



# KWVB

## KARL am KWVB

Christian Remy, Ulf Miehe, Andreas Matzinger

**Alles klar für KARL am KWB?**

4. Reinigungsstufe

Schutzziel Gesundheit +  
Klimaschutz

Herstellerverantwortung

Strengere Grenzwerte für  
N und P

Phosphorrückgewinnung

**KWB**

Energieneutralität

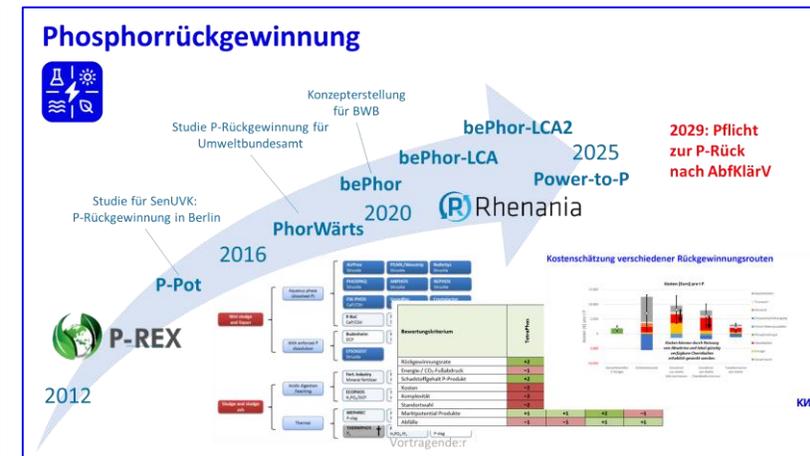
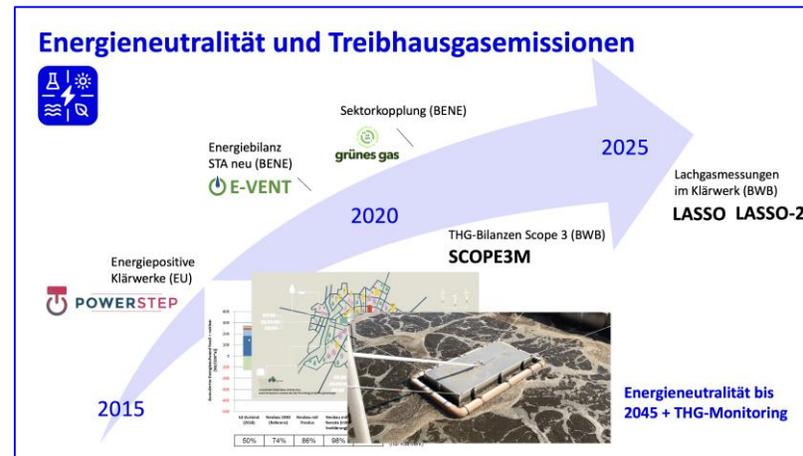
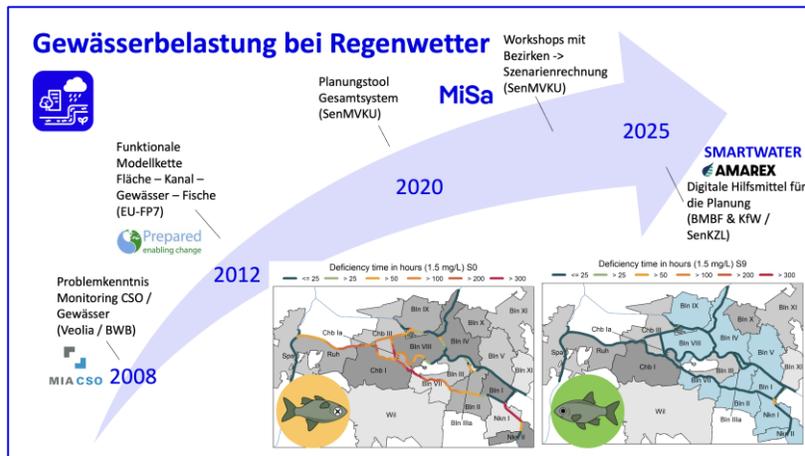
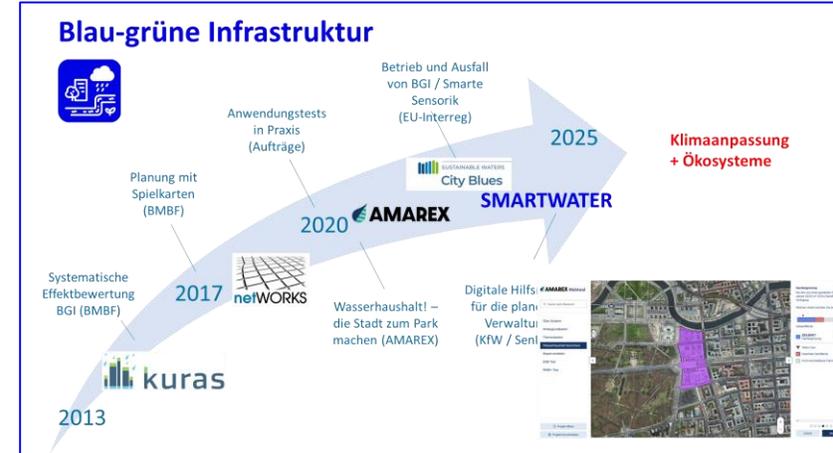
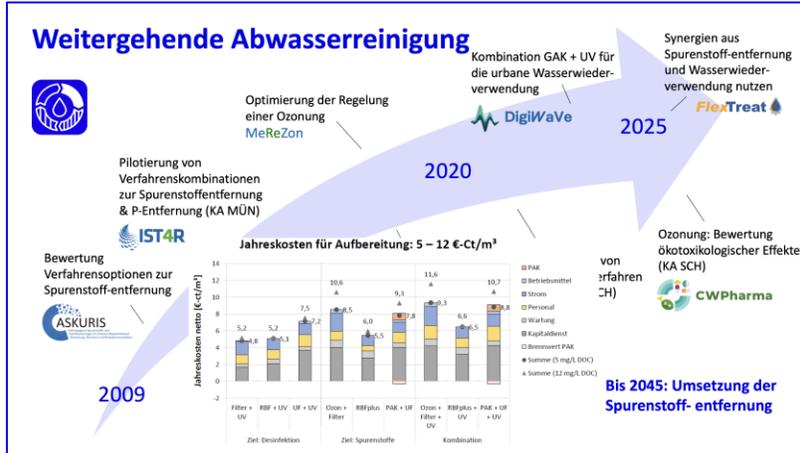
Abwassermonitoring

