

Ökobilanz verschiedener Verfahrensoptionen zur Spurenstoffentfernung

*Dr. Christian Remy, Daniel Mutz (Kompetenzzentrum Wasser Berlin)
Dr. Alexander Sperlich, Jana Schaller, Gesine Windelberg (BWB)*

*Abschlussveranstaltung der Verbundprojekte ASKURIS und IST4R
14. September 2015*



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium für Bildung und Forschung

Partner



KOMPETENZZENTRUM Wasser Berlin



Gefördert von



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Investition in Ihre Zukunft



...eine Chance durch Europa!

Partner



KOMPETENZZENTRUM Wasser Berlin



AP 8: Verfahrensbewertung Ergebnisse der Ökobilanz

Gefördert von



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Investition in Ihre Zukunft



...eine Chance durch Europa!


Partner



KOMPETENZZENTRUM Wasser Berlin

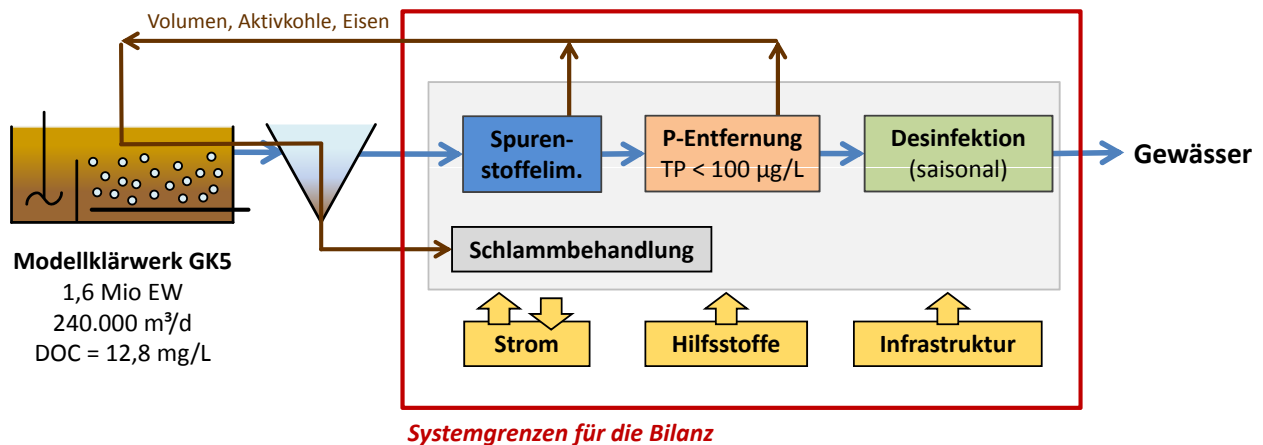
Ziele der Ökobilanz

Definitionen

- Ziel: Integration der Spurenstoffelimination in eine bestehende 4. Reinigungsstufe
 - 4. Reinigungsstufe: weitergehende Phosphorentfernung und Desinfektion
 - Vorangegangenes UEP Projekt:  OXERAM
 - Referenzmodell: Flockungsfilter (Zweischicht) und UV-Desinfektion
- Analyse eines Modellklärwerks GK5 (kein Standortbezug)
- Funktionelle Einheit: Behandlung von **1 m³ Klarlauf eines GK 5-Klärwerks**
- Zielparameter:
 - 1) Phosphor: Gesamt-P < 100 µg/L
 - 2) Desinfektion (saisonal): Gute Qualität gemäß EU-Badegewässerrichtlinie (2006/7/EG)
 - 3) Spurenstoffe: unterschiedliche Dosierungen, da keine Vorgaben vorhanden

