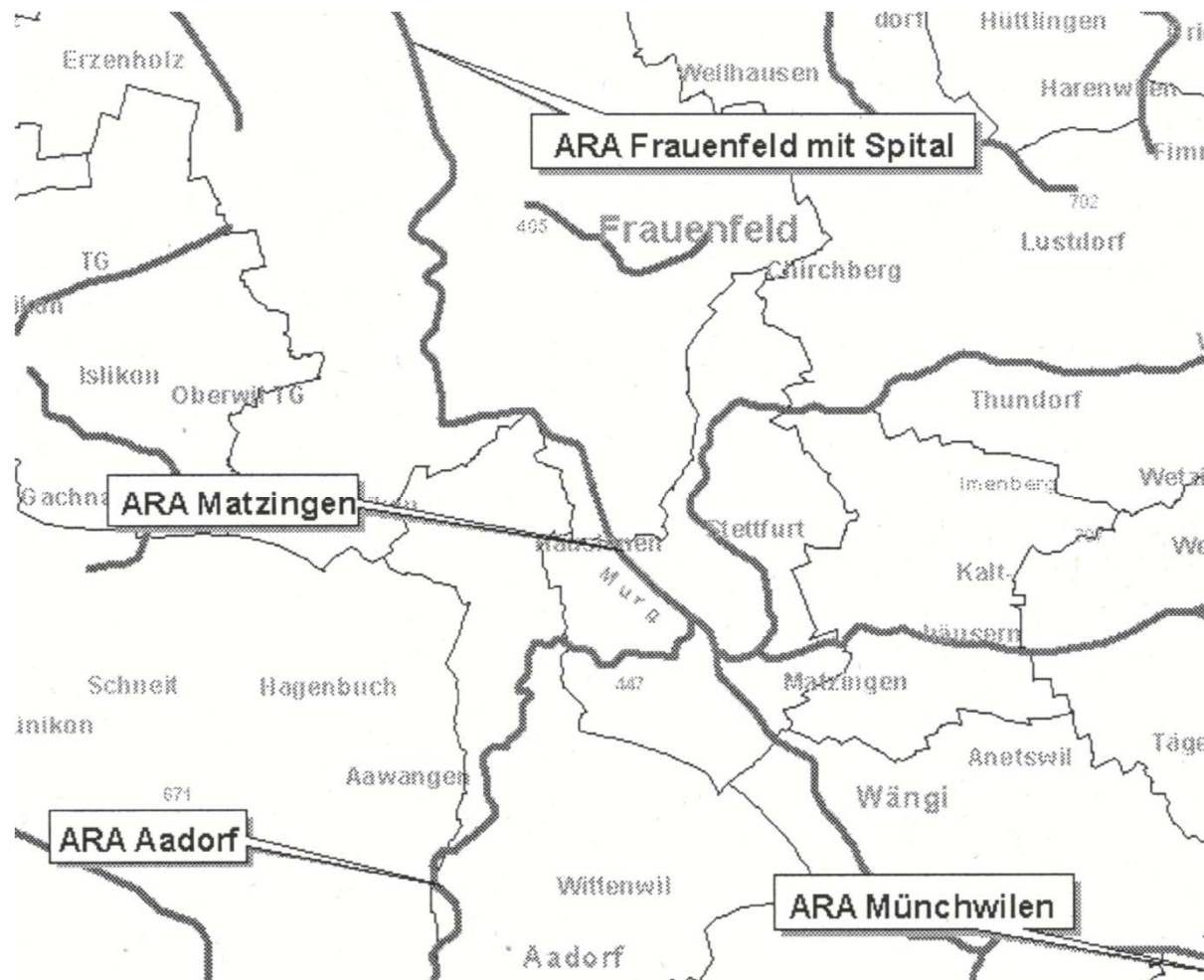
Vitellogenin in freilebenden männlichen Bachforellen



