Vierte Reinigungsstufe auf kommunalen Kläranlagen – Weiterentwicklung des Standes der Technik oder immissionsbezogene Anwendung?

DWA-Workshop Flussgebietsmanagement
am 05.11.2015 in Essen

Regina Gnirß & Dr. Alexander Sperlich
Berliner Wasserbetriebe
Forschung und Entwicklung

Inhalt

- Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen und Einleitung
- Gewässersanierung durch Phosphor
- Kompakte Raumfiltration gegenüber alternativen Technologien
- Herausforderungen: Spurenstoffe
- FE-Projekte
- Zusammenfassung

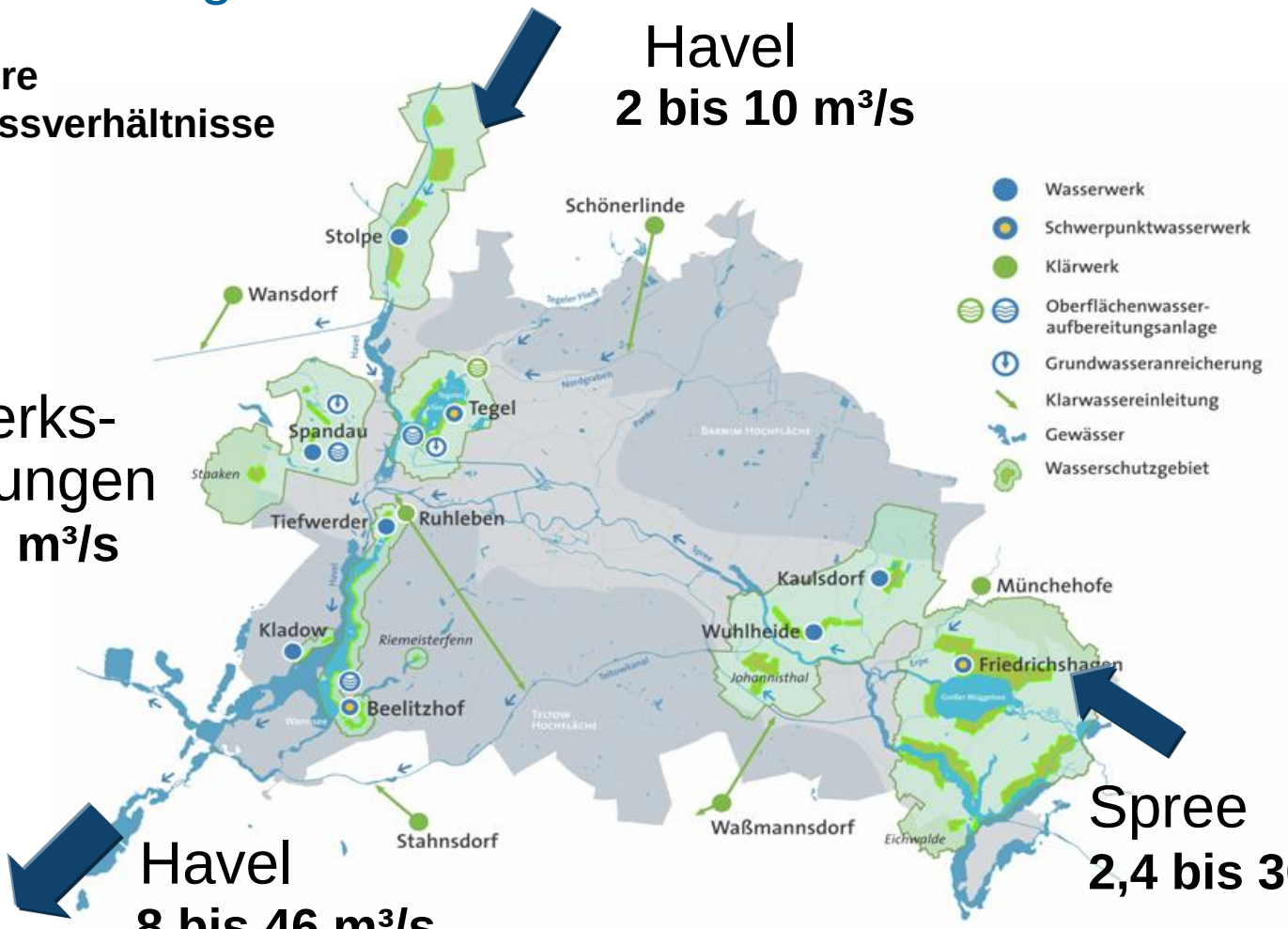
Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Oberflächengewässer

Mittlere Abflussverhältnisse

Havel
2 bis 10 m³/s

Klärwerks-einleitungen
4 bis 6 m³/s



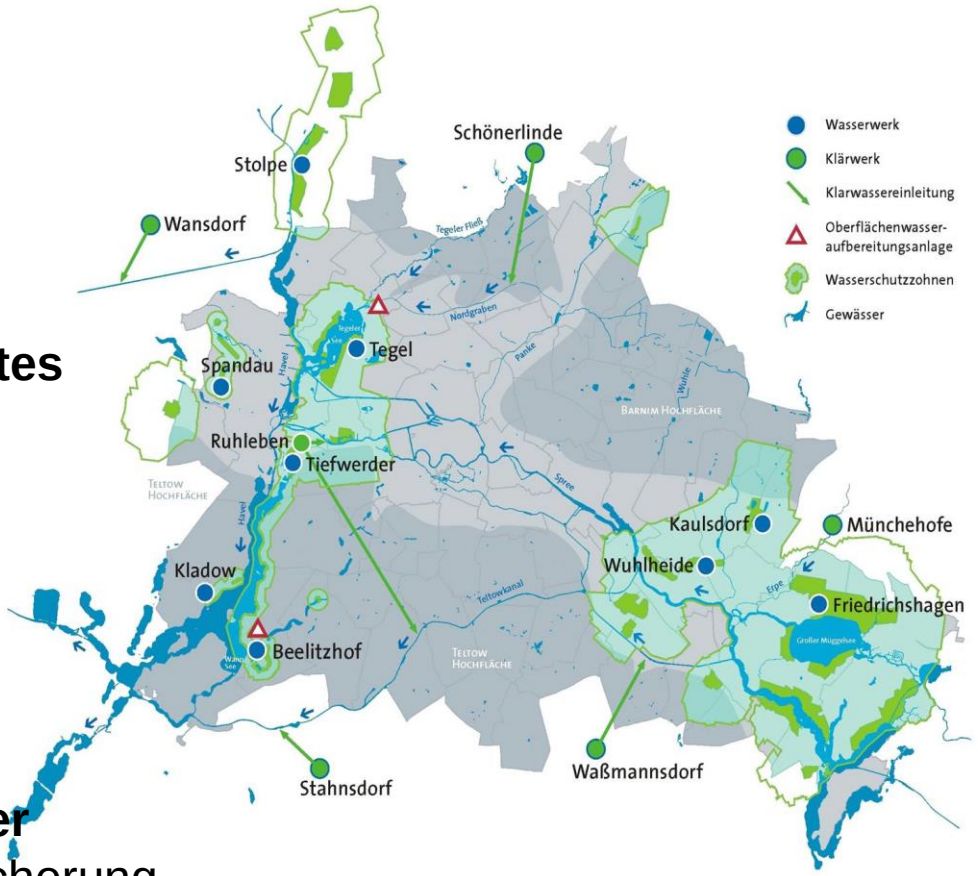
Spree
2,4 bis 30 m³/s

Havel
8 bis 46 m³/s

Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Situation in Berlin

- **Sanierungsbescheid:**
  - Phosphor << 0,1 mg/L
- **Zukünftige Anforderungen:**
  - Desinfektion
  - Organische Spurenstoffe
- Hoher Abwasseranfall, **konzentriertes Abwasser** (DOC von 10-16 mg/l)
- **Geringe Verdünnung** durch **Oberflächenwasser** (Faktor 2 – 6)
- **Klimawandel und Demographie:**
  - Anstieg der Spurenstoff-konzentration
- **Nutzung** der **Oberflächengewässer** zur Uferfiltration/Grundwasseranreicherung