Systemgrenzen

Betrachtung nachgeschalteter Verfahren



Umweltindikatoren

Bewertung von Aufwand und Nutzen der Verfahren

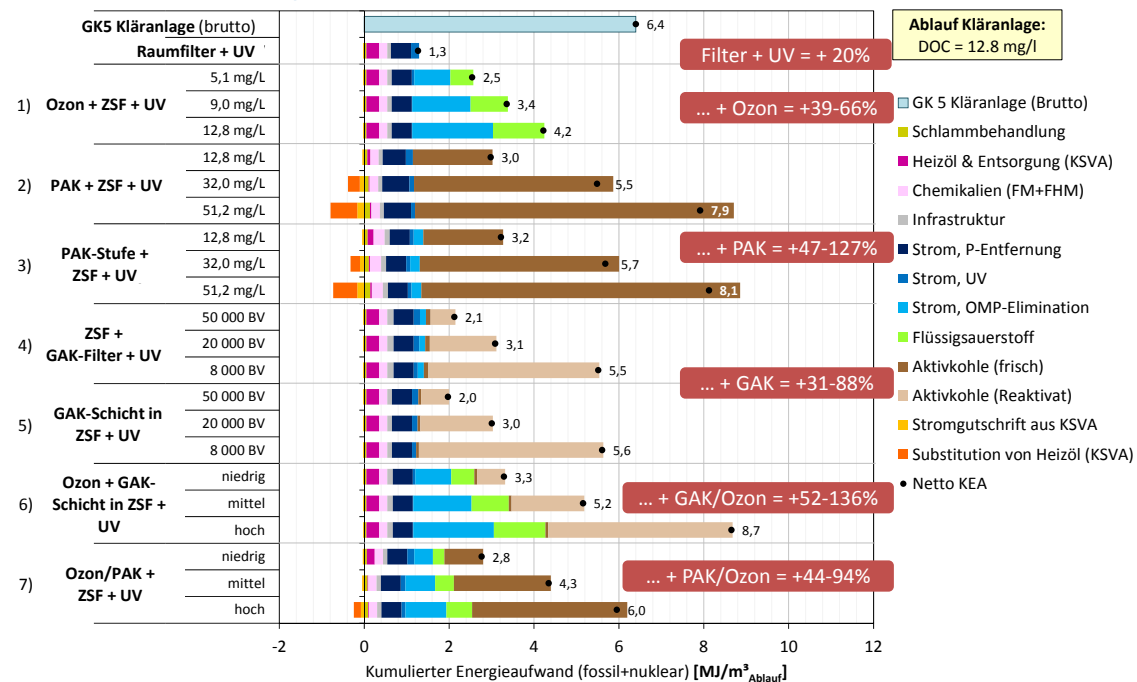
- Kumulierter Energieaufwand
(fossil + nuklear = nicht-erneuerbar)
- Treibhauspotential (CO₂-Fußabdruck)
- Versauerung
- Eutrophierung (P)
- Ökotoxizität
- Humantoxizität



Indikatoren der Ökobilanz zeigen **potentielle** Schäden
(Modelle: VDI 2012, ReCiPe 2008, USEtox)

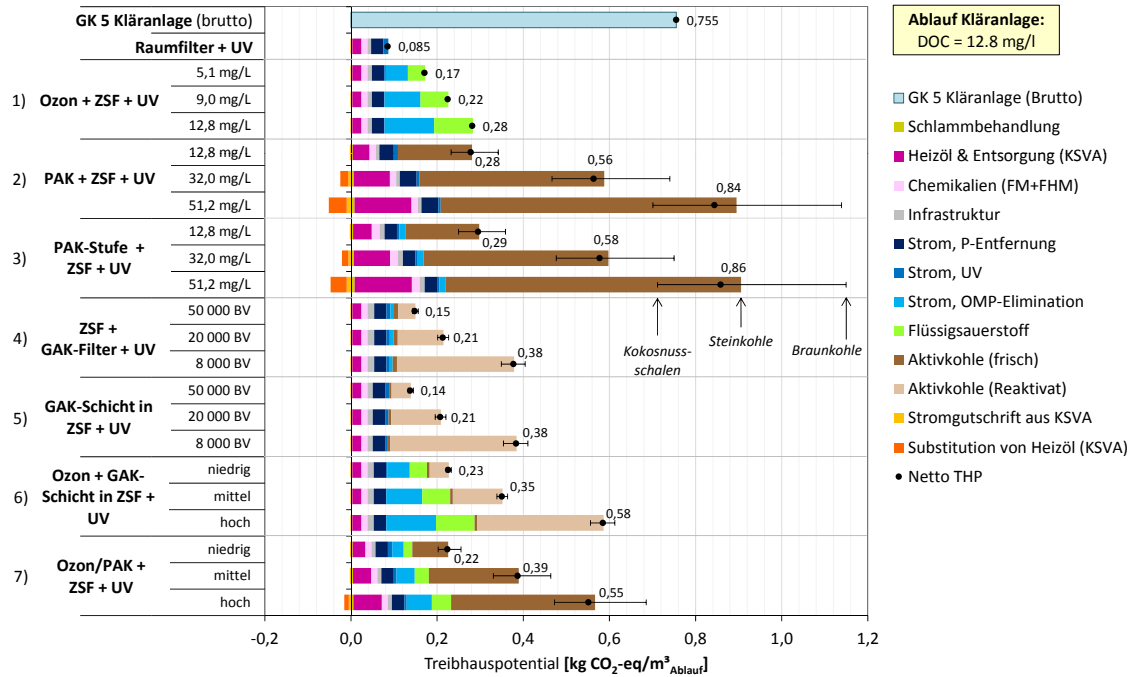
Aufwand der 4. Reinigungsstufe

Kumulierter Energieaufwand, fossil + nuklear



Aufwand der 4. Reinigungsstufe

Treibhauspotential (100 a)