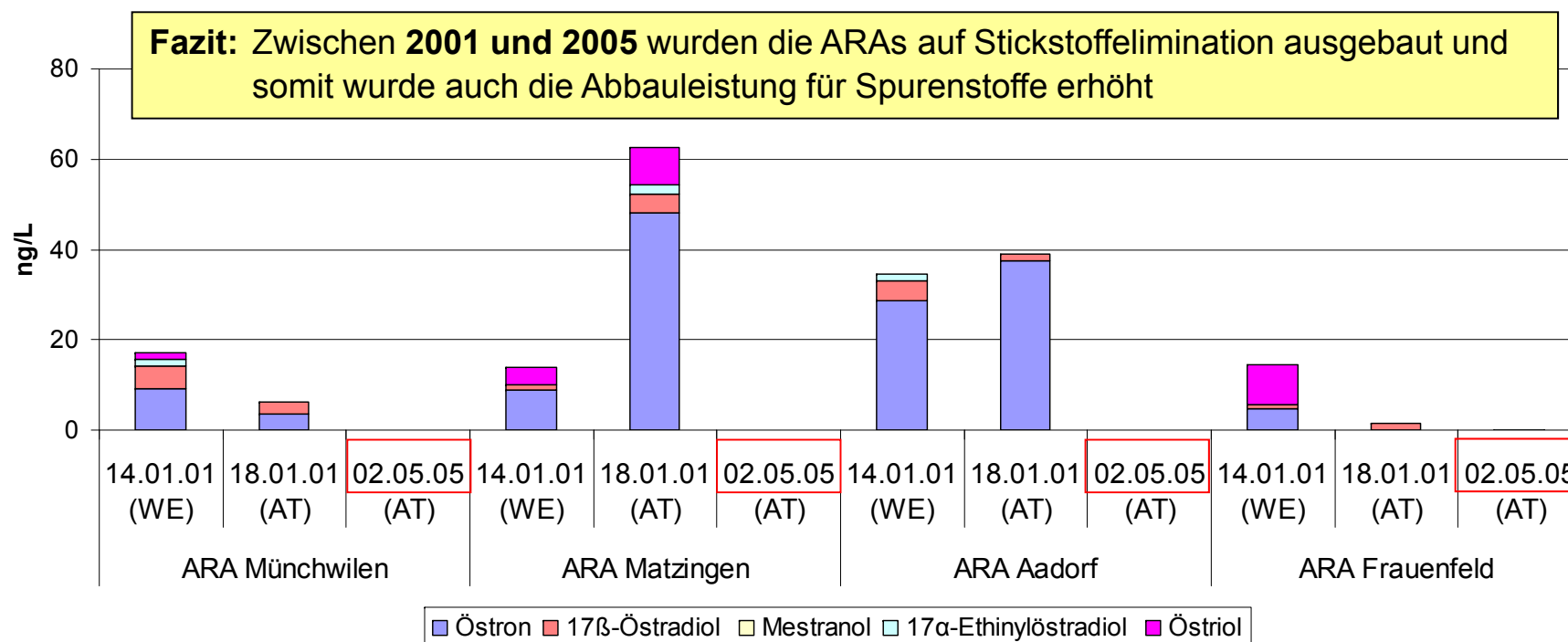
Vermeirssen et al. 2005, ETC 24.



Untersuchungen auf hormonaktive Stoffe 2001 und 2005



Untersuchungen 2001 und 2005: Hormonaktive Stoffe Gehalte im gereinigtem Abwasser der Kläranlagen (ARA)



