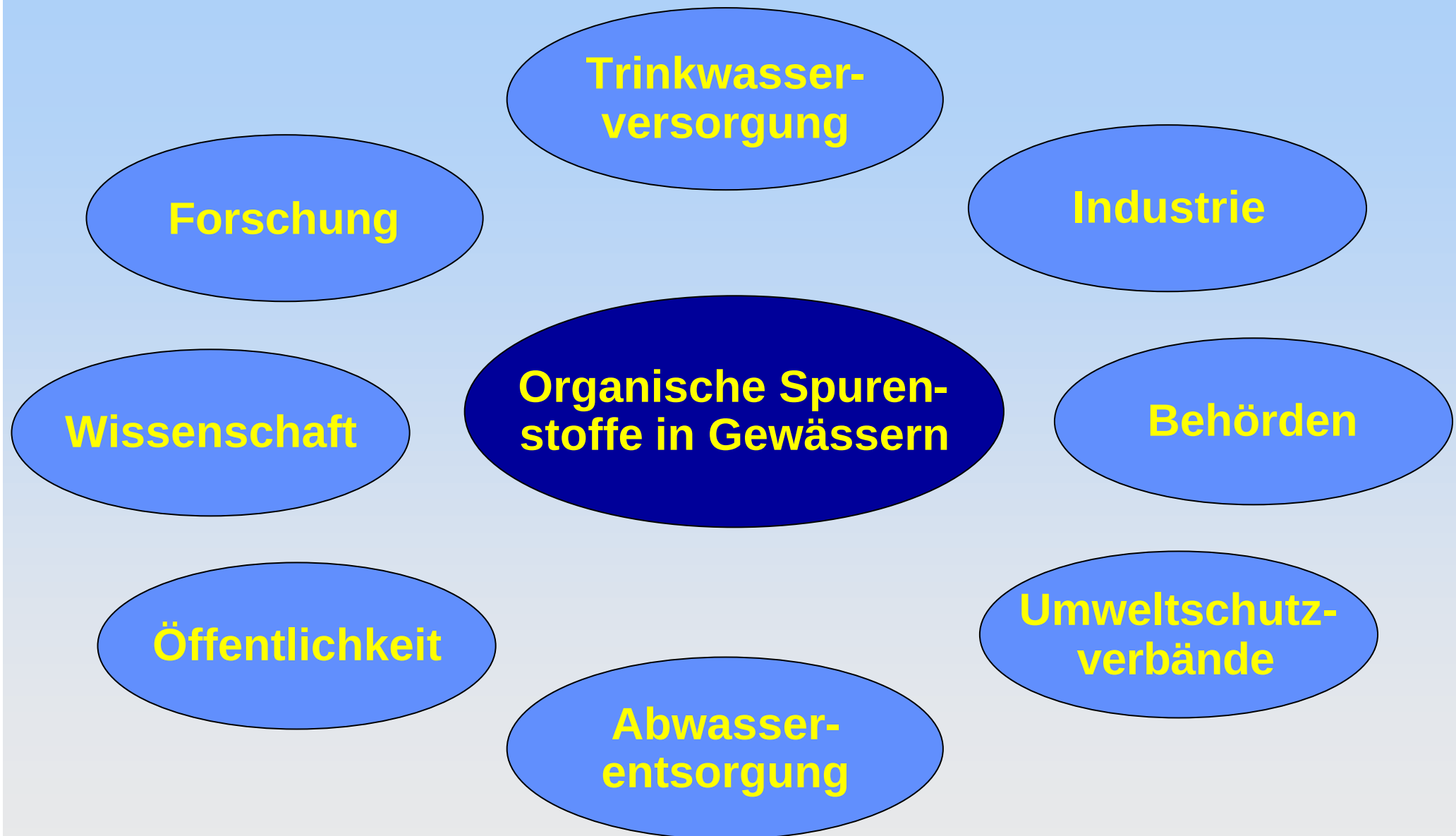


Arzneimittelrückstände und andere Mikroverunreinigungen - Quellen, Eintragspfade und Vorkommen im Rhein

Heinz-Jürgen Brauch und Frank Sacher
DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe
website: www.tzw.de



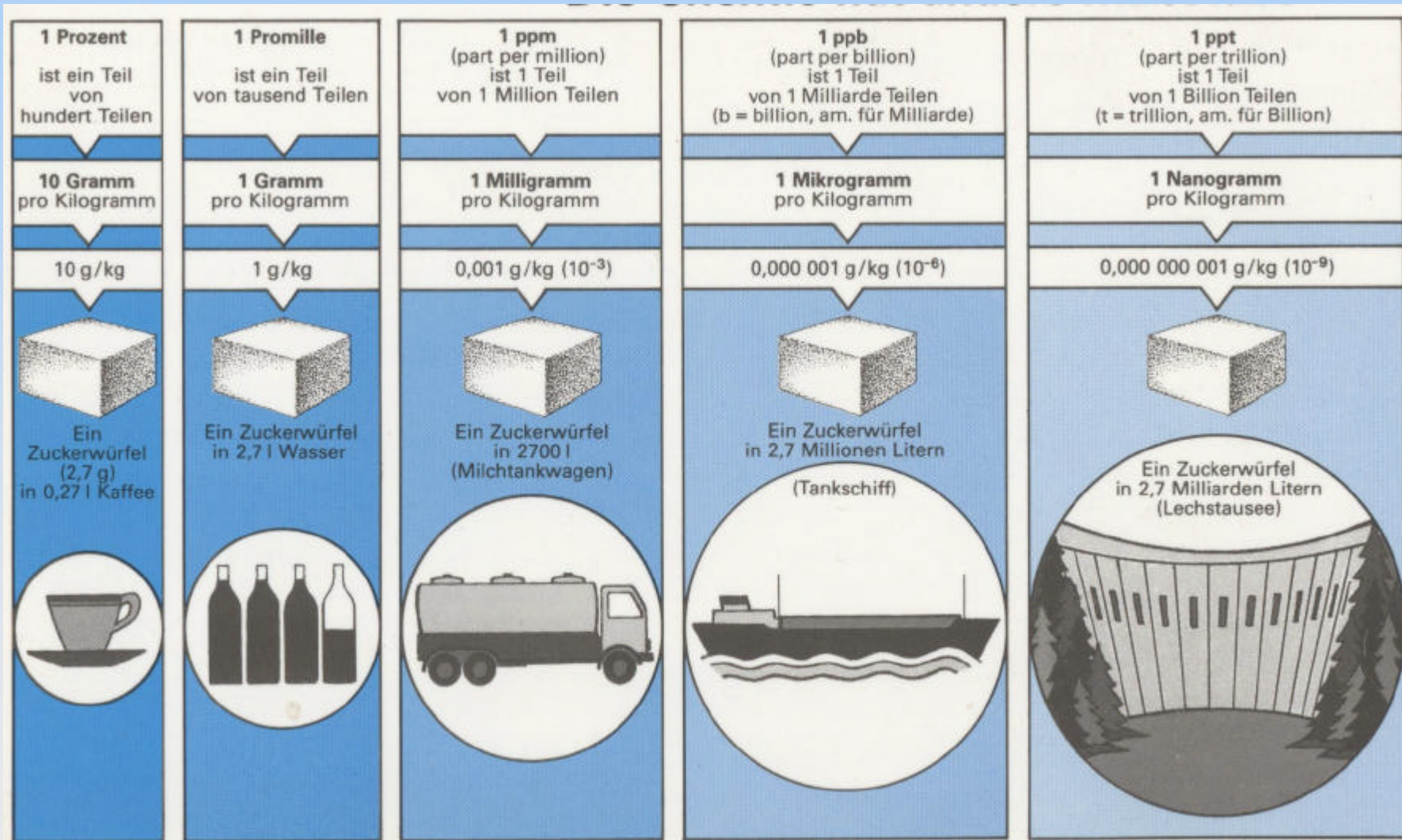
Begriffe/Definitionen:

- **Organische Spurenstoffe:** anthropogene, naturfremde (xenobiotische) Stoffe, die in sehr geringen Konzentrationen in Gewässern vorkommen können
- **Umweltchemikalien/Industriechemikalien**
- **Prioritäre Stoffe (WRRL)**
- **Altstoffe/Neustoffe**
- **Wasserwerksrelevante Stoffe:** persistente (= mikrobiell nicht leicht abbaubare) Stoffe, die im Rohwasser vorkommen können (z. B. Atrazin, Carbamazepin, Tetrachlorethen)
- **Trinkwasserrelevante Stoffe:** persistente und nicht an Aktivkohle adsorbierbare Stoffe, die im Trinkwasser vorkommen können (z. B. EDTA, MTBE, Amidotrizoat)

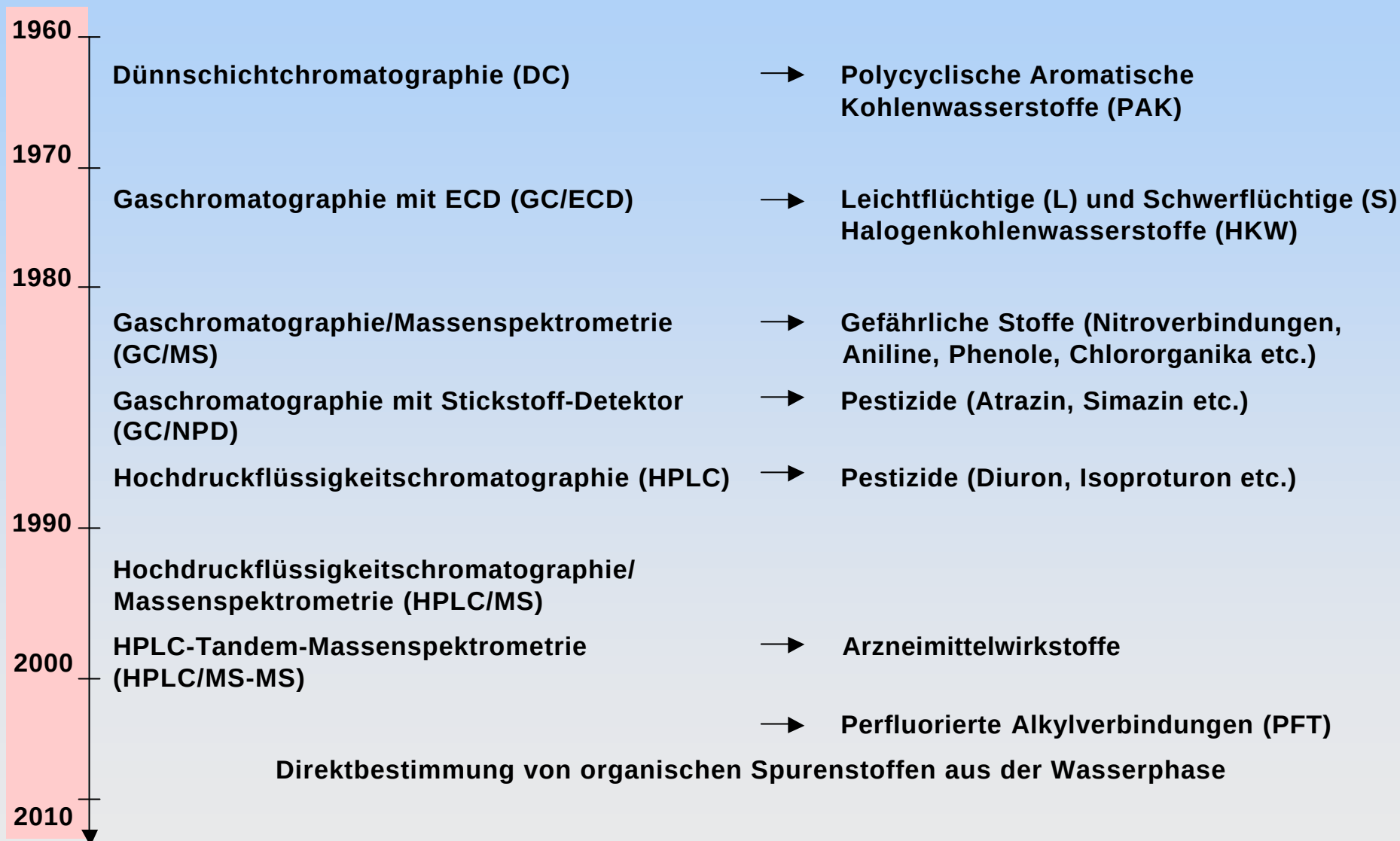
Unterscheidungs-/Ordnungsschema für organische Spurenstoffe

