

# PROBLEME FÜR DIE TRINKWASSERGEWINNUNG DURCH RÜCKSTÄNDE VON CHEMIKALIEN

Fortbildungstagung für Wasserfachleute

veranstaltet vom Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e. V.

Berlin, 7. bis 9. November 2017

Dr. Marco Scheurer



# Inhalt

---

- Was ist das Problem?
- Wie funktioniert die Trinkwassergewinnung in Deutschland?
- Wahrnehmung von Bürgern/Öffentlichkeit
- Beschreibung der Situation aus fachlich-wissenschaftlicher Sicht
- Strategien (das Beispiel „Hot-Target“)
- Das Fallbeispiel Trifluoracetat
- Fazit/Ausblick

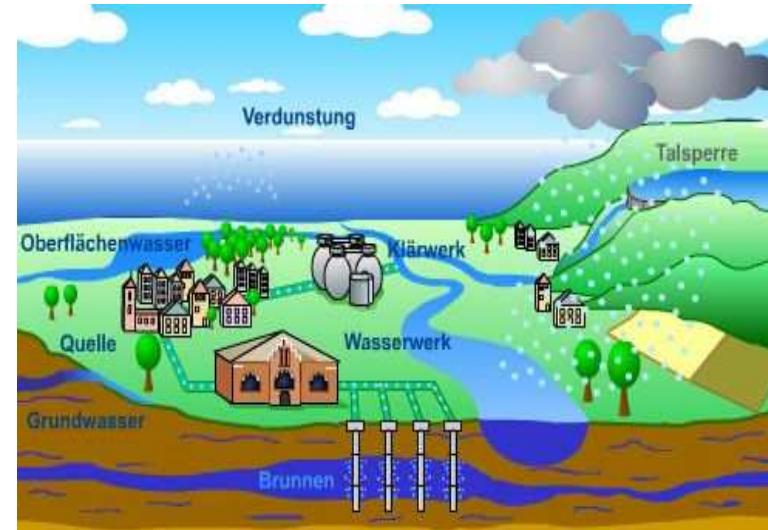
# Was ist das Problem?

---

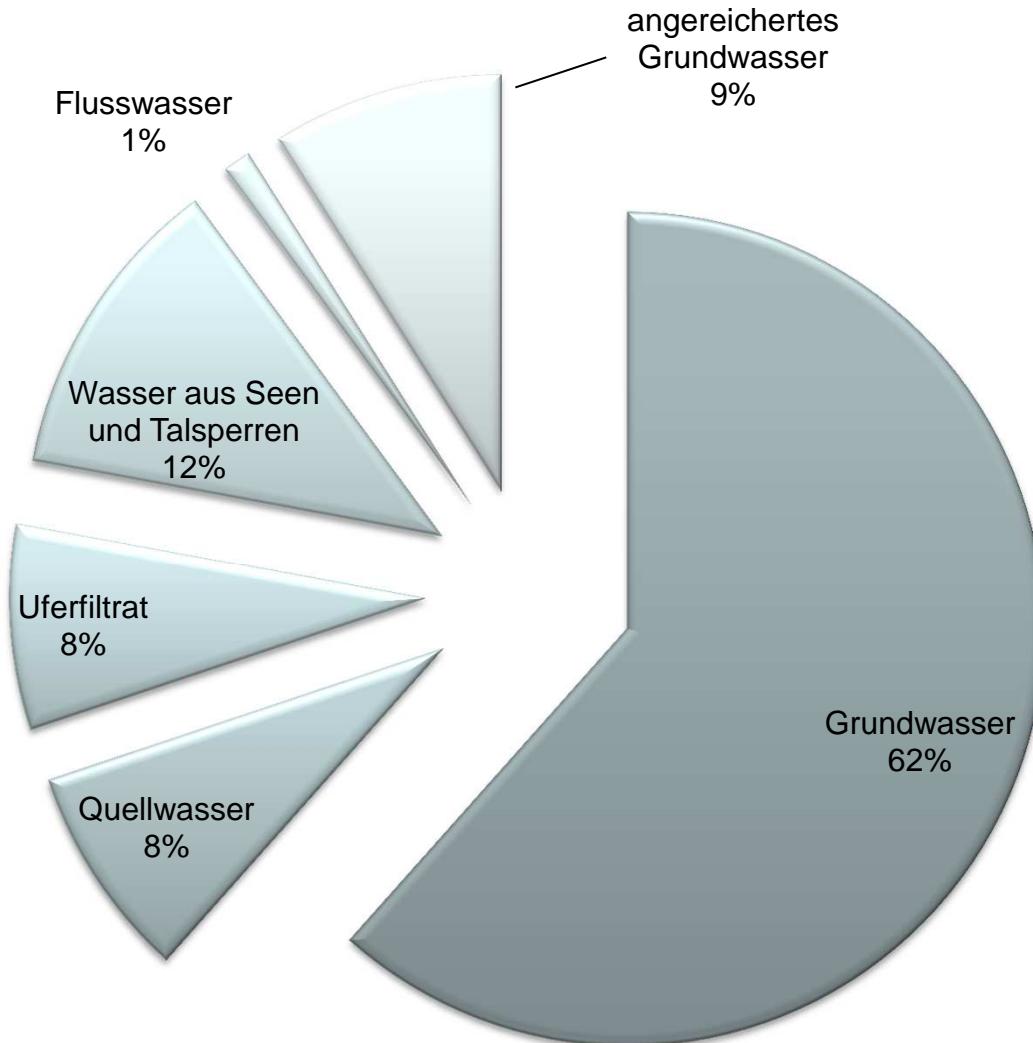
- Sehr leistungsfähige chemische Spurenanalytik
  - (fast) jeder Stoff kann gemessen werden!
- Positive Befunde werden generell als Gefährdung/Risiko angesehen
  - Unabhängig von Stoffkonzentrationen und Wasserarten
- Zunehmend größere Anzahl und Vielfalt von Stoffen in Umwelt/Wasserressourcen
- Systematisches und verständliches Bewertungskonzept fehlt
  - Gesundheit (Trinkwasser) ↔ Umwelt (Ökologie)
  - (sehr) unterschiedliche Kriterien für Bewertung von Stoffen (PBT, PMT, GOW u. a.)

# Wie funktioniert die Trinkwassergewinnung?

- Trinkwassergewinnung ist Teil des Wasserkreislaufs
  - Wasserkreislauf ↔ Stoffkreisläufe (z. B. FKW → Bildung von TFA durch photochemische Transformation)
  - Nutzung der Wirksamkeit von natürlichen (Boden, Untergrund) und technischen Barrieren/Aufbereitungsmaßnahmen
    - Abhängig von spezifischen Stoffeigenschaften, Konzentrationen, etc.
  - Gesetzliche und technische Vorgaben/Anforderungen



# Trinkwassergewinnung in Deutschland nach Wasserarten



## Nutzungskonflikte

- Energiegewinnung (Kühlwasser)
- Transporte von Gütern
- Vorfluter für Abwassereinleitungen
- Rohwasser/Brauchwasser (Industrie)
- Freizeit und Erholung
- Landwirtschaft

# Trinkwassergewinnung

---

Grundwasserwerk



Quellwasserfassung



Trinkwassertalsperre



Uferfiltratgewinnung



Quellwasserfassung

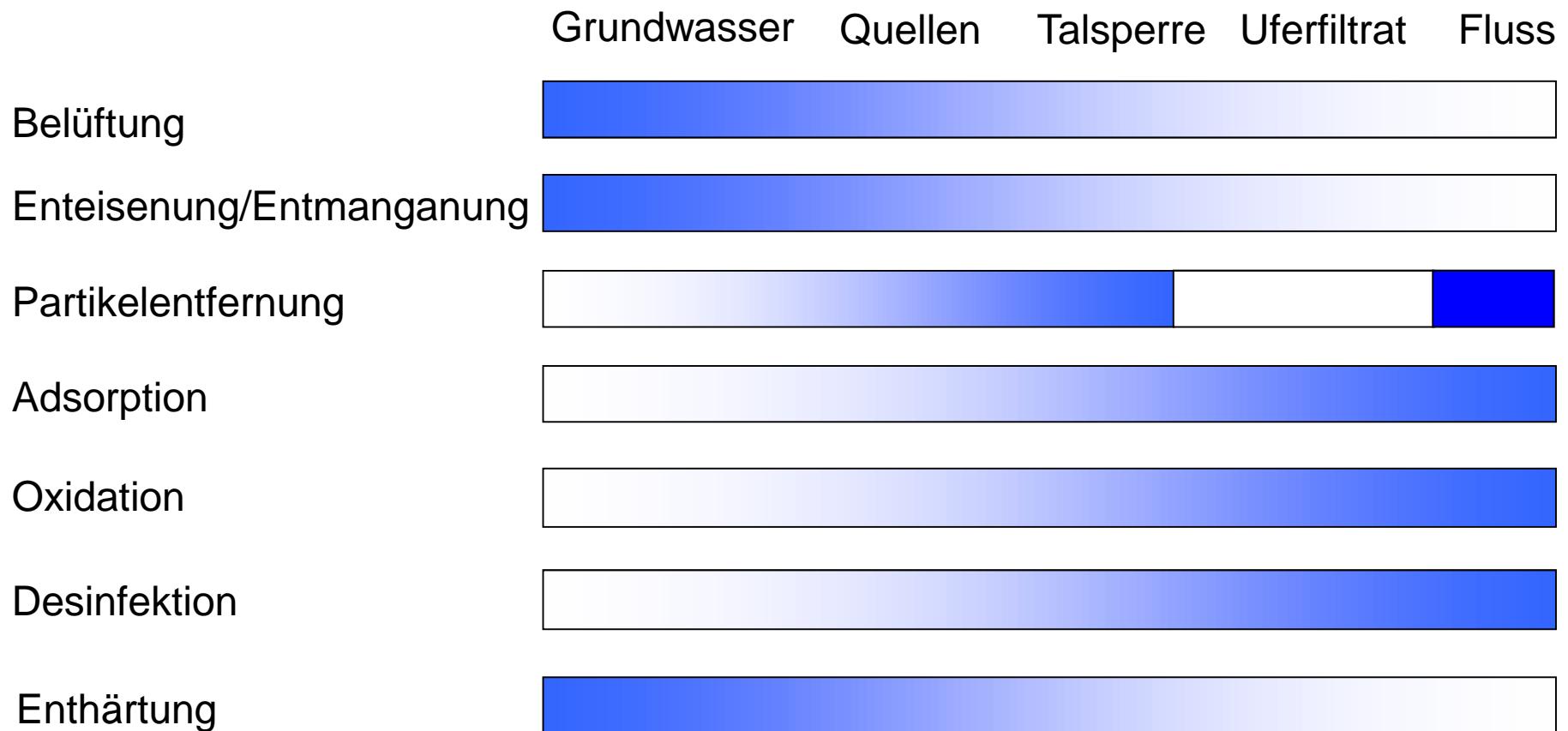


Trinkwassertalsperre



# Rohwasser und Trinkwasseraufbereitung

---



# Presseartikel...

TEST Trinkwasser

## Ha(h)nebüchen

Obwohl immer wieder Arzneimittelrückstände im Trinkwasser gefunden werden, sind regelmäßige Analysen nicht gesetzlich vorgeschrieben. ÖKO-TEST hat nun Trinkwasser aus 69 deutschen Städten auf Gadolinium untersuchen lassen, das über MRT-Kontrastmittel in die Umwelt gelangt

### Immer mehr Flächen mit PFC belastet

Jetzt auch Funde in Baden-Oos / Kritik aus Kuppenheim / Rastatt stellt Konzept vor

Von Patrick Fritsch

Baden-Baden - Die Behörden finden immer mehr Flächen, die mit der Chemikalie PFC belastet sind. Jetzt ist auch Baden-Oos betroffen. Die Bürgerinitiative Sauberes Trinkwasser Kuppenheim kri-



WASSERQUALITÄT

### Wie viel Viagra steckt eigentlich im Wasser des Ruhrgebiets?

22.08.2014 | 06:34 Uhr



Regionale Untersuchungen zum Viagra-Wirkstoff sind bisher nicht gemacht worden, bestätigte der Ruhrverband.  
Foto: Uli Deck/ dpa

### Wissenschaftler warnt vor Chemikalien im Trinkwasser

Ins Abwasser gelangen tausende Chemikalien. Ihre Wirkung ist kaum bekannt. Industrie und Verbraucher sollten etwas dagegen tun, fordert ein Umweltwissenschaftler.



Foto: Robert Schlesinger

trag geben, teilte die Kommission gestern mit. Unterdessen findet heute ein Pressegespräch in Rastatt statt: „Auch bei ungünstiger Ausbreitung der PFC-Fahne“ im Grundwasser wollen die Star-Energiewerke Rastatt eine sichere Versorgung mit gesundem Trinkwasser gewährleisten können. Im Beisein von OB Hans Jürgen Pütsch wird auch eine Pilotanlage vorgestellt, mit der PFC aus dem Grundwasser gefiltert werden kann – und zwar mit Aktivkohle. Diese Art der Filte-

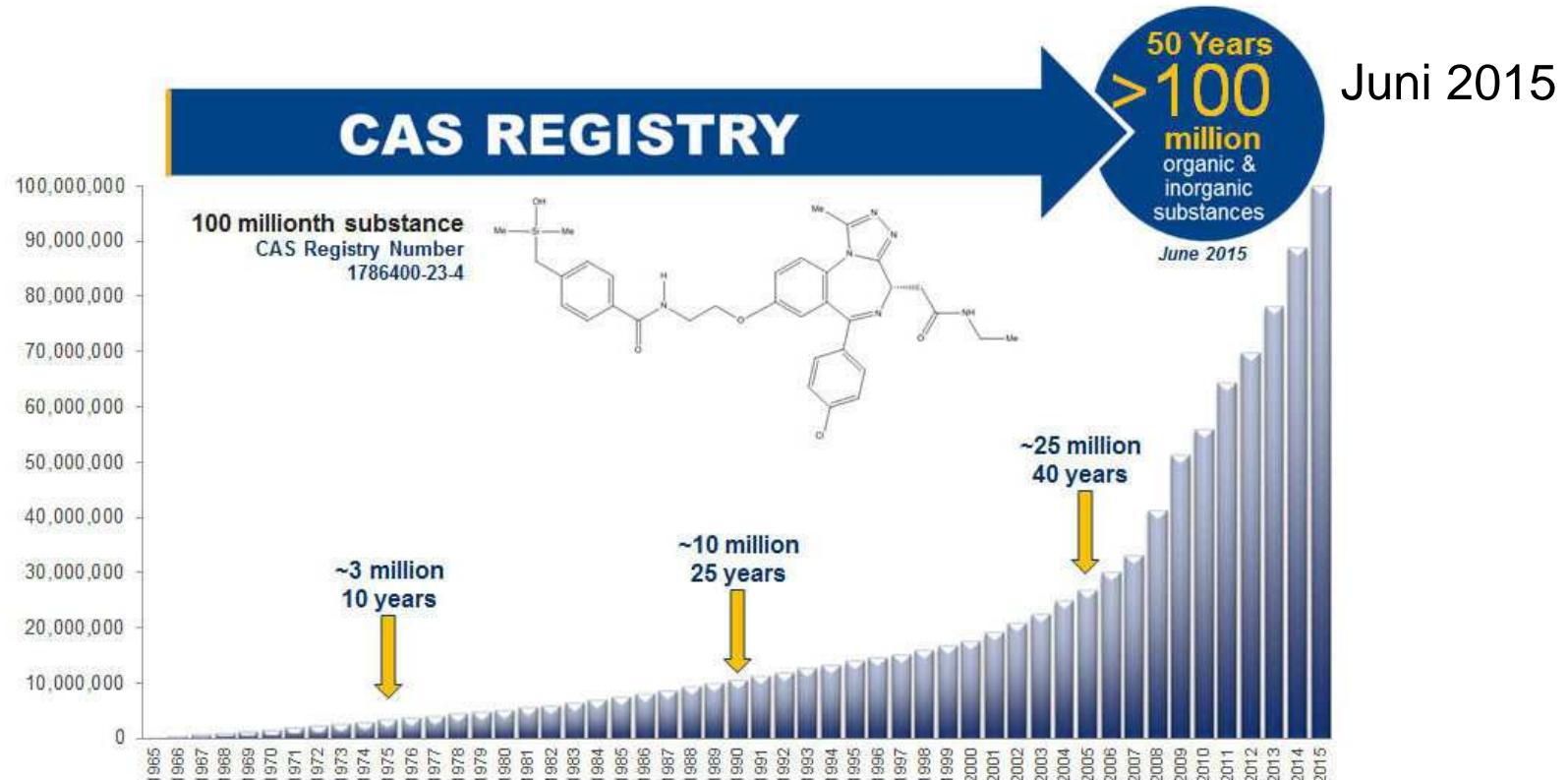
...tragen nicht immer zu einer sachlichen Diskussion bei.