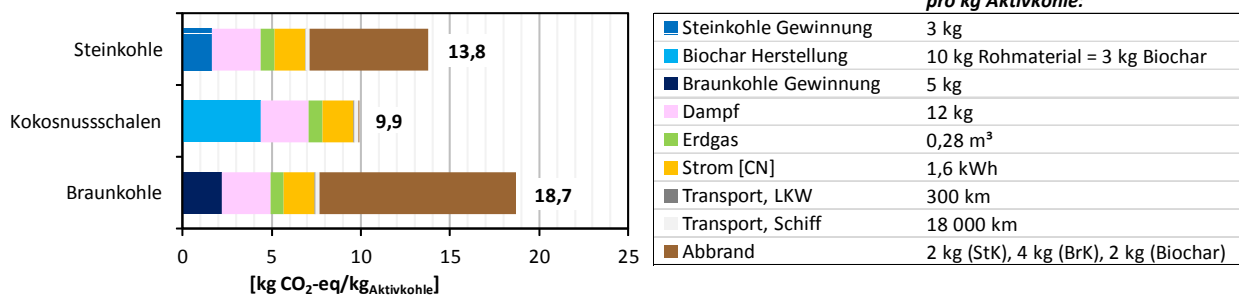


Herstellung der Aktivkohle

Treibhausgasemissionen

- Verschiedene Rohmaterialien für Aktivkohle:
 - Steinkohle/Braunkohle → Aktivierung erzeugt fossiles CO₂
 - Regenerative Rohstoffe (z.B. Kokosnussschalen) → nicht CO₂-neutral (Aktivierung, Verkokung mit Methanemissionen)

Treibhauspotential: Herstellung von Aktivkohle



- Datensätze der Aktivkohleproduktion sollten aktualisiert werden (Stand 2005)
- Hersteller kontaktiert, aber keine Daten erhalten

Sensitivität Treibhauspotential

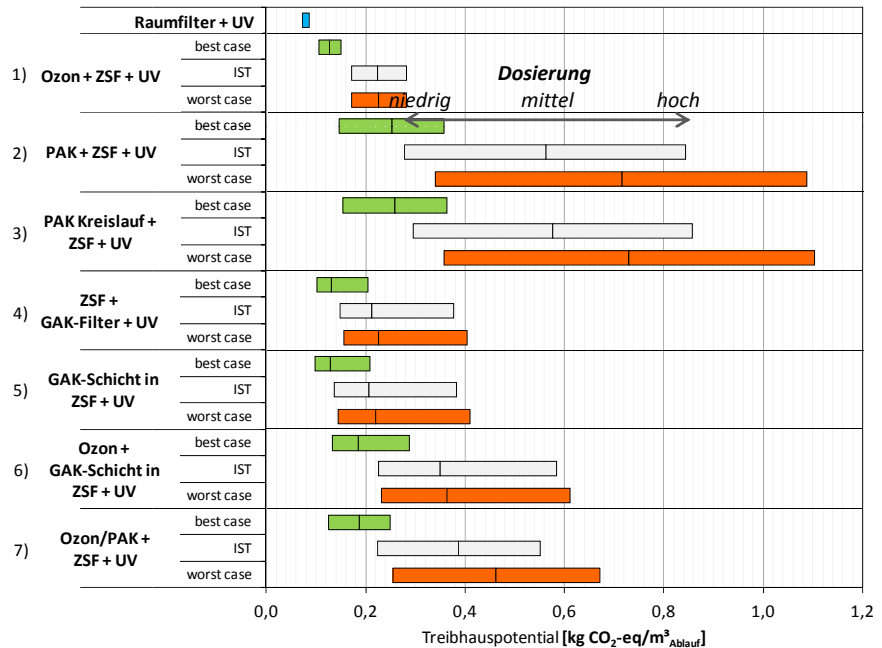
Aktivkohle, Strommix, Wasserqualität

Best case: Mix D2050, „grüne“ AK, 6,4 mg/l DOC

Worst case: Mix D2010, AK-Braunkohle, 12,8 mg/l DOC

- Variation der Daten:
 - Strommix D2010, D2030, D2050
 - Material Aktivkohle
 - Wasserqualität = DOC → Dosierung!