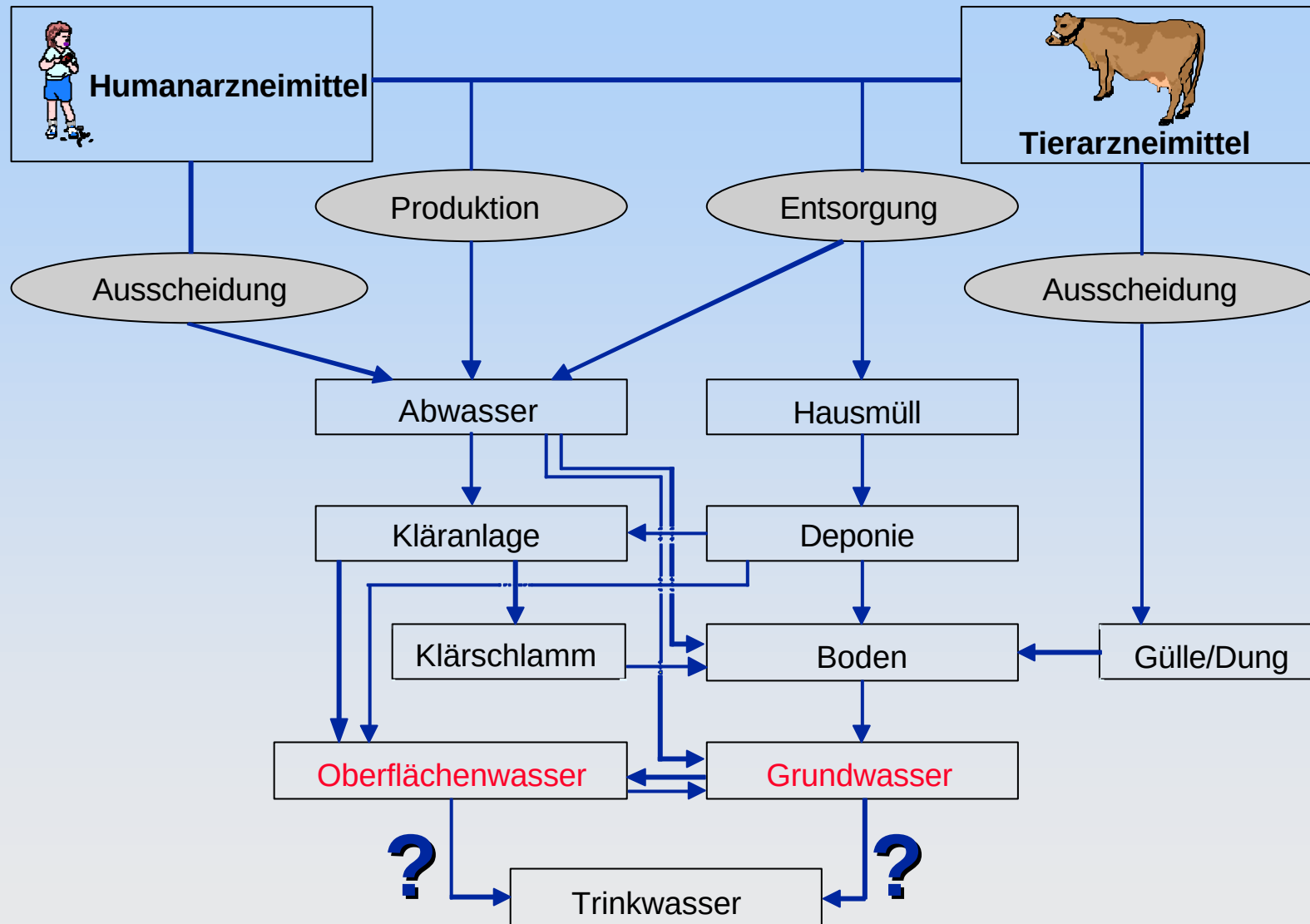
Chemische Stoffklassen	Anwendung	Wirkung	Gesetzliche Vorgaben
● Kohlenwasserstoffe ● Halogenkohlenwasserstoffe (HKW) ● Chlorkohlenwasserstoffe (CKW) ● Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) ● Perfluorierte Tenside (PFT) ● Nitrosamine ● Aromatische Sulfonate	● Pflanzenschutzmittel (PSM) ● Arzneimittelwirkstoffe ● Röntgenkontrastmittel ● Desinfektionsmittel ● Komplexbildner ● Benzinzusatzstoffe ● Korrosionsschutzmittel ● Biozide	● Toxische Stoffe ● Endokrin wirksame Stoffe ● Kanzerogene Stoffe ● Mutagene Stoffe ● Teratogene Stoffe	● Prioritäre Stoffe ● Gefährliche Stoffe ● Wassergefährdende Stoffe

Konzentrationsangaben von Wasserinhaltsstoffen



Entwicklungsphasen der organischen Spurenanalytik





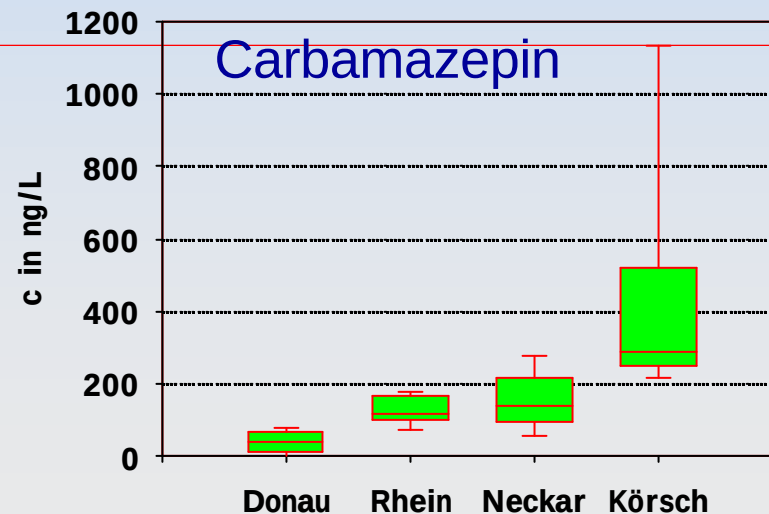
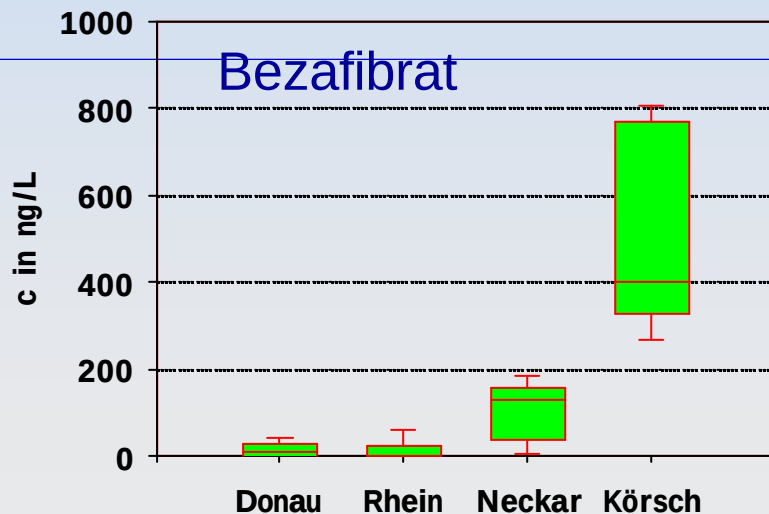
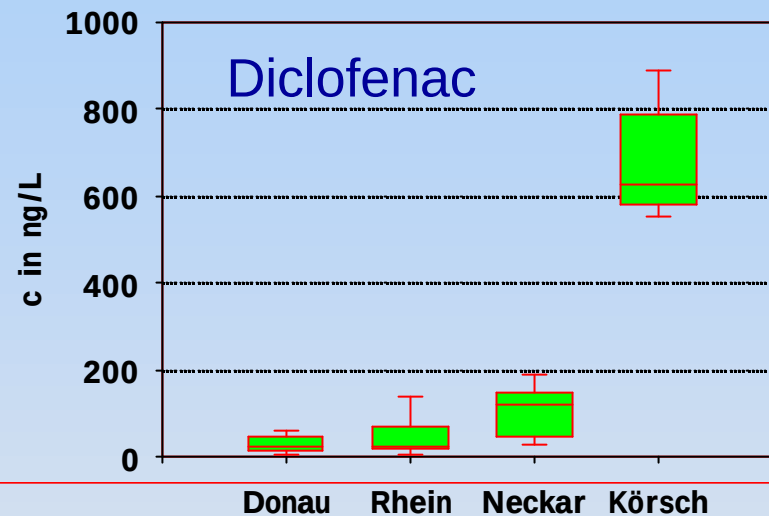
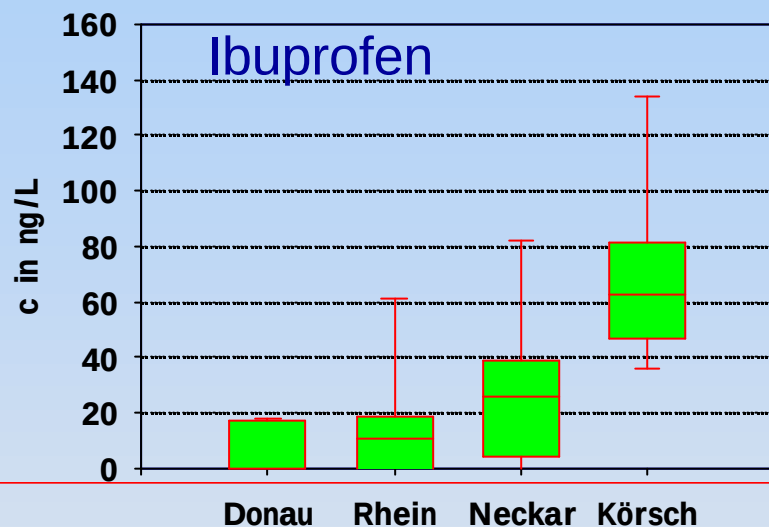
Quellen und Eintragspfade organischer Spurenstoffe

Stoffe	Industrie/ Gewerbe	Kommunale KA	Sonstige
Pflanzenschutzmittel	(x)	x	x
Synth. Komplexbildner	x	x	
Aromatische Sulfonate	x	(x)	
Arzneimittel	(x)	x	
Perfluorierte Verbindungen (PFT)	x	(x)	
Nitrosamine	x	(x)	
MTBE/ETBE	x	(x)	(x)
Benzotriazole	(x)	x	
Diglyme/Triglyme	x		
Biozide	x	x	
Wasch-/Reinigungsmittel	x	x	