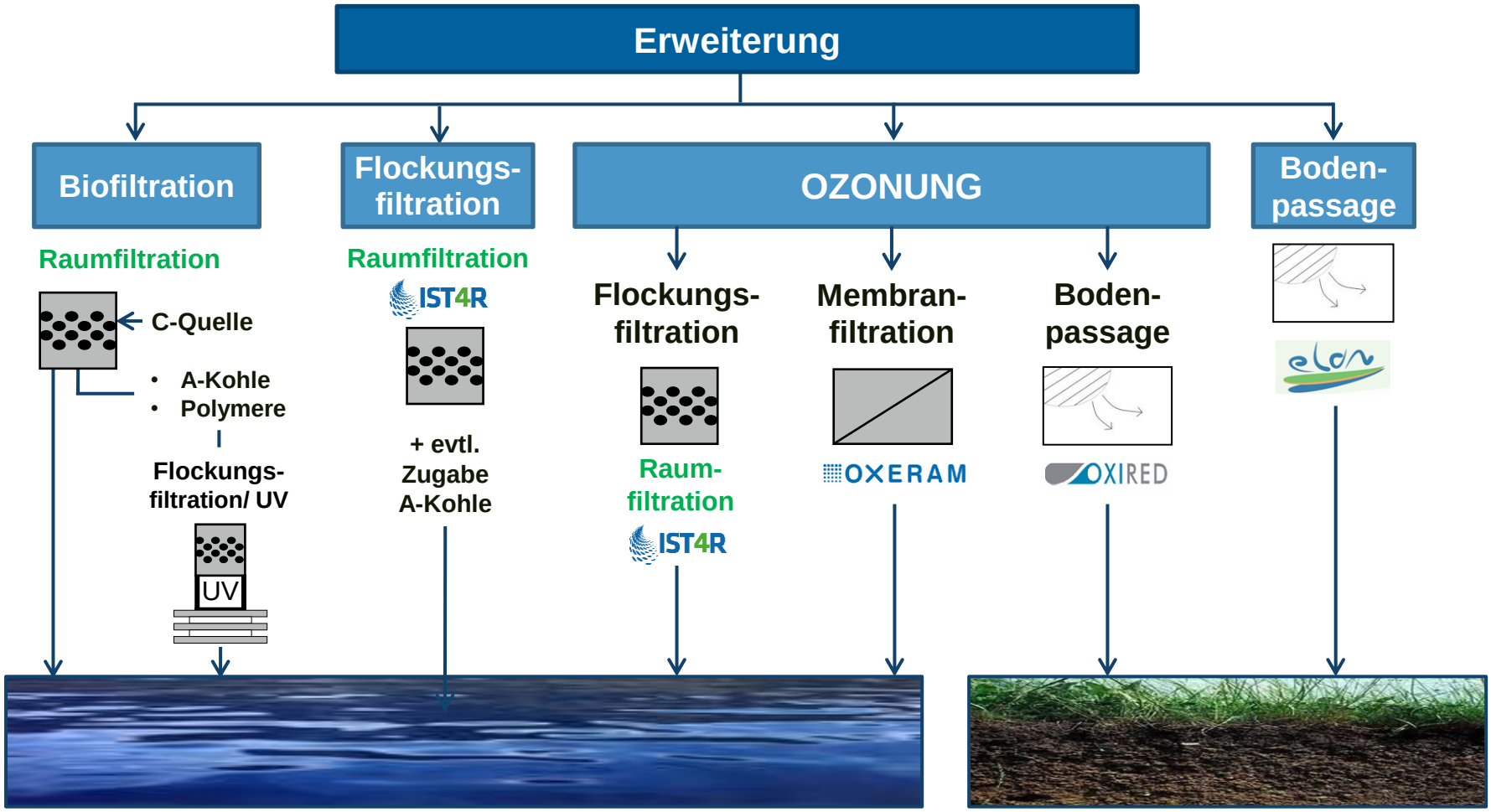


Einleitung
Gesetzliche Rahmenbedingungen

	« Energie-Paket » Abschwächung des Klimawandels	Wasserrahmen-richtlinie
EU	-40% Emissionen bis 2030	KW Verbesserung
Berlin	-40% Energieverbrauch (2020)	4.? Reinigungsstufe (P, N, etc.)