# Wahrnehmung von Bürgern/Öffentlichkeit

---

- Rückstände von Chemikalien in Wasserressourcen sind besorgniserregend und gefährlich
  - Keine Unterscheidung nach Wasserarten, Stoffen, Konzentrationen etc.
- Trinkwasserimage und -qualität meistens als gut bewertet
- Wunsch nach sauberem und reinem Trinkwasser (ohne Rückstände) und intakter Umwelt (ohne Gefährdung/Risiken durch Chemikalien)
- Interesse an Gewässerschutz, Trinkwassergewinnung, Nutzungskonflikten etc. im Allgemeinen gering

# Beschreibung der Situation (1)



- ~ 30.000 - 50.000 Stoffe in Europa verwendet  
(REACH ~ 15.000 Stoffe registriert)
- Abschätzung: 5.000 - 10.000 Stoffe in Gewässern nachweisbar
- Ausgangsstoffe → Bildung von Metaboliten / Transformationsprodukten durch biotische und/oder abiotische Prozesse

# Beschreibung der Situation (2)

---

## Geregelte Stoffe



## Ungeregelte Stoffe

- Trinkwasserverordnung (TrinkwV)  
→ Grenzwerte für Benzol, HKW, PAK, Pestizide
- Oberflächengewässerverordnung (OGewV)  
→ Umweltqualitätsnormen (UQN) für Prioritäre Stoffe und weitere Schadstoffe
- Grundwasserverordnung (GrwV)  
→ Schwellenwerte für Nitrat, Pestizide und weitere Stoffe

- Arzneimittel
- Endokrin wirksame Stoffe
- Per- und polyfluorierte Stoffe
- Flammschutzmittel
- Korrosionsschutzmittel
- Kraftstoffzusätze
- Synthetische Komplexbildner
- Künstliche Süßstoffe
- ...

## Beschreibung der Situation (3)

---

### Beeinträchtigung von Roh- und Trinkwasser durch Chemikalien

Ressourcen	Stoffgruppen/Stoffklassen
Grundwasser/Quellwasser	PSM/PSM-Metaboliten, LHKW, PFAS
Oberflächenwasser/Seen	Pharmaka-Wirkstoffe/Metaboliten, PSM/PSM-Metaboliten, REACH-Stoffe, Lebensmittel-Zusatzstoffe
Oberflächenbeeinflusstes Grundwasser (Uferfiltrat, angereichertes Grundwasser)	Pharmaka-Wirkstoffe/Metaboliten, PSM/PSM-Metaboliten, REACH-Stoffe, Lebensmittel-Zusatzstoffe

## Beschreibung der Situation (4)

---

Welche Stoffe sind für die Trinkwassergewinnung relevant?

Ansätze/Strategien für die Auswahl und Bestimmung von Stoffen

- **Target-Analytik** (spezifische Stoffe aus OGewV/GrundwV/TrinkwV, prioritäre Stoffe etc.)
- **Suspected Target-Analytik** (bereits bekannte und nachgewiesene Stoffe)
- **Non Target-Analytik** (vermutete und bislang nicht bekannte/nachgewiesene Stoffe)
- **PMT-Stoffe** (Persistenz, Mobilität, Toxizität)
- **Hot Target-Stoffe** (Persistenz, Mobilität, Stoffeigenschaften, Entfernbarekeit, Eintragspfade, Toxizität)
  - Auswahl und Identifizierung von trinkwasserrelevanten prioritären Stoffen nach wasserversorgungsspezifischen Kriterien (besonderes Augenmerk auf ionisierbare Stoffe)

# Ein Löwe ist ein Löwe...?

---



# Ein Löwe ist ein Löwe...?

*Gefährdung*



A



B



1



2

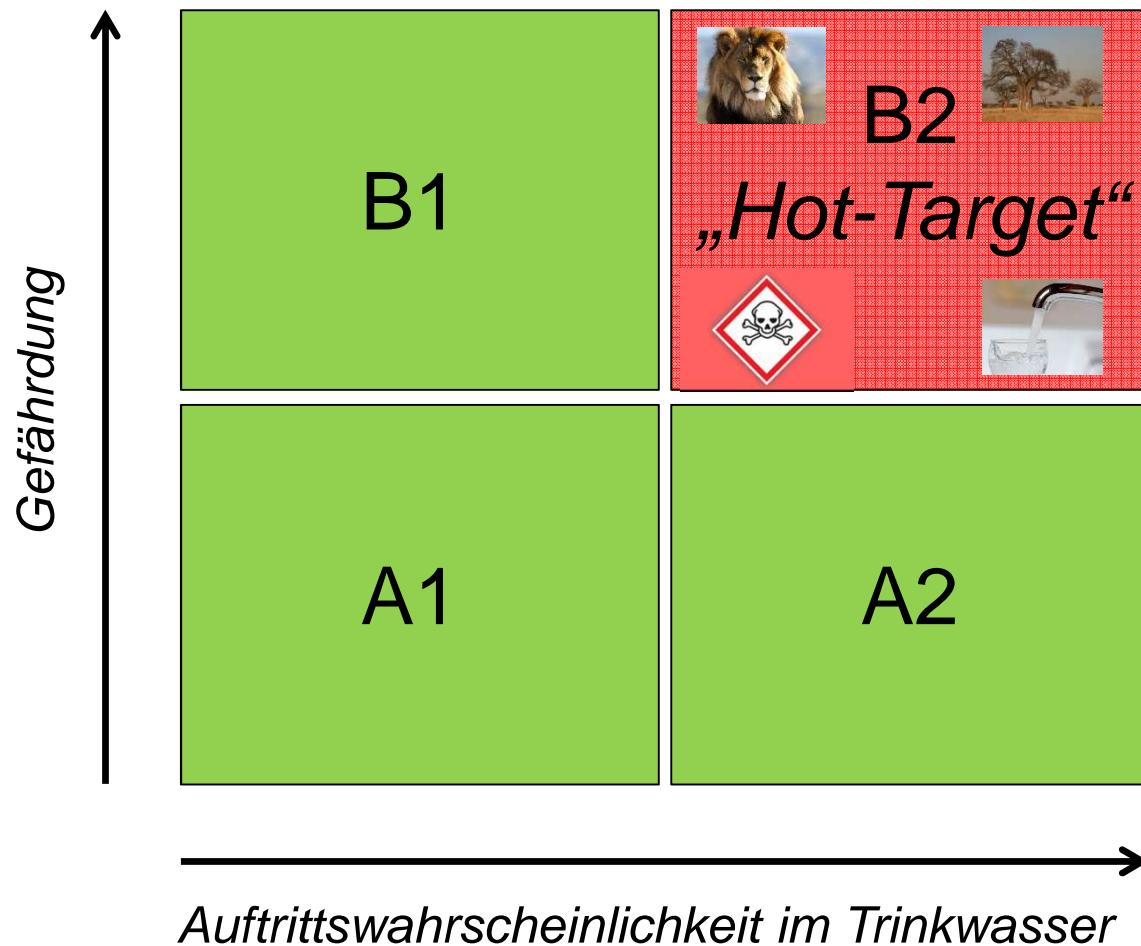


*Expositionswahrscheinlichkeit*

# Und eine Chemikalie ist eine Chemikalie...?

## Proaktive Risikoabschätzung

→ Risiko = Exposition × Gefahr

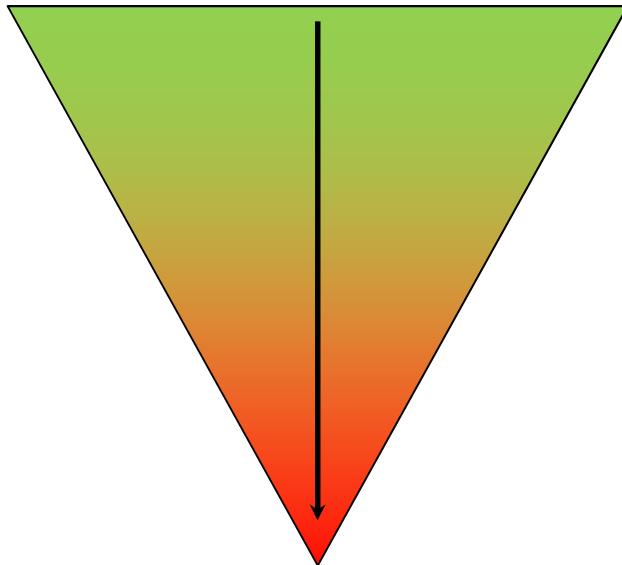


# Realisierung von Hot-Target-Analytik

---

~10.000\* Stoffe  
(Vorauswahl)

Datenbanken / Stofflisten



~10–15\* Stoffe



## 1. Auftrittswahrscheinlichkeit

### PM-Bewertung

- Persistenz
- Mobilität

### Technische Entfernbarekeit

- Ozonung
- Aktivkohlefiltration

### Zusatzinformationen

- Verwendungszweck
- Verbrauchsmengen

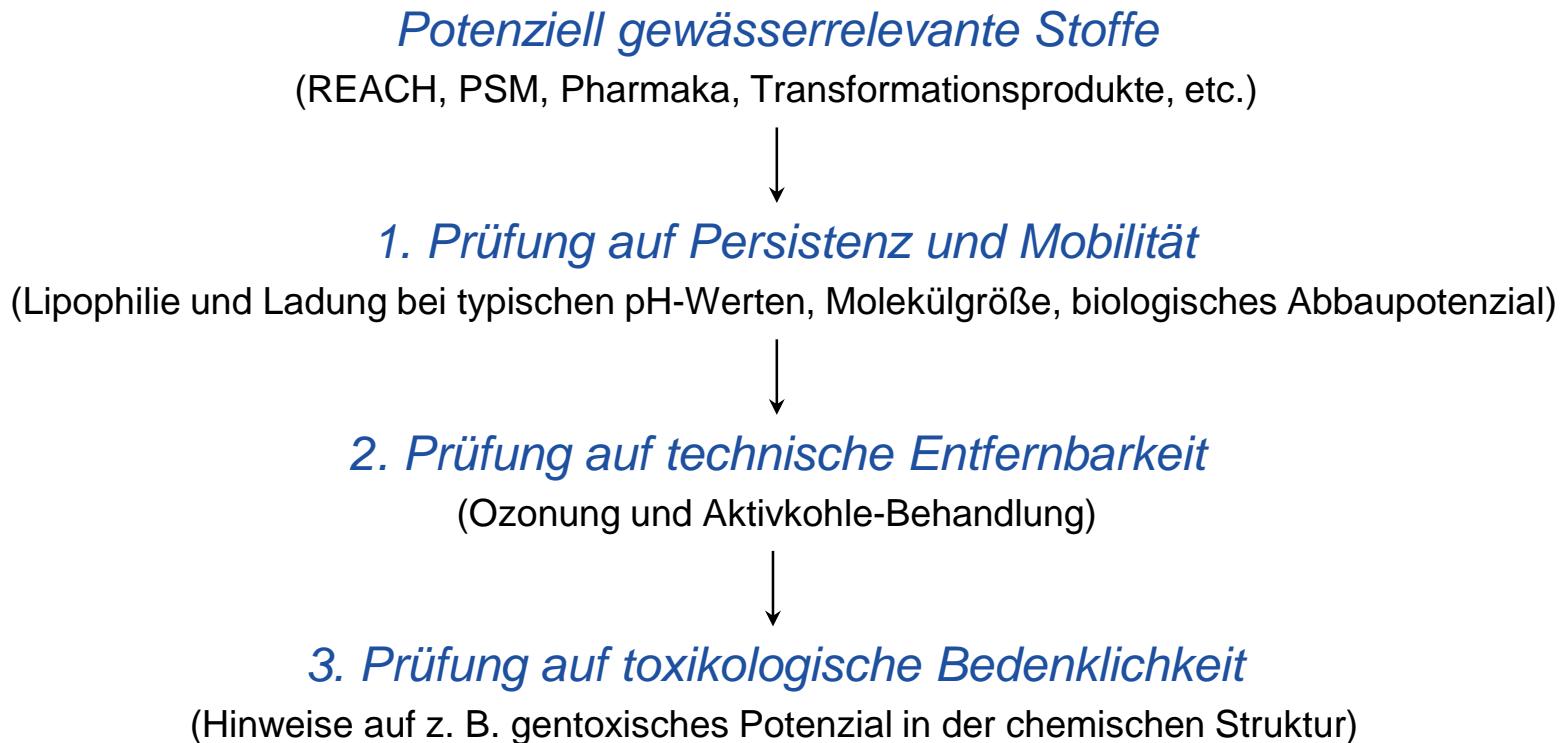
## 2. Gefährdungspotenzial

- Strukturalarm (in silico)
- Realdaten

\* beispielhaft

# HOT-TARGET-STRATEGIE (Struktur → Verhalten)

---



*Tonnagen und Eintragspfade erst gegen Ende der Bewertung:*

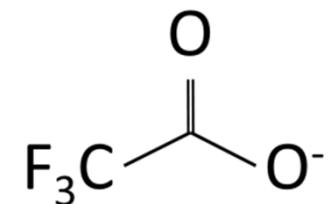
- Die chemische Struktur eines definierten Stoffes ist konstant, aufgewendete Mengen und Eintragsszenarien sind ggf. variabel!
- Vorteil: Flexibles Bewertungskonzept, welches im Falle von unerwarteten Stoffeinträgen schnell angepasst werden kann, da die intrinsische Stoffbewertung bereits erfolgt ist.