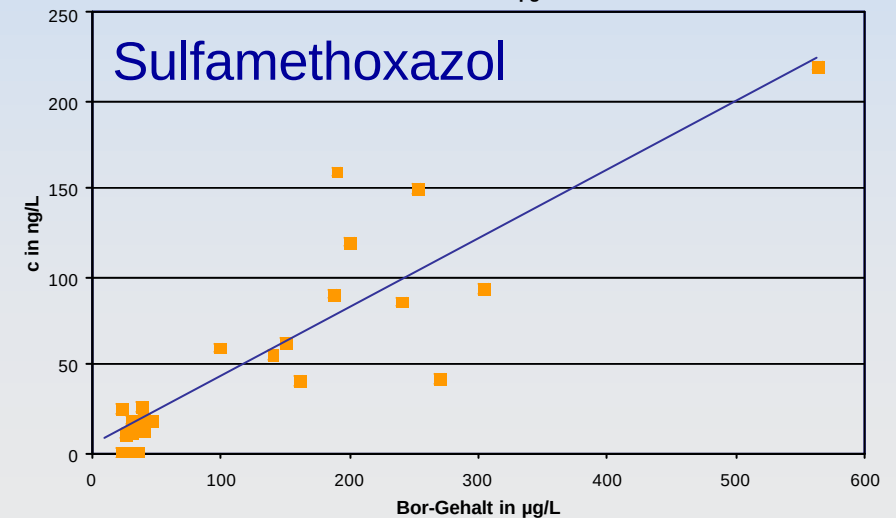
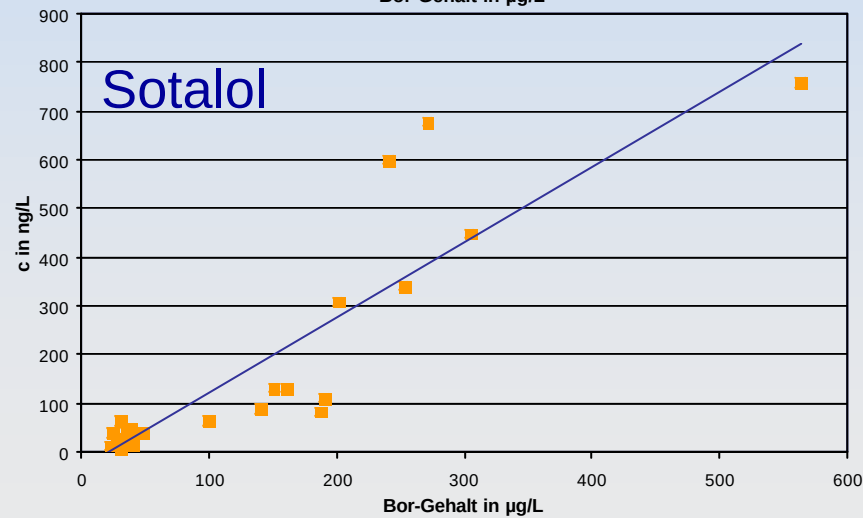
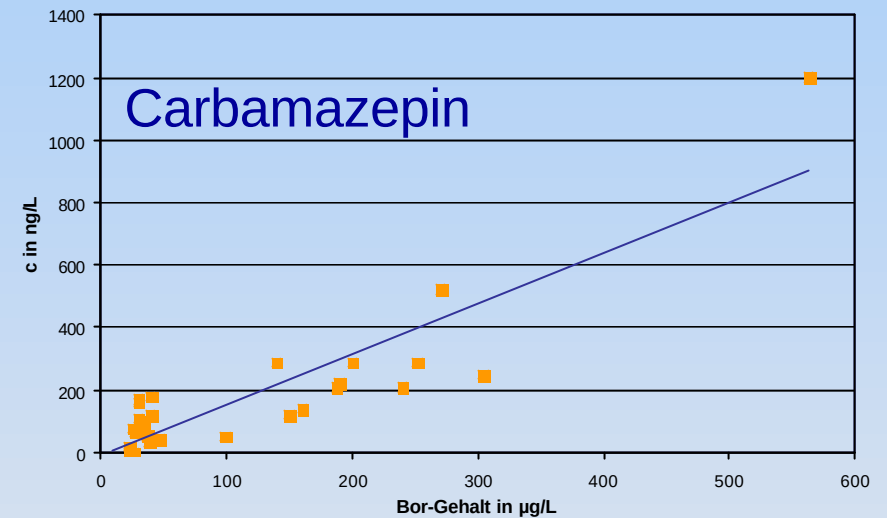
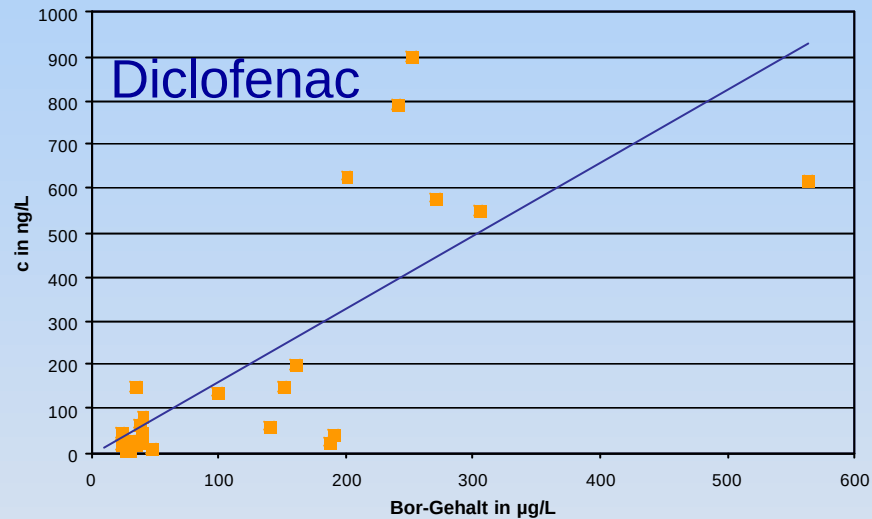
Arzneimittel in der aquatischen Umwelt



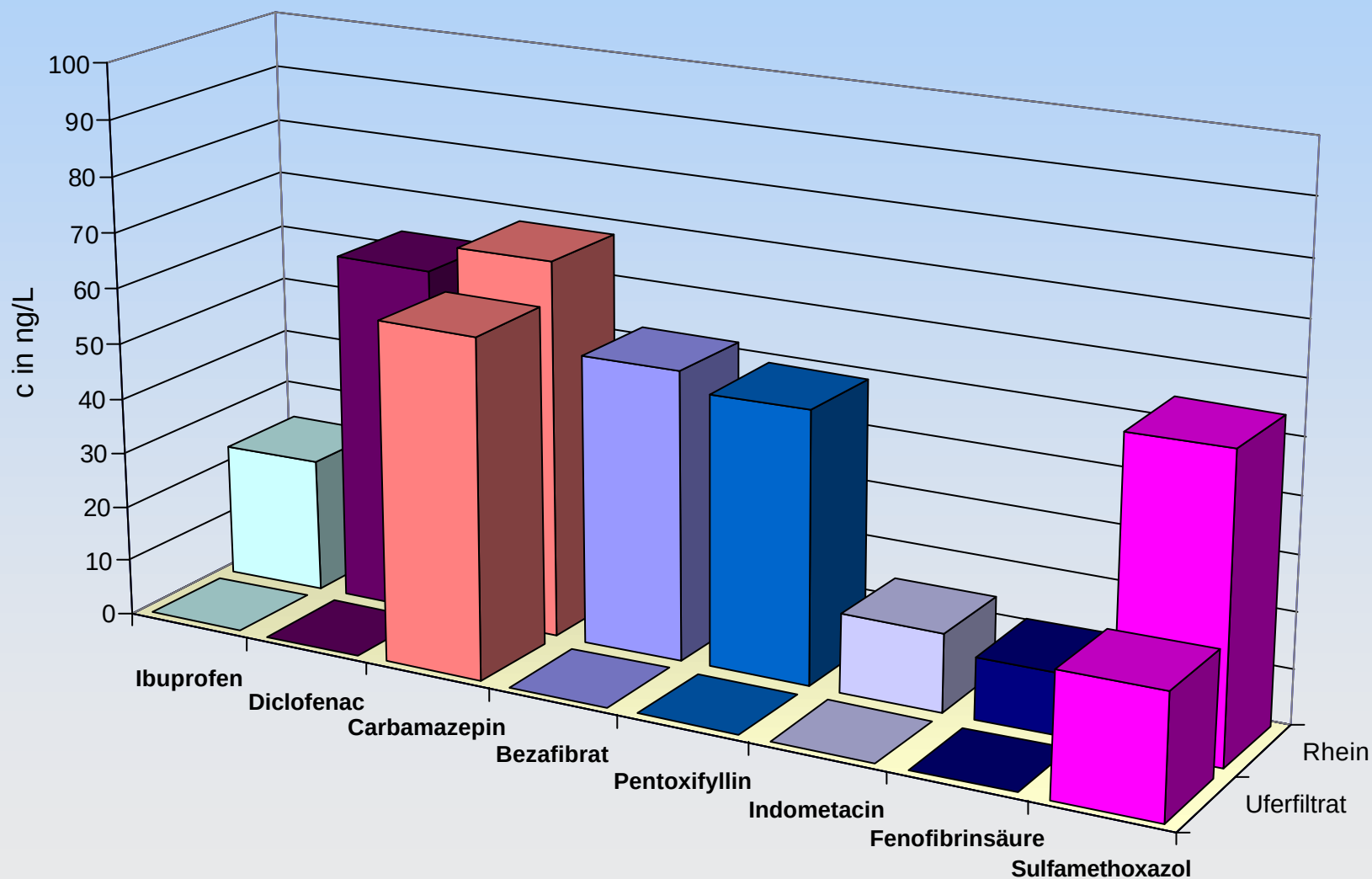
Arzneimittelrückstände in Oberflächenwässern



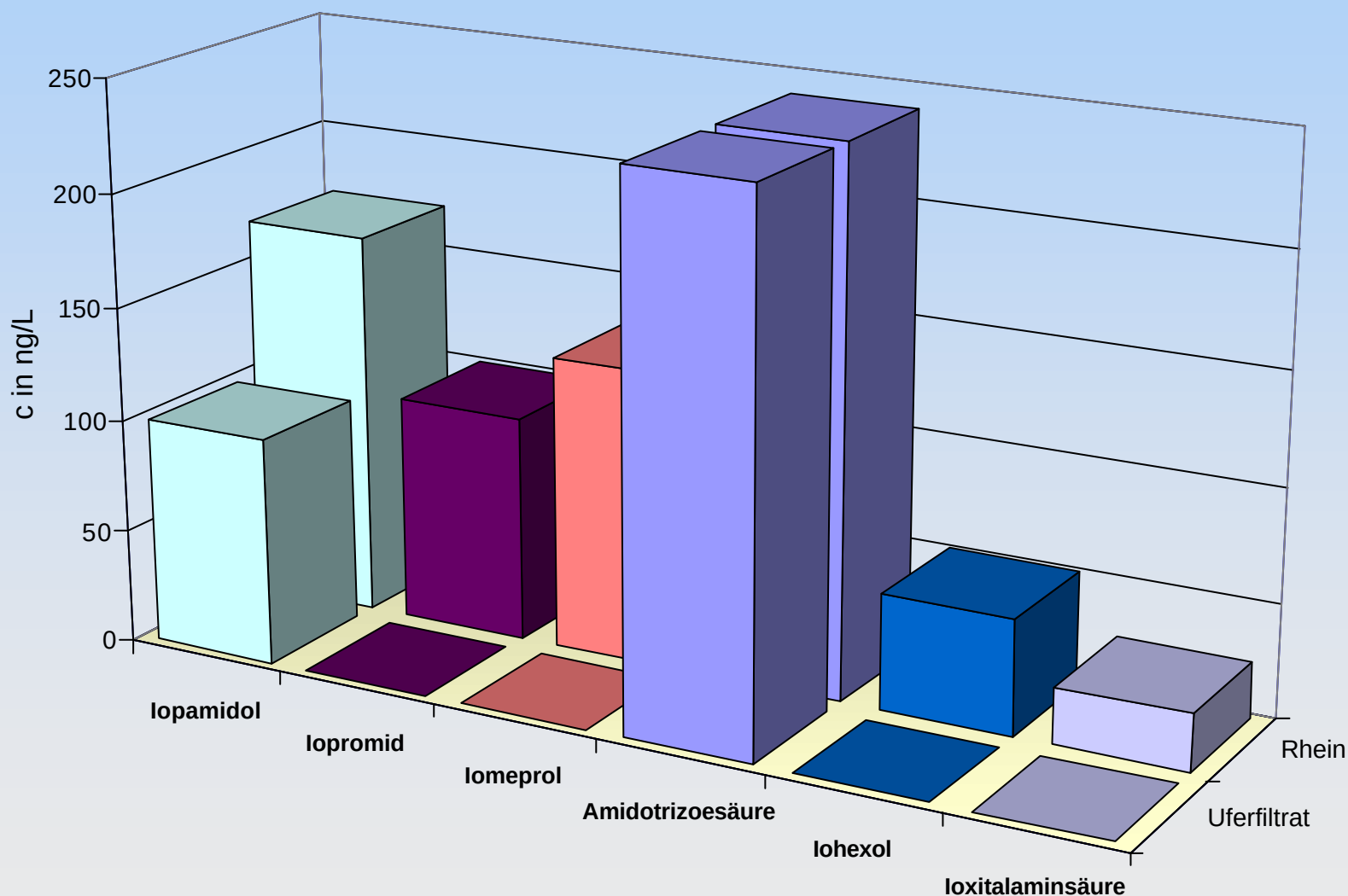
Arzneimittelrückstände in Oberflächenwässern