- Hoher Einfluss der Annahmen:
 - Grüner Strom für Ozon
 - Kokosnuss für PAK/GAK
 - Wasserqualität wichtig für alle Verfahren



Zusammenfassung

- 4. Reinigungsstufe erhöht Energieverbrauch und Treibhauspotential der Abwasserreinigung:

	Energie	CO ₂ -eq
– Saisonale Desinfektion (UV):	+3%	+2%
– Phosphorentfernung:	+17%	+9%
– Spurenstoffe:	+19-46%	+12-26%
	+27-107%	+31-88%
	+11-68%	+9-39%

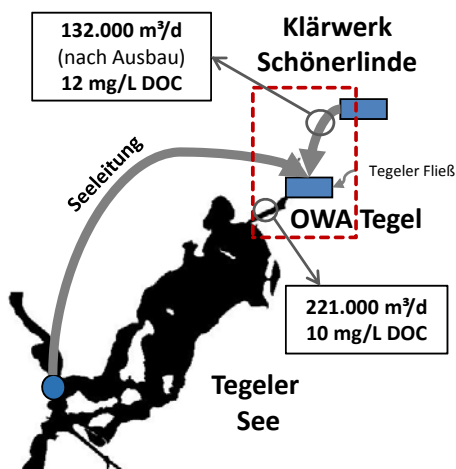
 - Ozon
 - Pulveraktivkohle
 - Granulierte Aktivkohle
- Bestimmende Faktoren für Aufwand und dessen Übertragbarkeit:
 - Wasserqualität und Zielwerte → Dosierung
 - Strommix für Ozon
 - Materialauswahl für Aktivkohle
- Ökologische Folgen im Lebenszyklus sollten in Entscheidungsprozesse mit einbezogen werden (Zielwerte, Verfahrensauswahl)

Ökobilanz zur Spurenstoffelimination am Tegeler See

ASKURIS AP 5: Verfahrensbewertung



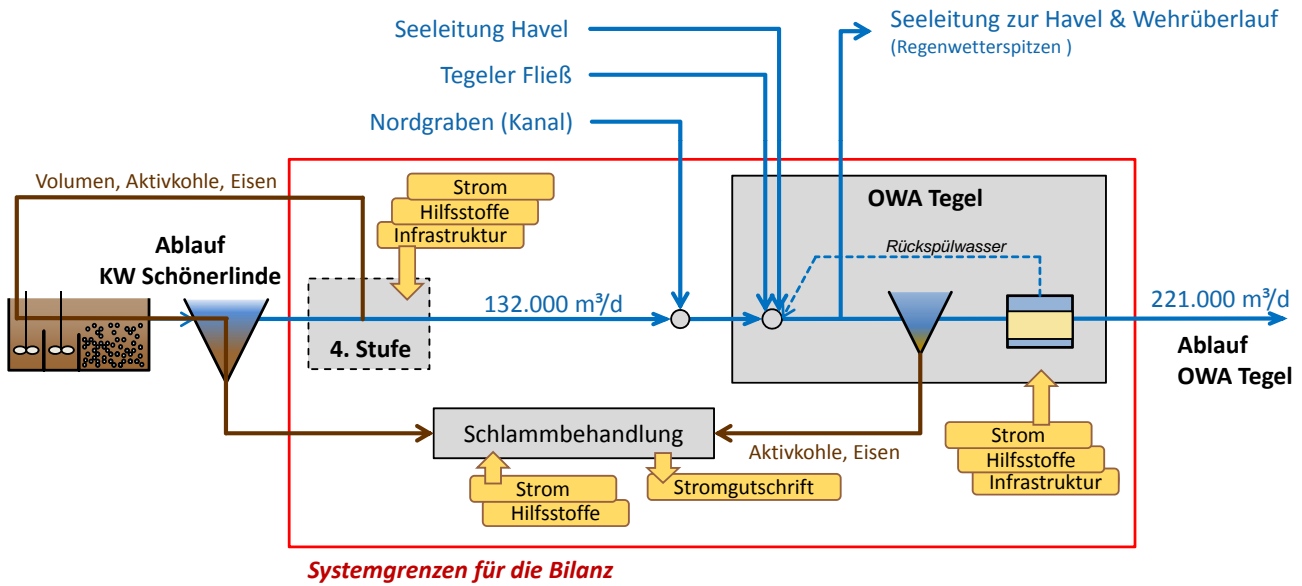
Ziel und Zielparameter Gewässerschutz Tegeler See



