



KWVB

Indirekte und landwirtschaftliche Wasserwiederverwendung - Erfahrungen und wichtige Tipps

**DVGW Wasser Lunch & Learn am 24. April 2024
Dr.-Ing. Veronika Zhiteneva**

Über uns

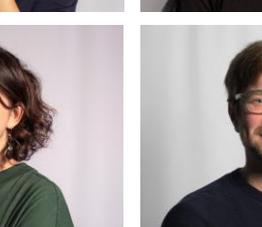
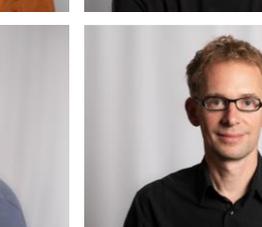
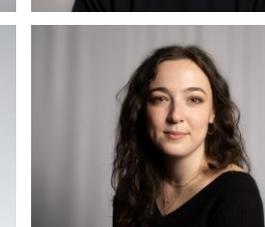
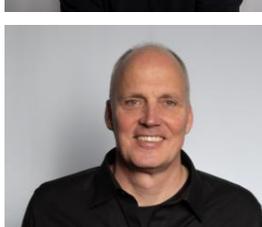
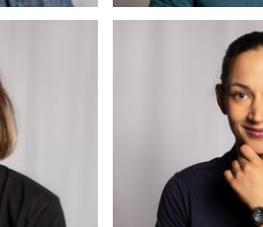
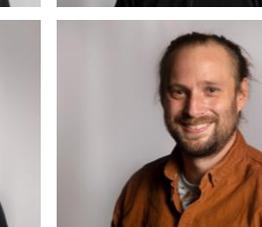
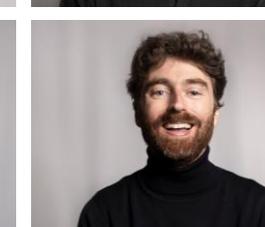
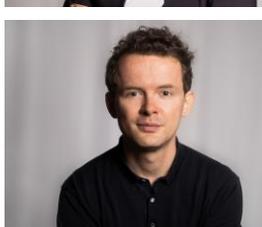
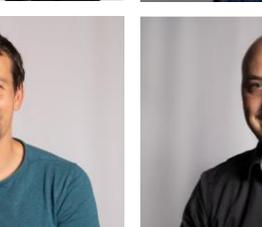
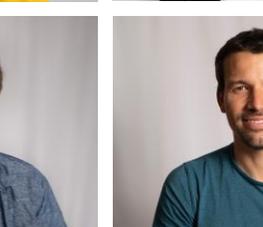
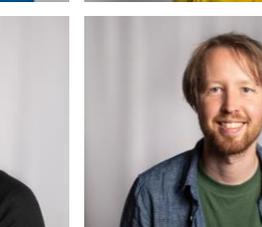
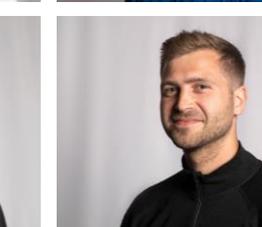
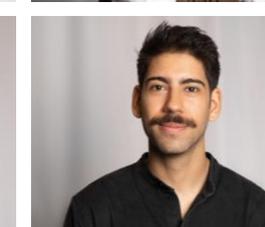
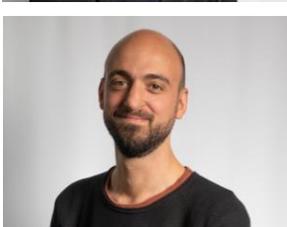
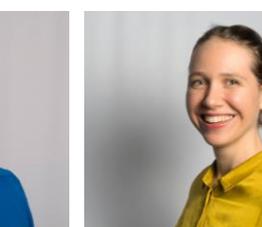
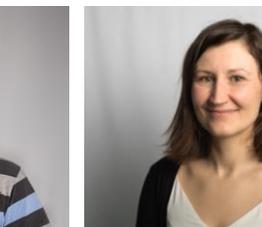


Wir bieten gemeinnützige angewandte Forschung sowie Beratung für den urbanen Wasserkreislauf seit 2001.

Wir arbeiten an der Schnittstelle der Wasserwirtschaft zu den Themen Klimawandel, Umwelt- und Ressourcenschutz, Digitalisierung, Sektorkopplung und Urbanisierung.

Wir bauen als Basis eines Netzwerks den Standort Berlin als nationalen und internationalen Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort aus.

Team



Forschung und Beratung

Gruppen



Energie &
Ressourcen



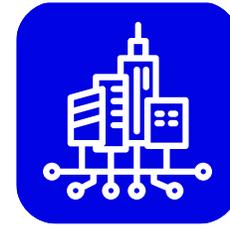
Wasseraufbereitung &
-wiederverwendung



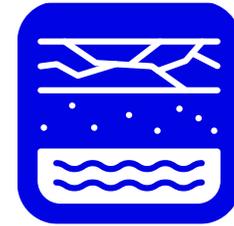
Hydroinformatik



Regenwasser
& Gewässer



Smart City &
Infrastruktur



Grundwasser

Themen



Abwasser-
behandlung



Asset
Management



Badegewässer



Blau-grüne
Infrastruktur



Brunnen



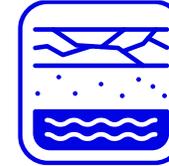
Digitalisierung



Energieeffizienz



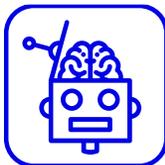
Gewässerschutz



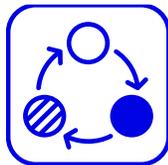
Grundwasser



Klimaschutz
/-anpassung



KI &
Modellierung



Kreislauf-
wirtschaft



Regenwasser



Risiko-
betrachtung



Sensorik



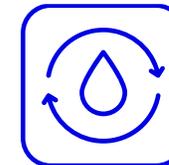
Smart City



Spurenstoffe



Trinkwasser



Wasserwieder-
verwendung

Forschung und Beratung

Gruppe: Wasseraufbereitung & -wiederverwendung



Themen



Abwasser-
behandlung



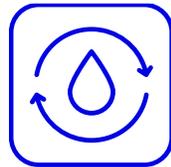
Digitalisierung



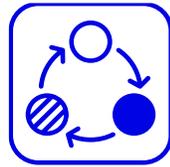
Energieeffizienz



Gewässerschutz



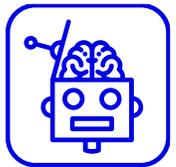
Wasserwieder-
verwendung



Kreislauf-
wirtschaft



Klimaschutz
/-anpassung



KI &
Modellierung



Risiko-
betrachtung



Sensorik



Spurenstoffe



Trinkwasser



Gewässerschutz



FlexTreat

Flexible und Zuverlässige Konzepte für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft

Projektziele

Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft

Innovative Prozessüberwachung

Integrierter Bewertungsansatz

Pro-aktive Förderung des Verwertungspotentials

Kontext-Ziele

Leitfaden „Risikomanagement“

Leitfaden „Technologien für eine sichere
Wasserwiederverwendung“

Laufzeit: 02/2021 – 10/2024

Koordination: ISA RWTH Aachen

EU-Wasserwiederverwendungsverordnung (EU VO 2020/741)

Güteklasse des aufbereiteten Wassers	Zielvorgabe für die Technik	Qualitätsanforderungen			
		<i>E. coli</i> (Anzahl/100 ml)	BSB ₅ (mg/l)	TSS (mg/l)	Trübung (NTU)
A	Zweitbehandlung, Filtration und Desinfektion	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5
B	Zweitbehandlung und Desinfektion	≤ 100	Gemäß Richtlinie 91/271/EWG (Anhang I Tabelle 1)	Gemäß Richtlinie 91/271/EWG (Anhang I Tabelle 1)	—
C	Zweitbehandlung und Desinfektion	≤ 1 000			—
D	Zweitbehandlung und Desinfektion	≤ 10 000			—