Arzneimittelrückstände im Rhein und im Uferfiltrat



Iodierte Röntgenkontrastmittel im Rhein und im Uferfiltrat



Befunde von Arzneimittelrückständen (2005/2006) (1)

Wirkstoff	Oberflächenwasser (Rhein/Main) *	Uferfiltrat/ Langsandsandfiltrat	Reinwasser (nach Aufbereitung)
Bezafibrat	< 0,01 - 0,09	< 0,01	< 0,01
Carbamazepin	< 0,01 - 0,17	< 0,01 - 0,10	< 0,01
Clofibrinsäure	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Diclofenac	< 0,01 - 0,15	< 0,01 - 0,02	< 0,01
Ibuprofen	< 0,01 - 0,02	< 0,01	< 0,01
Atenolol	< 0,01 - 0,01	-	-
Metoprolol	< 0,01 - 0,03	-	-
Sotalol	< 0,01 - 0,04	-	-
Clarithromycin	< 0,01 - 0,04	< 0,01	< 0,01
Dehydrato-Erythromycin	< 0,01 - 0,23	< 0,01	< 0,01
Roxithromycin	< 0,01 - 0,03	< 0,01	< 0,01
Sulfamethoxazol	< 0,01 - 0,10	< 0,01 - 0,03	< 0,01
Clindamycin	< 0,01 - 0,03	< 0,01	< 0,01
Trimethoprim	< 0,01 - 0,01	< 0,01	< 0,01

Angaben in µg/L

* IAWR-Daten

Befunde von Arzneimittelrückständen (2005/2006) (2)

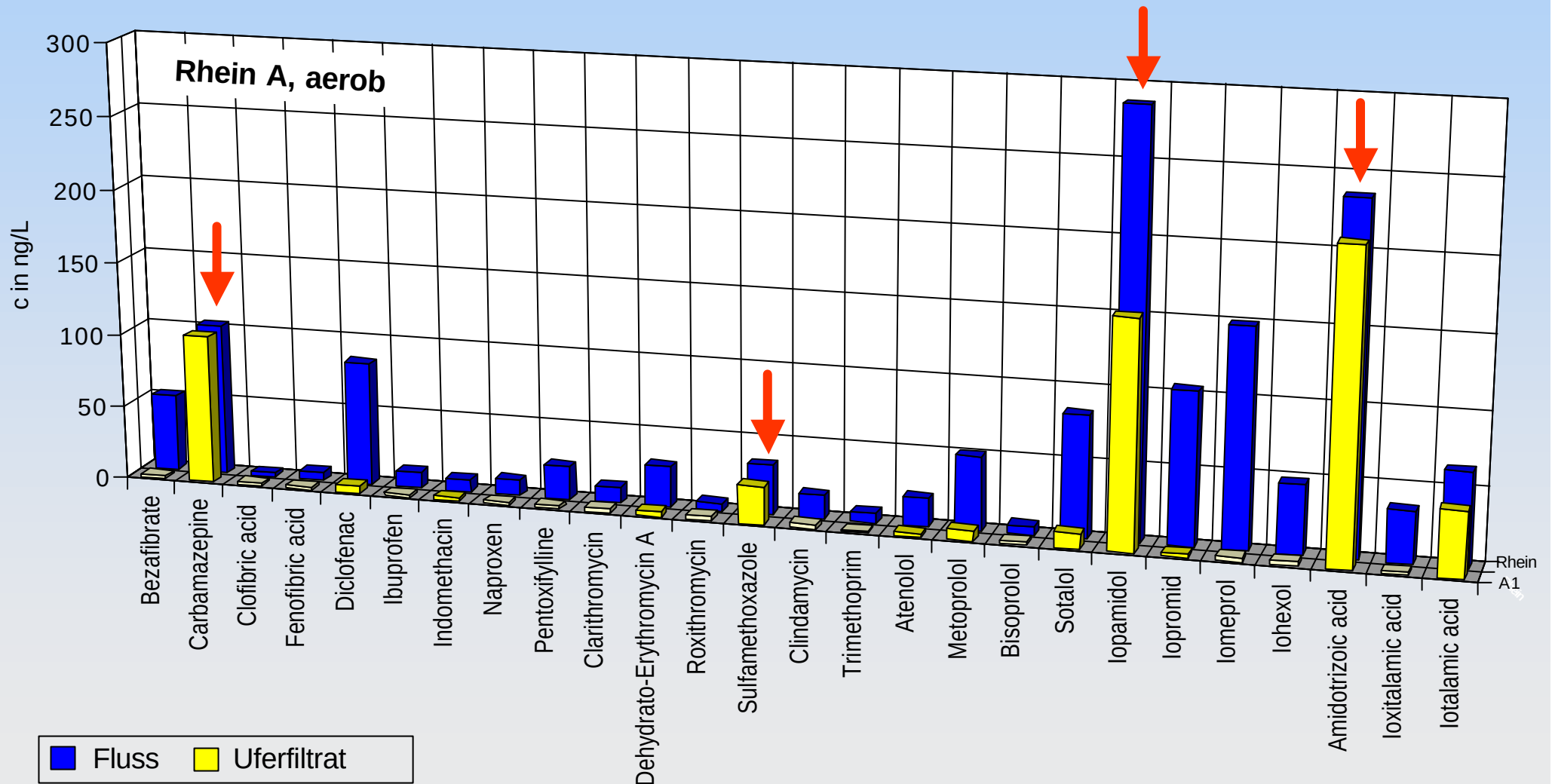
Wirkstoff	Oberflächenwasser (Rhein/Main) *	Uferfiltrat/ Langsamsandfiltrat	Reinwasser (nach Aufbereitung)
lopamidol	< 0,01 - 0,52	< 0,01 - 0,23	< 0,01 - 0,06
lopromid	< 0,01 - 0,37	< 0,01 - 0,09	< 0,01
lomeprol	< 0,01 - 0,54	< 0,01 - 0,19	< 0,01
lohexol	< 0,01 - 0,13	< 0,01 - 0,06	< 0,01
Amidotrizoesäure	< 0,01 - 0,55	< 0,01 - 0,42	< 0,01 - 0,20
loxitalaminsäure	< 0,01 - 0,07	< 0,01 - 0,02	< 0,01

Angaben in µg/L

* IAWR-Daten

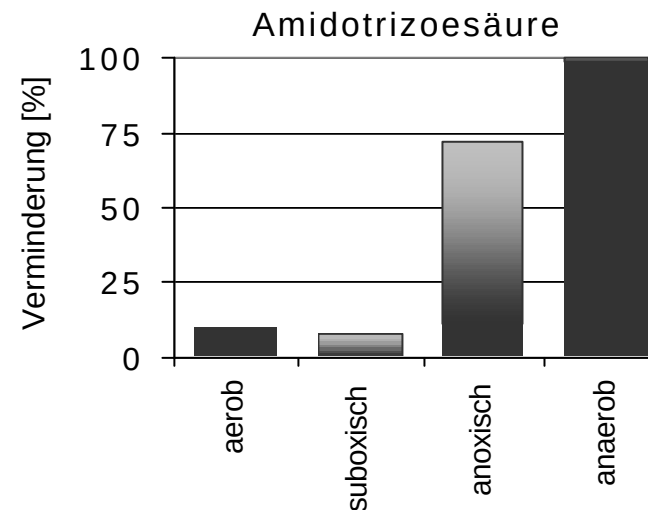
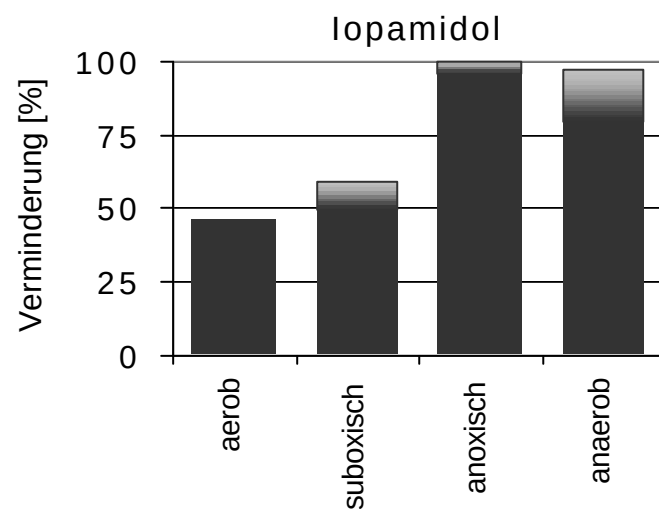
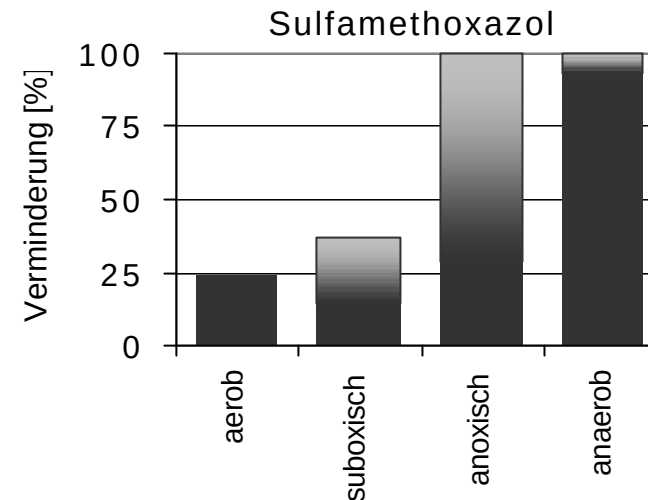
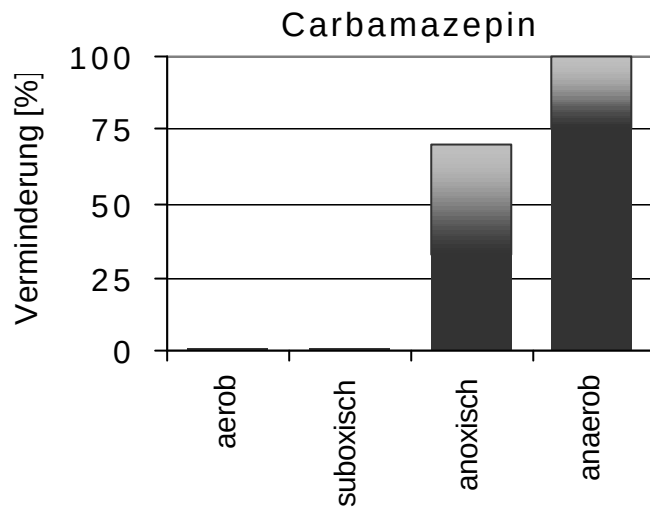
Pharmazeutika und Röntgenkontrastmittel - Aerobes Redoxmilieu

Mittelwerte von Einzelergebnissen (n = 5-32)