WE = Wochenende

AT = Arbeitstag

Östron, 17β-Östradiol, Östriol

17α-ethynylestradiol

Mestranol

= natürliche Hormone

= Wirkstoff der Antibabypille

= inaktive Vorstufe 17α-ethynylestradiol

Probenahmen mit dem Schiff des Instituts für Seenforschung Langenargen

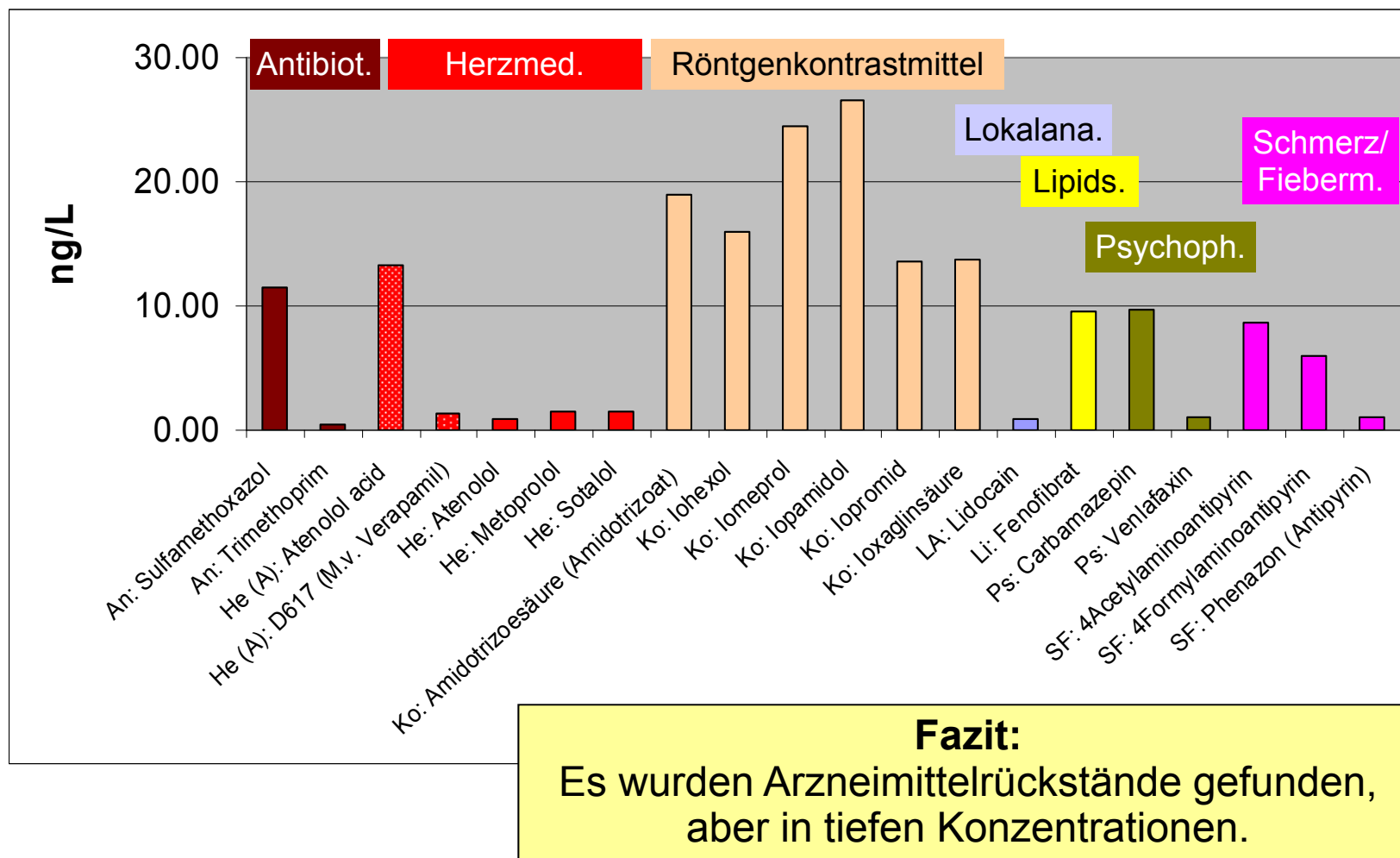


Bodenseefreiwasseruntersuchungen der IGKB 2008



IGKB = Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee

Im Bodensee nachgewiesene Arzneimittel (2008)



Das Problem der Technik und Kommunikation

- Die **analytische Nachweisgrenze** geht immer tiefer: Mikro-, Nano- und **Pico-** (10^{-12} g/L)-Grammbereich



- Eine abschliessende, objektive Beurteilung ist sehr schwierig.
- Der Mensch muss mit Spurenstoffen leben, ein 0.000000000000 g/L-Szenario gibt es nicht. Dies ist auch ein Kommunikationsproblem.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