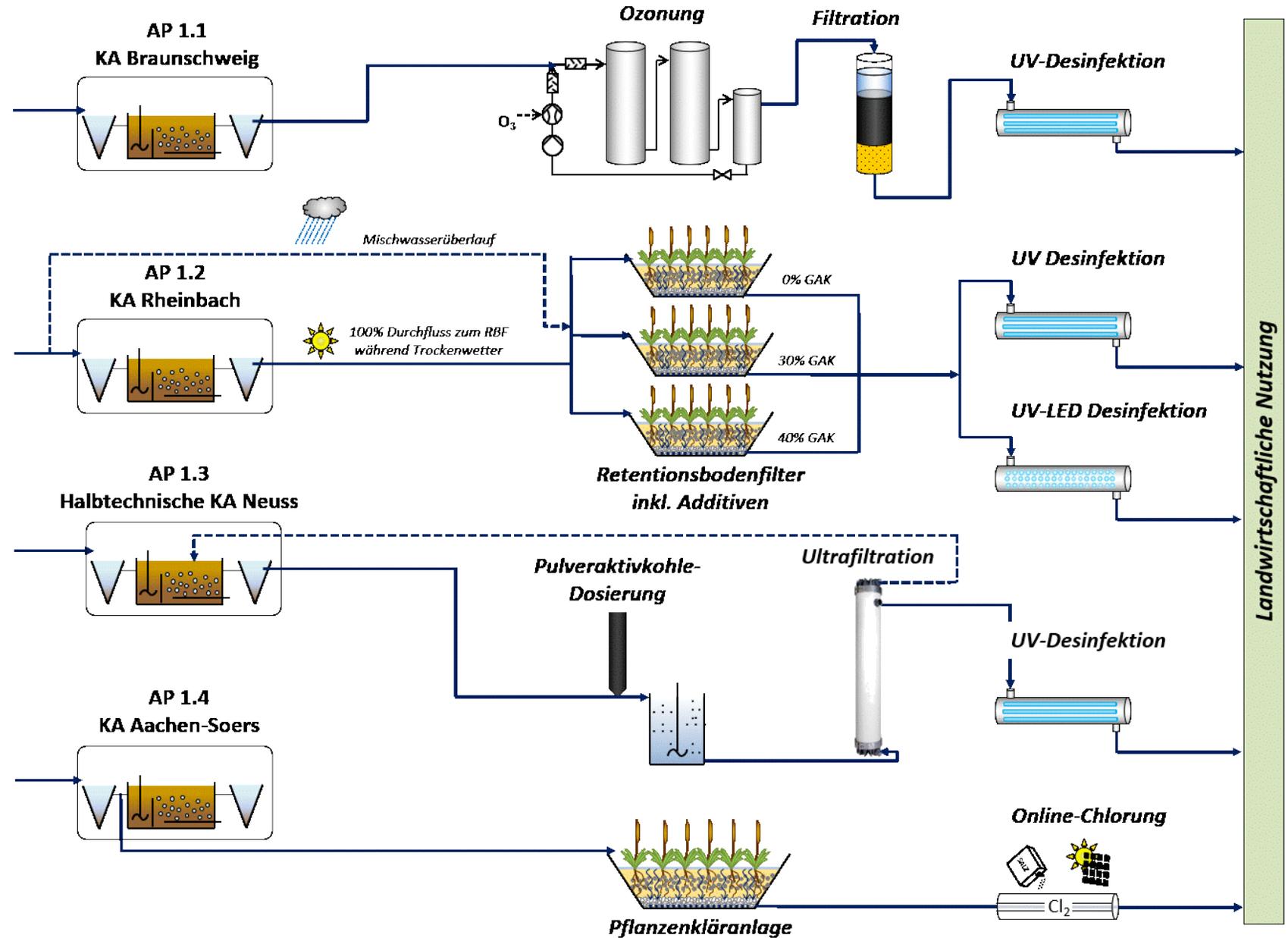
Für Klasse A: zusätzliche Validierung der Entfernungsleistung für Indikatororganismen (Bakterien, Viren, Protozoen)

Güteklasse des aufbereiteten Wassers	Indikator-Mikroorganismen (*)	Leistungsziele für die Behandlungskette (log ₁₀ -Reduktion)
A	<i>E. coli</i>	≥ 5,0
	Coliphagen insgesamt/f-spezifische Coliphagen/somatische Coliphagen/Coliphagen (**)	≥ 6,0
	<i>Clostridium perfringens</i> -Sporen/sporenbildende sulfatreduzierende Bakterien (***)	≥ 4,0 (bei <i>Clostridium perfringens</i> -Sporen) ≥ 5,0 (bei sporenbildenden sulfatreduzierenden Bakterien)

FlexTreat

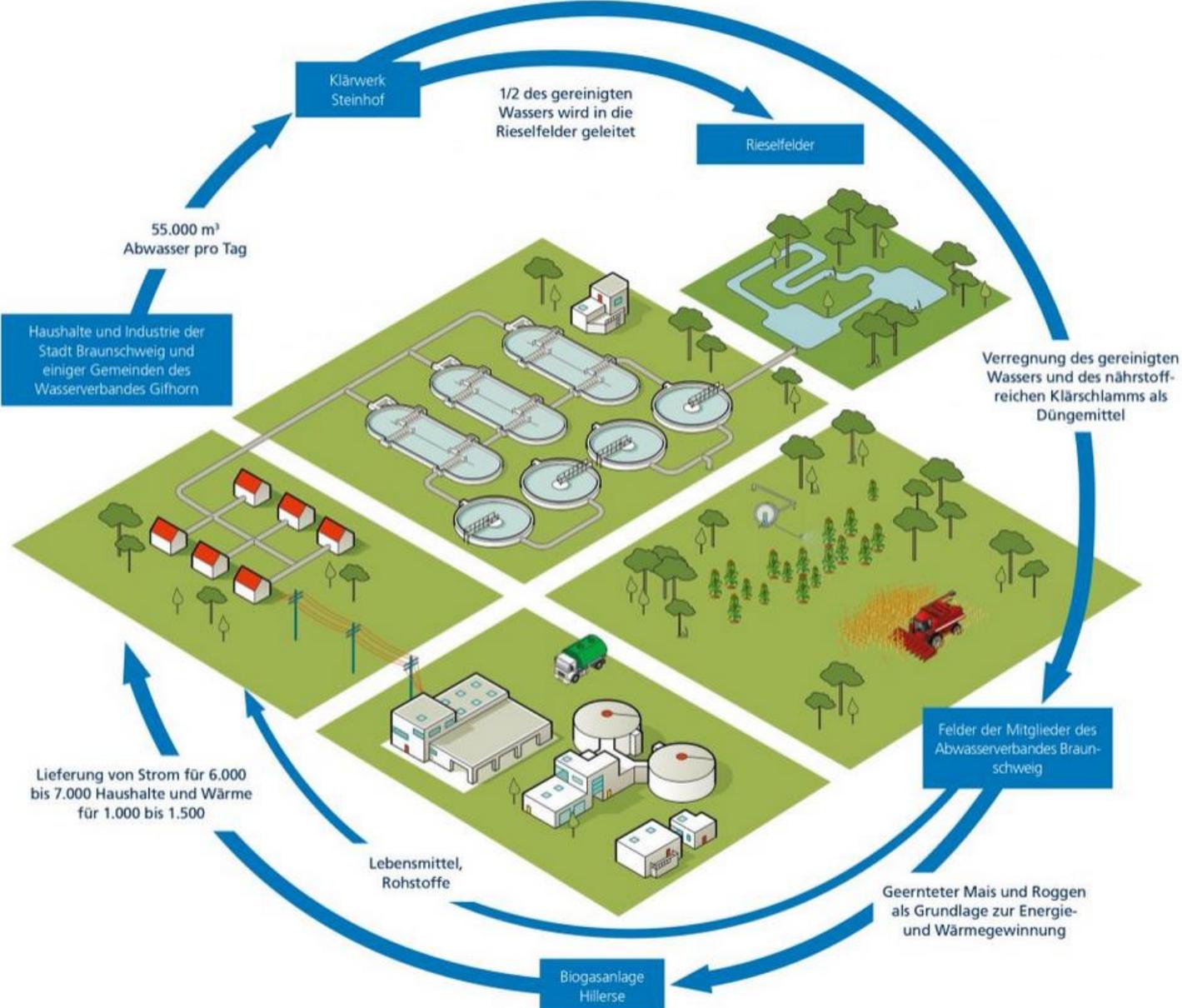
Erweiterung der besten verfügbaren Technik für **Wasserwiederverwendung** in der Landwirtschaft