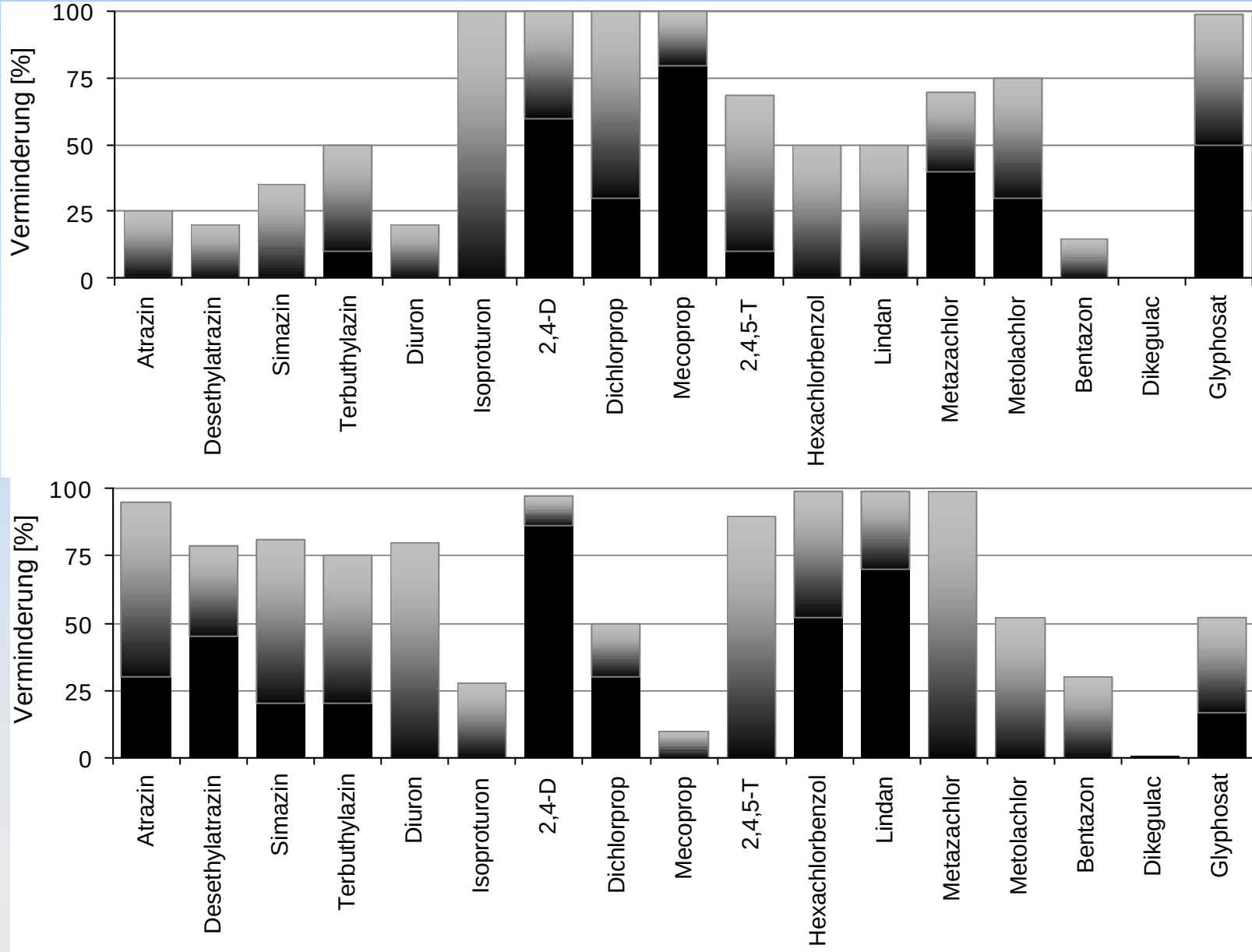


Pharmazeutika und Röntgenkontrastmittel

Einfluss des Redoxmilieus bei der Uferfiltration



Literaturstudie: Pflanzenbehandlungsmittel



aerob / suboxisch

anoxisch / anaerob

Befunde von Arzneimittelrückständen (2005/2006) - Effektivität von Aufbereitungsverfahren

Wirkstoff	Untergrundpassage (aerob)	Ozonung	Aktivkohle
Bezafibrat	+	+	+
Carbamazepin	-	+	+
Diclofenac	+	+/-	+
Sotalol	+/-	+/-	+/-
Sulfamethoxazol	+/-	+/-	+
Iopamidol	+/-	+/-	+/-
Iopromid	+/-	+/-	+/-
Iomeprol	+/-	+/-	+/-
Iohexol	+/-	+/-	+/-
Amidotrizoesäure	-	-	+/-

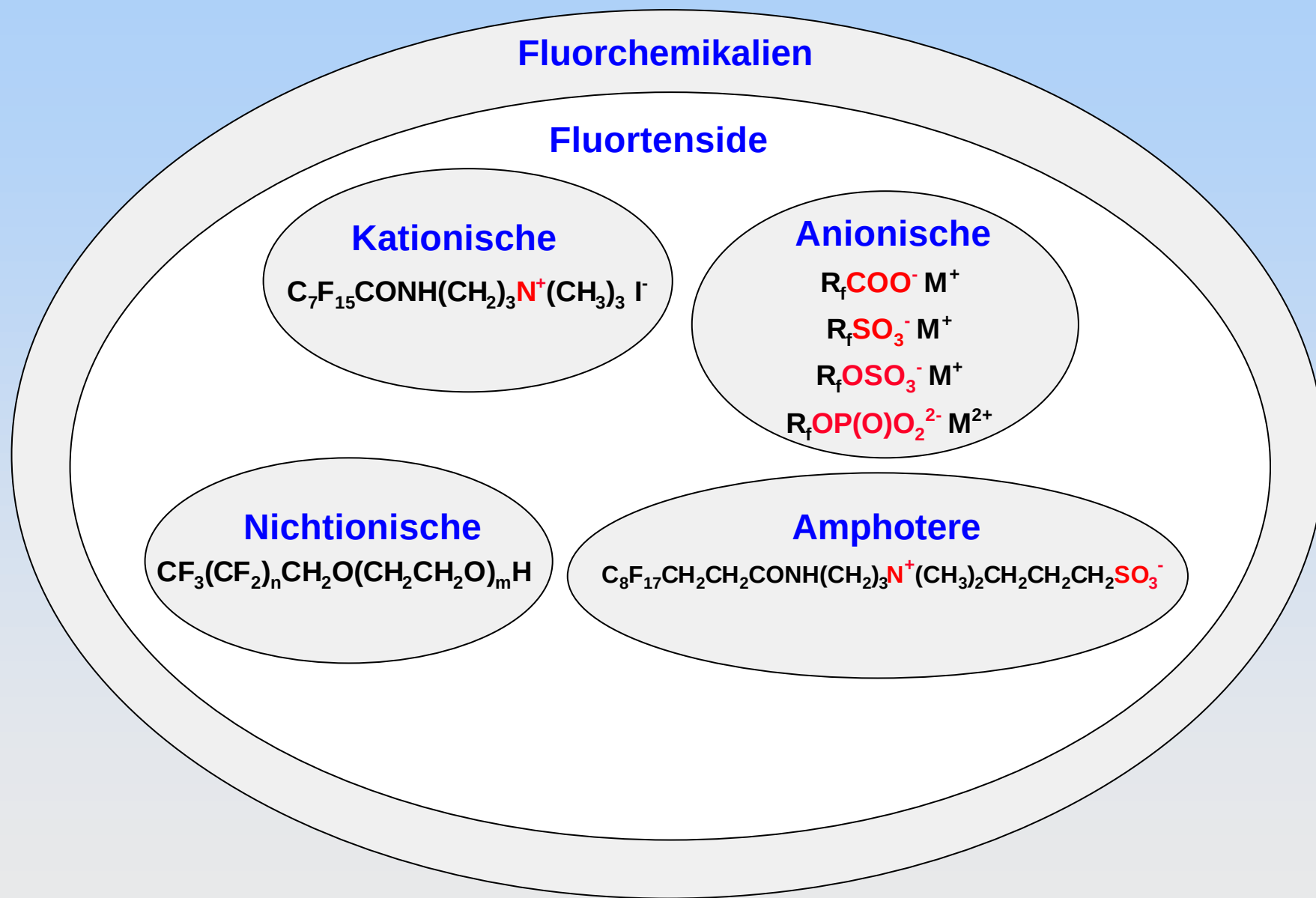
+ > 80 %

+/- > 30 - 80 %

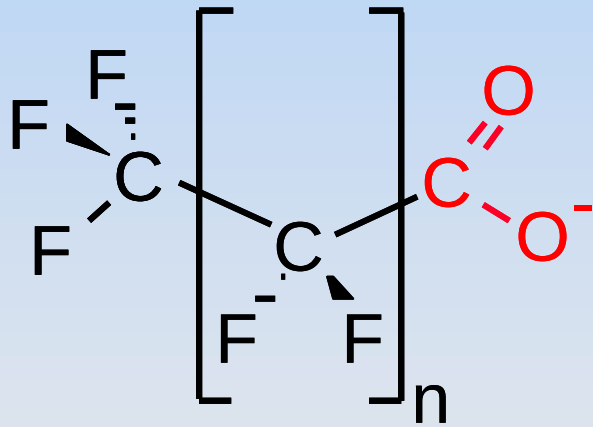
- < 30 %

Perfluorierte Verbindungen – Sehen wir erst die Spitze des Eisbergs ?



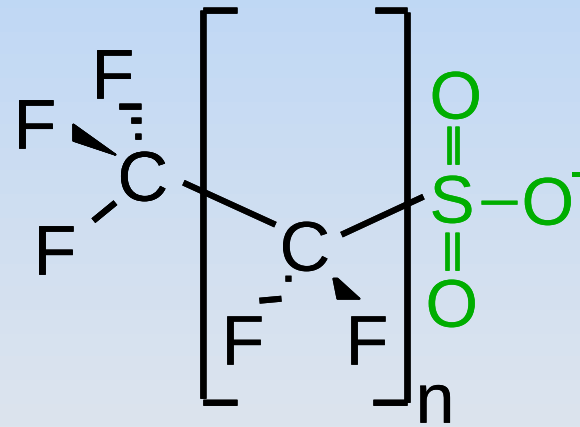


Strukturen perfluorierter anionischer Tenside



Perfluorierte Alkylcarboxylate

PFCA (C8 = PFOA)

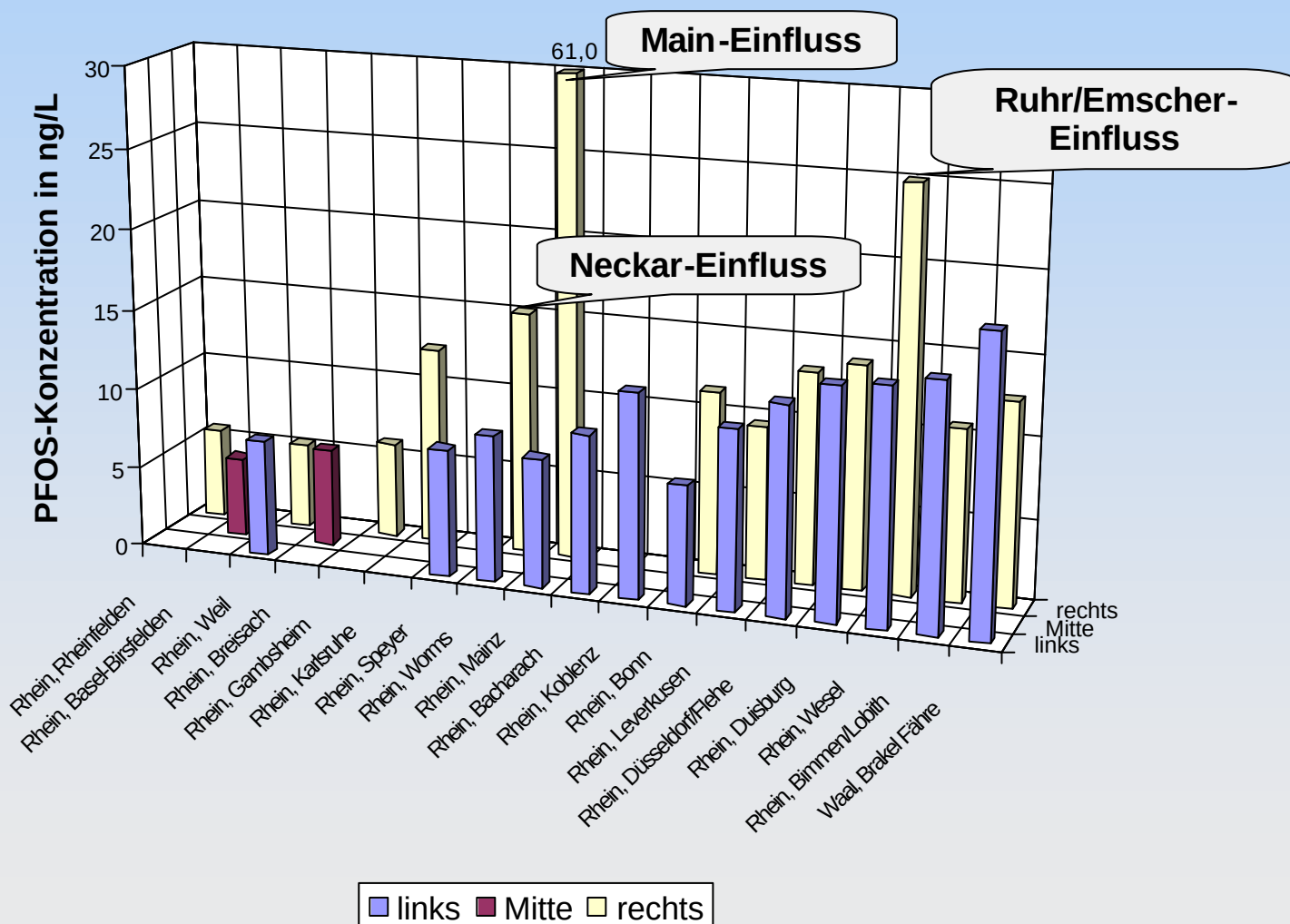


Perfluorierte Alkylsulfonate

PFAS (C8 = PFOS)