# TRIFLUORACETAT (TFA)

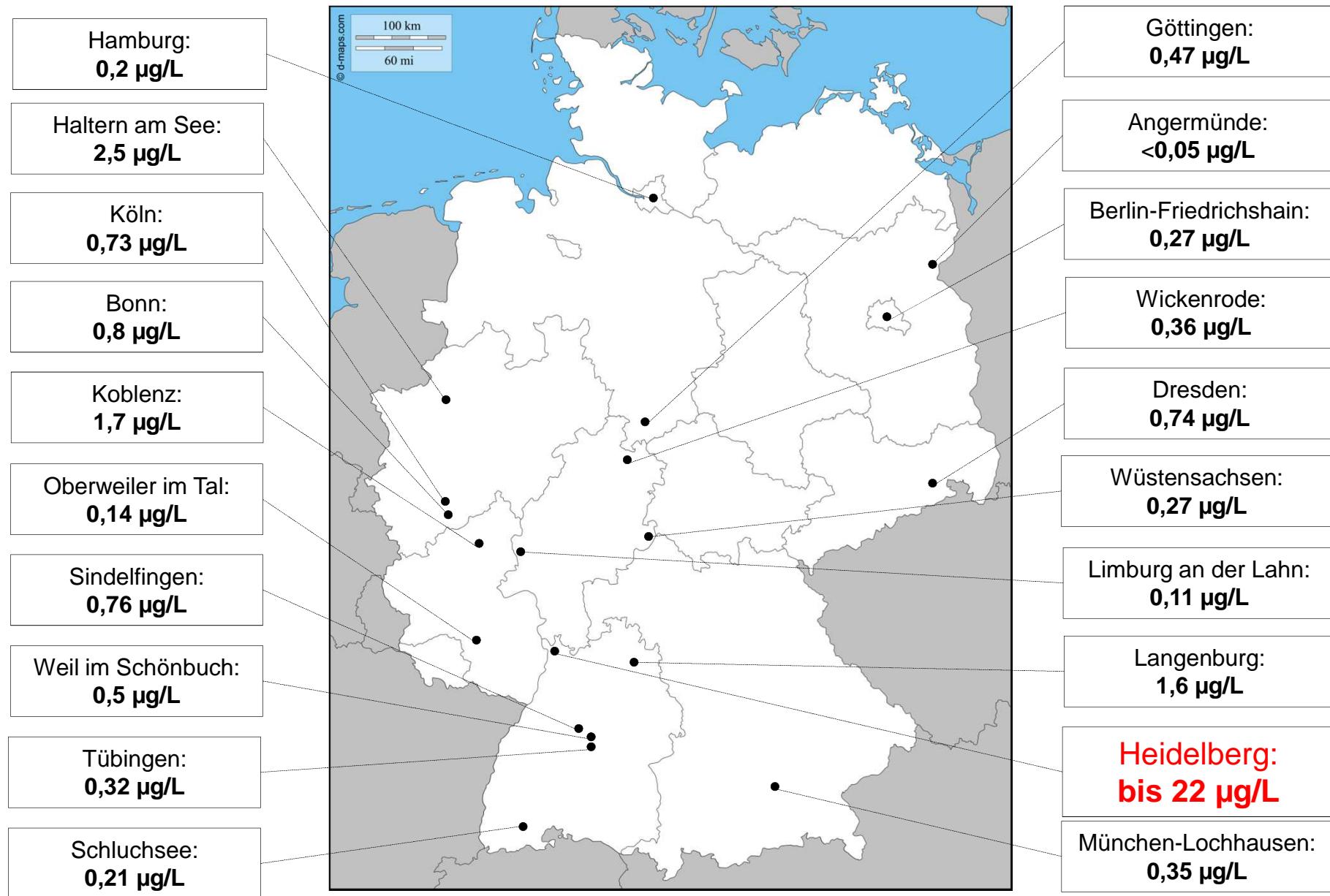
---

Bewertung aus Sicht der Wasserversorgung:

- Sehr gut wasserlöslich, mobil und persistent
- Rückhalt/Entfernung bei Boden- bzw. Uferpassage kaum wahrscheinlich
- GAC-Filtration nicht wirksam
- Transformation mit Ozon/AOP nicht zu erwarten
- GOW-Konzept: 1,0 µg/L (Aug.2016, nicht relevanter PSM-Metabolit) jetzt 3,0 µg/L



# TFA-Konzentrationen im Trinkwasser | Deutschland



# TFA IN DER PRESSE



**SWR AKTUELL**

Chemische Substanz im Neckar bei Bad Wimpfen

Doktorand stößt auf verunreinigtes Trinkwasser

11. Oktober 2016, 17:58 Uhr Update: 15. Oktober 2016, 03:33 Uhr

**TFA im Neckar: Sechs Fragen**

Region Was hat es mit dem Trifluoracetat im Wasser auf Neckar festgestellt wurde? Behörden beziehen auf Stin

zum SWR Programm SWR.de Home

**SWR FERNSEHEN**

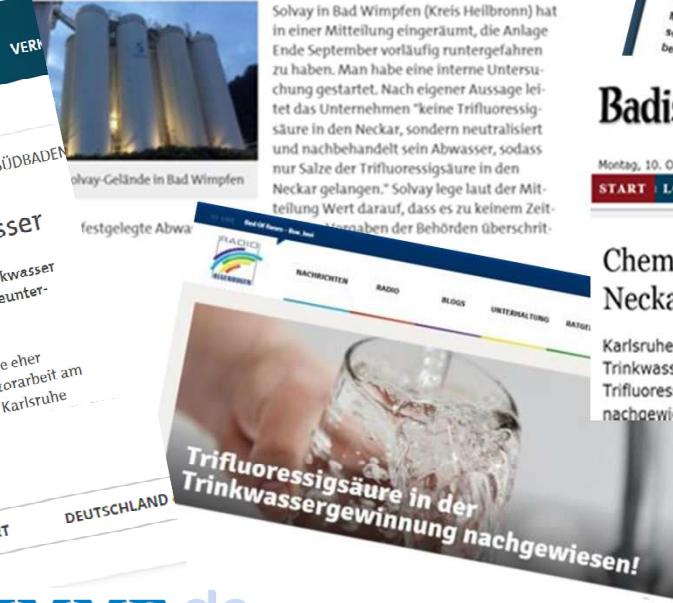
**Landesschau AKTUELL**

STARTSEITE BADEN-WÜRTTEMBERG FRIEDRICHSHAFEN HEILBRONN SÜDBADEN TÜBINGEN ULM VERKEHR WETTER

Neckar-Verunreinigung bei Bad Wimpfen

### Chemische Substanz im Trinkwasser

Zwischen Bad Wimpfen und Mannheim war in den vergangenen Wochen das Trinkwasser teilweise mit einer Fluorverbindung verunreinigt. Verursacher könnte das Chemieunternehmen Solvay sein.



**STIMME.de // Heilbronn**

HEILBRONN HOHENLOHE KRAICHGAU SÜDWESTEN SPORT DEUTSCHLAND

Nachrichten Wirtschaft Kultur

10. Oktober 2016, 16:38 Uhr Update: 18. Oktober 2016, 03:33 Uhr

**Neckar mit TFA belastet**

Bad Wimpfen Ein Chemieunternehmen in Bad Wimpfen soll für die Einleitung des Stoffes Trifluoressigsäure (TFA) verantwortlich sein. Die Firma spricht von ungefährlichem Trifluoracetat.

**RHEIN-NECKAR-ZEITUNG**  
<http://www.rnz.de/>

Trinkwasser zwischen Wimpfen und Mannheim verunreinigt



Regierungspräsidium Karlsruhe

Wir über uns Service Abteilungen Bekanntmachungen Stellenangebote Themen

10.10.2016

Unerwünschte chemische Substanz im Trinkwasser der Wasserversorgungen am unteren Neckar festgestellt - Behörden und Wasserversorger leiteten bereits Maßnahmen ein

**Trifluoressigsäure belastet Wasserversorgung am Neckar**

11.10.2016 - Eine unerwünschte chemische Substanz ist im Trinkwasser der Wasserversorgungen am unteren Neckar festgestellt worden. Wie das Regierungspräsidium Karlsruhe gestern mitteilte, zeigen aktuelle Untersuchungsergebnisse, dass sich Trifluoressigsäure (TFA) auf die Trinkwasserversorgungen um Mannheim und Heidelberg auswirkt.

Digital | eZeitung | Mobil | Videos |

**Badische Zeitung**

Montag, 10. Oktober 2016

START | LOKALE | NACHRICHTEN | SPORT | MEINUNG | FREIZEIT | RATGEBER | ABO

Jugend & Beruf Ausbildungspunkt suchen & finden!

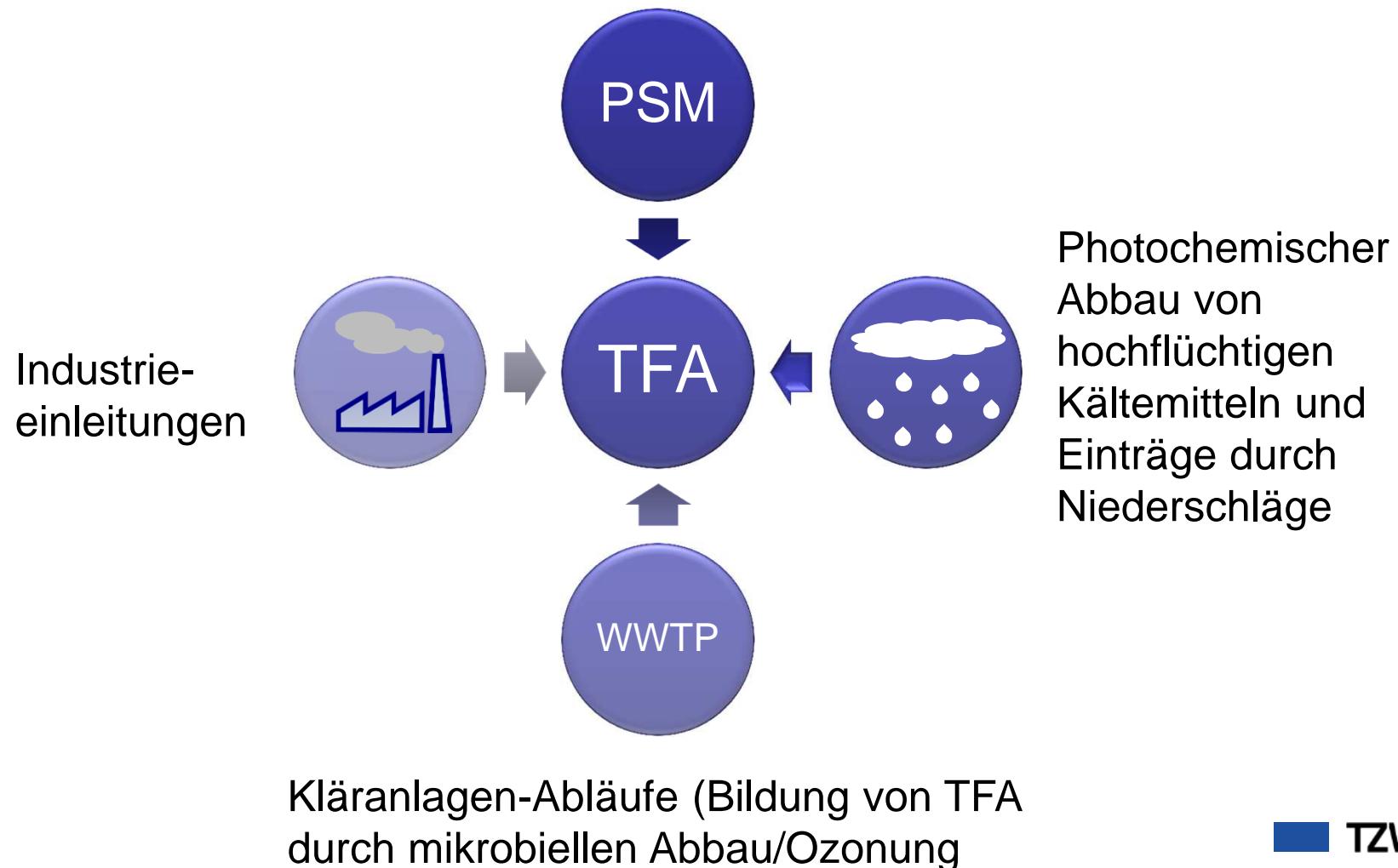
Chemikalie belastet Trinkwasserversorgung am Neckar

Karlsruhe (dpa/lsw) - Ein unerwünschtes chemisches Abbauprodukt belastet die Trinkwassergewinnung am Neckar im Raum Mannheim und Heidelberg. Trifluoressigsäure (TFA) aus dem Flusswasser sei im Uferfiltrat und im Trinkwasser nachgewiesen worden, teilte das Regierungspräsidium Karlsruhe am Montag mit.

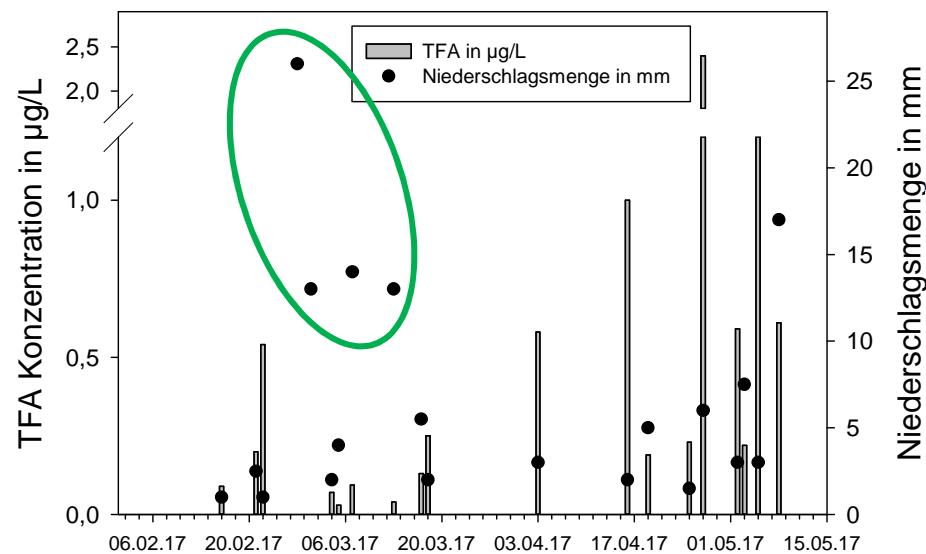
**TZW**

# Mögliche Eintragspfade von TFA

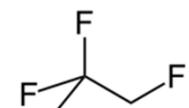
Einsatz und Abbau von Pflanzenschutzmitteln mit CF<sub>3</sub>-Strukturen (z. B. Flufenacet, Tritosulfuron etc.)