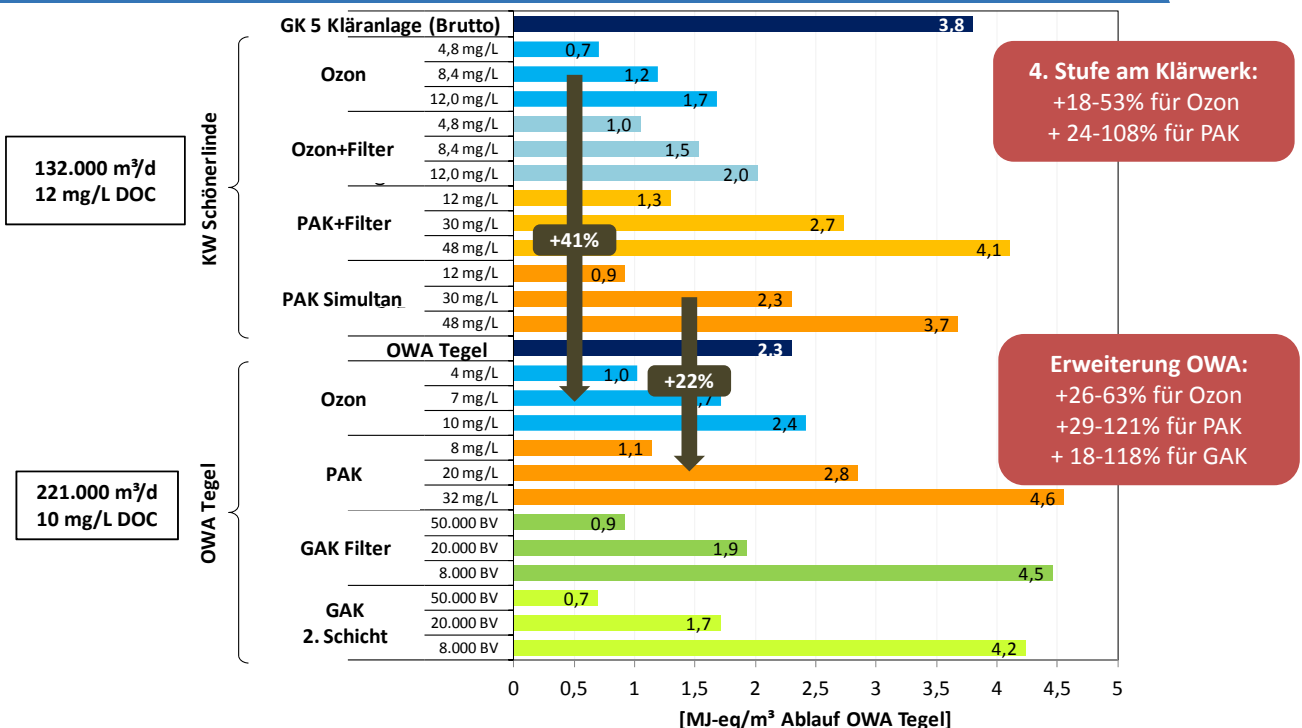
- **Ziel:** Schutz des Gewässers Tegeler See durch weitergehende Spurenstoffelimination
- **Funktionelle Einheit:** Einleitung von **1 m³ Wasser in den Tegeler See (nach OWA Tegel)**
- **Ziele für Gewässerqualität:**
 - 1) **Spurenstoffelimination:** noch keine Vorgaben definiert → unterschiedliche Dosierung von Ozon oder Aktivkohle angenommen
 - 2) **Randbedingungen:** keine Erhöhung der Phosphorfracht und weiterhin gute hygienische Qualität (EU-Badegewässerrichtlinie)