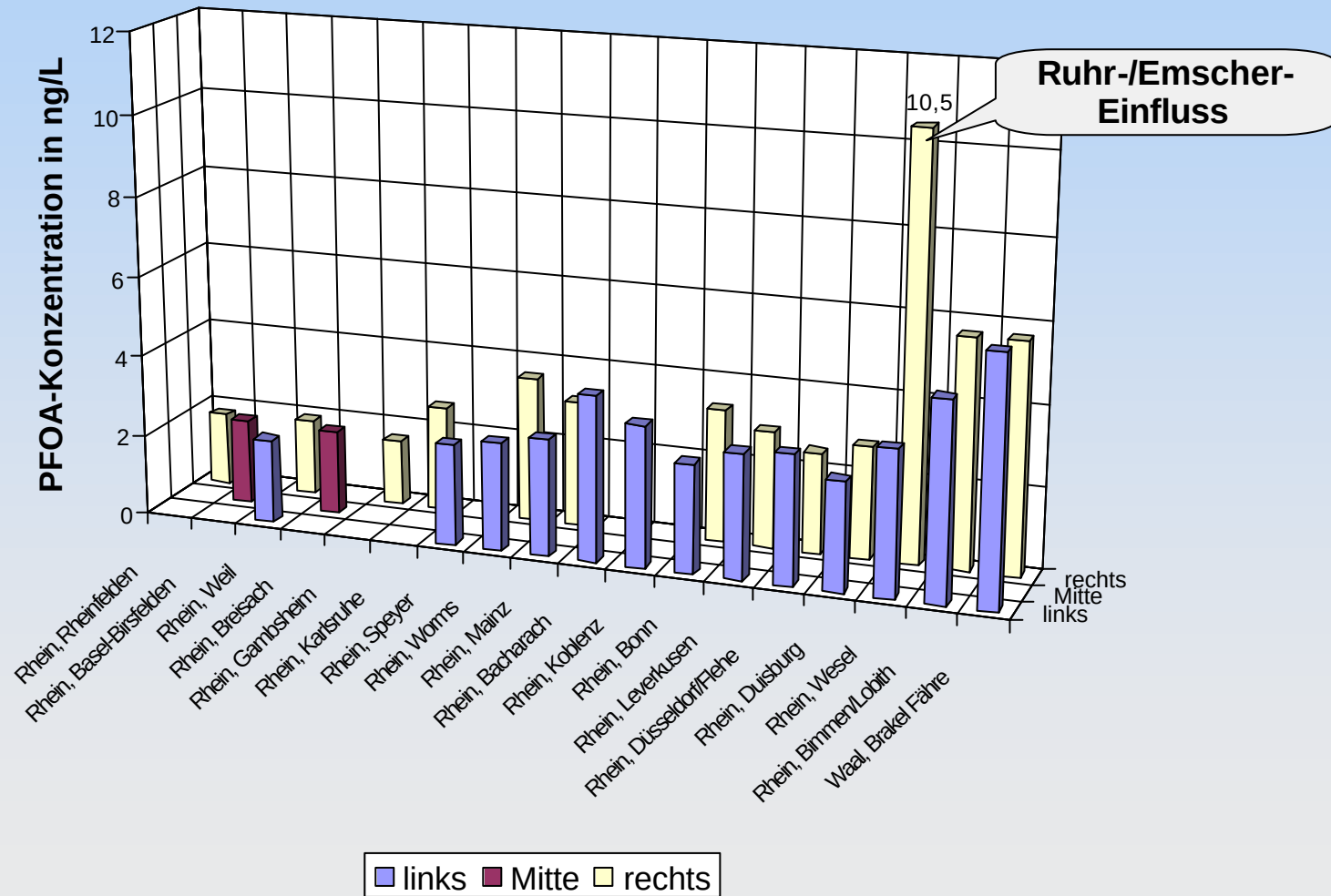
Vorkommen von PFOS im Rhein

Rhein-Längsbeprobung 30./31.01.2005

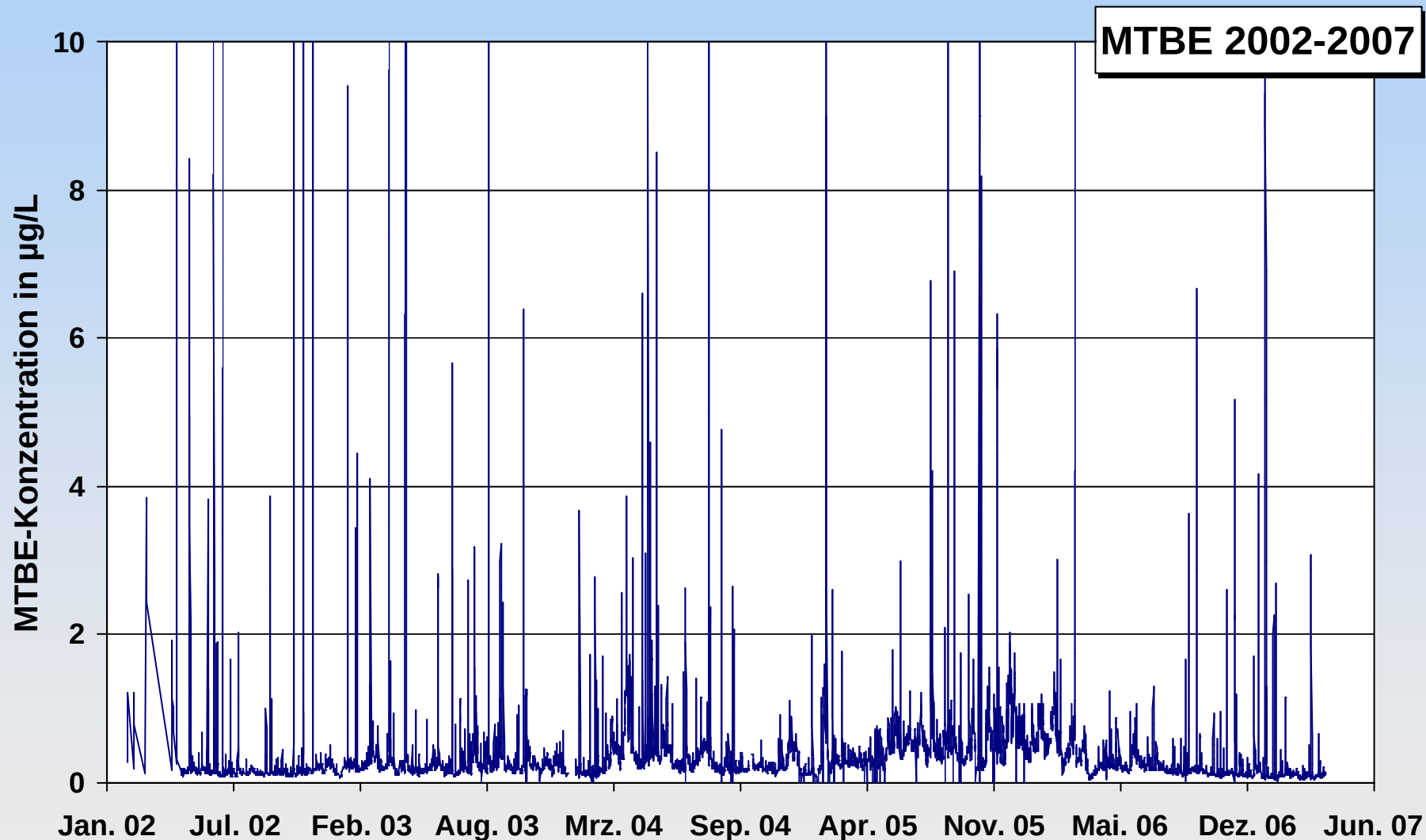


Vorkommen von PFOA im Rhein

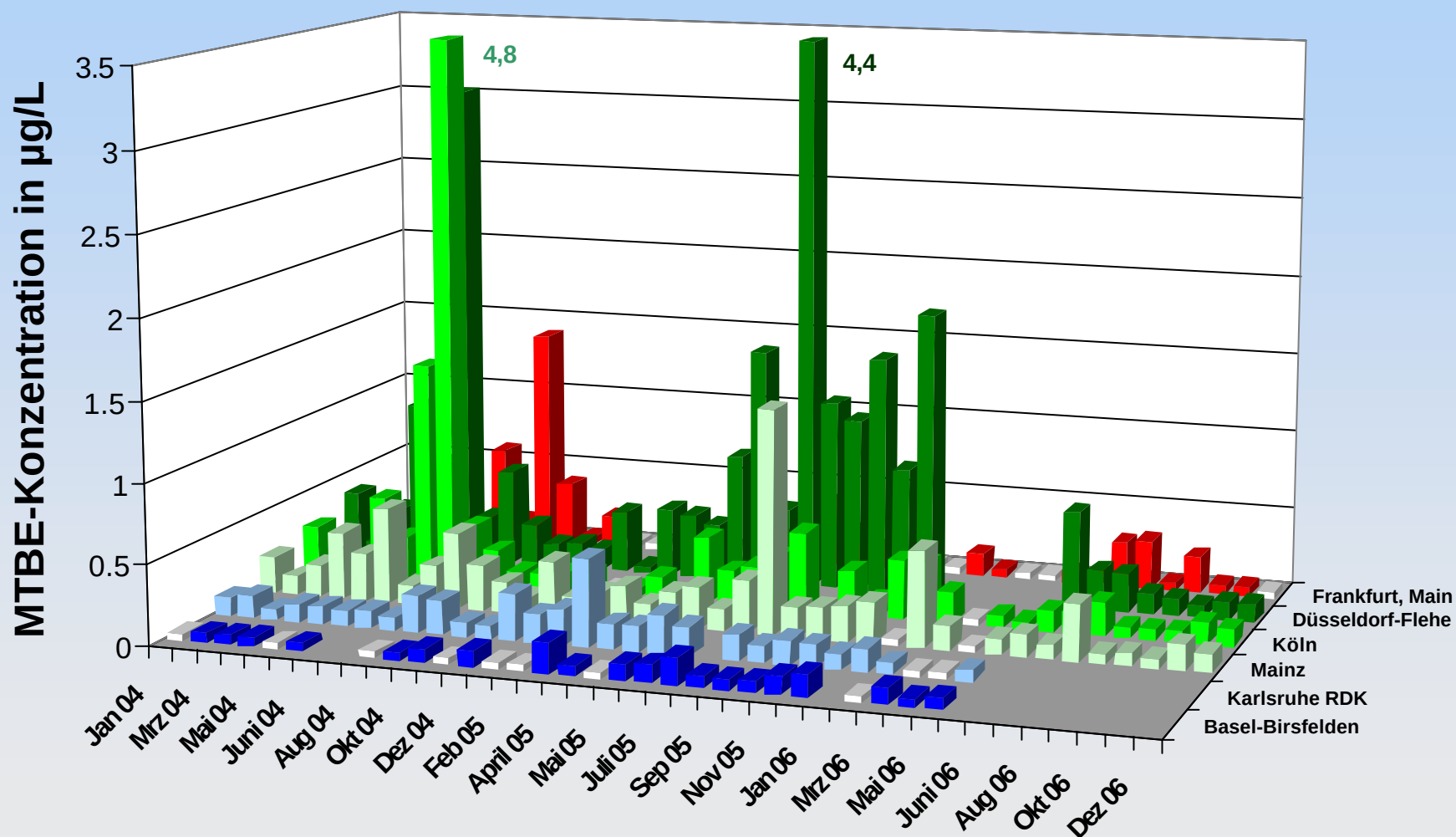
Rhein-Längsbeprobung 30./31.01.2005



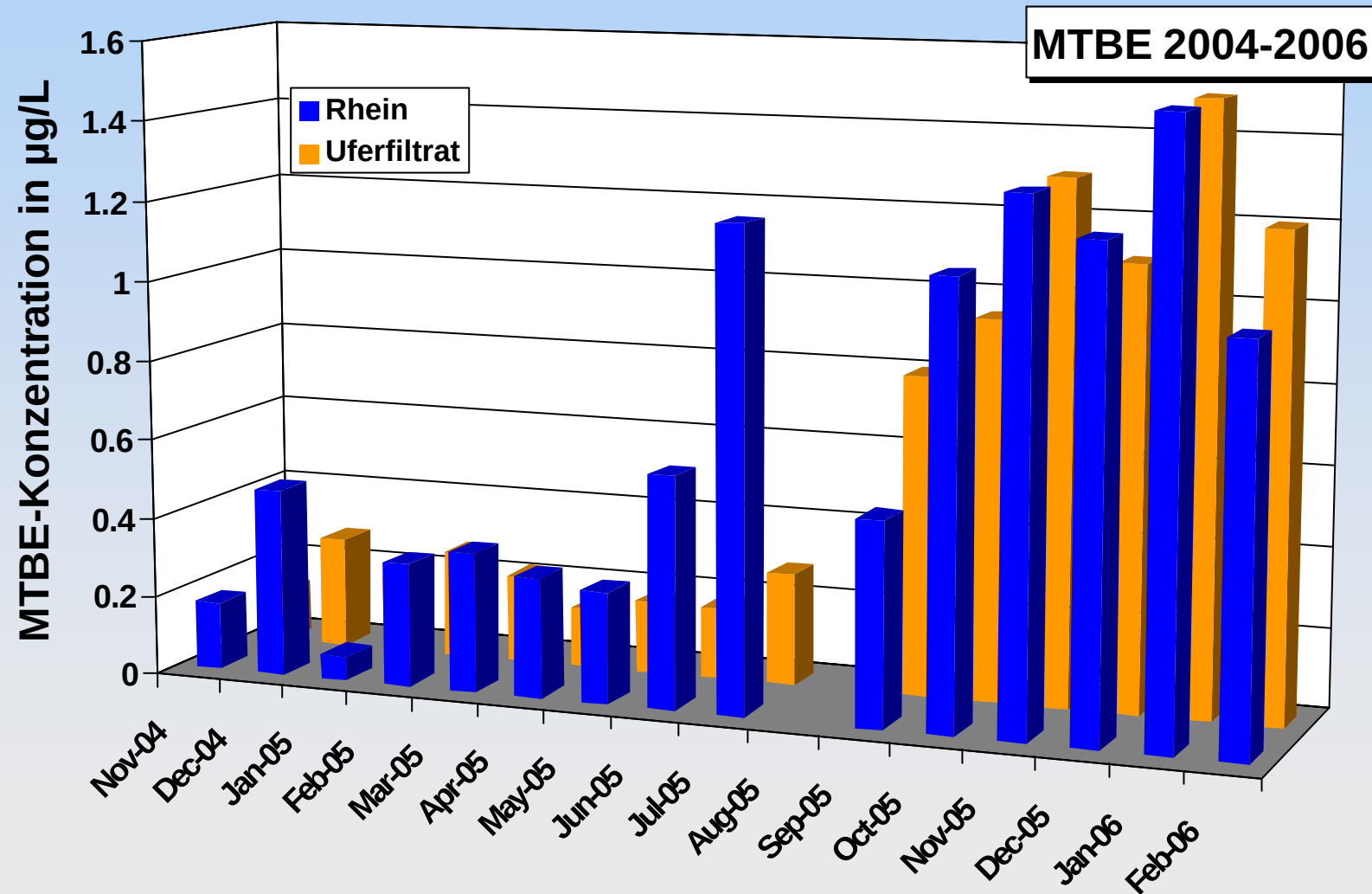