FlexTreat



FlexTreat

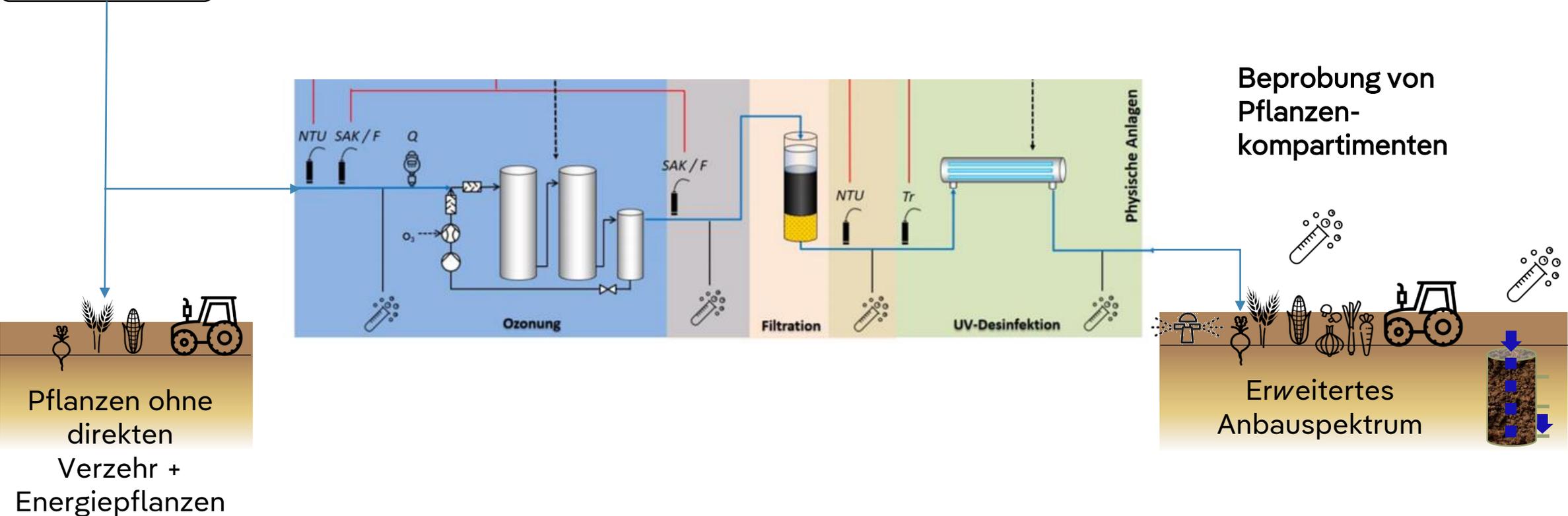
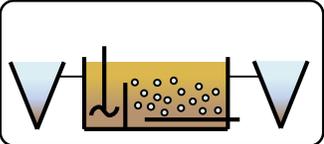
Das Braunschweiger Modell (aktueller Stand)



Quelle: <https://www.abwasserverband-bs.de/de/was-wir-machen/braunschweiger-modell/>

Braunschweig: Forschung in FlexTreat

KA Braunschweig



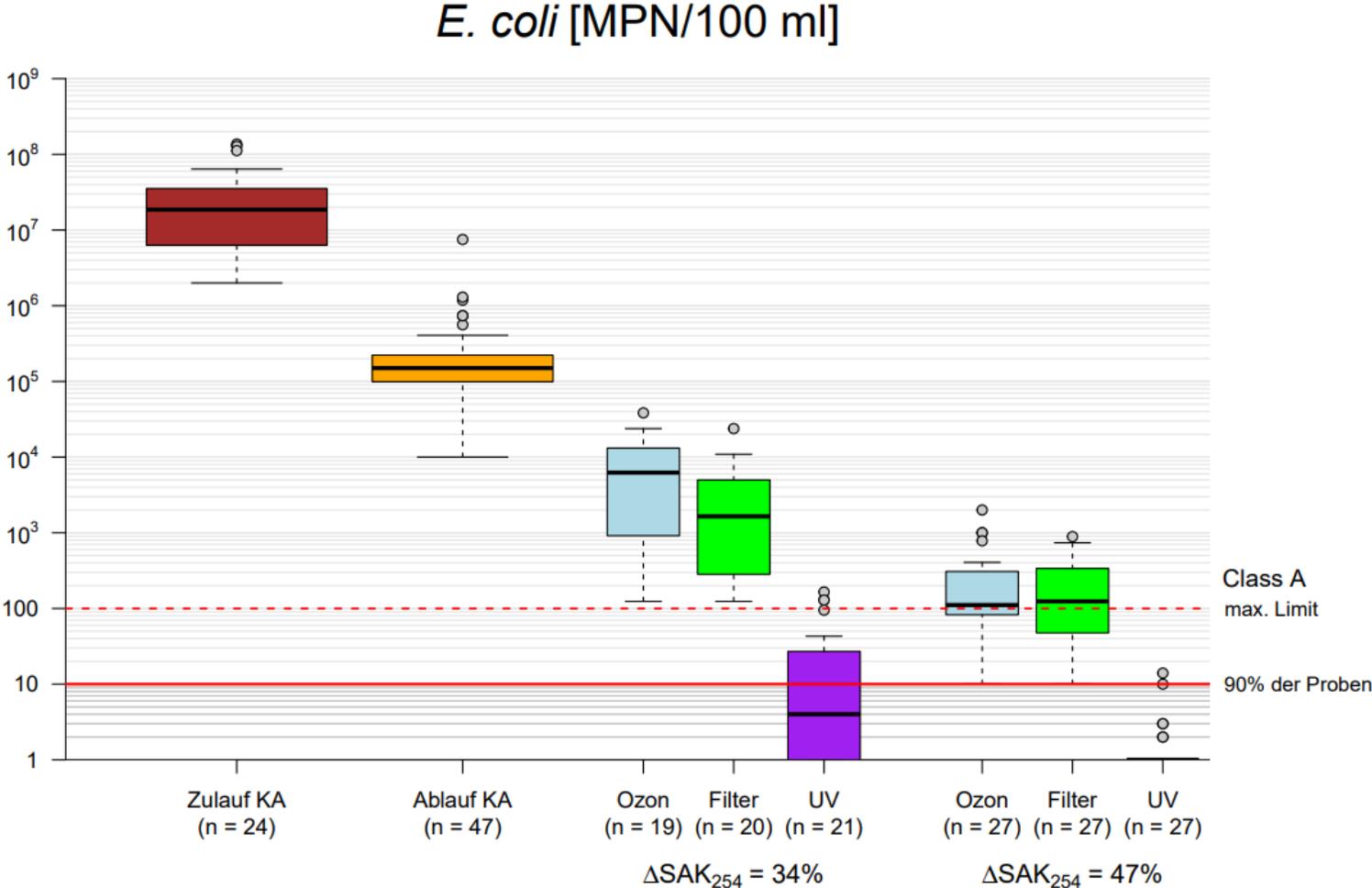
Modell für
Spurenstoff-Transfer
in den Aquifer

Beprobung von
Pflanzen-
kompartimenten

Pflanzen ohne
direkten
Verzehr +
Energiepflanzen

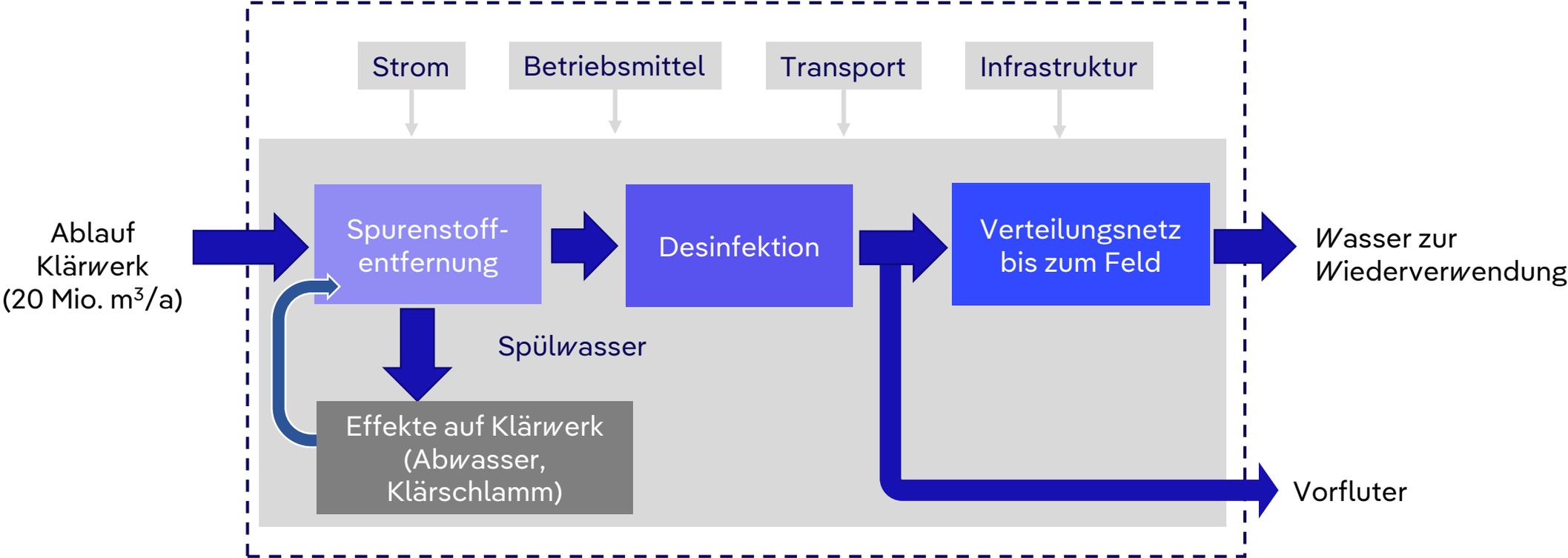
Erweitertes
Anbauspektrum

Ozonierung + Sandfiltration + UV-Desinfektion



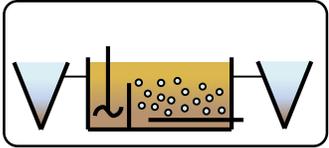
entspricht 0,4 bzw. 0,6 mgO₃/mgDOC

Ökobilanz der weitergehenden Aufbereitung



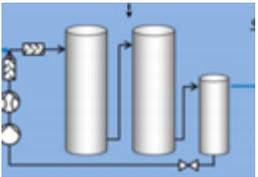
Lessons learned

KA Braunschweig



Die Kläranlage erreicht eine durchschnittliche \log_{10} -Reduktion von 2,0 bis 2,4 für alle 3 Pathogengruppen.

Ozonierung



Eine Reduktion von 67% - 84% der 14 analysierten Spurenstoffe wurde erreicht. Je nach Ozondosis führt die Ozonung zu einer deutlichen Reduktion von *E. coli* und somatischen Coliphagen zwischen 1,6 und 3,2 \log_{10} , während die Reduktion von *Clostridium perfringens* begrenzt ist (< 1).

Die Ozonung verbessert im nachgeschalteten Bereich die UV-Transmission.

Filtration



Der zweischichtige Filter (ein Filter ist gemäß EU VO 2020/741 erforderlich) ist eine Nachbehandlung für O_3 und eine Vorbehandlung für UV, bietet aber wenig bis keine mikrobielle Reduktion.

UV-Desinfektion



Die Effizienz der UV-Desinfektion wird durch die Filtration und die Ozonung verbessert, die die UV-Transmission im Wasser erhöht.

Lessons learned

Die Prozesskombination ermöglicht:

- Mikrobielle Anforderung für Klasse A der EU VO 2020/741 (≤ 10 KBE/100 ml) kann durch Kombination aus Ozonung, Filter und UV erzielt werden
→ **ohne UV Desinfektion geht es nicht!**
- Durch KARL wird die Spurenstoffentfernung für bestimmte Kläranlagen verpflichtend- Ozonung erzielt Spurenstoffentfernung, Desinfektion und Verbesserung der UV-Transmission
→ **Durch Synergieeffekte wird die Lücke zur Erreichung der erforderlichen Wasserqualität für die Wasserwiederverwendung verringert**
- Deutliche Abnahme von antibiotikaresistenten Bakterien



FlexTreat-Projekttreffen Braunschweig, Okt. 2022

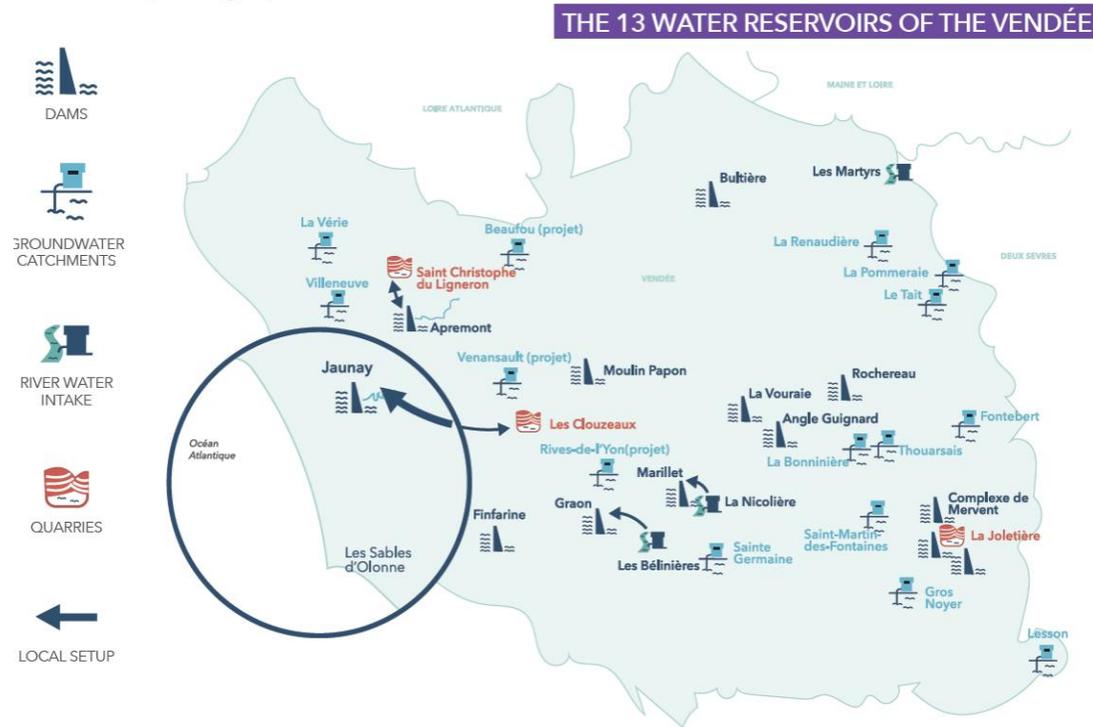
Vielen Dank an alle
Projektpartner und Kollegen

Projekthomepage:
<https://www.flextreat.de/>

Jourdain Programm

Jourdain Programm

Erster Demonstrator für indirekte Trinkwasserwiederverwendung in Europa



Standort:
Vendée department,
Frankreich

655.000 Einwohner

5 Mio. Touristen / Jahr

13 Reservoir

11 Wasserwerke
(Oberflächenwasser)

Jourdain Programm

Herausforderungen

Wassermangel

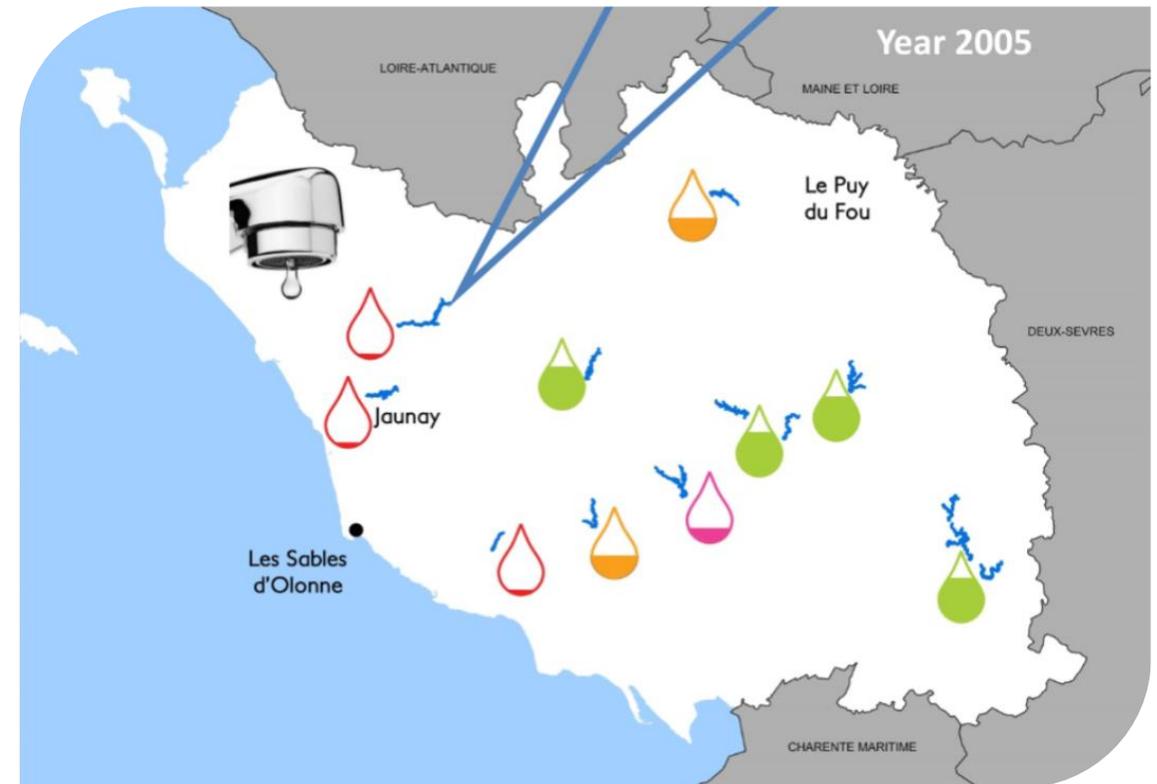
- Wasserknappheit (niedrige Grundwasserstände) bereits 2005 festgestellt

Saisonaler Druck

- Das Gebiet hatte Schwierigkeiten, 50 Mio. m³ Trinkwasser pro Jahr zu produzieren, um den Bedarf zu decken, da die Nachfrage weiter steigt (viertgrößtes von Touristen besuchtes Gebiet in FR)

Fehlende Regelungen

- Fehlender Bezug zur Nutzung von aufbereitetem Wasser für die Grundwasseranreicherung in Frankreich - derzeit gibt es keinen rechtlichen Rahmen für die Anreicherung von Oberflächenwasser oder für IPR

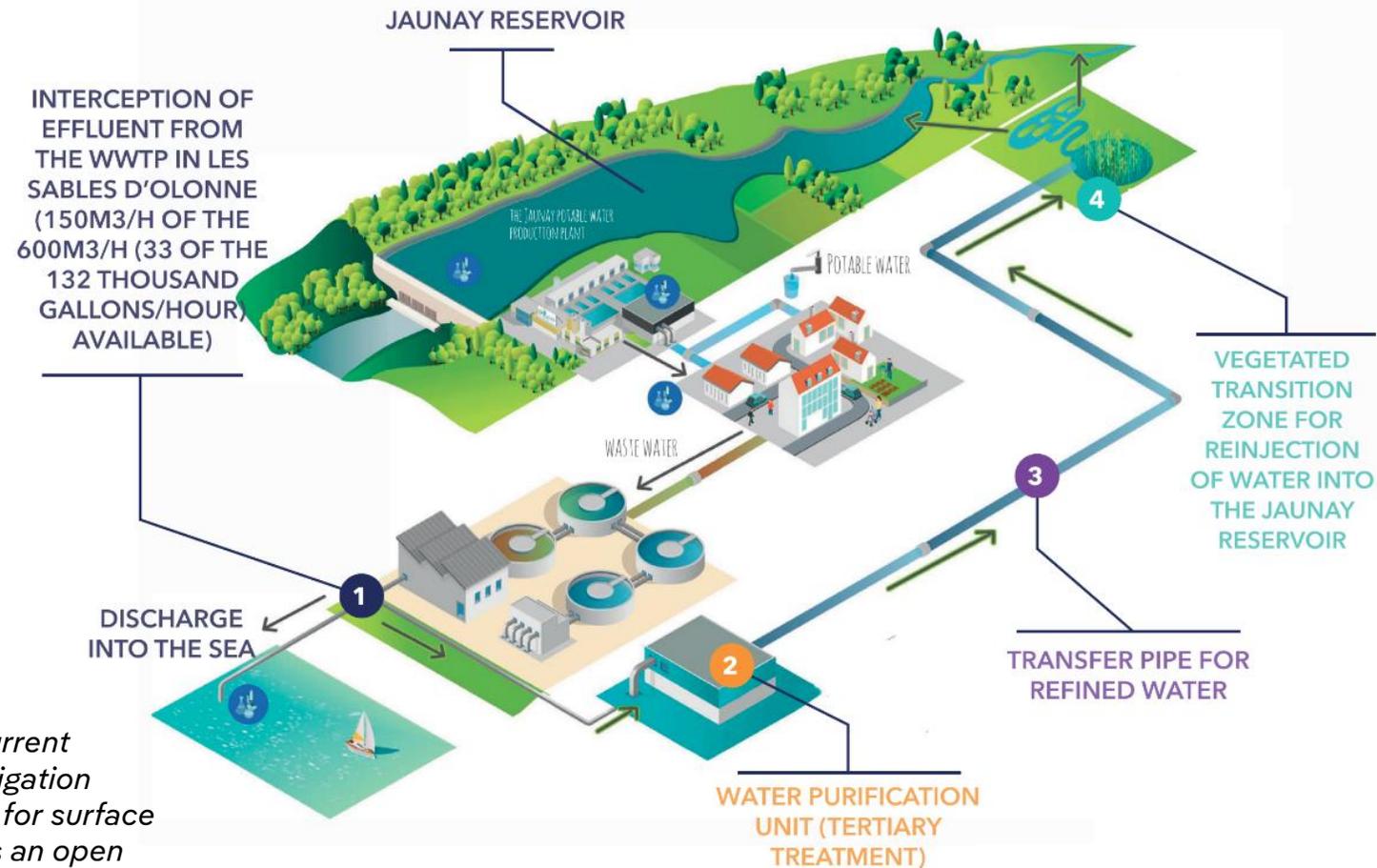


Jourdain Programm

Behandlungsübersicht

Das Jourdain-Programm besteht aus mehreren Teilen:

1. Kläranlage Les Sables d'Olonne
2. Weitergehende Aufbereitungsanlage
3. 27 km lange Recyclingwasser-Leitung
4. Landschaftsschutzgebiet, Feuchtgebiet und ein regionales Verwaltungssystem



“The practice of indirect potable reuse is not yet covered by the current French – or European – regulation that only authorizes uses for irrigation purposes. This means Jourdain will be the first of its kind in Europe for surface water augmentation and, as such, is carried out by the collective as an open demonstrator for experimentation.”

Jérôme Bortoli, Head of Vendée Eau

Jourdain Programm

Behandlungsziele

Kläranlage Les Sables d'Olonne:

Gesundheitsrisiken: Krankheitserreger, Spurenstoffe

Umweltrisiken: gelöste Salze, Nitrate, Phosphor, Spurenstoffe

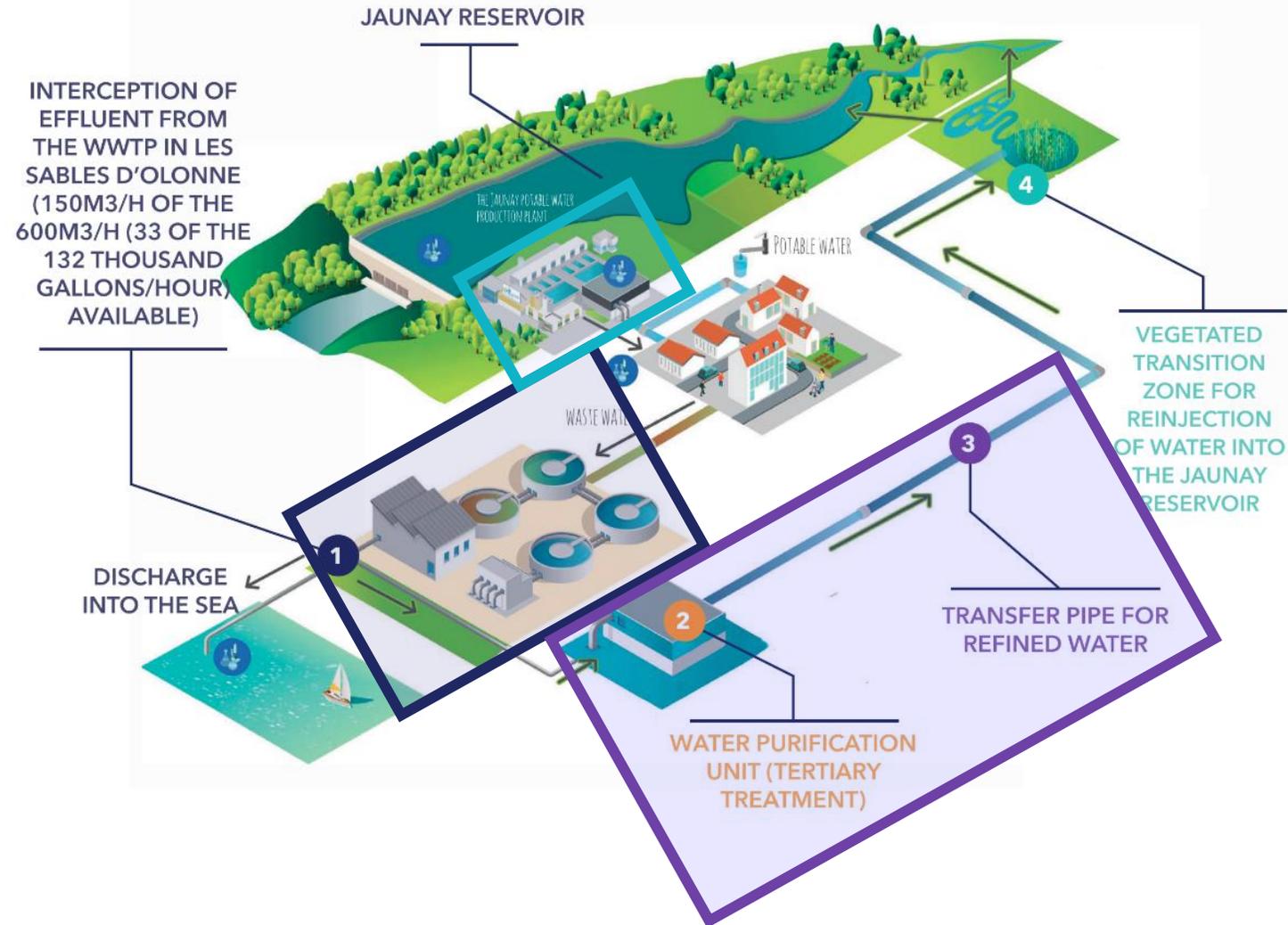
Jaunay Reservoir:

Gesundheitsrisiken: Badegewässerqualität

Umweltrisiken: Umweltqualitätsnormen, historische Qualitätsdaten

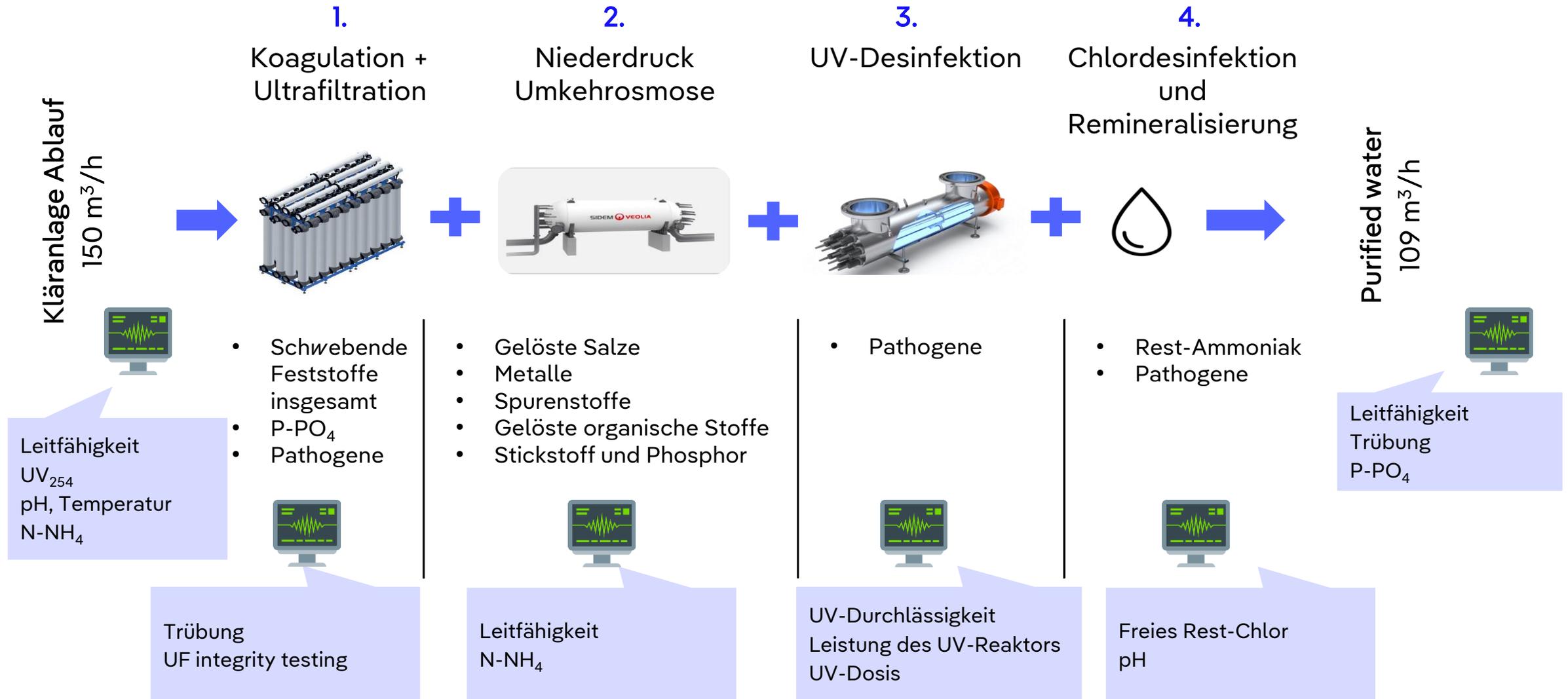
Wasserwerk Jaunay:

Gesundheitsrisiken: Trinkwasserqualität



Jourdain Programm

Robustes, bewährtes Multi-Barriere-Verfahren zur Einhaltung strenger Wasserqualitätsgarantien

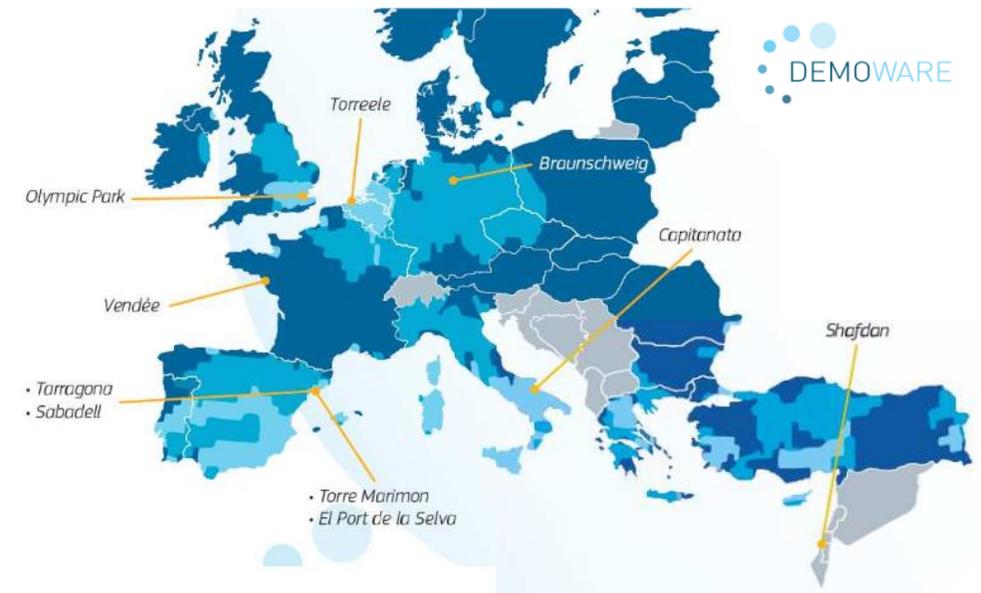


Zeitschiene

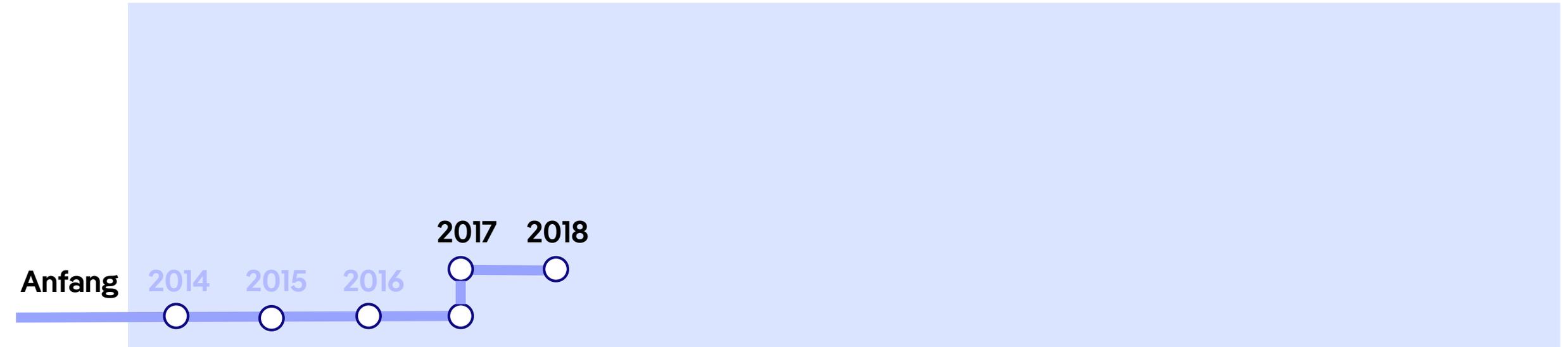
Anfang 2014 2015 2016

- Vormachbarkeitsstudien in DEMOWARE durchgeführt
- 27 Partner / 10 Länder / 10 Mio. €
- Gründung von Water Reuse Europe
- Risikobewertung für die Umwelt und die menschliche Gesundheit
- Ökobilanz
- Technische Machbarkeit bestätigt
- Viel Unsicherheit bei der Umsetzung

KWB

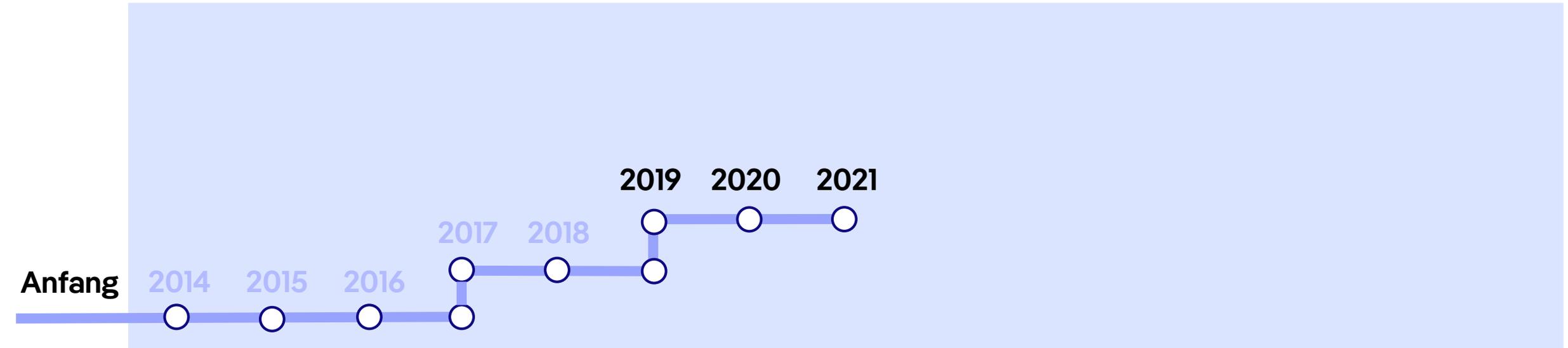


Zeitschiene



**Unterstützung durch das französische Wettbewerbscluster "Dream",
das sich mit Wasser und natürlicher Umwelt beschäftigt**