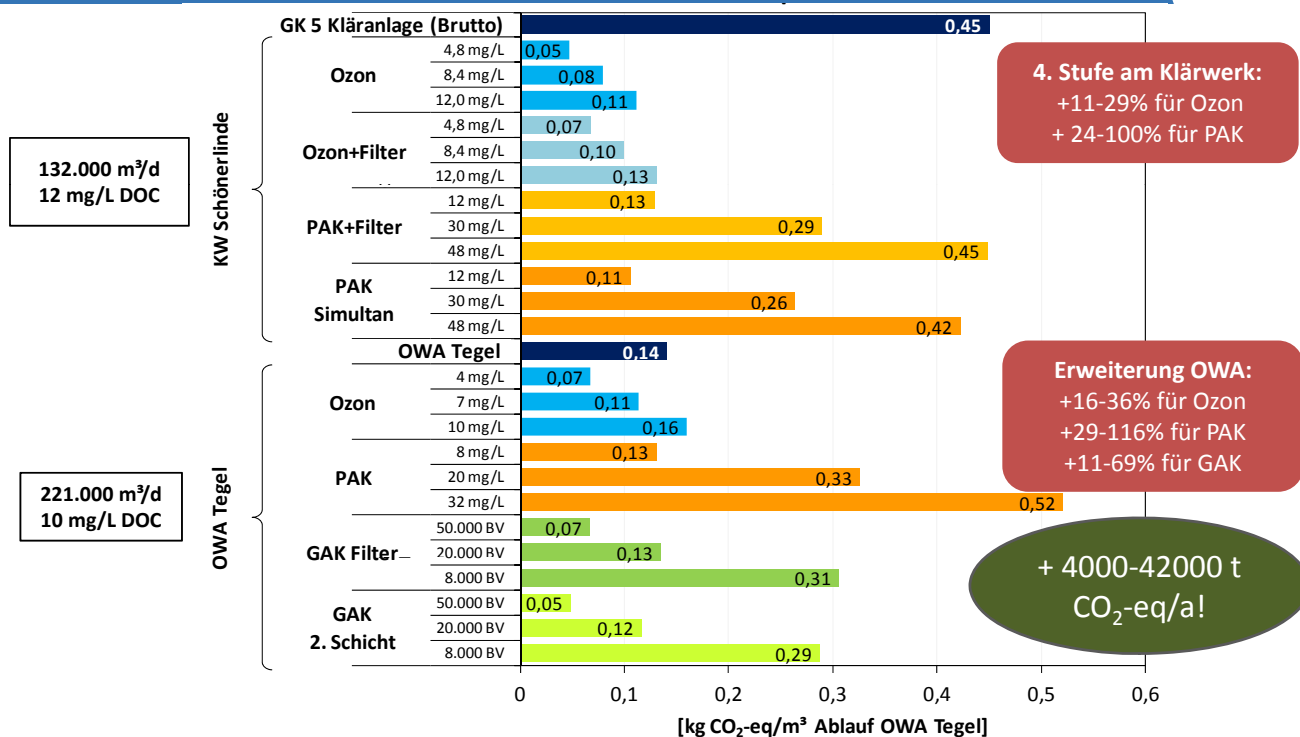
Das System Tegeler See

Systemgrenzen der Ökobilanz



Kumulierter Energieaufwand nicht erneuerbar





Zusammenfassung

Nutzen der Spurenstoffentfernung:

- Verringerung von Spurenstoffeinträgen in den Tegeler See ökologisch sinnvoll
- Bewertung über globale Toxizitätsmodelle der Ökobilanz schwierig (nur wenige Substanzen erfasst, Wirkungsabschätzung mit hohen Unsicherheiten)

Aufwand der Spurenstoffentfernung:

- Alle Verfahren erhöhen den Primärenergiebedarf und die Emission von Treibhausgasen **signifikant** bezogen auf die heutige Abwasserreinigung
- Aufwand als 4. Stufe am Klärwerk etwas geringer als in der OWA Tegel
- Tendenz im Verfahrensvergleich Tegeler See:
 - Ozonung hat meist niedrigeren Energiebedarf und Treibhauseffekt
 - Aktivkohle braucht fossile Rohstoffe („Kohle“) und viel Energie zur Herstellung/Reaktivierung
 - **ABER: Wasserqualität und geforderte Entfernungsleistung für Zielstoffe bestimmt letztlich Dosierung und damit den realen Aufwand!!**

**Kein zusätzlicher lokaler Nutzen
ohne zusätzlichen globalen Aufwand
→ Verhältnismäßigkeit abwägen**

Kontakt: christian.remy@kompetenz-wasser.de

*Abschlussveranstaltung der Verbundprojekte ASKURIS und IST4R
14. September 2015*



GEFÖRDERT VOM



Partner



KOMPETENZZENTRUM
WasserBerlin



HELMHOLTZ
ZENTRUM FÜR
UMWELTFORSCHUNG
UFZ

Umwelt
Bundes
Amt
Für Mensch und Umwelt

Gefördert von



Partner



KOMPETENZZENTRUM
WasserBerlin