MTBE-Konzentrationen im Niederrhein bei Bimmen



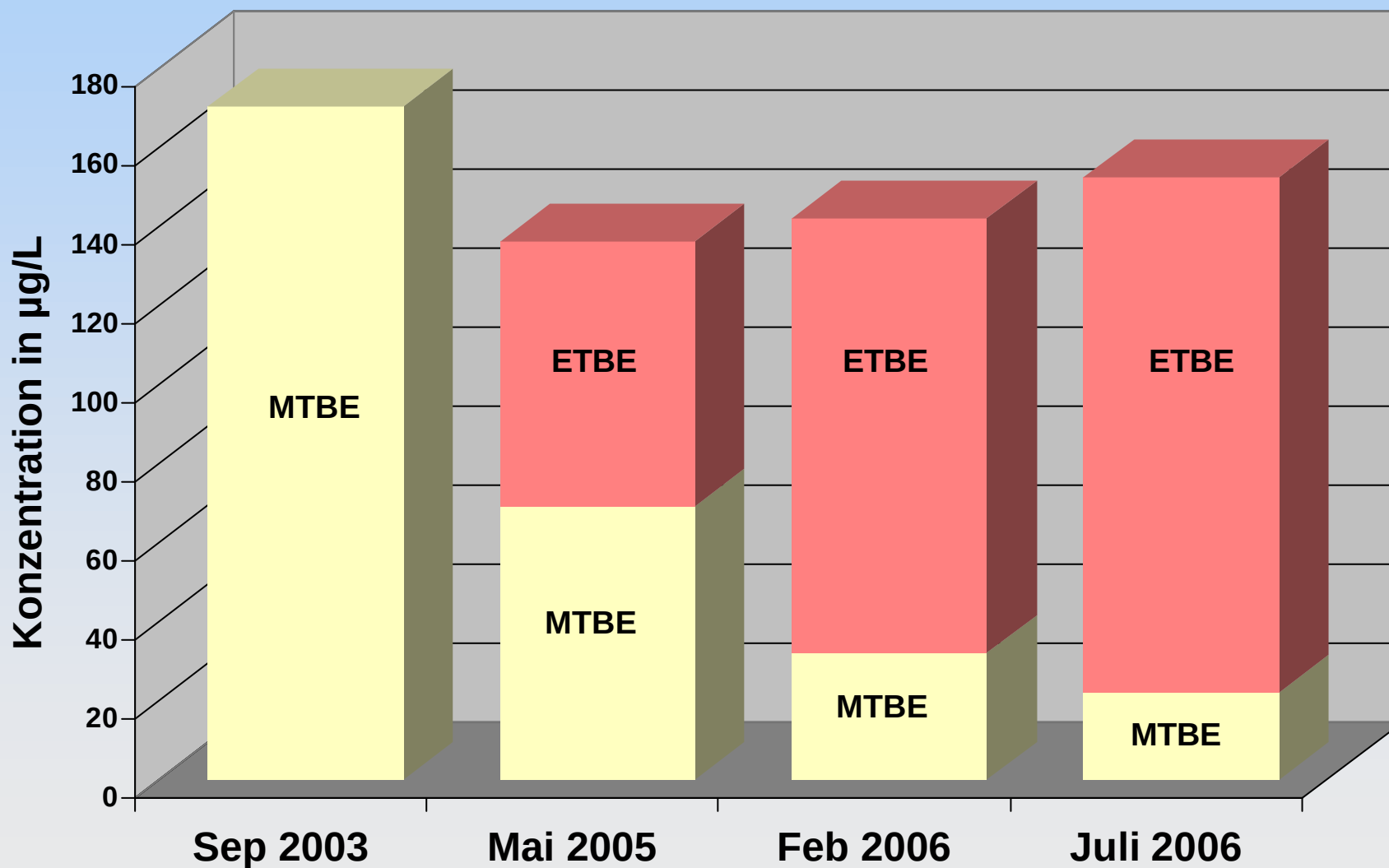
Vorkommen von MTBE in Rhein und Main



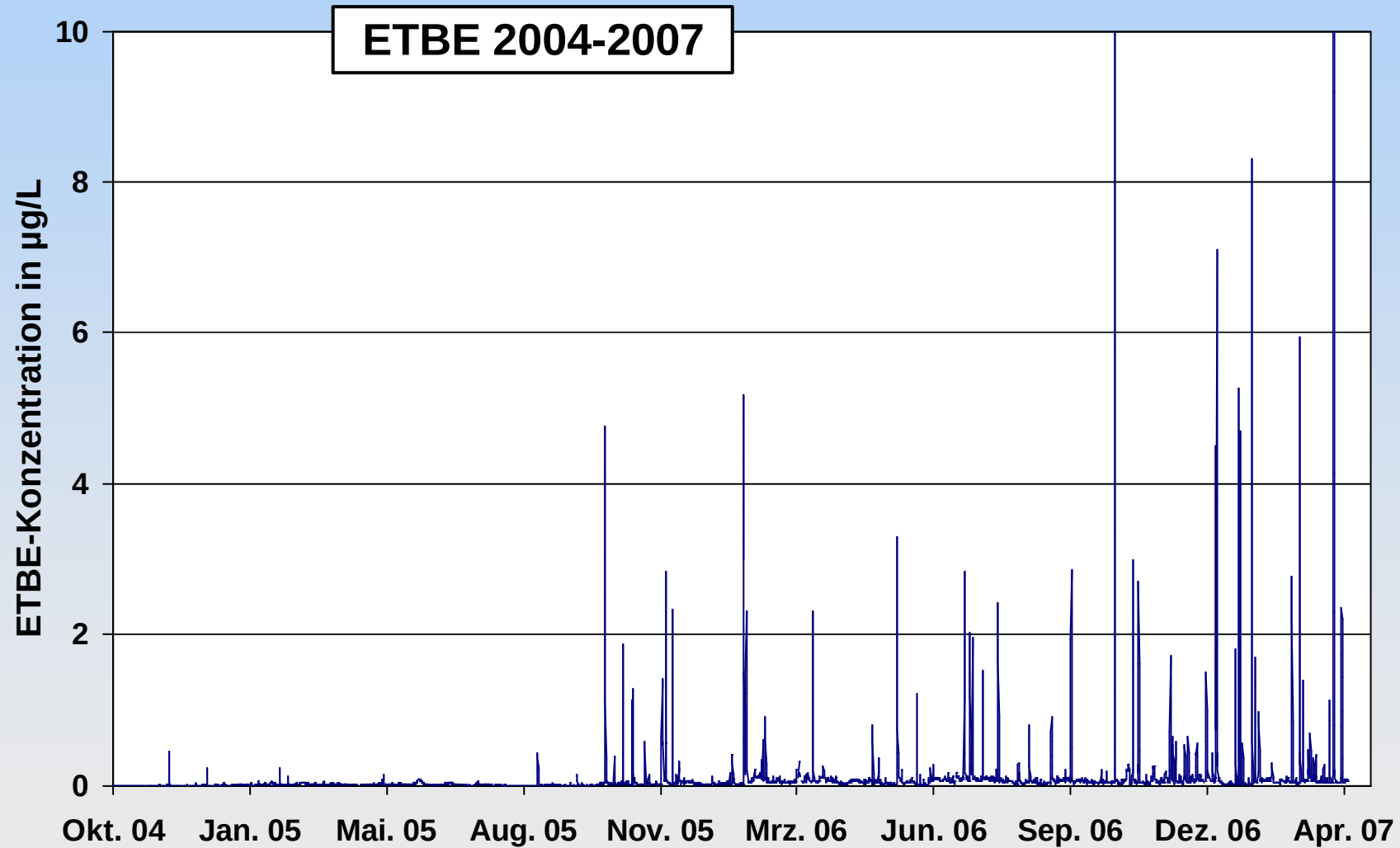
MTBE-Konzentrationen im Rheinwasser und in einer ufernahen Messstelle ohne landseitigen Grundwasseranteil (monatliche Stichproben)