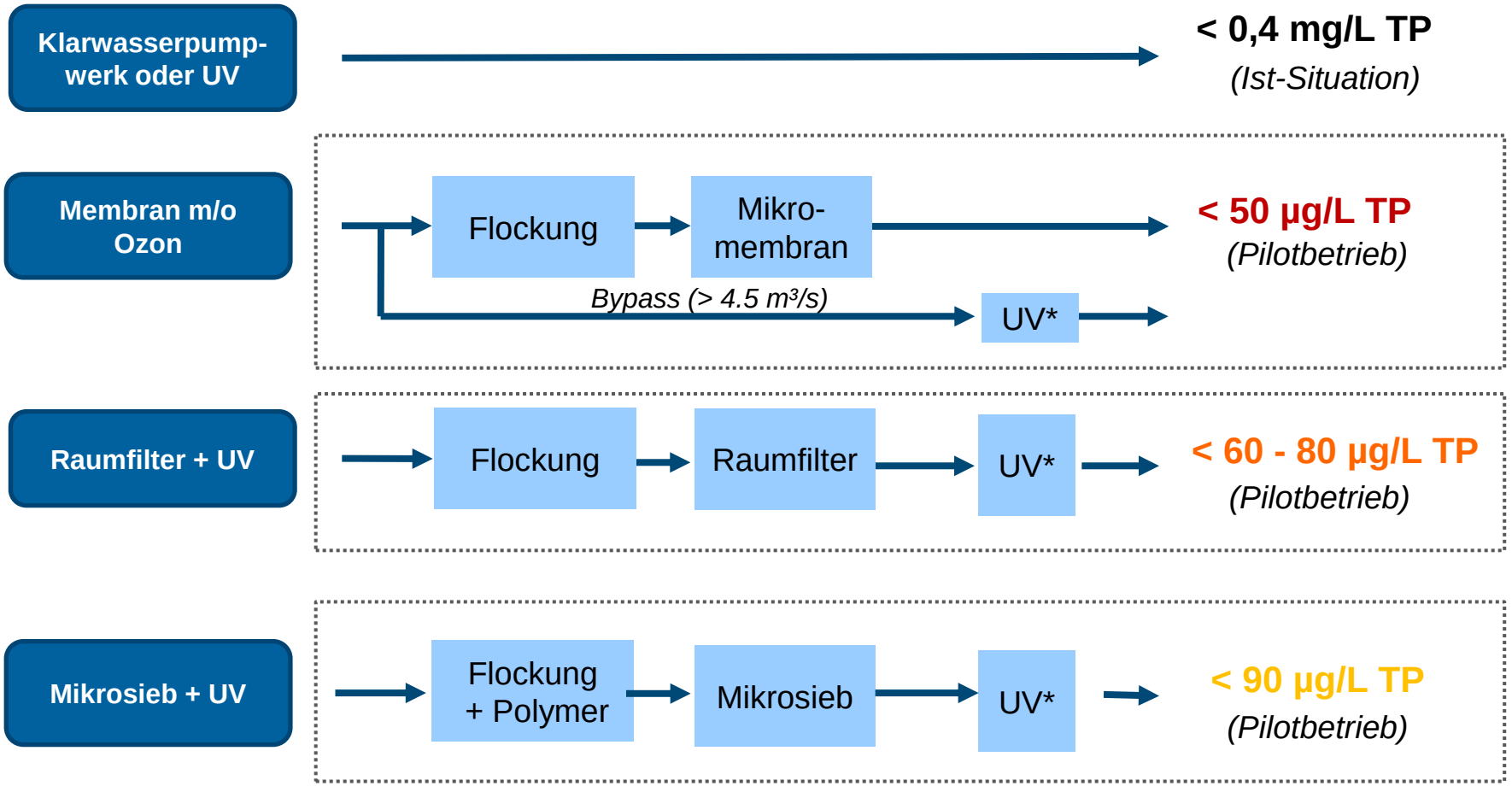
Einleitung

Erweiterung der konventionellen Abwasserreinigung



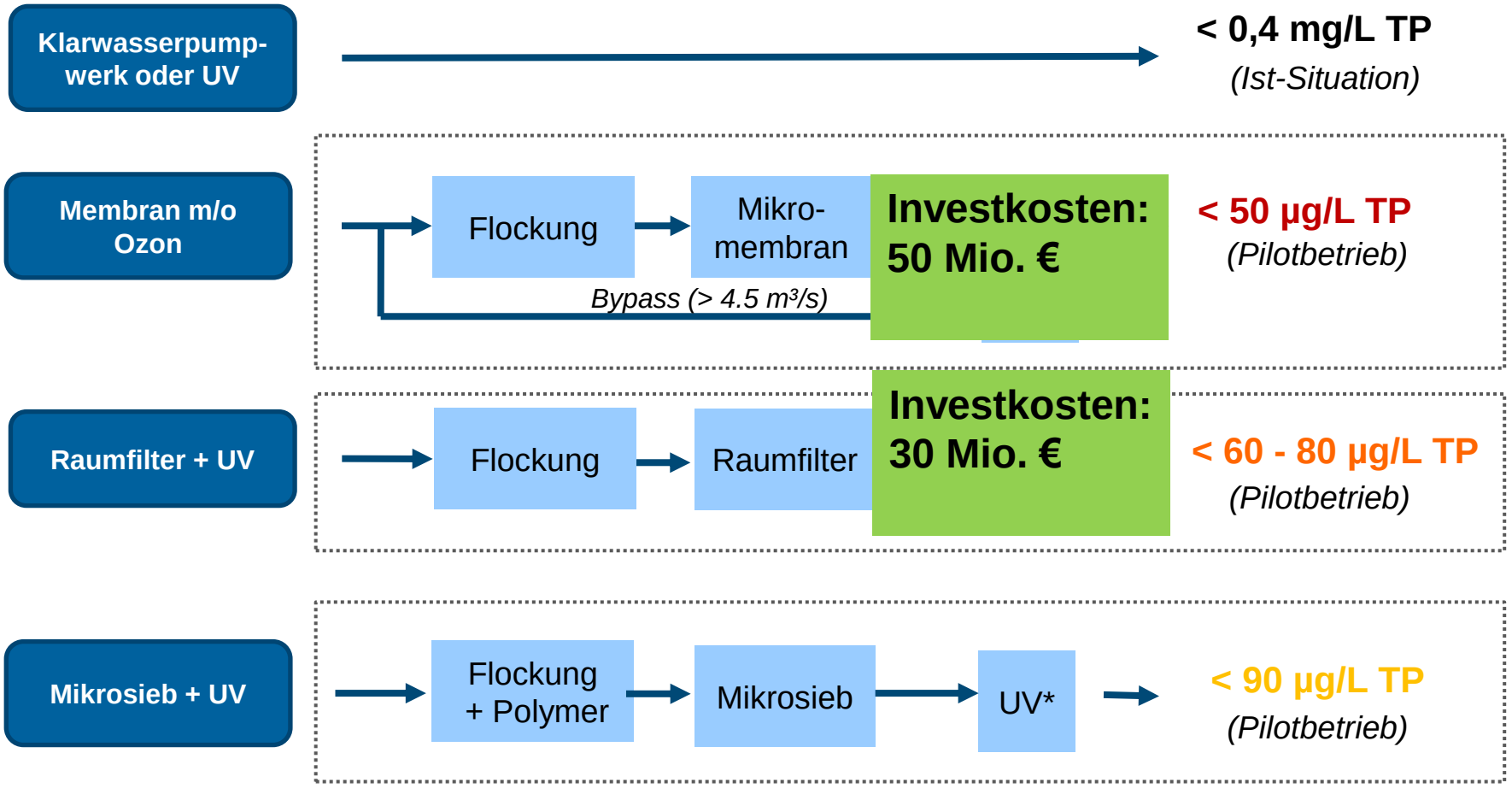
Einleitung

Varianten für 4. Reinigungsstufen

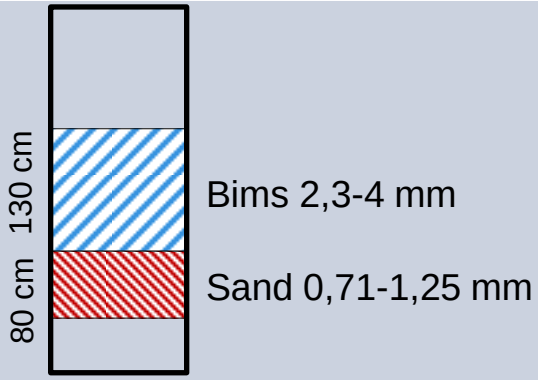
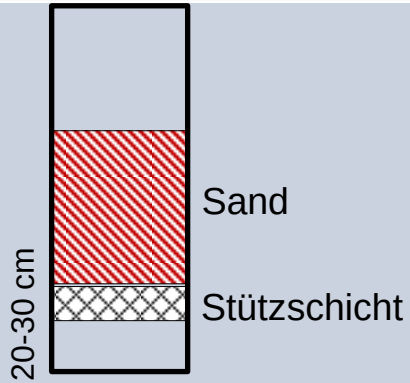


Einleitung

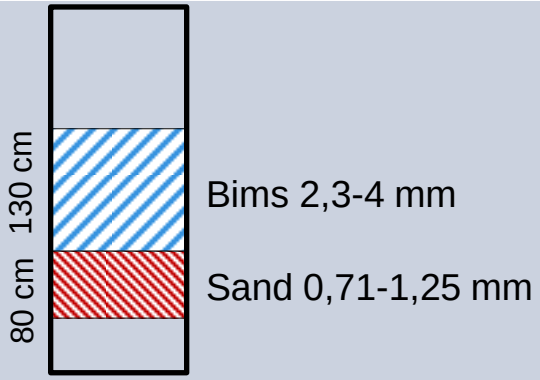
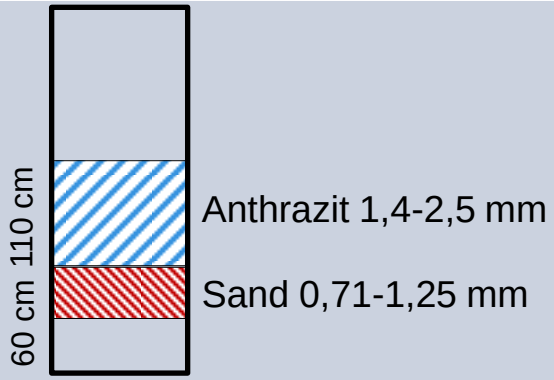
Varianten für 4. Reinigungsstufen



Kompakte Raumfiltration
Vergleich OWA Tegel

	OWA Tegel	Flockungsfiltration (Std d. Techn.)
Ziel	TP ≤ 0,02 mg/L	TP ≤ 0,5 mg/L, TSS ≤ 5 mg/L (ATV-A 202, ATV-A 203)
Verfahren	2-stufig Flockung - Sedimentation- Nachflockung - Filtration	1-stufig Flockung - Filtration
Dosierung	Flockungsmittel Flockungshilfsmittel (Polymer)	Flockungsmittel ggf. Flockungshilfsmittel
Betriebserfahrung	Kontinuierliche Optimierung der Rohrflockung, Filteraufbau (keine Stützschicht), Filtermaterial	Stützschicht, Einschichtfilter verbreitet, selten Mehrschichtfilter
Filterbettaufbau		

Kompakte Raumfiltration
Vergleich OWA Tegel

	OWA Tegel	FE-Projekt Raumfiltration
Ziel	TP ≤ 0,02 mg/L	TP ≤ 0,1 mg/L, TSS ≤ 1 mg/L
Verfahren	2-stufig Flockung - Sedimentation- Nachflockung - Filtration	1-stufig Flockung - Filtration
Dosierung	Flockungsmittel Flockungshilfsmittel (Polymer)	Flockungsmittel Flockungshilfsmittel notwendig?
Betriebserfahrung	Kontinuierliche Optimierung der Rohrflockung, Filteraufbau (keine Stützschicht), Filtermaterial	auf Betriebserfahrungen aufbauen: statischer Mischer, Rohrflockung, keine Stützschicht
Filterbettaufbau		