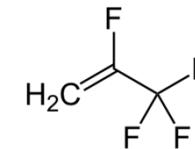
# Beitrag von Niederschlägen



- Erhöhte Konzentrationen bei geringen Niederschlagsmengen
- Kältemittel mit TFA-Bildungspotential

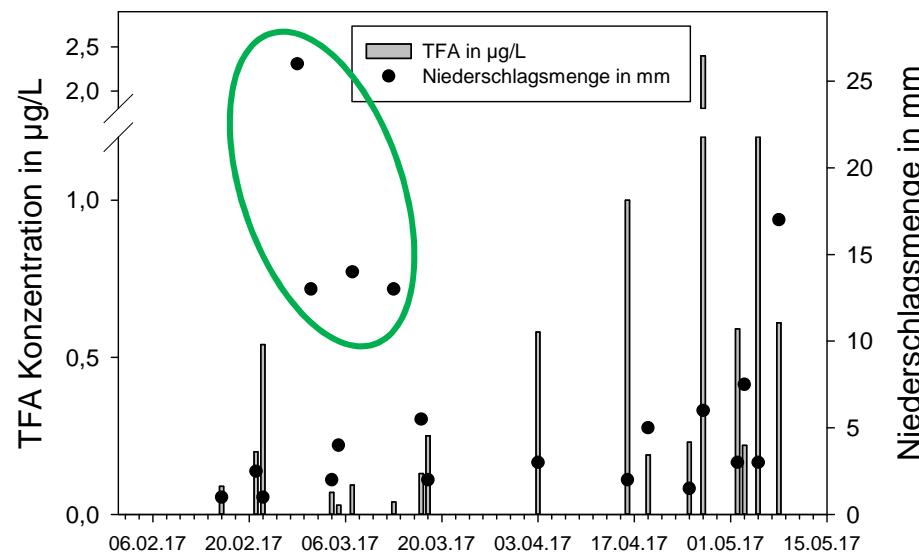


1,1,1,2-Tetrafluorethan

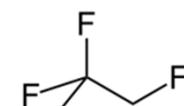


2,3,3,3-Tetrafluoropropen

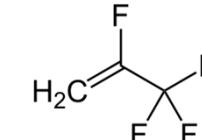
# Beitrag von Niederschlägen



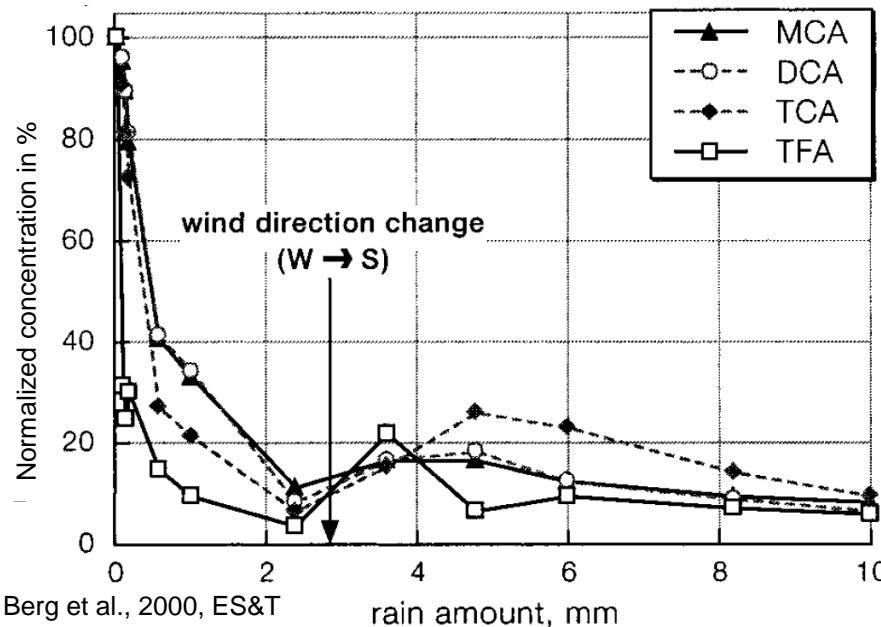
- Erhöhte Konzentrationen bei geringen Niederschlagsmengen
- Kältemittel mit TFA-Bildungspotential



1,1,1,2-Tetrafluorethan

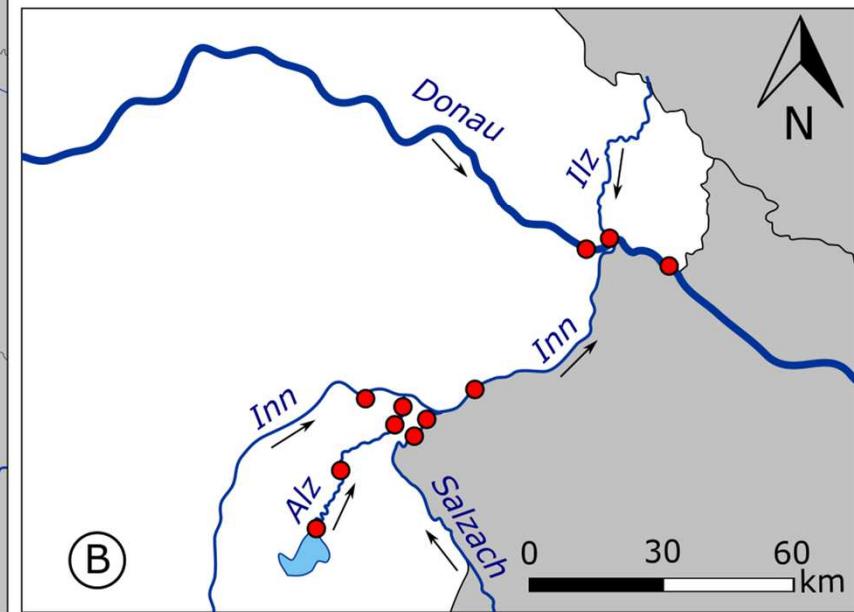
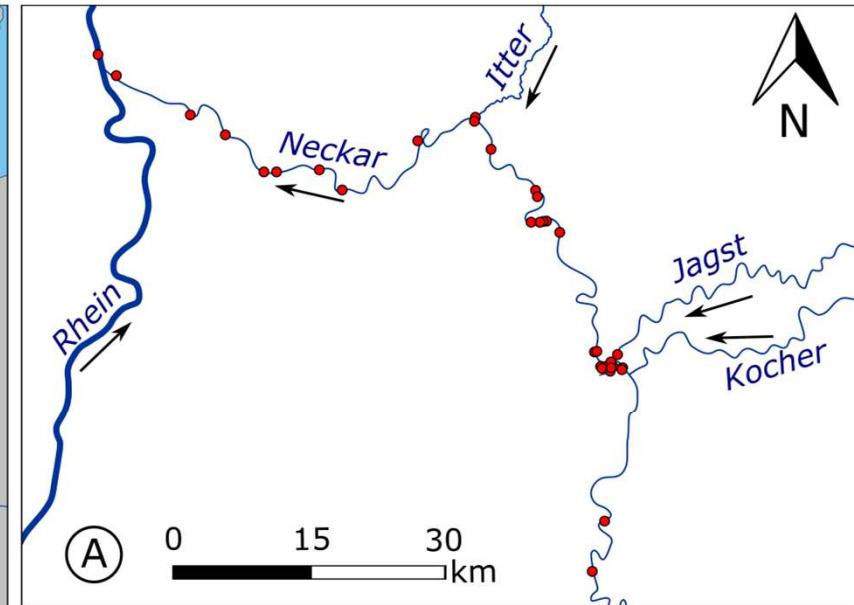
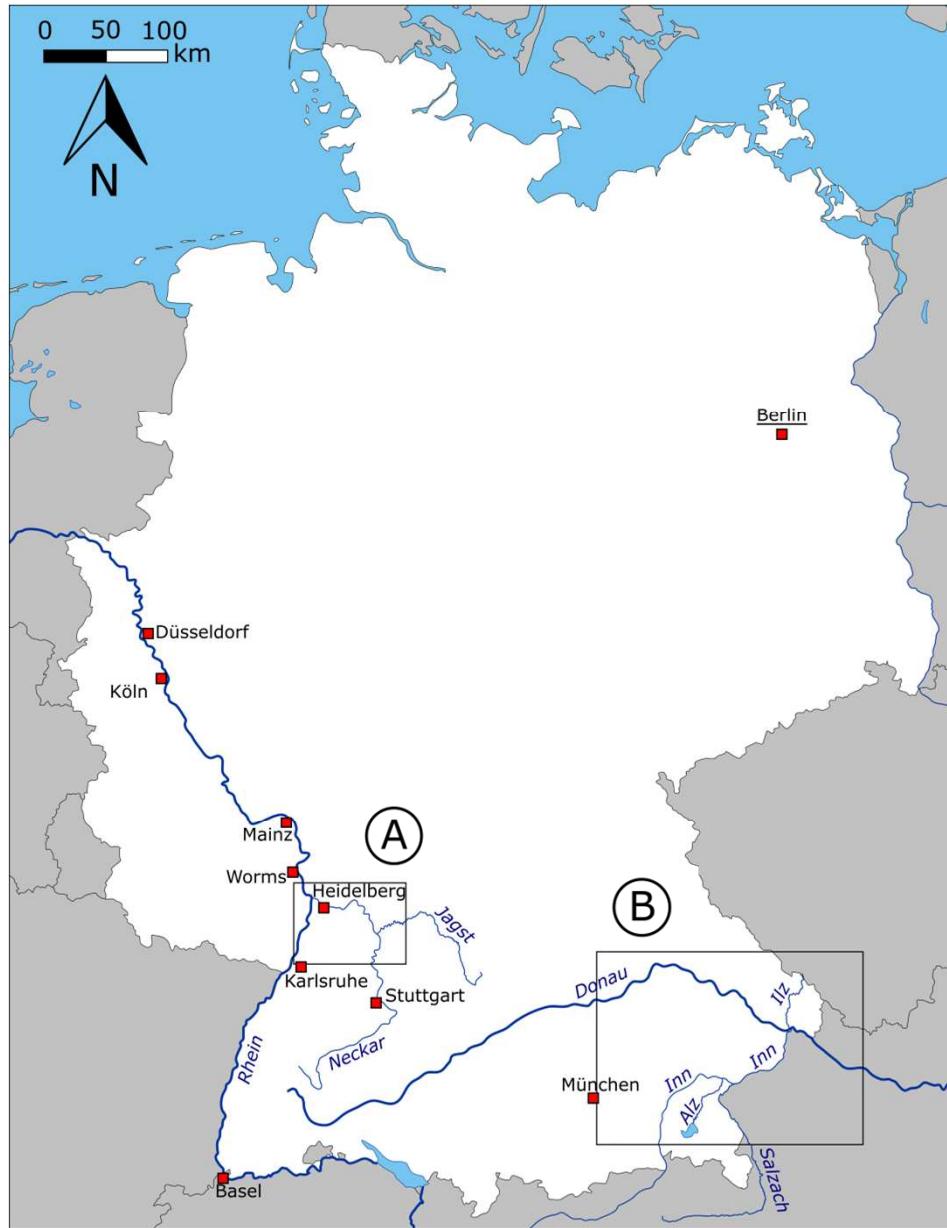