Niederschlagswasser-  
bewirtschaftung

Information der  
Öffentlichkeit

Wasser-  
wiederverwendung

# Themenlinien am KWB für KARL



# THEMENLINIEN AM KWB FÜR KARL

### Weitergehende Abwasserreinigung

**2009**

- Bewertung Verfahrensoptionen zur Spurenstoff-entfernung (ASKURIS)
- Pilotierung von Verfahrenskombinationen zur Spurenstoffentfernung & P-Entfernung (KA MÜN)
- Optimierung der Regelung einer Ozonung (MeReZon)

**2020**

- Kombination GAK + UV für die urbane Wasserwiederverwendung (DigiWaVe)
- Jahreskosten für Aufbereitung: 5 – 12 €/ct/m<sup>3</sup>
- Ozonung: Bewertung ökotoxikologischer Effekte (KA SCH) (CWPharma)

**2025**

- Synergien aus Spurenstoff-entfernung und Wasserwiederverwendung nutzen (FlexTreat)
- Bis 2045: Umsetzung der Spurenstoff-entfernung

### Blau-grüne Infrastruktur

**2013**

- Systematische Effektbewertung BGI (BMBF) (kuras)
- Planung mit Spielkarten (BMBF) (netWORKS)

**2020**

- Anwendungstests in Praxis (Aufträge)
- Wasserhaushalt! – die Stadt zum Park machen (AMAREX)
- AMAREX
- Digitale Hilfsmittel für die plan. Verwaltung (KfW / SenI)

**2025**

- Betrieb und Ausfall von BGI / Smarte Sensorik (EU-Interreg) (City Blues)
- SMARTWATER
- Klimaanpassung + Ökosysteme

### Gewässerbelastung bei Regenwetter

**2008**

- Problemkenntnis Monitoring CSO / Gewässer (Veolia / BWB) (MIA CSO)
- Funktionale Modellkette Fläche – Kanal – Gewässer – Fische (EU-FP7) (Prepared enabling change)

**2012**

- Planungstool Gesamtsystem (SenMVKU) (MiSa)
- Workshops mit Bezirken -> Szenarienrechnung (SenMVKU)

**2020**

- SMARTWATER
- Digitale Hilfsmittel für die Planung (BMBF & KfW / SenKZL)

**2025**

- AMAREX

### Energieneutralität und Treibhausgasemissionen

**2015**

- Energiepositive Klärwerke (EU) (POWERSTEP)

**2020**

- Energiebilanz STA neu (BENE) (E-VENT)
- Sektorkopplung (BENE) (grünes gas)
- THG-Bilanzen Scope 3 (BWB) (SCOPE3M)

**2025**

- Lachgasmessungen im Klärwerk (BWB) (LASSO LASSO-2)
- Energieneutralität bis 2045 + THG-Monitoring

### Phosphorrückgewinnung

**2012**

- Studie für SenUVK: P-Rückgewinnung in Berlin (P-Pot)
- Studie P-Rückgewinnung für Umweltbundesamt (P-REX)

**2016**

- Konzepterstellung für BWB (PhorWärts)

**2020**

- bePhor
- bePhor-LCA
- Rhenania

**2025**

- bePhor-LCA2
- Power-to-P
- 2029: Pflicht zur P-Rück nach AbklärV

Kostenschätzung verschiedener Rückgewinnungsrouten

Rückgewinnungsroute	Investition	Operative Kosten	Produkt	Produktwert	Nettoertrag
Beispiel 1	100	10	10	10	0
Beispiel 2	100	10	10	10	0
Beispiel 3	100	10	10	10	0
Beispiel 4	100	10	10	10	0
Beispiel 5	100	10	10	10	0
Beispiel 6	100	10	10	10	0
Beispiel 7	100	10	10	10	0
Beispiel 8	100	10	10	10	0
Beispiel 9	100	10	10	10	0
Beispiel 10	100	10	10	10	0

# Energieneutralität + Treibhausgasemissionen



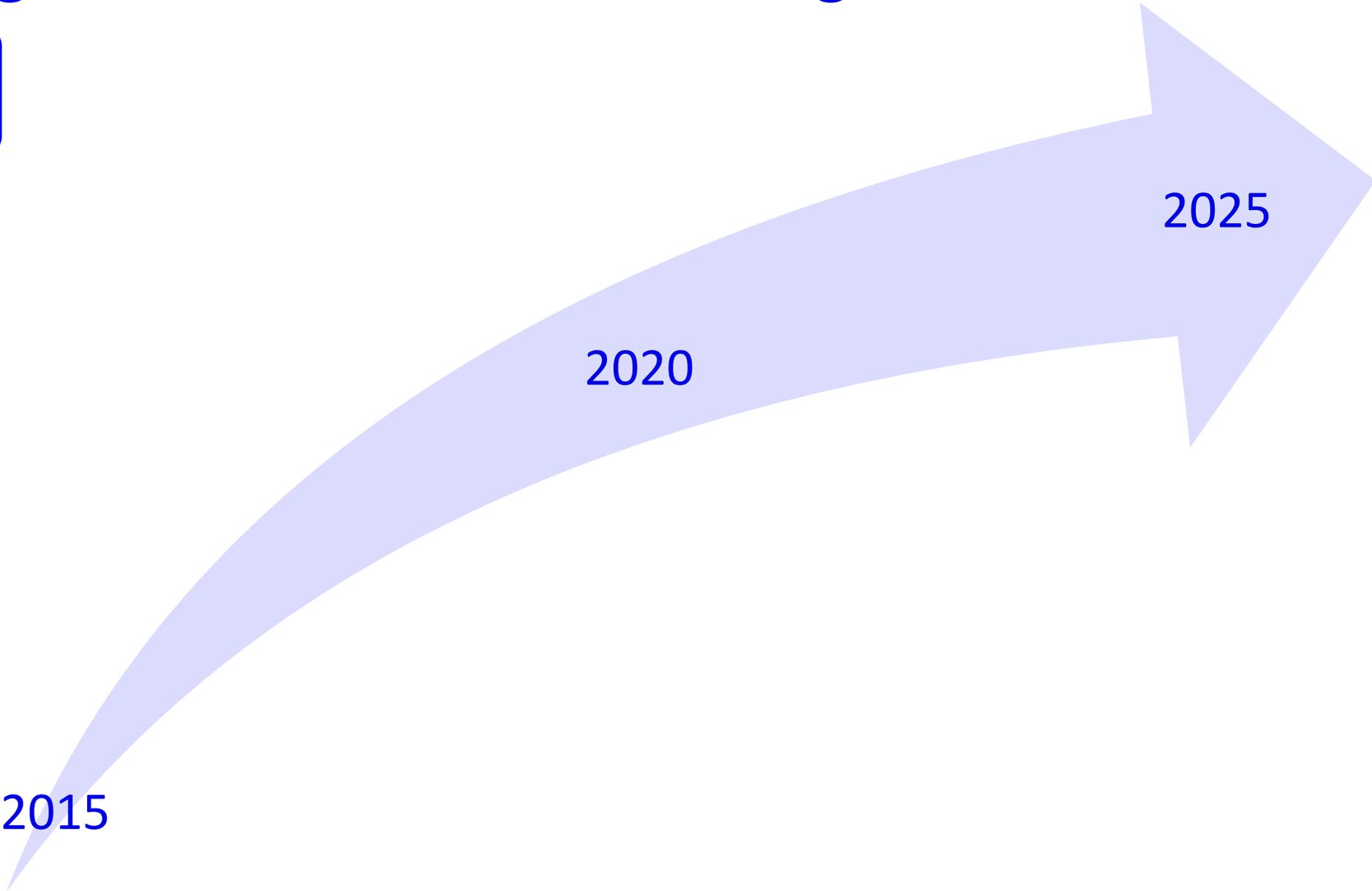
# Energieneutralität und Treibhausgasemissionen