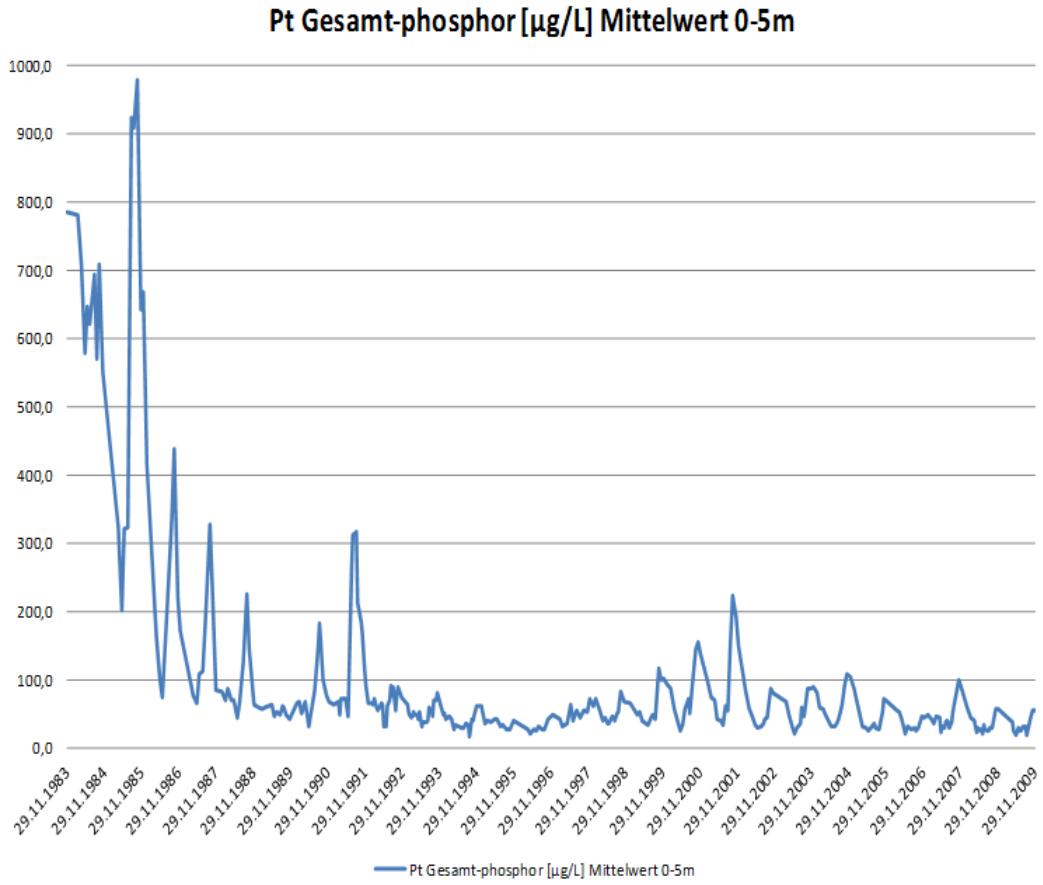
Kompakte Raumfiltration
Phosphor & Suspendierte Stoffe

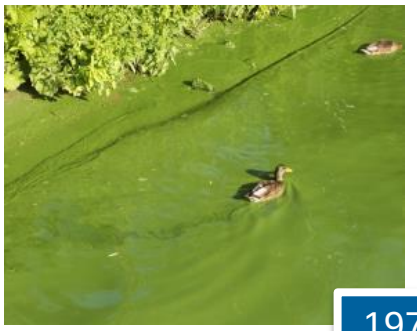
Gesamtphosphor (TP)	OWA Tegel	Raumfiltration Mhf.
Zulauf: arithm. Mittelwert	0,2 mg/L	0,6 mg/L
Ablauf: arithm. Mittelwert	0,02 mg/L	0,06 mg/L
Ablauf: 80%il-Wert	0,02 mg/L	0,08 mg/L
Mittl. Entfernung	91%	90%

Suspendierte Stoffe (TSS)	OWA Tegel	Raumfiltration Mhf.
Zulauf: arithm. Mittelwert	4,6 mg/L	4,3 mg/L
Ablauf: arithm. Mittelwert	0,5 mg/L	0,3 mg/L
Ablauf: 80%il-Wert	0,6 mg/L	0,5 mg/L
Mittl. Entfernung	90%	93%

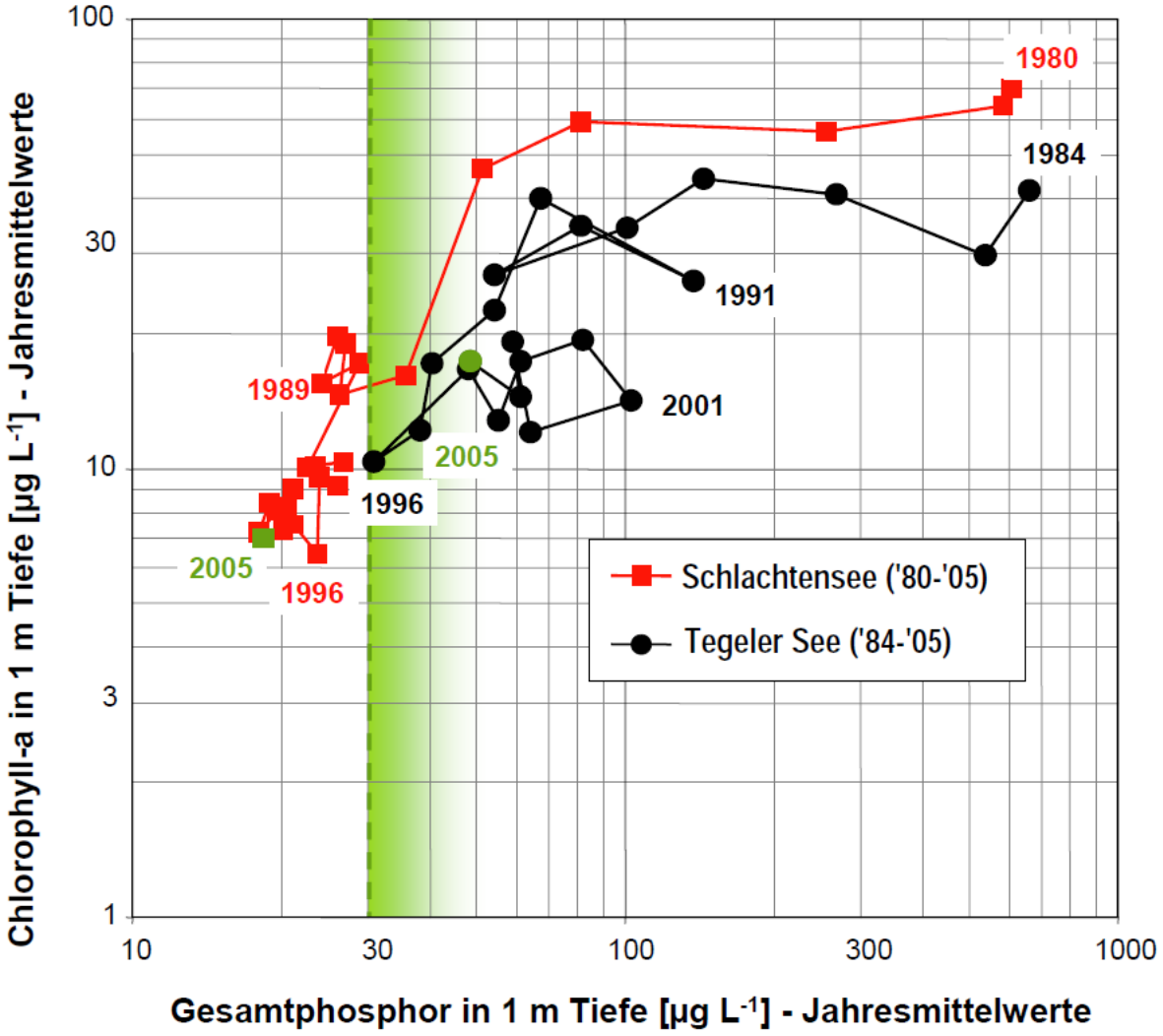
- Kompakte, einstufige Flockung
- Sichere Einhaltung der Zielwerte
  - TSS ≤ 1 mg/L
  - TP ≤ 0,1 mg/L
- Keine Sedimentation und Polymerdosierung notwendig

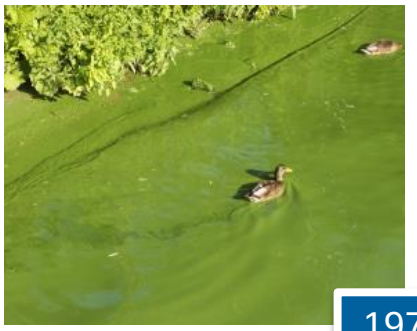
Seesanierung
Beispiel Tegeler See





Seesanierung





1979

2009

Und Spurenstoffe ?