2,3,3,3-Tetrafluoropropen

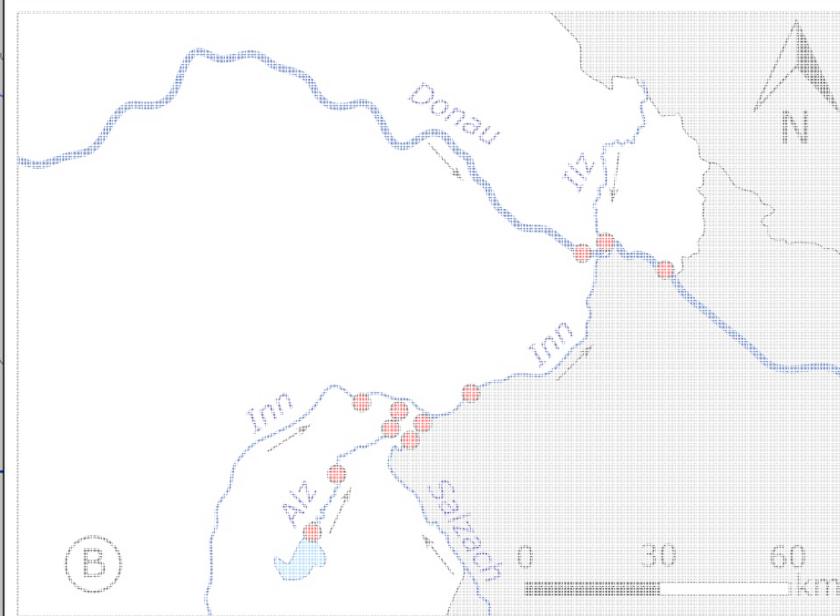
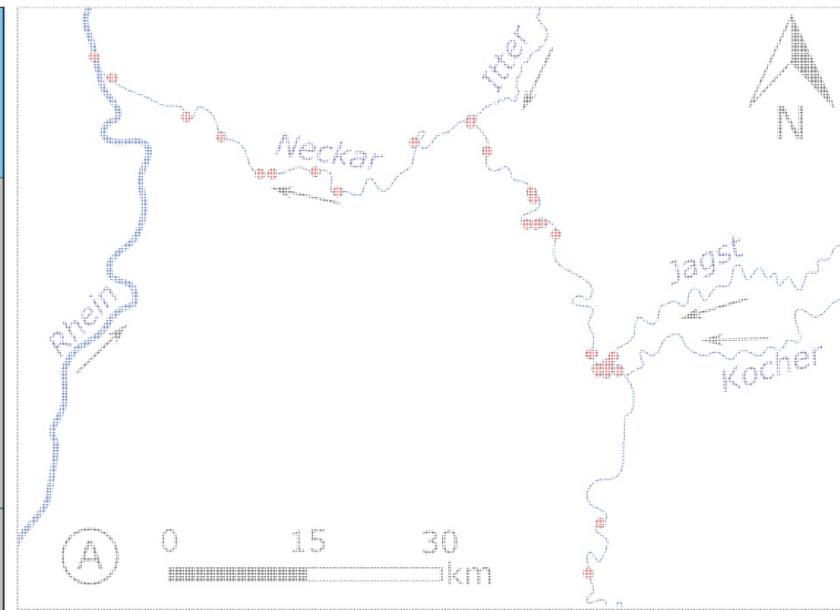
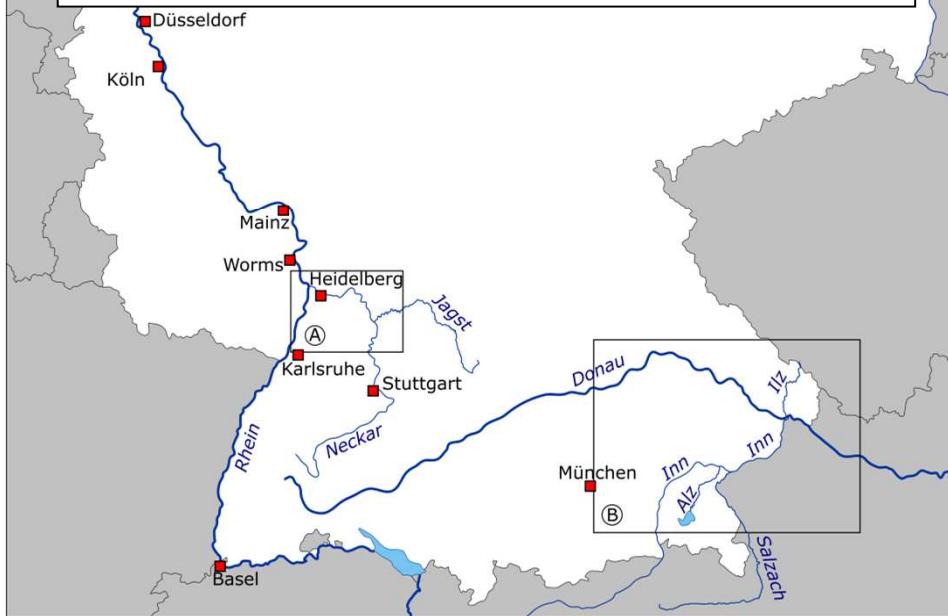
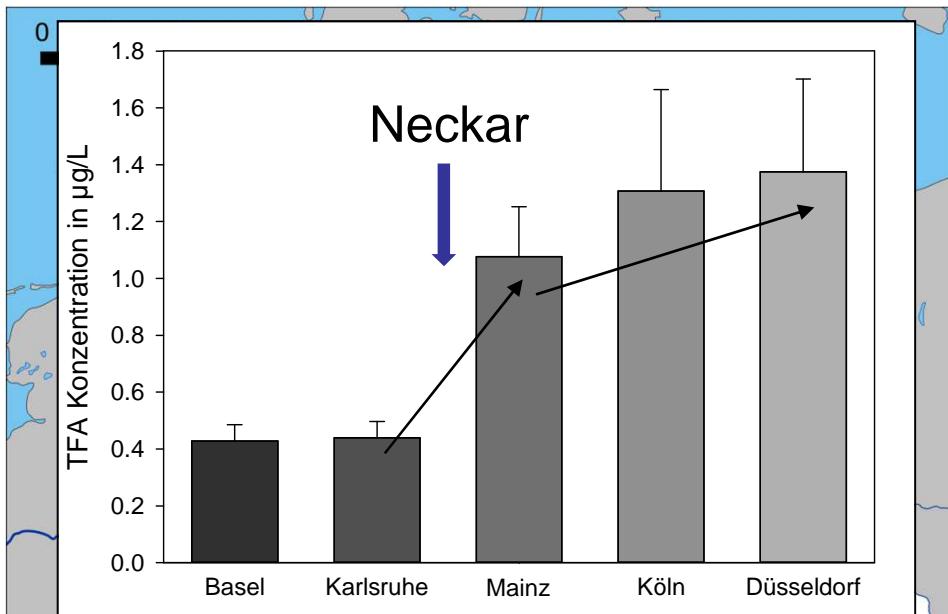
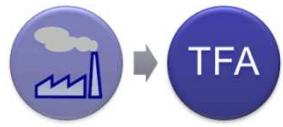


- Erhöhte Konzentrationen bei < 3 mm Niederschlag
- Konzentrationsbereich (Schnee, Regen) <0,003 – 1,6 µg/L
- Keine Unterschiede zwischen urbanen und ländlichen Gegenden

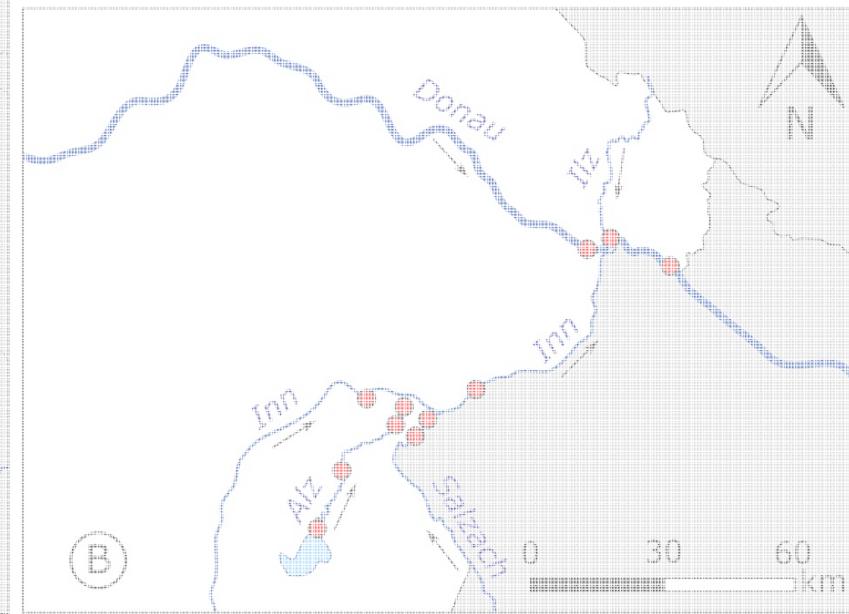
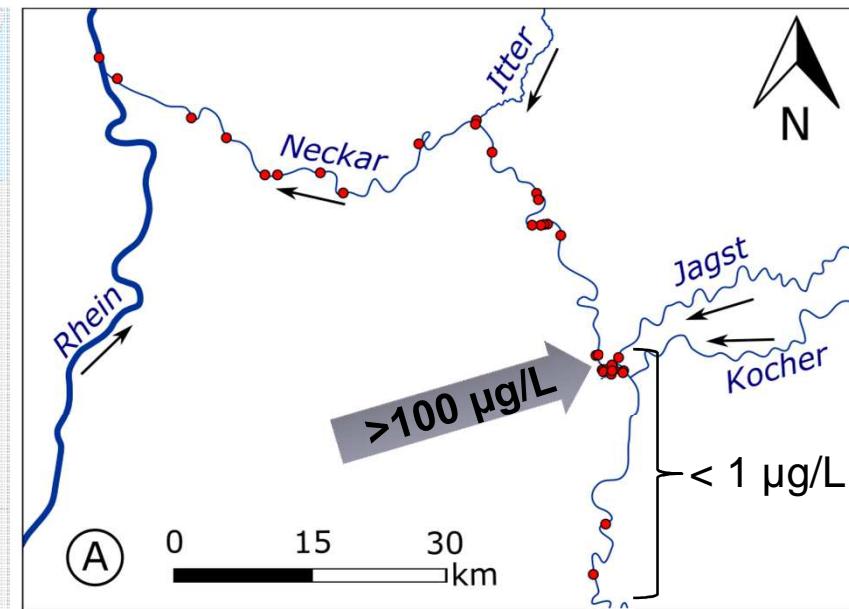
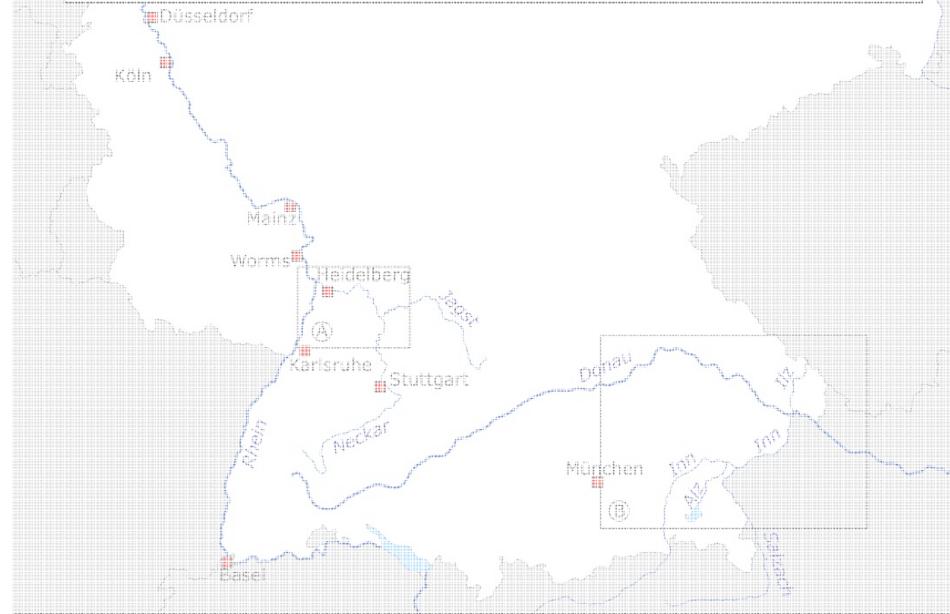
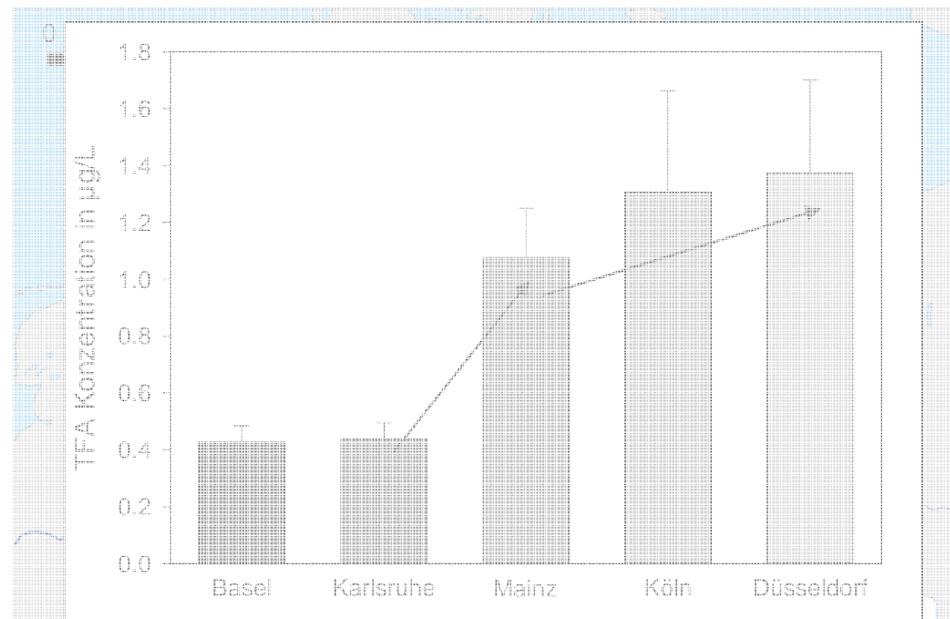
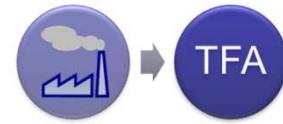
# Beitrag von Industrieelinleitungen



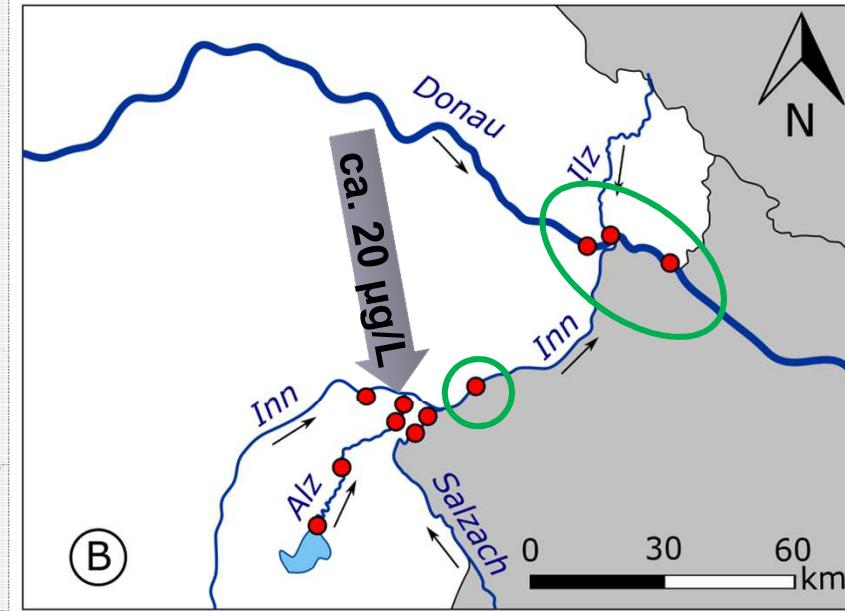
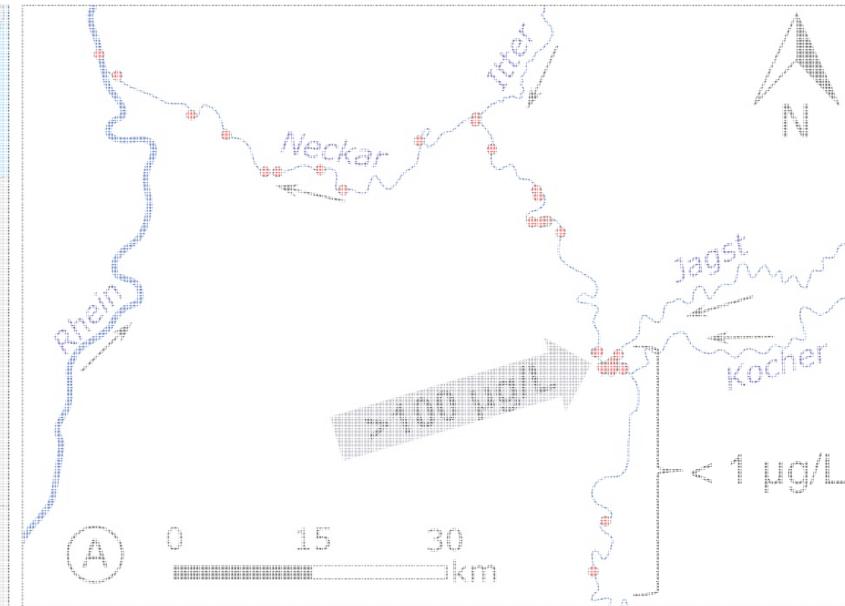
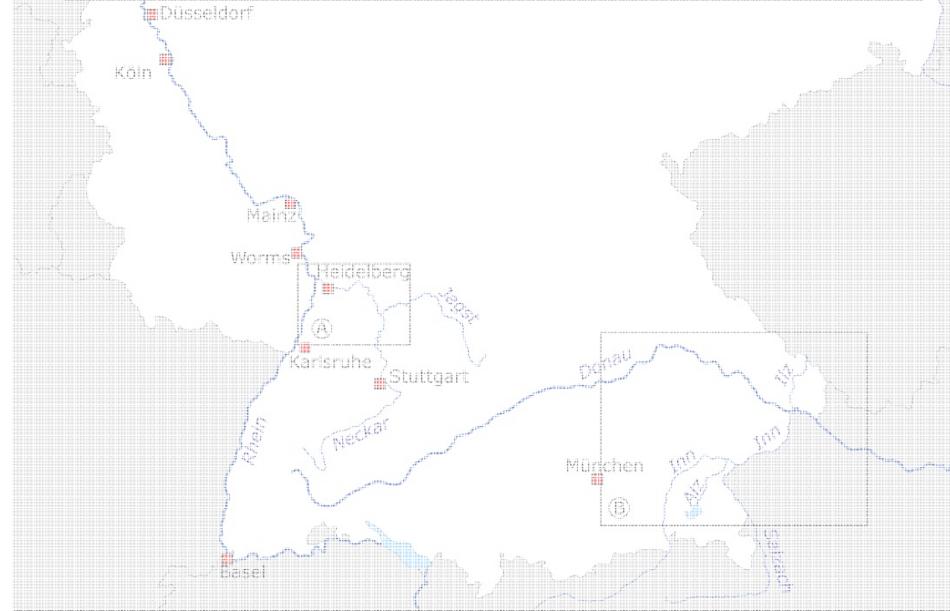
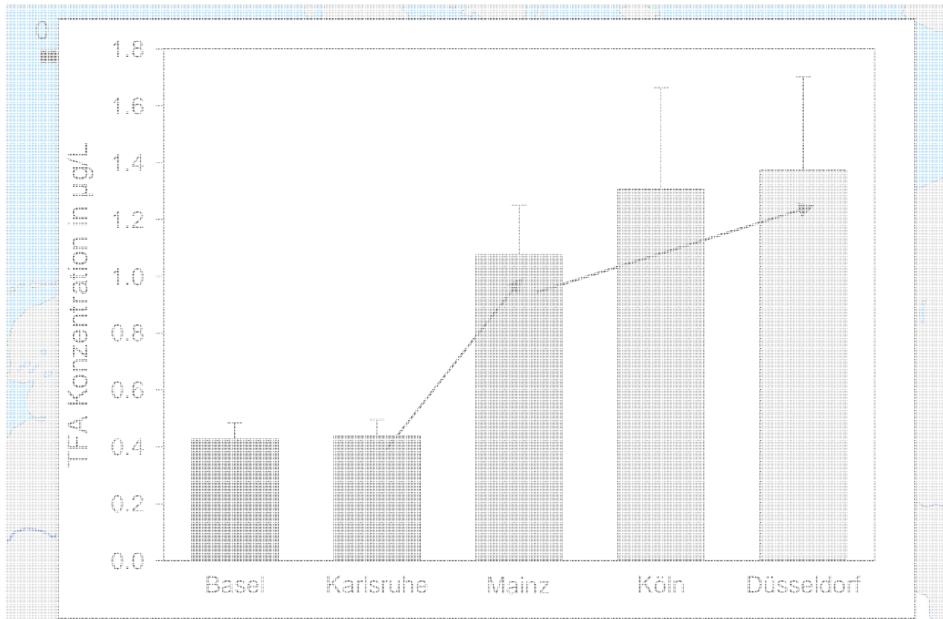
# Beitrag von Industrieeinleitungen