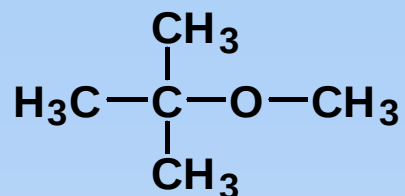


MTBE- und ETBE-Gehalte im Ablauf einer Raffinerie



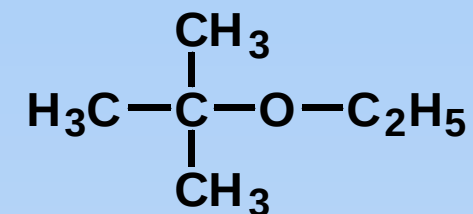
ETBE-Konzentrationen im Niederrhein bei Bimmen



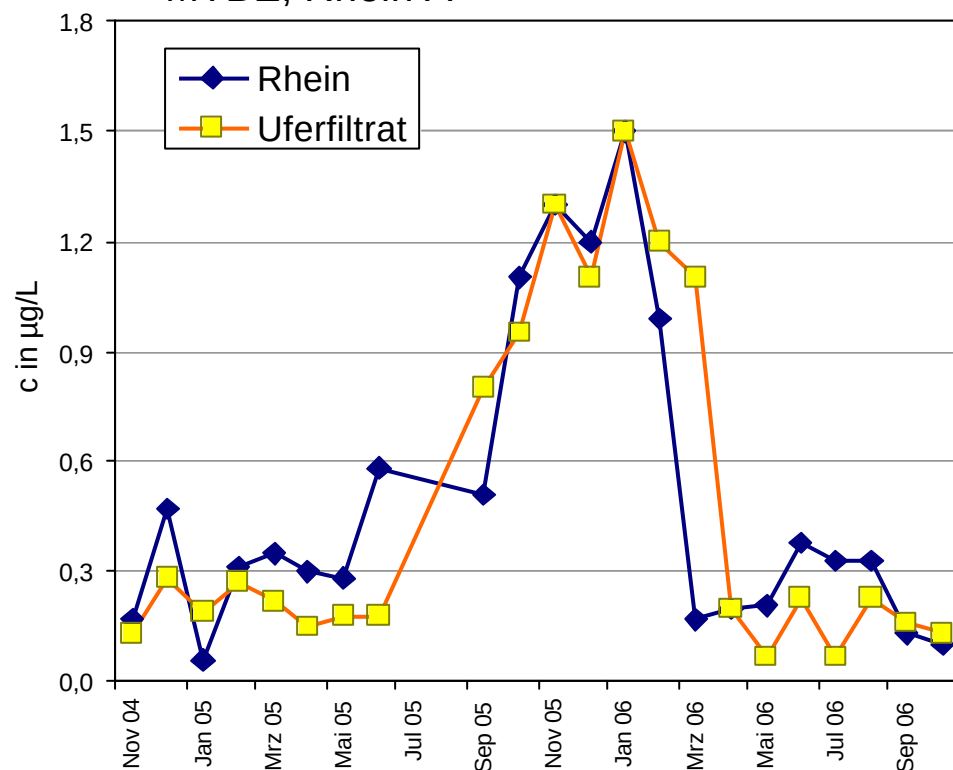


MTBE und ETBE

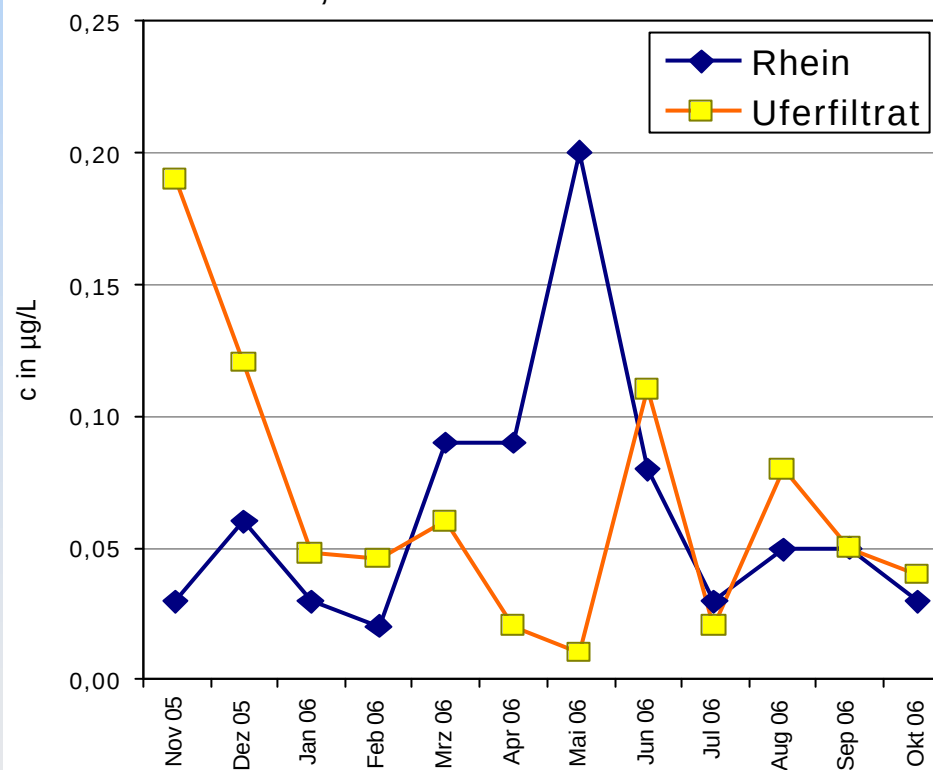
Einzelergebnisse von Stichproben



MTBE, Rhein A



ETBE, Rhein A

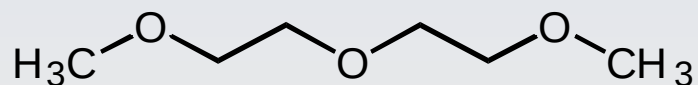
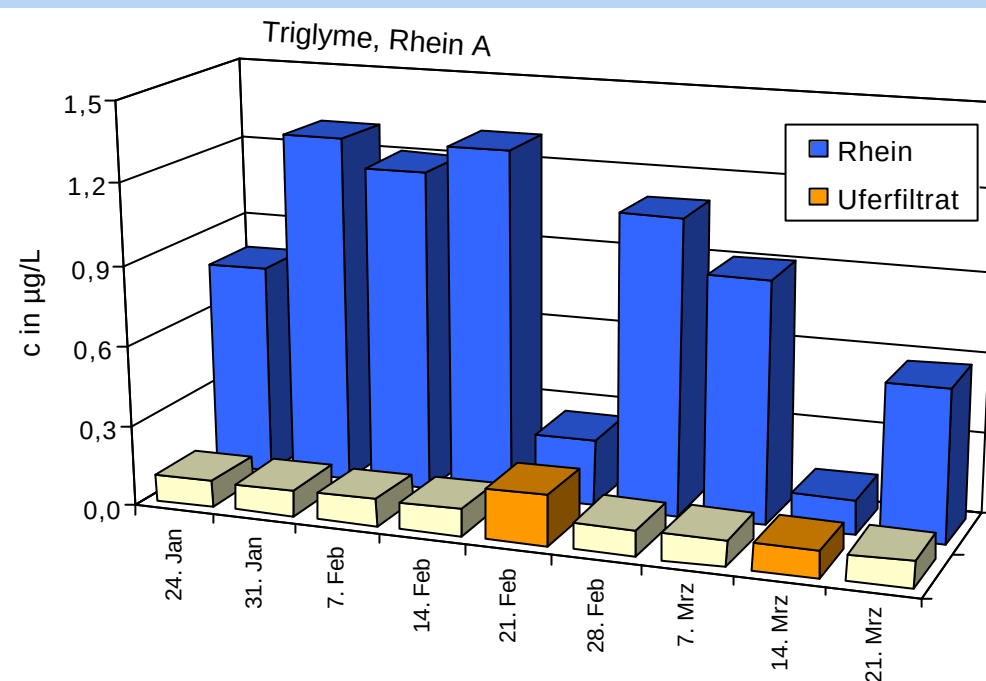
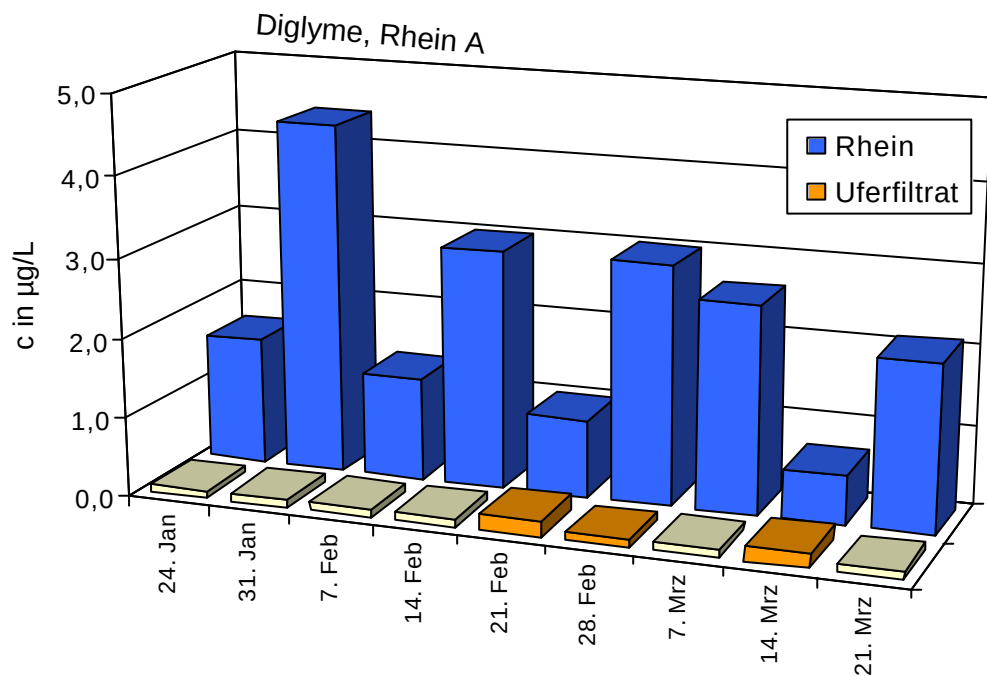


aerobes Redoxmilieu

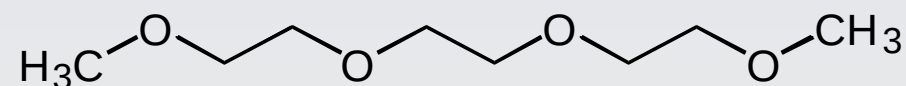
Diglyme und Triglyme

Einzelergebnisse von Stichproben

aerobes Redoxmilieu



Diglyme



Triglyme

Zusammenfassung / Fazit

- **Organische Mikroverunreinigungen sind im Rheineinzugsgebiet schon lange bekannt (PSM, Chlororganika, gefährliche Stoffe ...)**
- **Stoffspektrum hat sich erheblich verändert**
- **Überwachung und Bewertung sind unverzichtbar**
- **Zukunftsfähige Strategien zur Behandlung der Problematik „Organische Mikroverunreinigungen“ sind erforderlich**