2015

2020

2025



# Energieneutralität und Treibhausgasemissionen



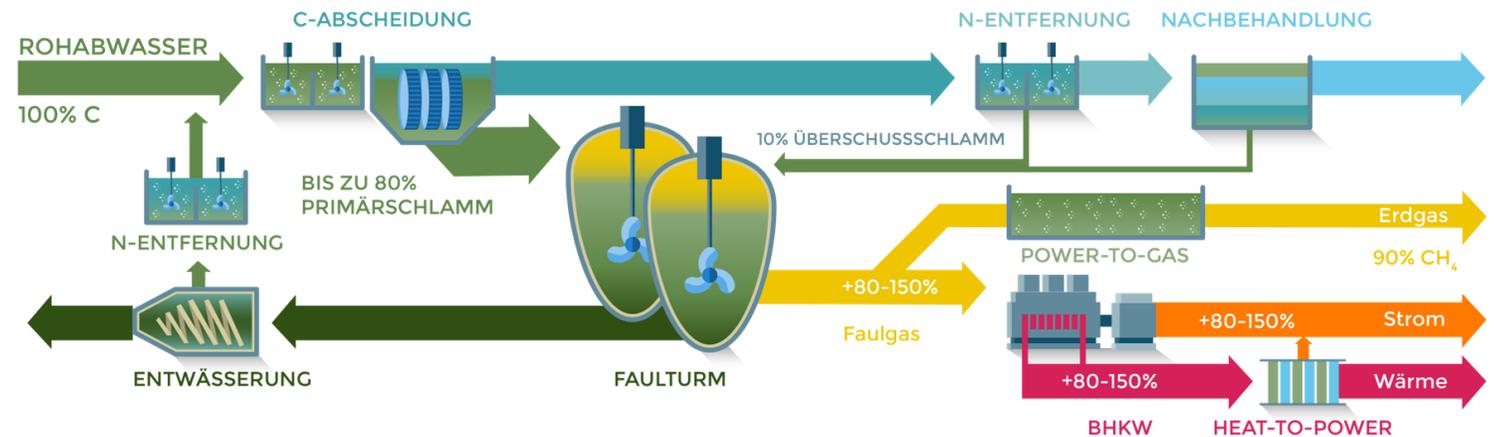
2025

Energiepositive Klärwerke (EU)



2015

 **POWERSTEP**  
Energie-positive Kläranlage



# Energieneutralität und Treibhausgasemissionen



Energiebilanz  
STA neu (BENE)



Energiepositive  
Klärwerke (EU)