# Beitrag von Industrieeinleitungen

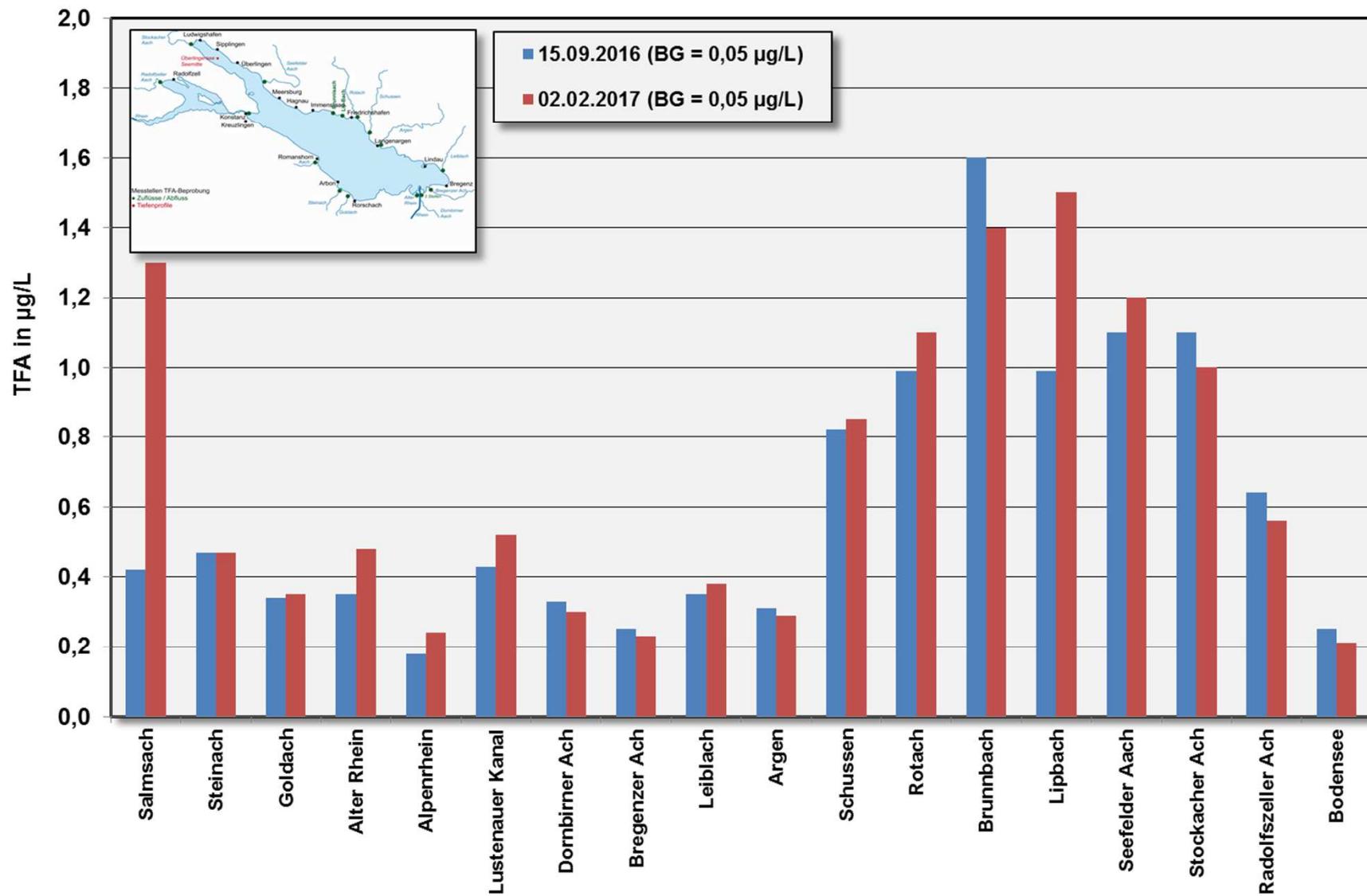


# Beitrag von Industrieeinleitungen



# Beitrag von Pflanzenschutzmitteln TFA-Konzentrationen in Bodensee-Zuflüssen

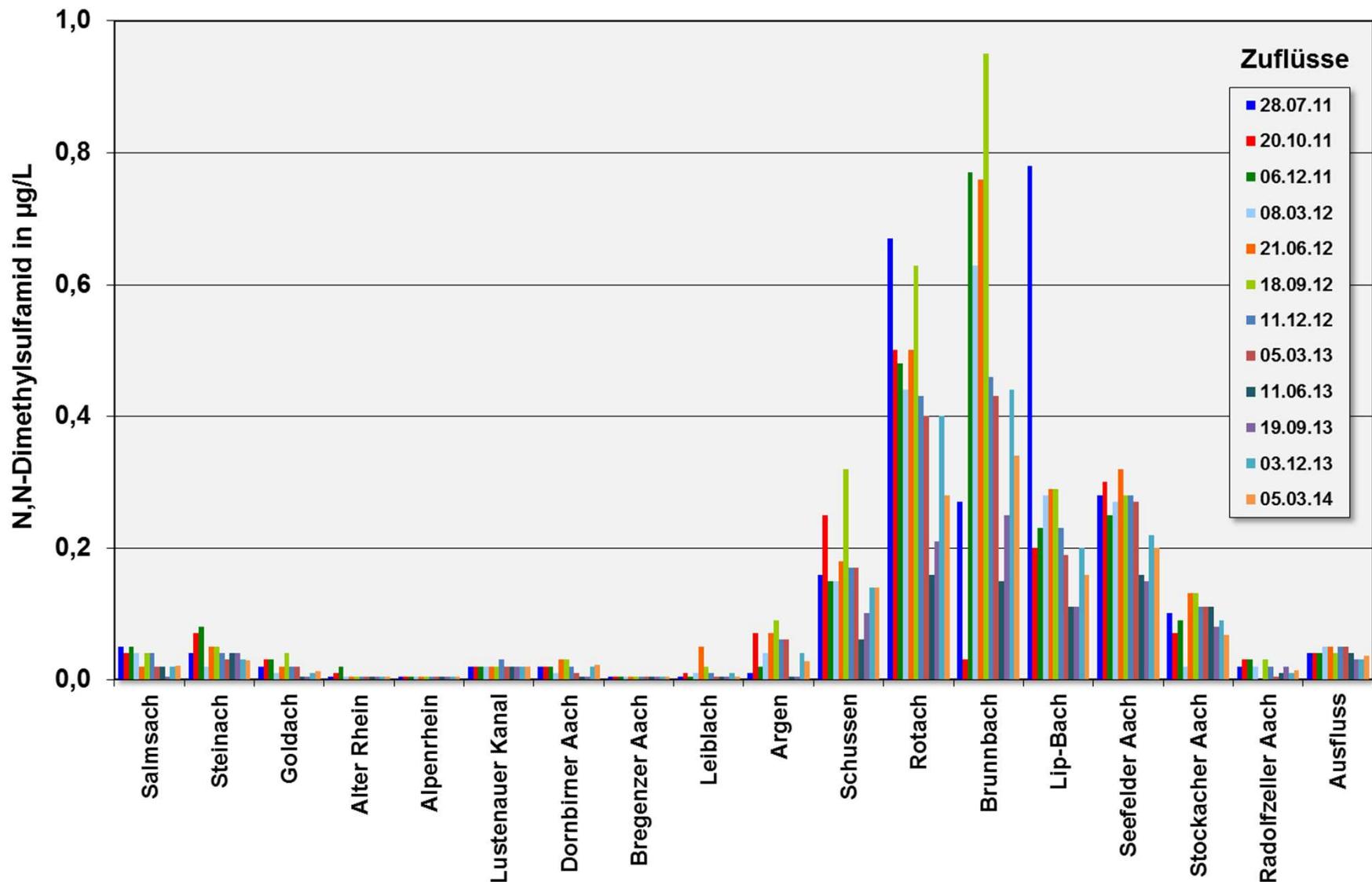
PSM  
↓  
TFA



# Beitrag von Pflanzenschutzmitteln

## DMS-Konzentrationen in Bodensee-Zuflüssen

PSM  
TFA



Quelle: <http://statistik-bodensee.org>

TZW

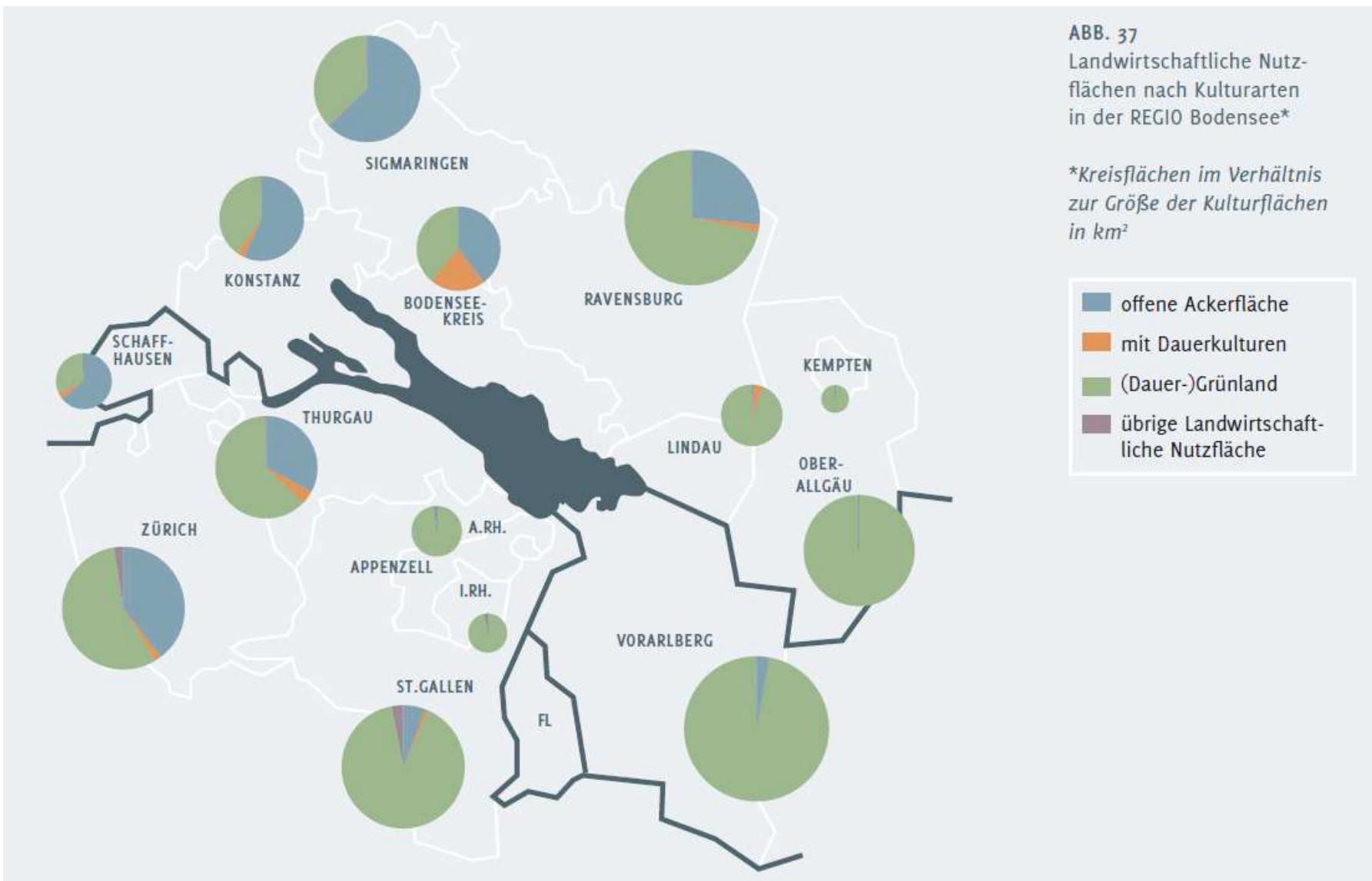
# Beitrag von Pflanzenschutzmitteln DMS-Konzentrationen in Bodensee-Zuflüssen