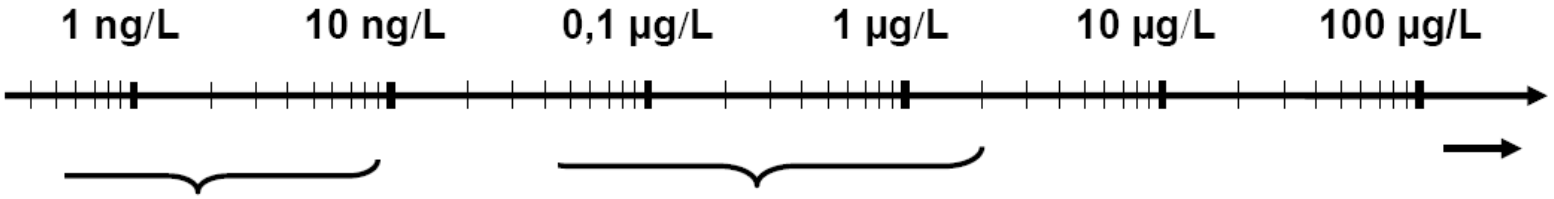
Quelle: Shutterstock / Didecs

Spurenstoffe
Herausforderung

- Fortschritte in Analytik führen zum Nachweis von kleinsten Konzentrationen (ng/L-µg/L) von Arzneimittelresten, Haushalts- und Industriechemikalien
- Spurenstoffe im Wasserkreislauf ubiquitär nachweisbar
- wirkungsbezogene Bewertung für alle nachgewiesenen Substanzen erforderlich:
  - GOW-Konzept des UBA für Trinkwasser
  - Umweltqualitätsnorm (UQN) für Oberflächengewässer
- breite wissenschaftliche Diskussion und großes Interesse in Bevölkerung

Quelle: Shutterstock / Didecs

Spurenstoffe
Konzentrationsbereiche



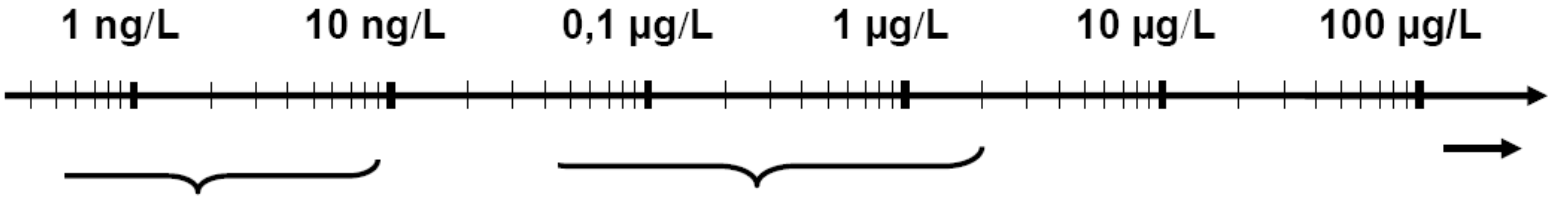
Endocrine disrupting Compounds (EDC):
estrone,
17β-estradiole
17α-ethinylestradiole

Pharmaceutical active compounds (PAC):
Carbamazepine,
clofibrate,
diclofenac,
primidone,
phenazone,
sulfamethoxazole and
some metabolites:
e. g. FAA and AAA

DOC 2-7 mg/L (Berlin)

C. Bahr, PILOTOX

Spurenstoffe
Konzentrationsbereiche



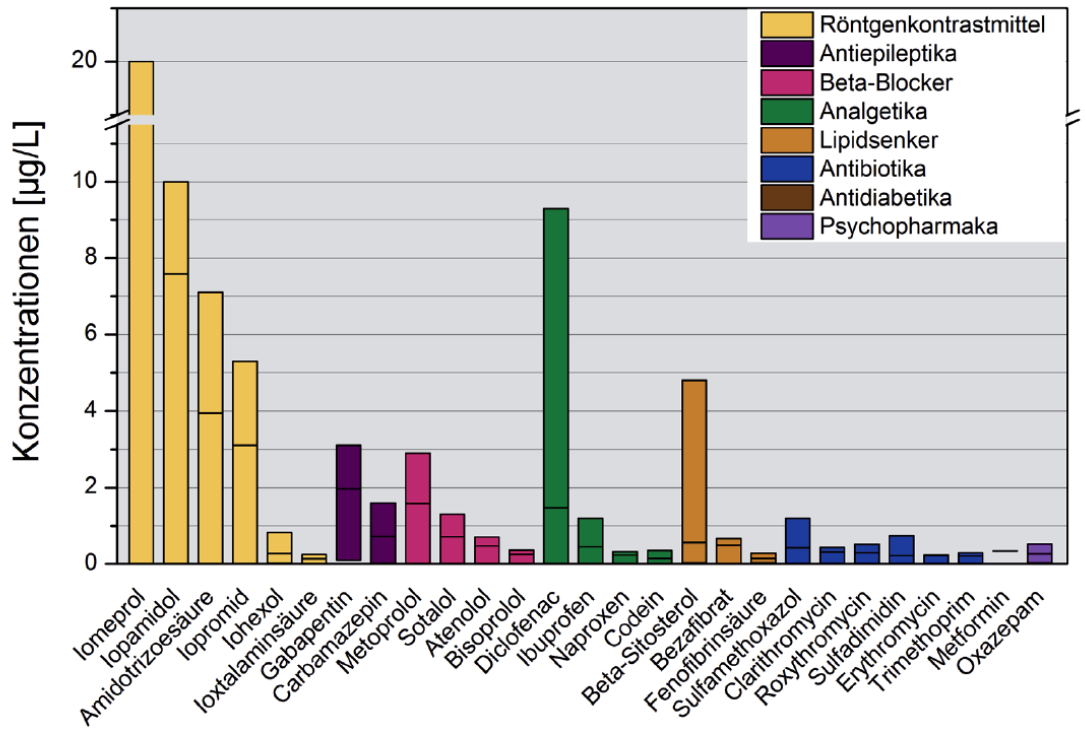
Endocrine disrupting Compounds (EDC):

Pharmaceutical active compounds (PAC):

DOC 2-7 mg/L (Berlin)

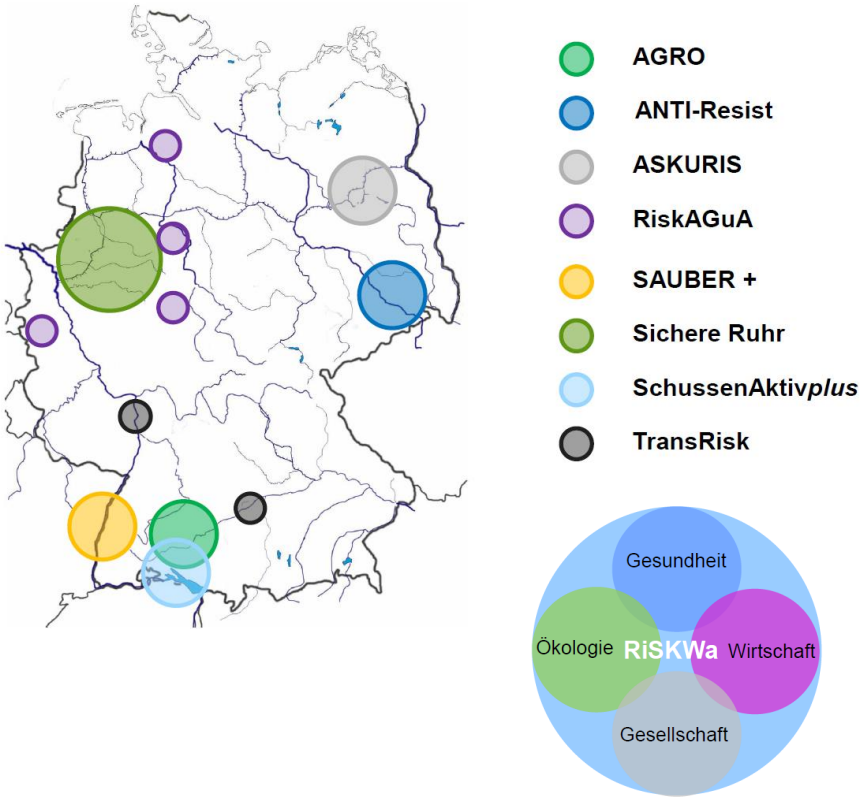
1 ng/L entspricht
5 x 3 g / 15 Mio. m³ Wasser
5 Stück Würfelzucker im Wannsee