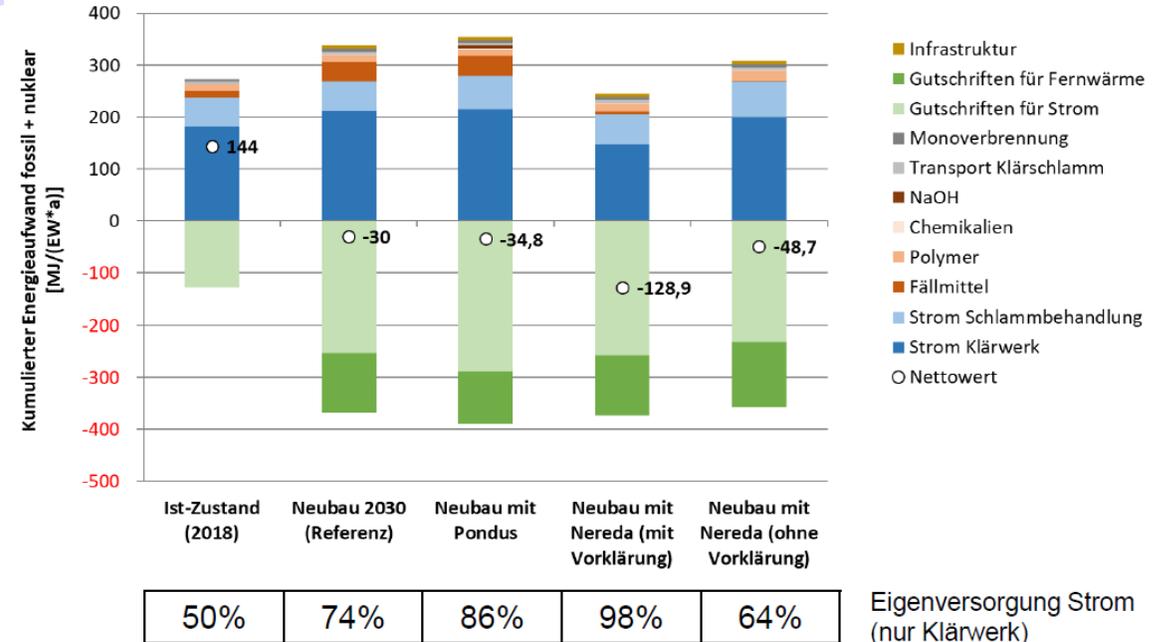


2015

2020

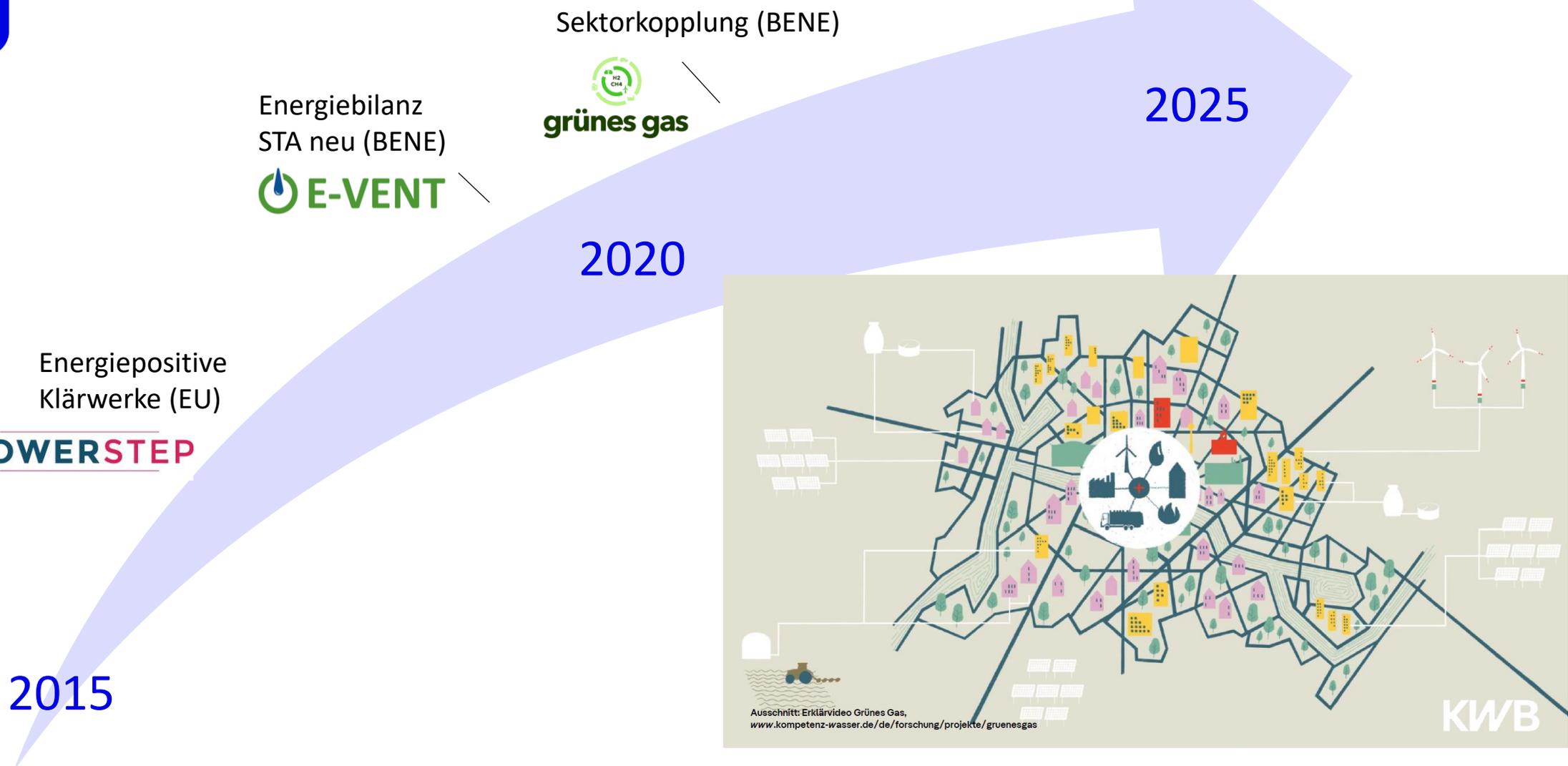
2025

Energiebilanz Klärwerk Stahnsdorf (neu)



Eigenversorgung Strom  
(nur Klärwerk)

# Energieneutralität und Treibhausgasemissionen



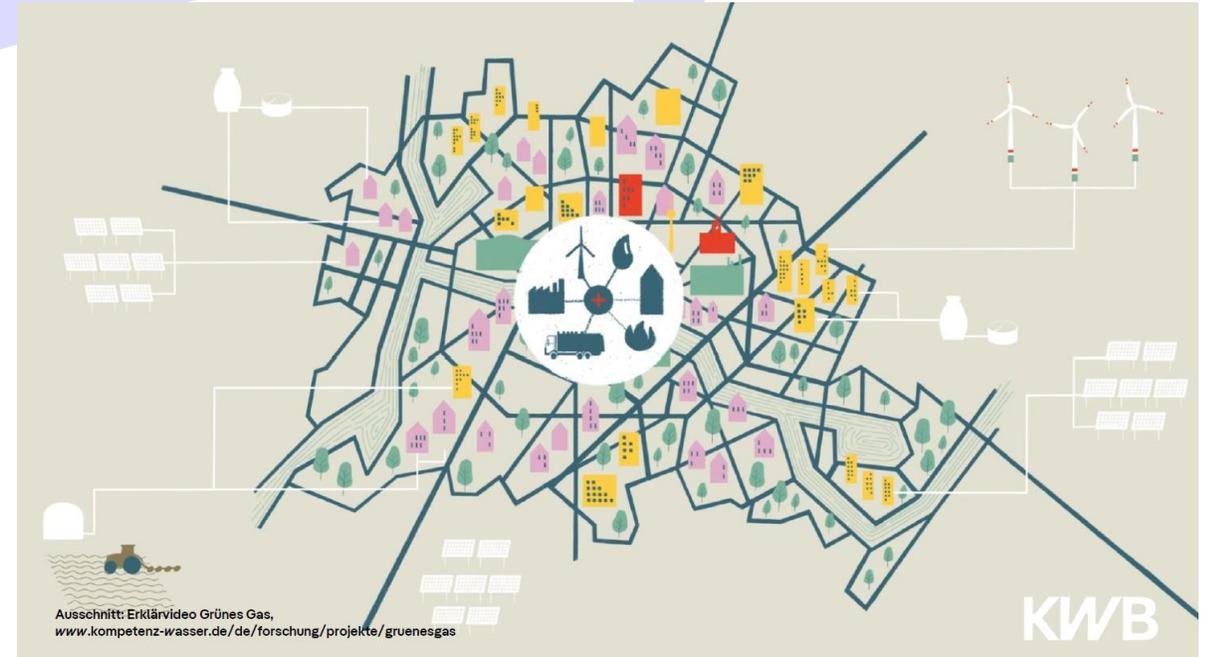
Sektorkopplung (BENE)