PSM  
↓  
TFA

ABB. 37  
Landwirtschaftliche Nutzflächen nach Kulturarten  
in der REGIO Bodensee\*

\*Kreisflächen im Verhältnis  
zur Größe der Kulturf lächen  
in km<sup>2</sup>

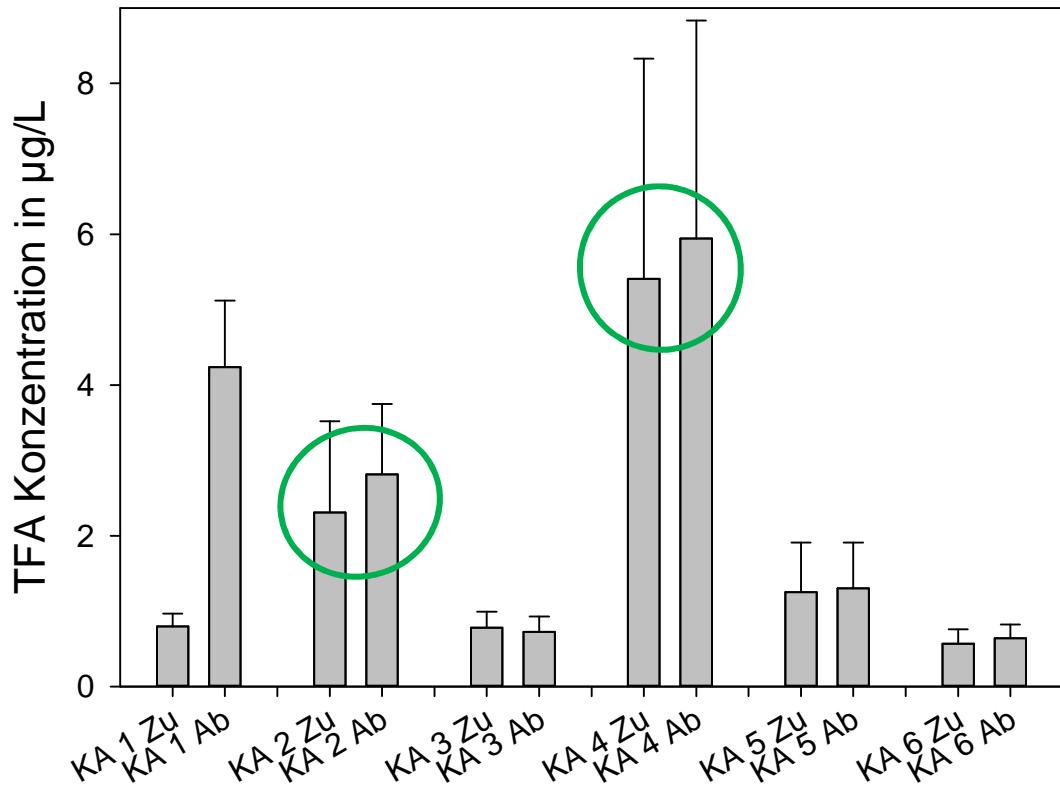
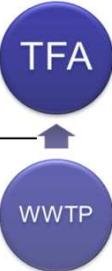
- offene Ackerfläche
- mit Dauerkulturen
- (Dauer-)Grünland
- übrige Landwirtschaftliche Nutzfläche



Quelle: <http://statistik-bodensee.org>

TZW

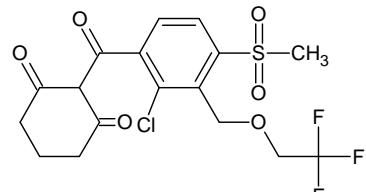
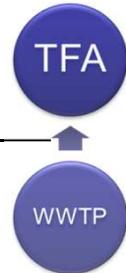
# Beitrag von Kläranlagen



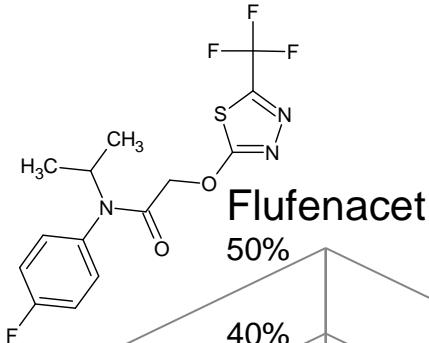
- ▶ Ablaufkonzentrationen ca. 1 µg/L
- ▶ Erhöhter Eintrag durch Kläranlagen im Neckareinzugsgebiet
- ▶ TFA Bildungspotential in einigen Zuläufen vorhanden

Scheurer et al. (in Vorbereitung)

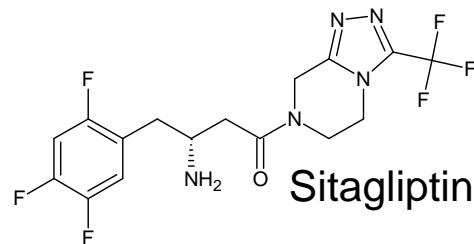
# Bildungspotential von Präkursoren bei Ozonung



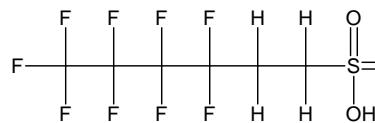
Tembotrion



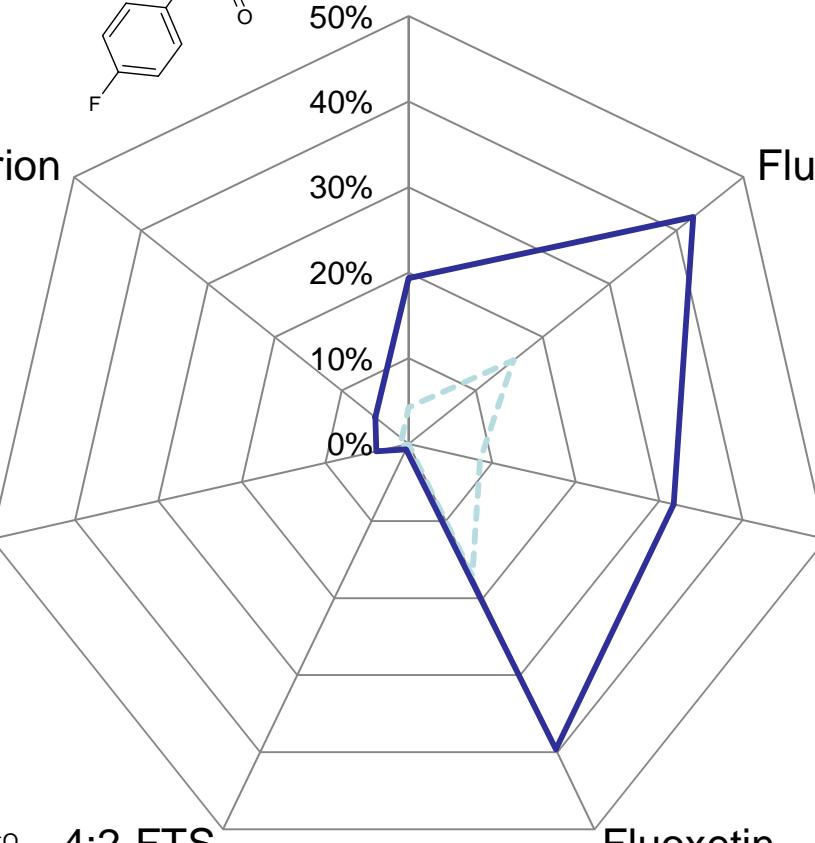
Flufenacet



Sitagliptin



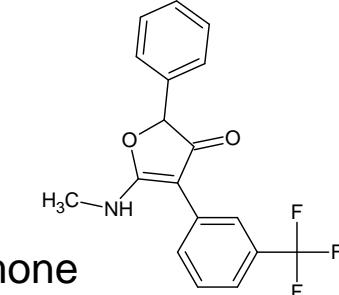
4:2-FTS



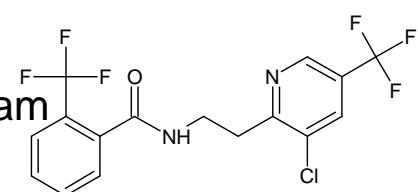
— 0.4 mg/L Ozone

— 4 mg/L Ozone

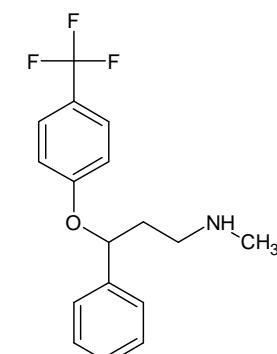
Scheurer et al. 2017, Water Research



Flurtamone



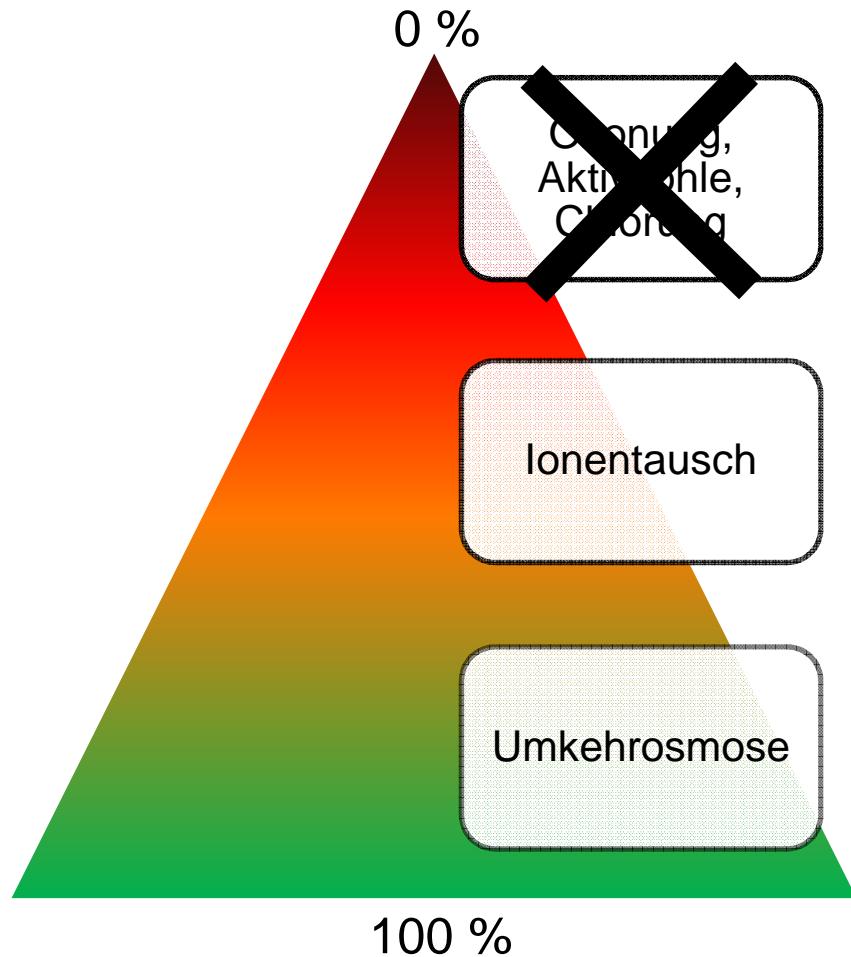
Fluopyram



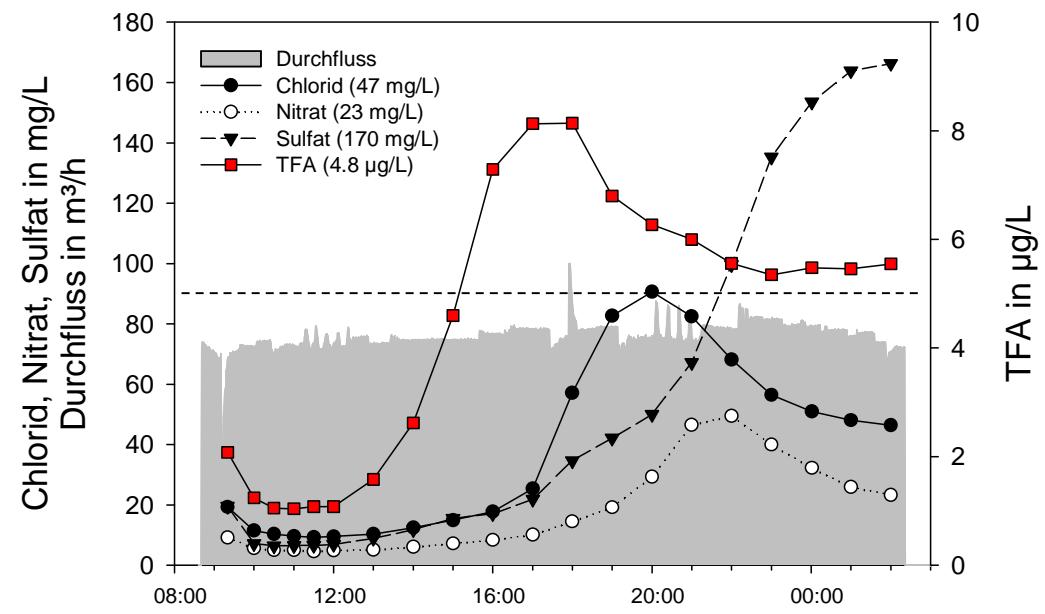
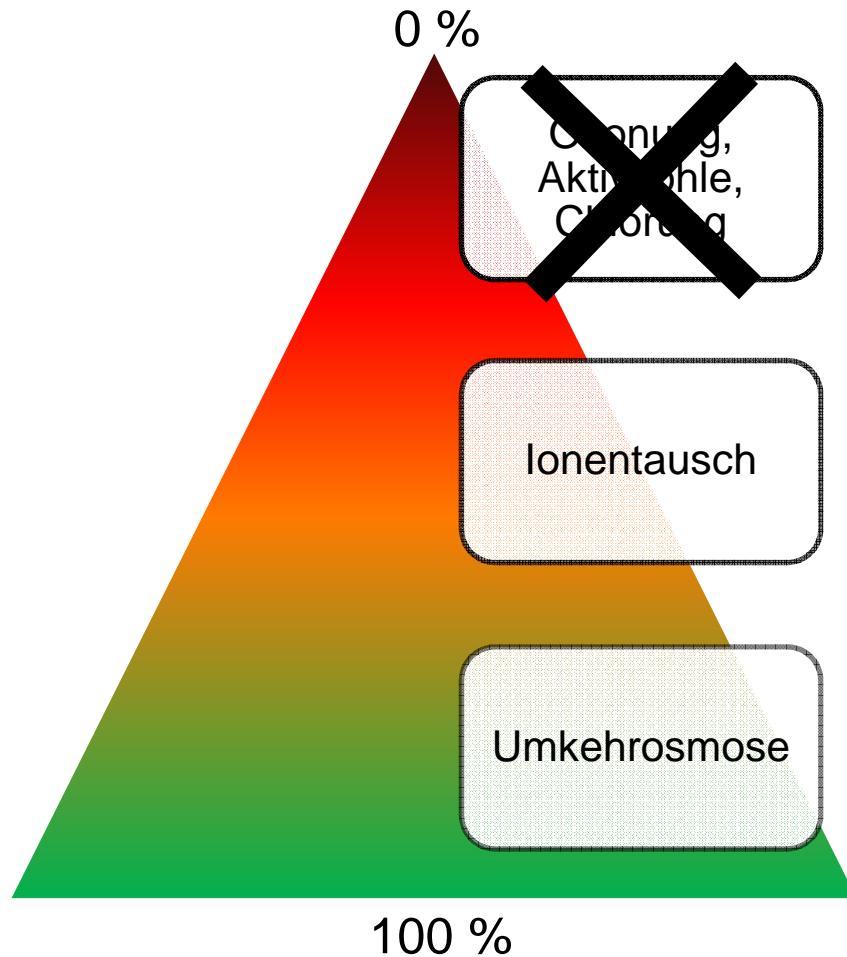
TZW

# Entfernungsmöglichkeiten bei der TW-Aufbereitung

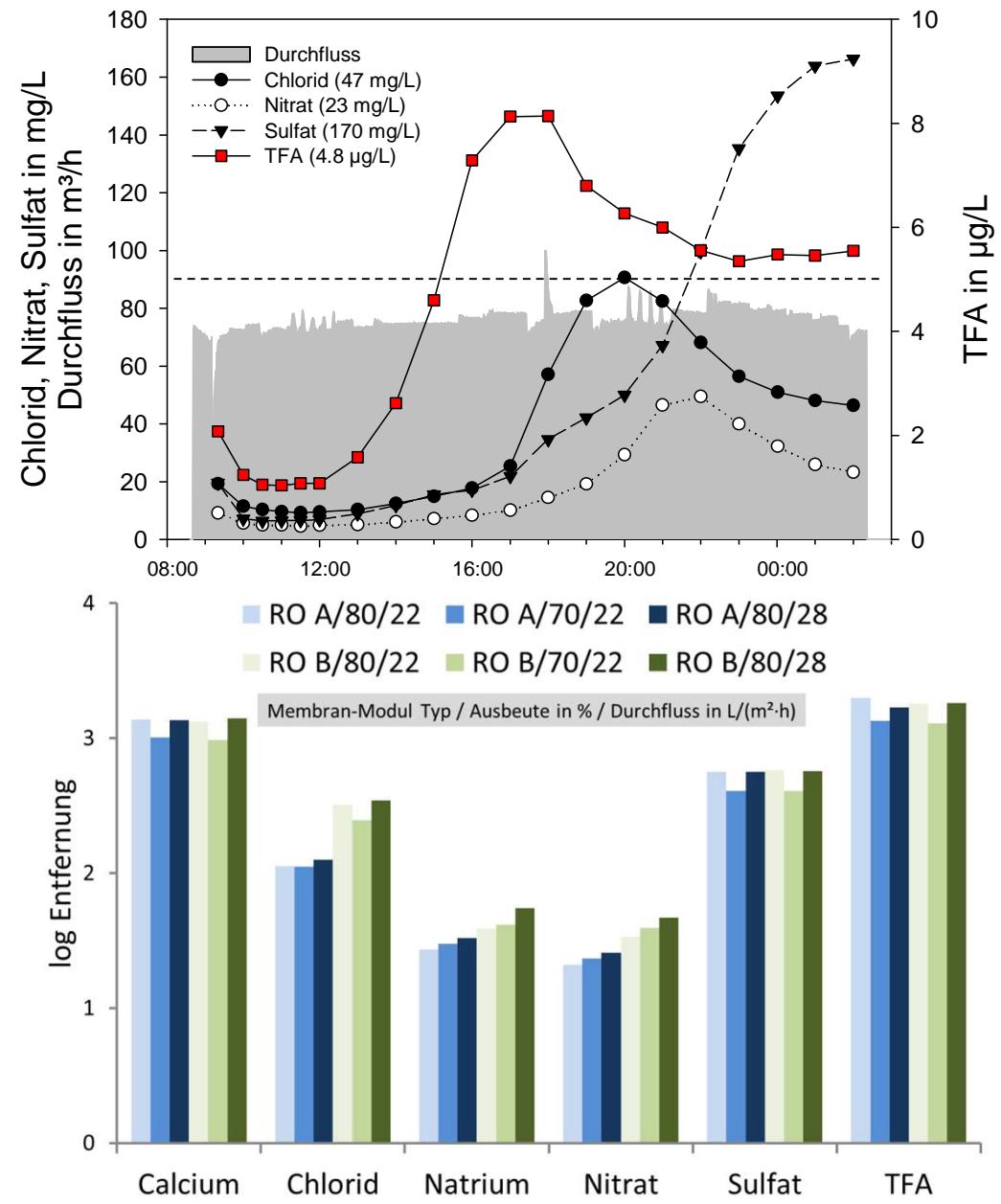
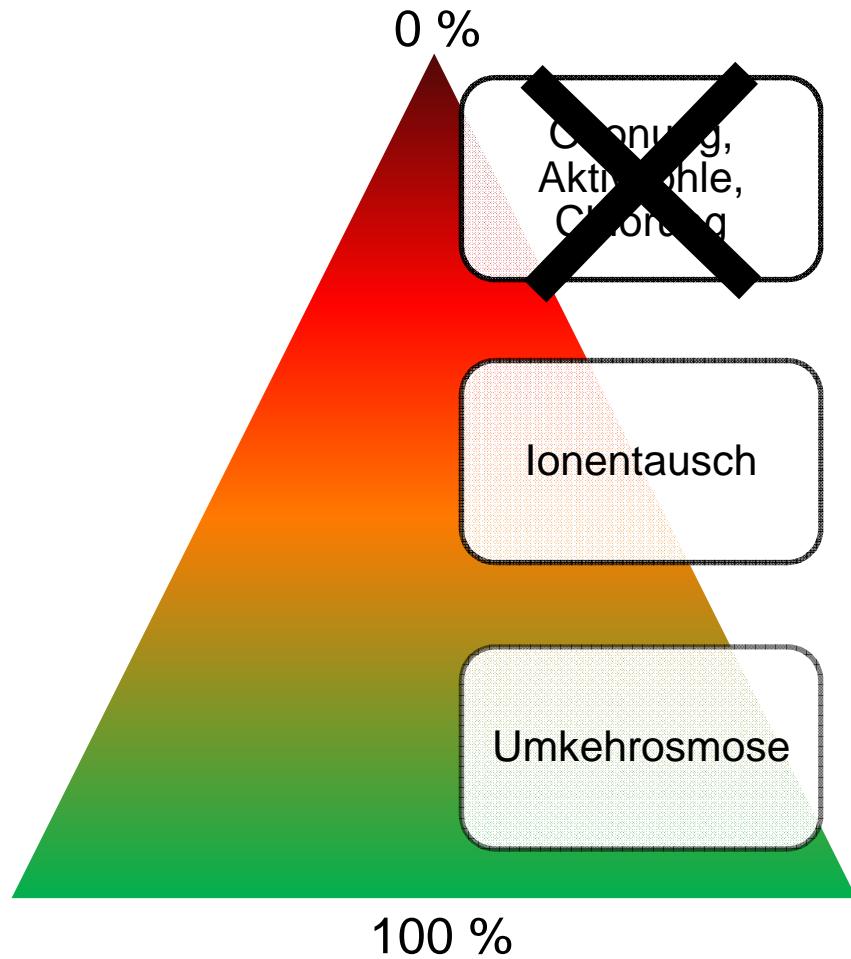
---



# Entfernungsmöglichkeiten bei der TW-Aufbereitung

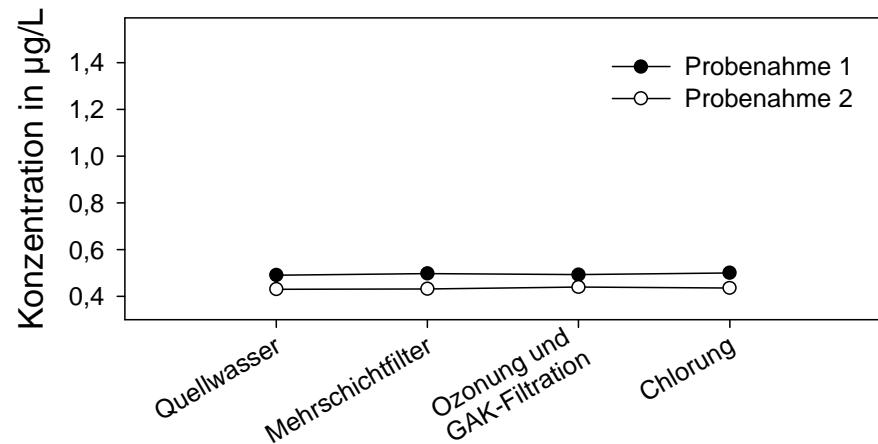
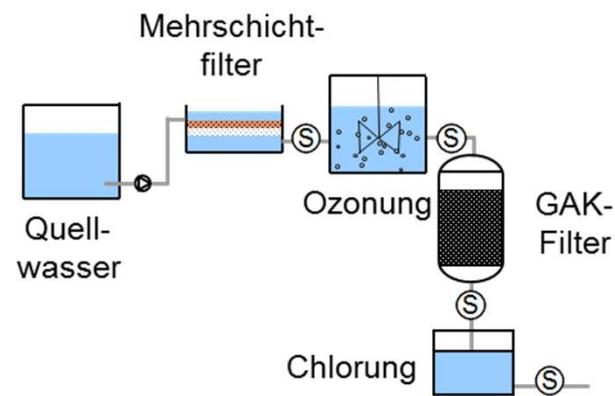
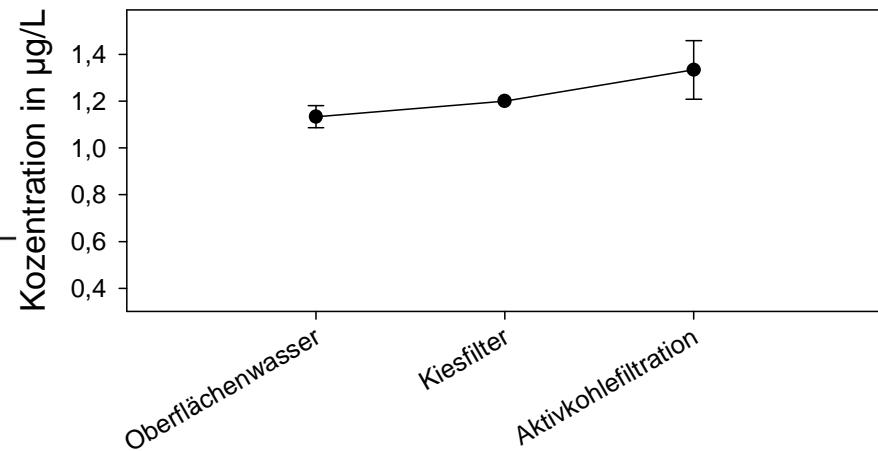
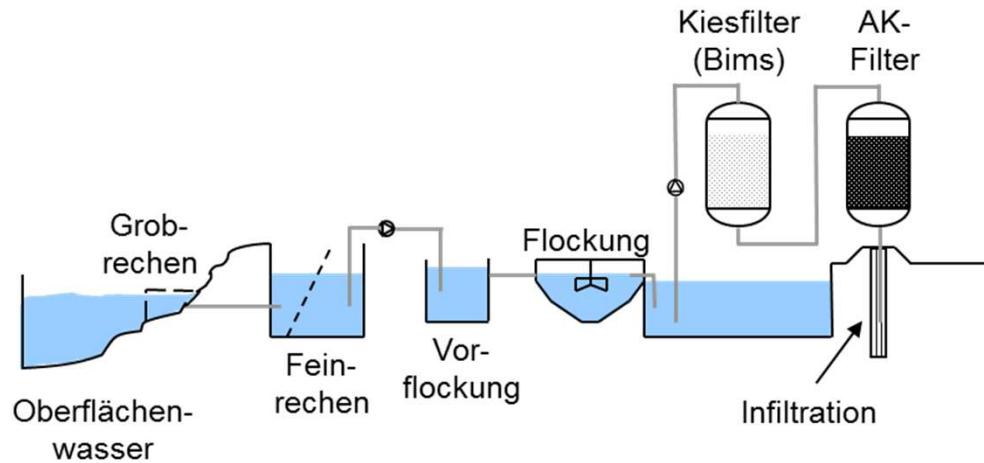


# Entfernungsmöglichkeiten bei der TW-Aufbereitung



# Betroffenheit von Wasserversorgern

→ Wasserversorger unterhalb von Bad Wimpfen erheblich betroffen



# Zusammenfassung TFA

---

- Einleitungen von TFA in den Neckar noch nicht gestoppt
- UBA-Bewertung für TFA im Trinkwasser: GOW von 1,0 µg/L auf 3,0 µg/L erhöht
- Entscheidungen RP KA / RP S sowie LRA / GA
  - Überschreitungen GOW bis 10 µg/L im TW vorübergehend duldbar (bis zu 10 Jahren)
- bei herkömmlicher TW-Aufbereitung kaum entfernbar
- weitere Quellen vorhanden
  - Niederschlag, PSM, Kläranlagen, weitere Industrieeinleiter (?)

# Fazit/Ausblick

---

## Stoffbewertung aus Sicht der Wasserversorgung

- Dank hochempfindlicher Spurenanalytik immer mehr Positivbefunde
  - Paradigmenwechsel: Regulatorik hinkt der Analytik hinterher
  - Kommunikation der Analysenergebnisse anspruchsvoll
- Retrospektive Ansätze nicht zielführend
  - Uferfiltrationsstandorte und Grundwasserleiter könnten möglicherweise über Jahrzehnte kontaminiert sein
- Vorsorgeorientierte Ansätze wünschenswert
  - Entsprechende Konzepte sind vorhanden
  - Datengrundlage entscheidend, umfangreiche Informationen zu physikochemischen Parametern wünschenswert



**Dr. Marco Scheurer**

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
Karlsruher Straße 84  
76139 Karlsruhe  
[marco.scheurer@tzw.de](mailto:marco.scheurer@tzw.de)