Arzneimittelwirkstoffe
in Oberflächengewässern



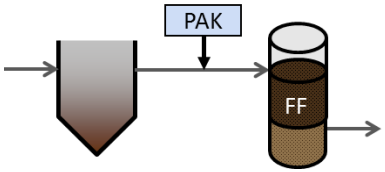
- Daten: Bund/Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser LAWA
  Zusammenstellung: UBA 2013

- **Ri**sikomanagement von neuen **S**chadstoffen und **K**rankheitserregern im **Wa**sserkreislauf (RiSKWa)
  - 12 Verbundprojekte
  - 91 Partner
  - ein Begleitvorhaben
  - ca. 31 Mio. € Fördermittel
- **Ziele**
  - Innovatives Risikomanagement für einen vorsorgenden Gesundheits- und Umweltschutz
  - Handlungsorientierung
  - ganzheitlicher Ansatz

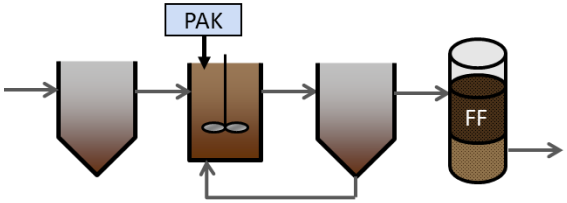


Spurenstoffentfernung
Verfahrensoptionen im Klär- und Wasserwerk

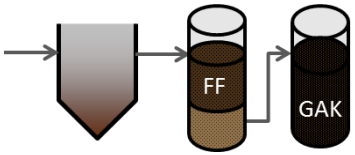
- **Adsorption an PAK**
  a. Abtrennung durch direkte Filtration (PAK-Kontakt im Überstau)



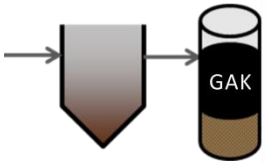
  b. Separate Kontaktstufe, Abtrennung durch Sedimentation/ Filtration



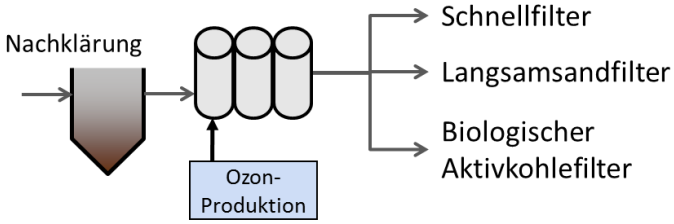
- **Adsorption an GAK**
  a. Flockungsfiltration + nachgeschaltete GAK-Filtration



  b. Flockungsfiltration mit zweiter Filterschicht aus GAK



- **Oxidation mit Ozon**
  a. Ozonung + Flockungsfiltration



FE-Projekt ASKURIS
Allgemeines

- **Titel:** Anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger im urbanen Wasserkreislauf: Bewertung, Barrieren und Risikokommunikation
- **Inhalt:**
  - Weiterentwicklung von Analyseverfahren für Spurenstoffe und resistente Keime
  - Untersuchung und Bewertung möglicher Risiken für Mensch und Umwelt
  - Entwicklung, Anwendung und Bewertung innovativer Verfahrenstechniken
  - Erforschung von Risikowahrnehmung und -verhalten
- **Partner:**

Zweckverband Landeswasserversorgung | Berliner Wasserbetriebe | KompetenzZentrum Wasser Berlin | Helmholtz Zentrum für Umweltforschung UFZ | Umwelt Bundes Amt Für Mensch und Umwelt

GEFÖRDERT VOM Bundesministerium für Bildung und Forschung

FE-Projekt IST4R
Allgemeines

- **Titel:** Integration der Spurenstoffentfernung in Technologieansätze der 4. Reinigungsstufe bei Klärwerken
- **Inhalt:**
  - Paralleler Betrieb der Raumfiltration mit
    - Ozon
    - Pulverkohle
    - nachgeschalter granulierter Kornkohle
  - Untersuchung und Bewertung möglicher Risiken für Mensch und Umwelt
  - Kostenermittlung der innovativen Verfahren
- **Partner:**

KOMPETENZZENTRUM Wasser Berlin

Gefördert von

EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Investition in Ihre Zukunft

EFRE ...eine Chance durch Europa!

FE-Projekt OgRe
Allgemeines

- **Titel:** Relevanz organischer Spurenstoffe im Regenwasserabfluss Berlins
- **Inhalt:**
  - diffuse Quellen von Spurenstofffrachten in die Berliner Gewässer identifizieren
  - Messung an 5 Standorten in der Regenwasserkanalisation

  → Datengrundlage für Diskussion “Strategie Spurenstoffe des Landes Berlin”
- **Partner:**

Berliner Wasserbetriebe

KOMPETENZZENTRUM WasserBerlin

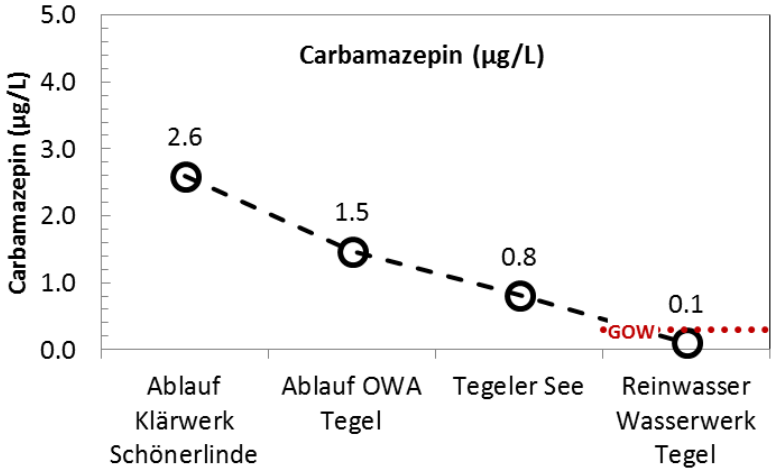
Gefördert von

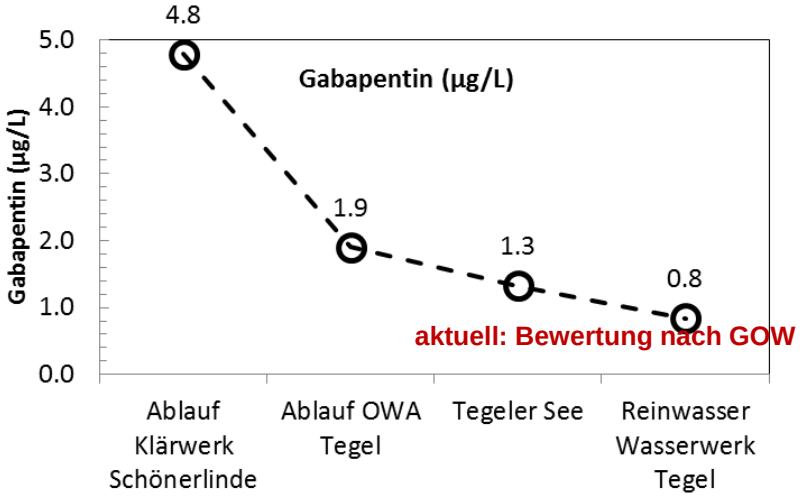
EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Investition in Ihre Zukunft