Energiebilanz  
STA neu (BENE)



Energiepositive  
Klärwerke (EU)



Ausschnitt: Erklärvideo Grünes Gas,  
[www.kompetenz-wasser.de/de/forschung/projekte/gruenesgas](http://www.kompetenz-wasser.de/de/forschung/projekte/gruenesgas)

# Energieneutralität und Treibhausgasemissionen



2015



Energiepositive  
Klärwerke (EU)



Energiebilanz  
STA neu (BENE)

2020



Sektorkopplung (BENE)

THG-Bilanzen Scope 3 (BWB)  
**SCOPE3M**

2025

Lachgasmessungen  
im Klärwerk (BWB)

**LASSO LASSO-2**



# Energieneutralität und Treibhausgasemissionen



Energiepositive Klärwerke (EU)  
**POWERSTEP**

Energiebilanz STA neu (BENE)  
**E-VENT**

Sektorkopplung (BENE)  
**grünes gas**

2015

2020

THG-Bilanzen Scope 3 (BWB)  
**SCOPE3M**

2025

Lachgasmessungen im Klärwerk (BWB)

**LASSO LASSO-2**

**Energieneutralität bis 2045 + THG-Monitoring**

# Weitergehende Abwasserreinigung



# Weitergehende Abwasserreinigung



2020

2025

Bewertung  
Verfahrensoptionen  
zur Spurenstoff-  
entfernung



Systematischer Verfahrenvergleich  
für die P-Entfernung < 0,1 mg/L:  
Pilotversuche zu Mikrosiebung &  
Membranfiltration (KA RUH)

2009

		Treibhauseffekt		Jahreskosten		durchschnittlicher Eliminationsgrad [%]													
		g CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> <sub>OWA Ab.</sub>	€-cent/m <sup>3</sup> <sub>OWA Ab.</sub>	ATS	GAB	IOP	ACE	PRI	BEZ	BTA	MET	SMX	FAA	DCF	CBZ				
KW SCHÖ	Ozon	4,8 mg/L	47	2,2															
		8,4 mg/L	79	3,2															
		12 mg/L	111	4,1															
	Ozon +Filter	4,8 mg/L	67	4,8															
		8,4 mg/L	99	5,8															
		12 mg/L	131	6,8															
	PAK +Filter	12 mg/L	128	4,9															
		30 mg/L	290	7,2															
		48 mg/L	448	9,3															
PAK Simultan	12 mg/L	106	2,0																
	30 mg/L	264	4,0																
	48 mg/L	422	6,0																
OWA TEGEL	Ozon	4 mg/L	68	3,0															
		7 mg/L	114	4,4															
		10 mg/L	160	5,7															
	PAK	8 mg/L	131	2,2															
		20 mg/L	326	4,7															
		32 mg/L	521	7,1															
	GAK	50.000 BV	67	7,2															
		20.000 BV	135	8,5															
		8.000 BV	306	11,8															

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

# Weitergehende Abwasserreinigung



Optimierung der Regelung einer Ozonung

Ozonung: Bewertung ökotoxikologischer Effekte (KA SCH)

Pilotierung von Verfahrenskombinationen zur Spurenstoffentfernung & P-Entfernung (KA MÜN)

MeReZon



2025

2020



Ozonung: Vergleich von Nachbehandlungsverfahren (Pilotversuche KA SCH)

TestTools

Bewertung Verfahrensoptionen zur Spurenstoffentfernung

Spurenstoffentfernung: Übertragbarkeit zwischen Kläranlagen erhöhen



Systematischer Verfahrenvergleich für die P-Entfernung < 0,1 mg/L: Pilotversuche zu Mikrosiebung & Membranfiltration (KA RUH)



2009

Bio-assay	SPE	Lab	Time	Costs	Ozonation			MBBR		Deep-bed filter			CW	
					KAL	LIN	BLN	KAL	LIN	S/BAC	S/A	S/A + GAC		BLN
<b>Neurotoxicity (In-vitro)</b>														
Acetylcholinesterase inhibition	Yes	IOS	< 1 day	low	no toxicological effects found									
<b>Mutagenicity (In-vitro)</b>														
Ames (TA1535, -S9)					→ / ↑	→	→	→ / ↓	→	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓
Ames (TA1535, +S9)	Yes	IOS	4 days	medium	→ / ↓	→	→ / ↑	→	→	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓
Ames (TA1537, -S9)					→ / ↓ / ↑	→	→	→ / ↓	→	→	→	→	→	→
Ames (TA1537, +S9)	Yes	IOS	4 days	medium	no toxicological effects found									
Ames (YG7108, -S9)					→	→	↑	→	→	↓	↓	↓	↓	↓
Ames (YG7108, +S9)	Yes	UBA	3 days	medium	no toxicological effects found									
<b>Genotoxicity (In-vitro)</b>														
SOS Chromotest (+/-S9)	Yes	IOS	< 1 day	medium	no toxicological effects found									
UmuC	Yes	UBA	2 days	medium	no toxicological effects found									
<b>Estrogenicity and androgenicity (In-vitro)</b>														
YES (estrogenicity)					→	→ / ↓	↓	→	→	→	→	→	→	→
YES (anti-estrogenicity)					→ / ↓ / ↑	→ / ↑	→ / ↓ / ↑	→ / ↓ / ↑	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↑	→ / ↓
YAS (androgenicity)	Yes	IOS	6 days	medium*	no toxicological effects found									
YAS (anti-androgenicity)					→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓	→	→ / ↑	→	→	→	→	→
YES (estrogenicity)	Yes	UBA	3 days	medium	→	↓	↓	→	→	→	→	→	→	→
Anti-YES (anti-estrogenicity)	Yes	UBA	3 days	medium	↓	↓ / ↑	→ / ↑	↓ / ↑	↓ / ↑	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↑	→ / ↓ / ↑
ER-Calux (estrogenicity)	Yes	UBA	3 days	medium	→	↓	↓	→	→	→	→	→	→	→
<b>Bacteria tests (In-vivo)</b>														
Growth inhibition (Pseudomonas putida)	Yes	IOS	1 day	low	results show growth stimulation instead of inhibition									
Bioluminescence inhibition (Allivibrio fischeri)	Yes	IOS	2 h	low	↓	↓	↓	↓	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓	↓	→ / ↓	→ / ↓
<b>Chronic tests (In-vivo)</b>														
Algae growth inhibition (Desmodesmus subspicatus)	No	LIAE	3 days	low	→	→	→	→ / ↓	→	→ / ↓	→	→ / ↓	→	→
Chronic reproduction (Ceriodaphnia dubia)	No	LIAE	7 days	high	→ / ↓	→ / ↑	→ / ↓ / ↑	↑	→ / ↓	→ / ↓	→ / ↓ / ↑	→ / ↓ / ↑	→ / ↓ / ↑	→ / ↓