Zeitschiene



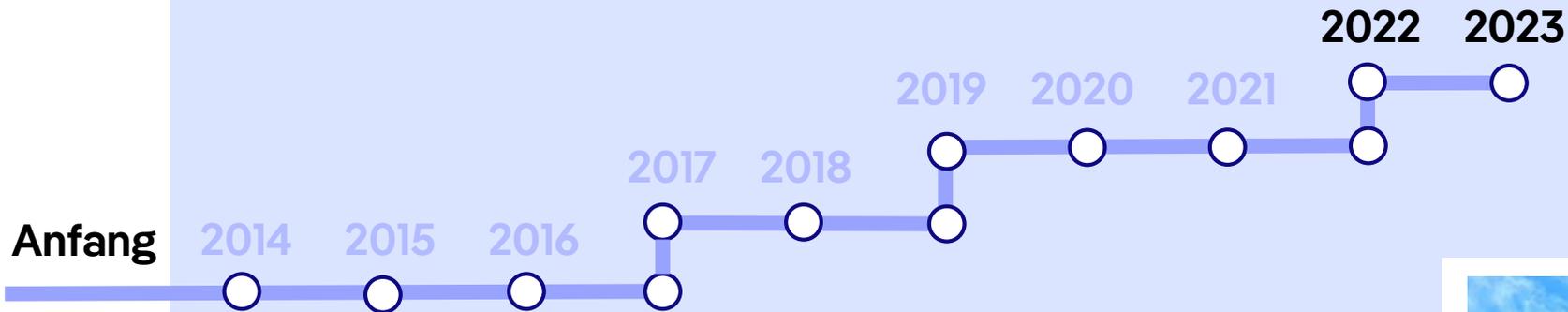
Start des 1. Lenkungsausschusses

Zusätzliche Studien, Stichproben

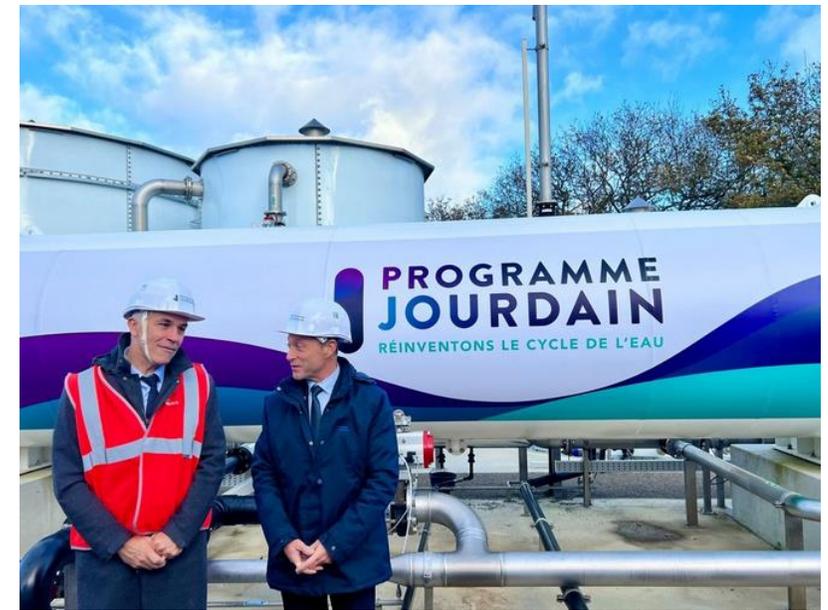
Ausschreibungsprozess (Design-Build-Operate)

(Start 2019, Unterzeichnung 2021)

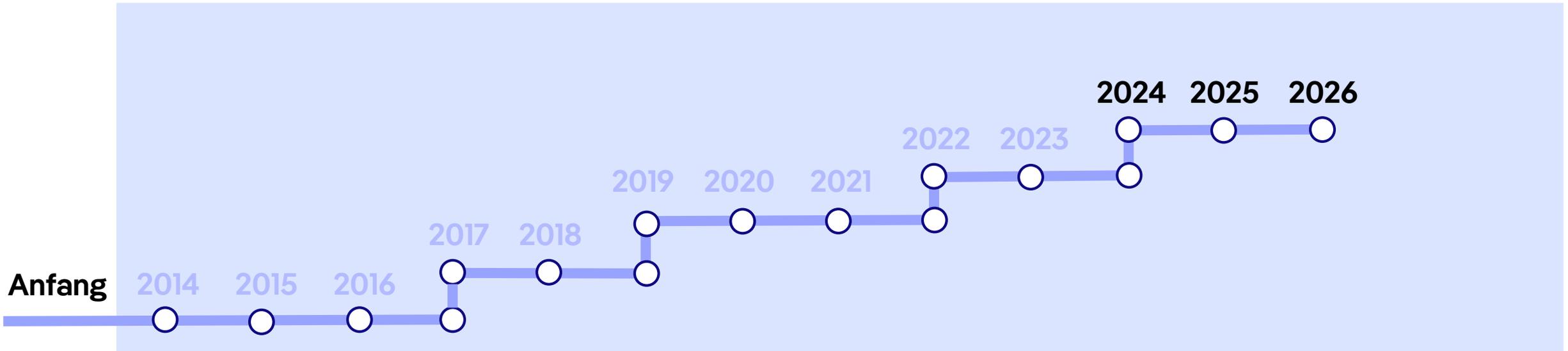
Zeitschiene



Bau des
Demonstrators →
Inbetriebnahme am
16. November 2023



Zeitschiene



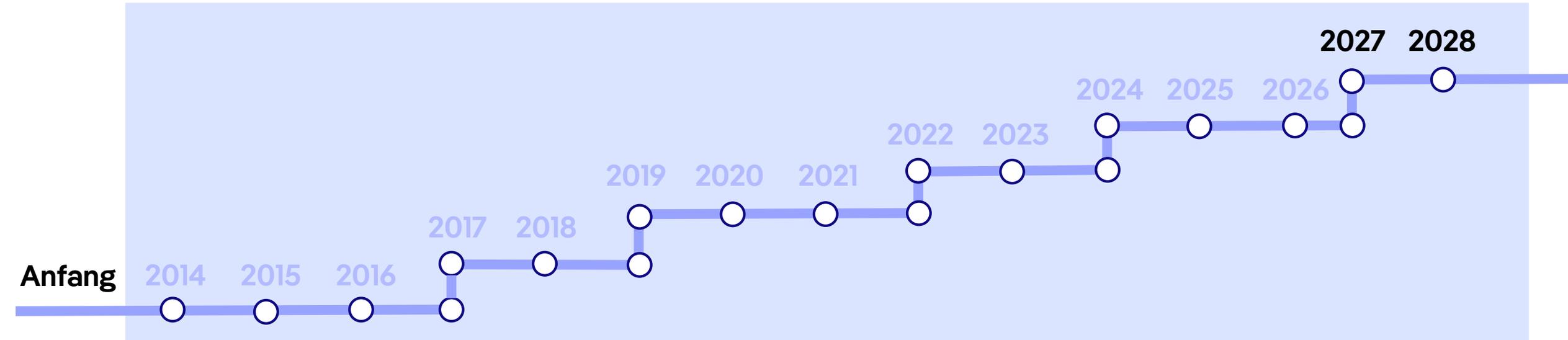
Inbetriebnahme (geschlossener Kreislauf)

Einleiten in das Jaunay-Reservoir

Bewertung der Auswirkungen

Wiederverwendung von 1,5 Mio. m³ Abwasser

Zeitschiene



2027: Ausweitung auf die Wiederverwendung von 2-3 Mio. m³ Abwasser

2028: Full-scale System?

Nächste Schritte

Gesamtbudget

3 Mio. € Studien, Stichprobenkampagnen, Analysen

13 Mio. €: Aufbau

6 Mio. €: Betrieb, Bewertung und Forschungsprogramme

22 Mio. € (davon 7,7 Mio. € öffentliche Mittel aus FR/EU)

Gemeinsame F&E-Initiative - 2 Richtungen von Demonstrationen

1. Innovative Partnerschaft mit Veolia,
Forschungsplattform mit 3 Aufbereitungsschritten im Pilotmaßstab
2. Aufforderungen zur Interessenbekundung & Innovation zur
Wasserwiederverwendung mit externen Partnern
Forschungs- und Entwicklungshalle vor Ort verfügbar

Jourdain Programm

Lessons learned

Kommunikation und **Geduld** sind für ein erfolgreiches Projekt sehr wichtig und um vom kleinen zum großen Maßstab zu gelangen.

Der Weg von der Machbarkeitsstudie zum Pilotbetrieb dauerte **mehr als 10 Jahre**.

→ **Planung für lange Zeithorizonte notwendig**

Enge Zusammenarbeit mit Behörden und Technologiebesitzern ermöglicht **Fortschritte, auch wenn nationale Regelungen für die Wasserwiederverwendung fehlen**.

KWVB



Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH
Grunewaldstraße 61-62, 10825 Berlin



www.kompetenz-wasser.de



@Kompetenzzentrum Wasser Berlin



@kompetenzwasser