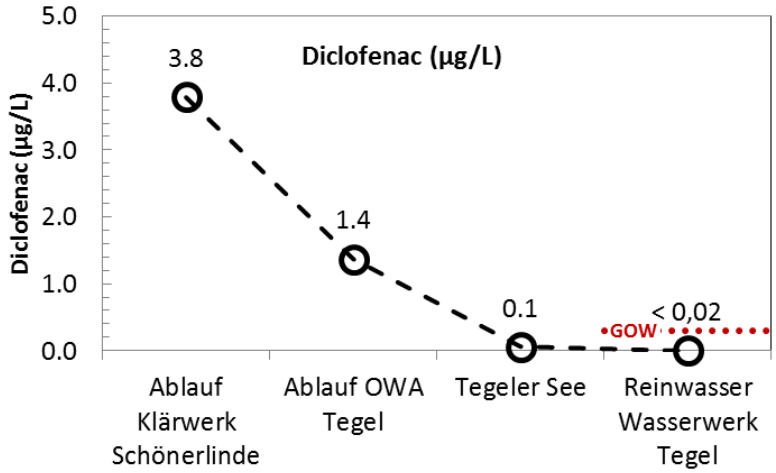
EFRE ...eine Chance durch Europa!

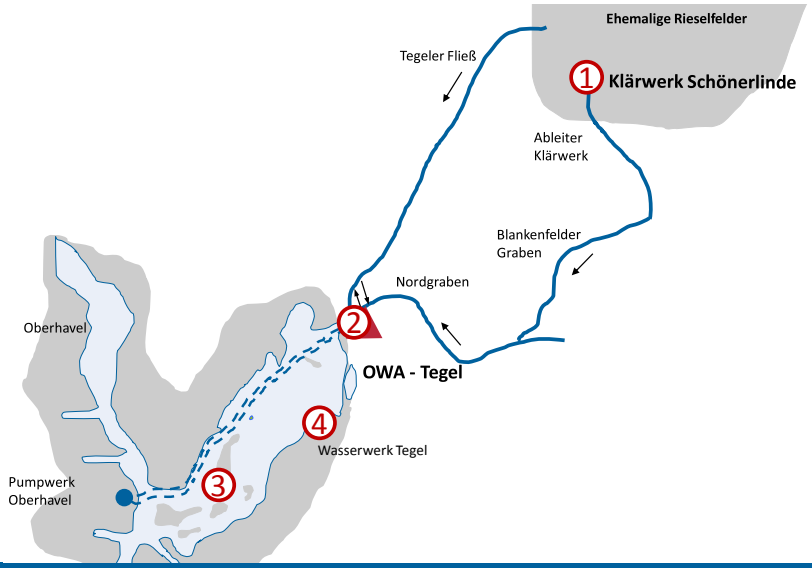
VEOLIA WASSER

FE-Projekt ASKURIS
Ergebnisse Monitoring



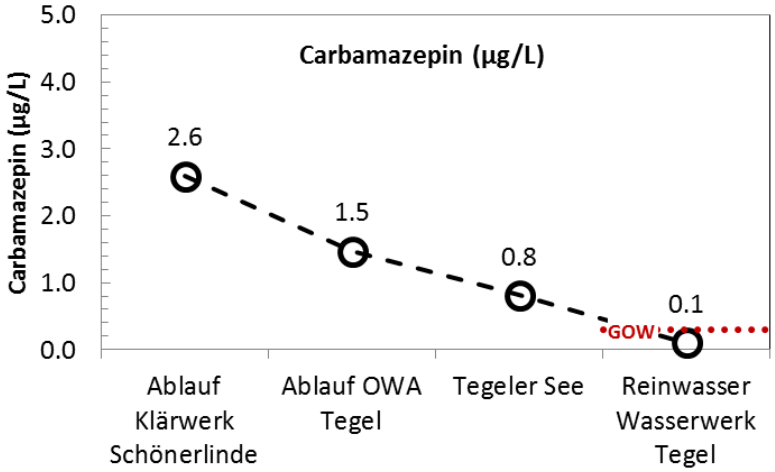


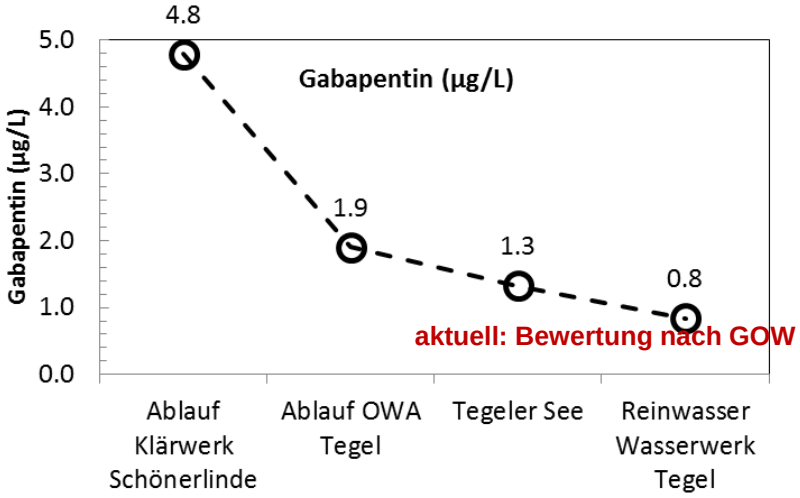


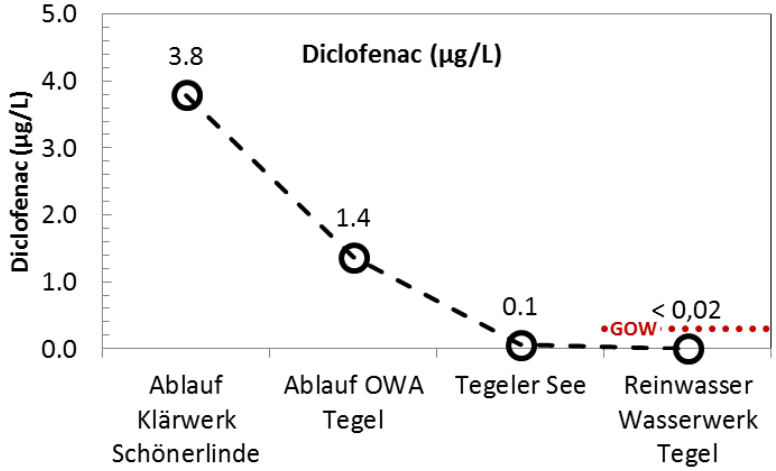


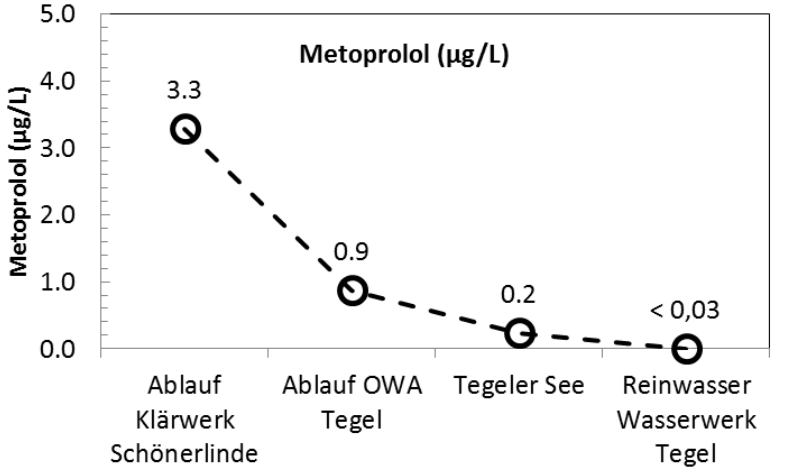
Medianwerte 2014
18-45 Werte pro Messstelle