■ negative effect / potential positive effect  
■ positive effect / potential positive effect  
■ unclear effect  
■ no effects measured

↑ increase of effect compared to preceding sampling point  
 → no change of effect compared to preceding sampling point  
 ↓ decrease of effect compared to preceding sampling point

# Weitergehende Abwasserreinigung



Optimierung der Regelung einer Ozonung

Ozonung: Bewertung ökotoxikologischer Effekte (KA SCH)

Kombination GAK + UV für die urbane Wasserwiederverwendung

**Bis 2045:  
Umsetzung der  
Spurenstoff-  
entfernung**

Pilotierung von Verfahrenskombinationen zur Spurenstoffentfernung & P-Entfernung (KA MÜN)

Bewertung Verfahrensoptionen zur Spurenstoffentfernung

TestTools

AquaNES

2020

Ozonung: Vergleich von Nachbehandlungsverfahren (Pilotversuche KA SCH)

Synergien aus Spurenstoffentfernung und Wasserwiederverwendung nutzen

ASKURIS  
Anthropogene Spurenstoffe und Krankheitserreger im urbanen Wasserkreislauf: Bewertung, Barrieren und Risikokommunikation

IST4R

Spurenstoffentfernung: Übertragbarkeit zwischen Kläranlagen erhöhen

OXERAM

Systematischer Verfahrensvergleich für die P-Entfernung < 0,1 mg/L: Pilotversuche zu Mikrosiebung & Membranfiltration (KA RUH)

2009

MeReZon

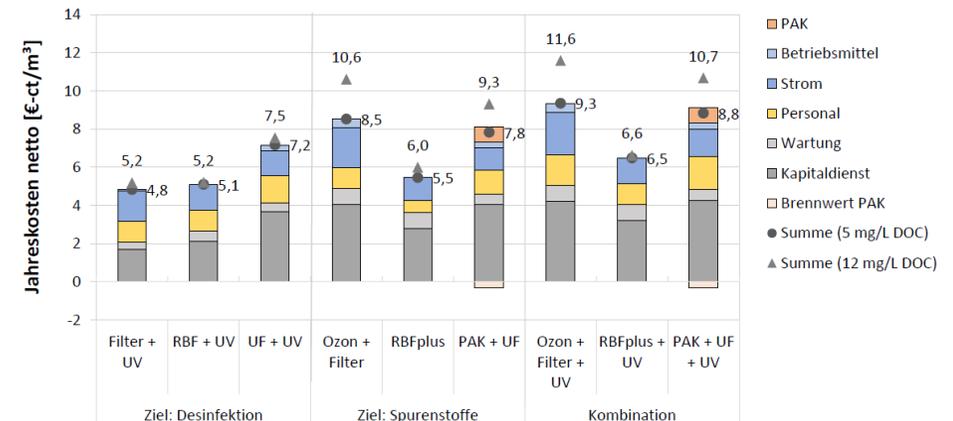
CWPharma

2025

FlexTreat

DigiWaVe

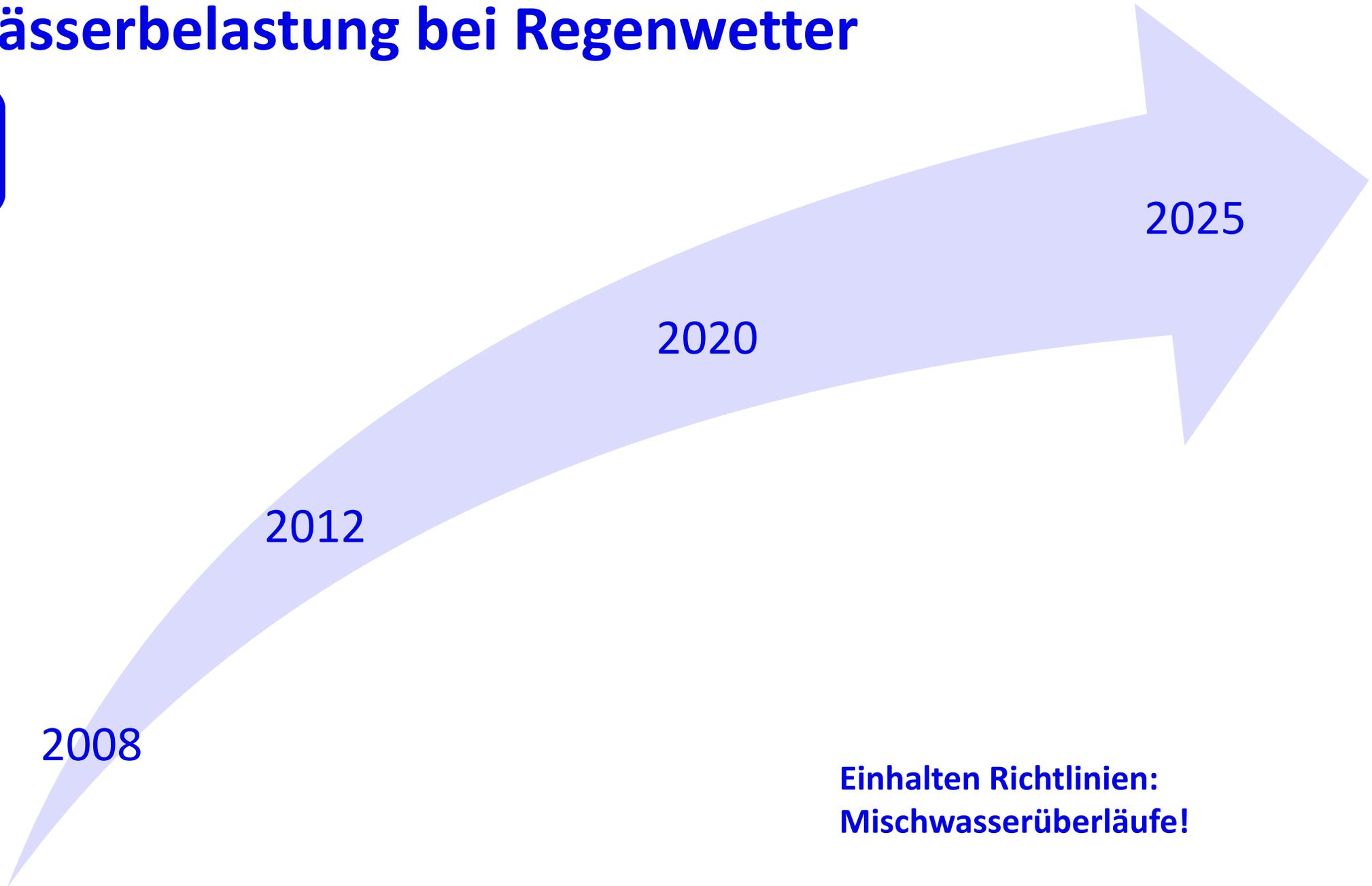
Jahreskosten für Aufbereitung: 5 – 12 €-Ct/m<sup>3</sup>



# Gewässerbelastung bei Regen



# Gewässerbelastung bei Regenwetter



2008

2012

2020

2025

**Einhaltan Richtlinien:  
Mischwasserüberläufe!**

# Gewässerbelastung bei Regenwetter



Funktionale  
Modellkette  
Fläche – Kanal –  
Gewässer – Fische  
(EU-FP7)



Problemkenntnis  
Monitoring CSO /  
Gewässer  
(Veolia/BWB)



Planungstool  
Gesamtsystem  
(SenMVKU)

**MiSa**

Workshops mit  
Bezirken ->  
Szenarienrechnung  
(SenMVKU)

2020

2025

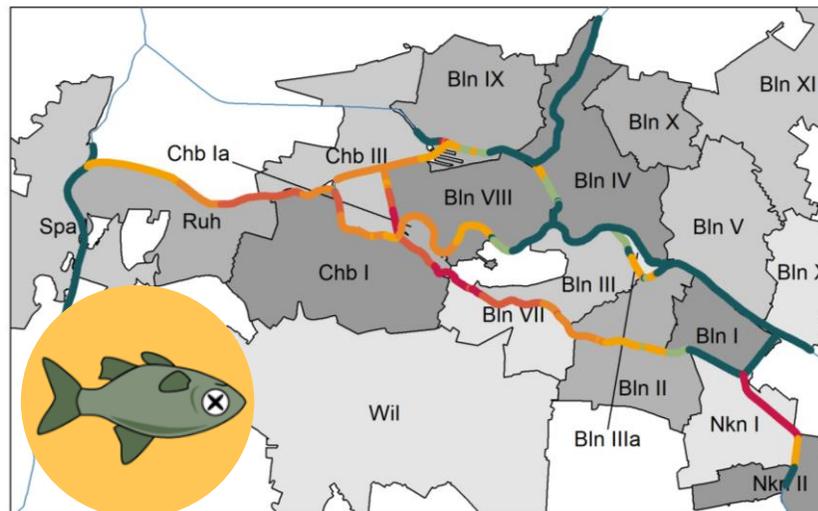
**SMARTWATER**  
**AMAREX**

Digitale Hilfsmittel für  
die Planung  
(BMBF & KfW/SenkZL)

2012

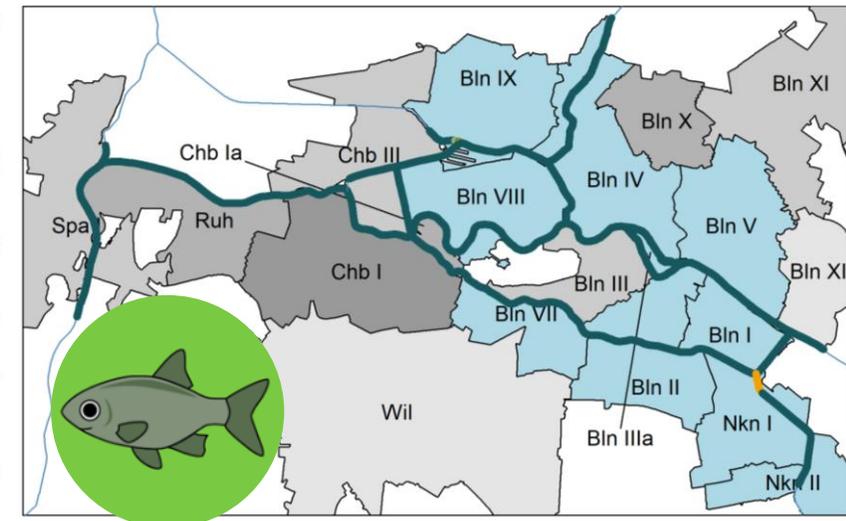
Deficiency time in hours (1.5 mg/L) S0

— <= 25 — > 25 — > 50 — > 100 — > 200 — > 300

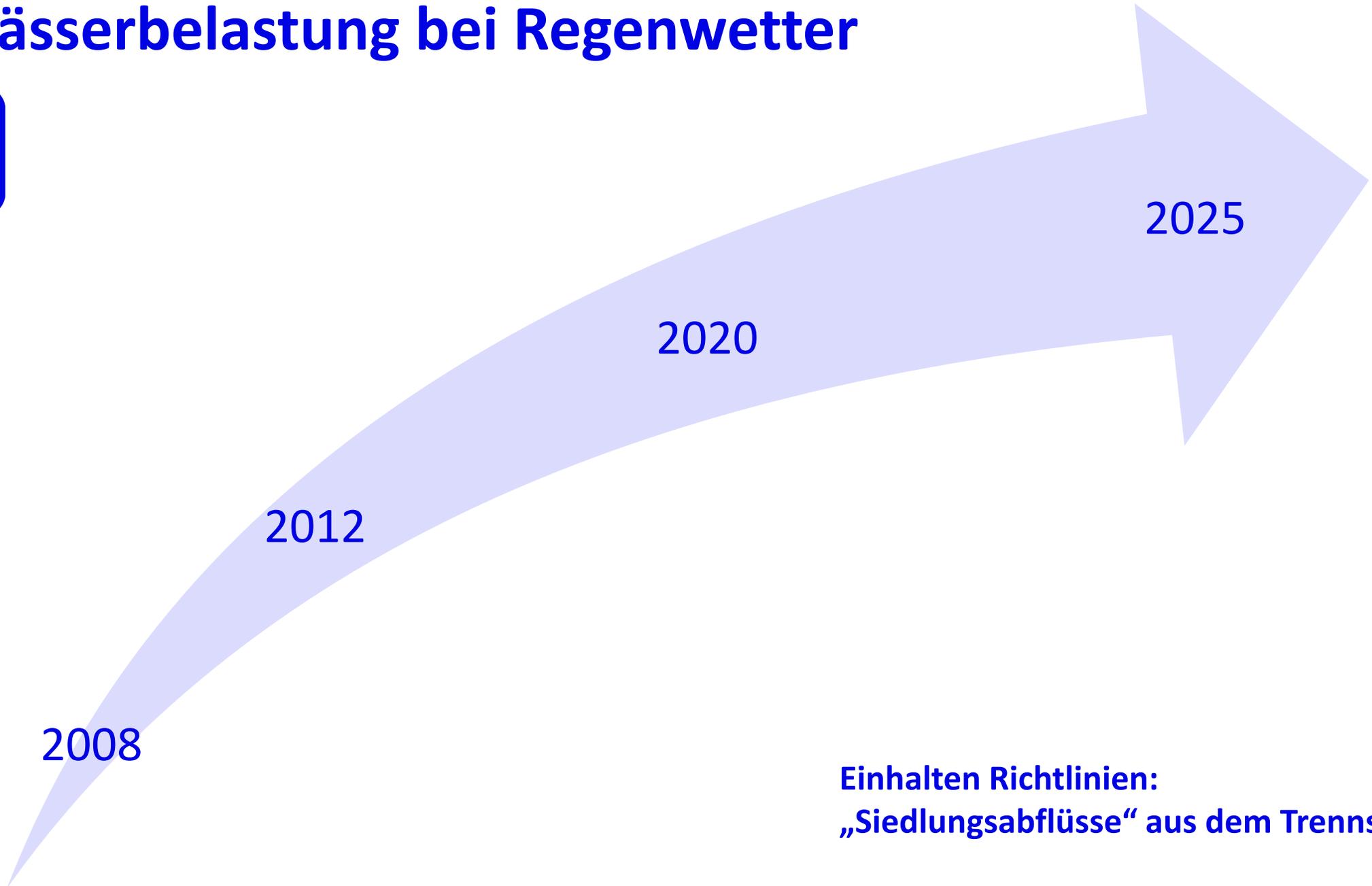


Deficiency time in hours (1.5 mg/L) S9

— <= 25 — > 25 — > 50 — > 100 — > 200 — > 300



# Gewässerbelastung bei Regenwetter



**Einhalten Richtlinien:  
„Siedlungsabflüsse“ aus dem Trennsystem!**

# Gewässerbelastung bei Regenwetter



Belastung Gewässer  
(BMBF, EU-H)

**SpuR** Lösungsansätze  
Baustoffe (UBA, DBU)



2025

**SMARTWATER**  
**AMAREX**

Digitale Hilfsmittel für  
die Planung  
(BMBF & KfW /  
SenKZL)

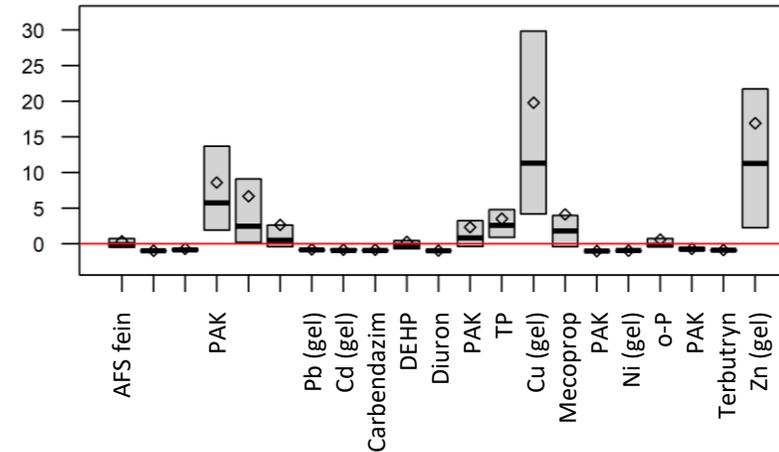
Problemkenntnis:  
Belastung  
Regenwasserabfluss  
(UEP2)



2012

2020

2008



# Gewässerbelastung bei Regenwetter



2008

2012



2020



MiSa



2025



SMARTWATER

- Anforderungen: Mischwasserüberläufe / „Siedlungsabflüsse“ aus dem Trennsystem
- Integrierte Pläne zur Erfüllung von EU Richtlinien
- Repräsentative Überwachung

**Wie geht's weiter am KWB?**

# Wie Forschung funktioniert (, die nützt!)

## **Themen frühzeitig erkennen**

- Breite „Radarfunktion“
- Fokus auf lange Themenlinien

## **Kompetenz aufbauen und nutzen**

- Eigene Expert:innen
- Gute Partner

## **Anwendung mitdenken**

- Ausprobieren und bewerten
- Nutzer:innen einbeziehen

## **Verbreiten und abgleichen**

- Zielgruppen ansprechen
- Im Austausch bleiben

RWTHAACHEN  
UNIVERSITY



Umwelt  
Bundesamt



iASP



b.tu

Brandenburgische  
Technische Universität  
Cottbus - Senftenberg



TECHNOLOGIE  
STIFTUNG  
BERLIN

KWR

Watercycle Research Institute

KWVB



Freie Universität Berlin





Bundesministerium  
für Wohnen, Stadtentwicklung  
und Bauwesen

Senatsverwaltung  
für Wirtschaft, Energie  
und Betriebe

**BERLIN**



Bundesministerium  
für Forschung, Technologie  
und Raumfahrt

Senatsverwaltung  
für Mobilität, Verkehr,  
Klimaschutz und Umwelt

**BERLIN**



gefördert durch



Deutsche  
Bundesstiftung Umwelt

[www.dbu.de](http://www.dbu.de)

**KWVB**



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für  
Regionale Entwicklung



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft

**Horizon Europe**

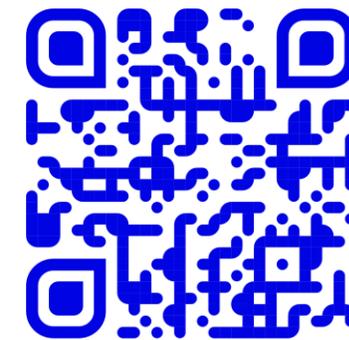
THE NEXT EU RESEARCH & INNOVATION  
PROGRAMME (2021 – 2027)



# Neue Themen – neue Herausforderungen



# KWVB



**Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH**  
Grunewaldstraße 61-62, 10825 Berlin



[www.kompetenz-wasser.de](http://www.kompetenz-wasser.de)



@Kompetenzzentrum Wasser Berlin