FE-Projekt ASKURIS
Ergebnisse Monitoring



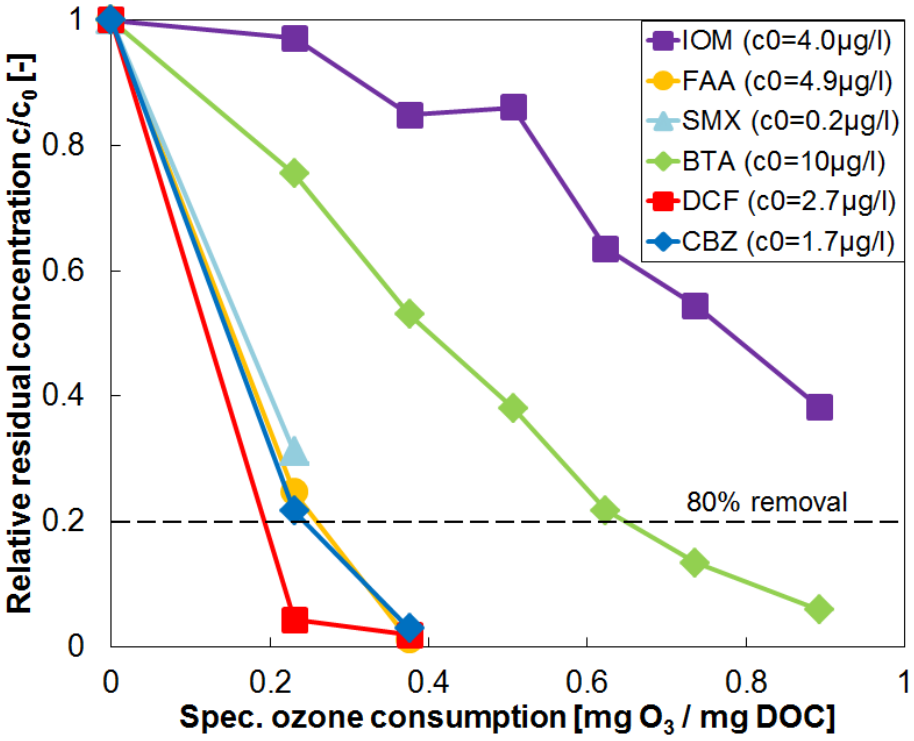


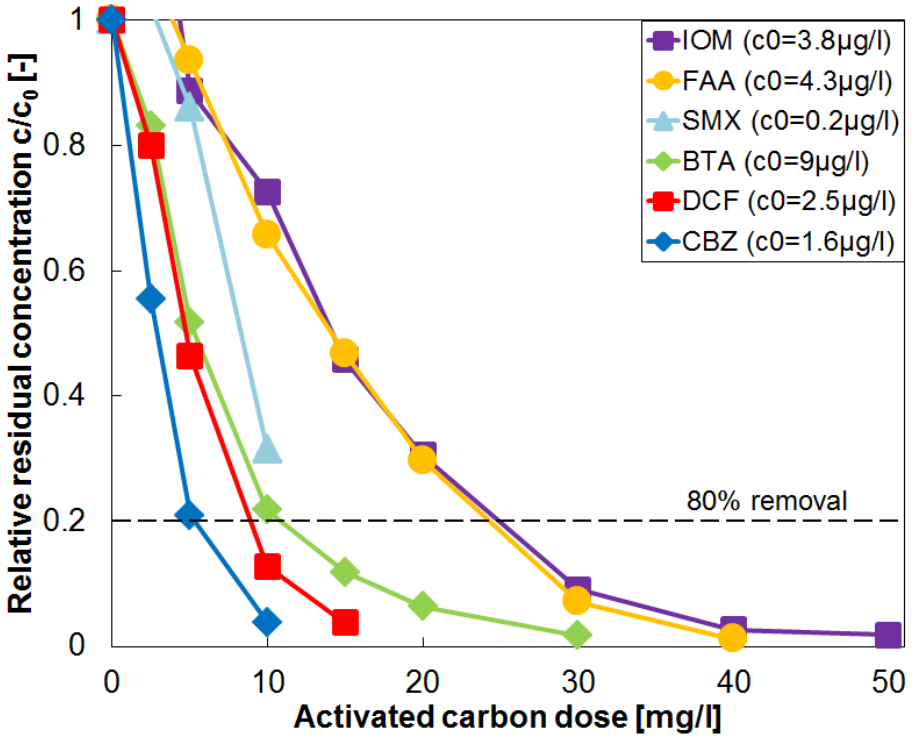




Medianwerte 2014
18-45 Werte pro Messstelle

Verfahrensvergleich
Ozonung vs. PAK-Adsorption





Spurenstoffentfernung
Maßnahmen an der Quelle

- **Industrie:** Vermeidung sehr effektiv
- **Landwirtschaft:** Herbizide – Herausforderung, da direkt ins Gewässer und Grundwasser
- **Regenwasserbehandlung:** Herbizide in Baumaterialien?
- **Medikamente:** 30 % landen im Müll oder in der Kanalisation – Aufklärung!
- **Krankenhäuser:** nur 5 - 35 % der Medikamenten-mengen, aber:
  - 50% der Röntgenkontrastmittel (RKM) in Krankenhäusern erfasst (Machbarkeitsstudie in Berlin: dezentrale Sammlung des Urins mit mobilen Urinsammelbehältern)
  - >> 80 % RKM beim Patienten (dezentrale Urinbeutel)

Quelle: Frank Vinken

Spurenstoffentfernung
Verfahrensvergleich

			Treibhauseffekt	Jahreskosten	Durchschnittlicher Eliminationsgrad [%]											
			g CO_2/m^3_{Ablauf}	€-cent/m^3_{Ablauf}	ATS	GAB	IOP	ACE	PRI	BEZ	BTA	MET	SMX	FAA	DCF	CBZ
REF	Raumfilter + UV		85	8,4												
1	Ozon + Raumfilter + UV	5,1 mg/L	171	11,9												
		9,0 mg/L	225	13,7												
		12,8 mg/L	281	15,6												
2	PAK + Raumfilter + UV	12,8 mg/L	278	11,7												
		32 mg/L	563	16,1												
		51,2 mg/L	844	20,4												
3	PAK-Stufe + Raumfilter + UV	12,8 mg/L	295	14,2												
		32 mg/L	577	18,3												
		51,2 mg/L	858	22,5												
4	Raumfilter + GAK-Ads. + UV	50 000 BV	148	15,6												
		20 000 BV	213	17,0												
		8 000 BV	377	20,4												
5	Raumfilter mit GAK-Schicht + UV	50 000 BV	135	9,0												
		20 000 BV	205	10,4												
		8 000 BV	381	13,8												

Legende
Entfernungsleistung: ≥ 80%
40 - < 80%
0 - < 40%

FE-Projekt ASKURIS
Großversuch in der OWA Tegel

- Großtechnischer Versuch zur **Pulveraktivkohle-dosierung** in ein **Modul** der **OWA Tegel** (1/3 des Gesamtvolumenstroms)
  - Bauarbeiten haben begonnen, Inbetriebnahme November 2015

- **GAK-Test:** Austausch der oberen Filterschicht in einem Filter der OWA Tegel gegen granulierte Aktivkohle
  - Kontinuierlicher Betrieb läuft

- Untersuchungen zur Betriebsstabilität

Zusammenfassung

- Berliner Wasserbetriebe orientieren sich an **integriertem Wassermanagement** **-** Nährstoffentfernung wird umgesetzt
- **Integration** der **Spurenstoffentfernung** in die Verfahren der weitergehenden Abwasserreinigung durch Kombination mit Ozonung oder Adsorption an Aktivkohle wird in Forschungsprojekten untersucht
- **Investitionen** > 200 Mio. € für Erweiterungen erforderlich
- **Spurenstoffentfernung** erhöht Betriebskosten / Energieverbrauch in Abhängigkeit der eingesetzten Dosierung (→ Zielwerte)
- **Forschungsergebnisse** sind geeignete **Grundlage** für weitere **Planungen** und Entscheidungen zur Realisierung von Verfahrensoptionen und **reduziert** die **Investitionskosten**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Regina Gnirß & Dr. Alexander Sperlich
Berliner Wasserbetriebe, Forschung und Entwicklung
regina.gnirss@bwb.de

Wir bedanken uns für die Förderung der FE-Projekte ASKURIS und IST4R.

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung