

GEIGER

Water-Reuse – Nutzungsmöglichkeiten des Ablaufwassers einer kommunalen Kläranlage

16.10.2025

Patrick Schuh, Geiger
Umweltsanierung

Simon Jabornig, SFC Umwelttechnik



Gliederung

1. Vorstellung
2. Wasserwiederverwendung in Deutschland – DWA-M 1200
3. Technologie zur Wasseraufbereitung
4. Anwendungsbeispiele und Ausblick

Geiger

1. Vorstellung



Vorstellung

Geiger Verfahrenstechnik und SFC Umwelttechnik GmbH **GEIGER**

Geiger Verfahrenstechnik:

- zugehörig zur Geigergruppe
- Hauptsitz im Allgäu
- ca. 4000MA gesamt, 900Mio€ Umsatz
- GB Umwelt -> Leistungsbereich Verfahrenstechnik
- Grund- und Bauwasser, Deponiesickerwasser, Prozesswasser
- 15 MA, ca. 4 Mio€ Umsatz 2025
- Leiter Patrick Schuh, M.Sc. Chemieingenieurwesen

SFC Umwelttechnik GmbH:

- zugehörig zur SFC Gruppe
- Sitz Salzburg
- 500 MA weltweit, 100 Mio€ Umsatz
- Spezialist für Wasser- und Abwassertechnik / Verfahrenstechnik
- Standort Salzburg: 11 MA, 3 Mio€ Umsatz
- Leiter: Simon Jabornig und Thomas Lettner



Partnerschaft seit Anfang 2025

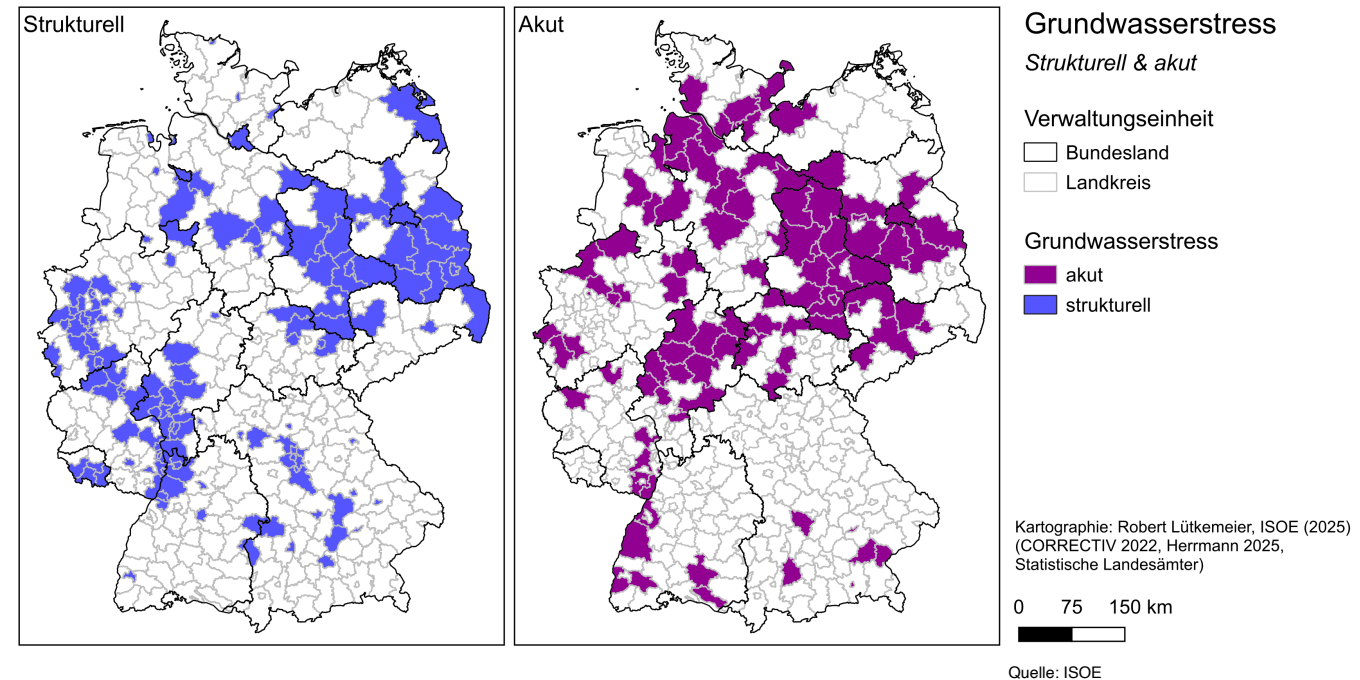
- Grauwasserbehandlung und -wiederverwendung
- Regenwasseraufbereitung
- Wasserwiederverwendung

2. Wasserwiederverwendung in Deutschland – DWA-M 1200



Einleitung

- Klimawandel und Wasserknappheit erfordern neue Lösungen
- Wasserwiederverwendung als nachhaltige Strategie
- EU-Verordnung 2020/741 (EU-WasserWVVO) als Ausgangspunkt
 - seit Juni 2023 in Kraft
 - Definiert Mindestanforderungen an die Wasserwiederverwendung erstmals auch in Deutschland
 - > E. coli und Coliphagen-Sporen: ≥ 5 Zehnerpotenzen bzw. ≥ 6 Zehnerpotenzen
 - Damit rechtlich verbindliche Anforderungen an die Wasserqualität sowie an das Risikomanagement (Risikomanagementplan) und die sichere Verwendung von aufbereitetem Wasser zur Wiederverwendung
 - Einsatz aufbereitetem Wassers für weitere Anwendungen steht Mitgliedstaaten offen, z. B.: industrielle Zwecke – urbane Grünflächen



Einleitung

Relevanz in Deutschland:

- ...bisher gering (Ausnahme: „historisch gewachsen“ in Braunschweig und Wolfsburg, jahrzehntelange Umsetzung)

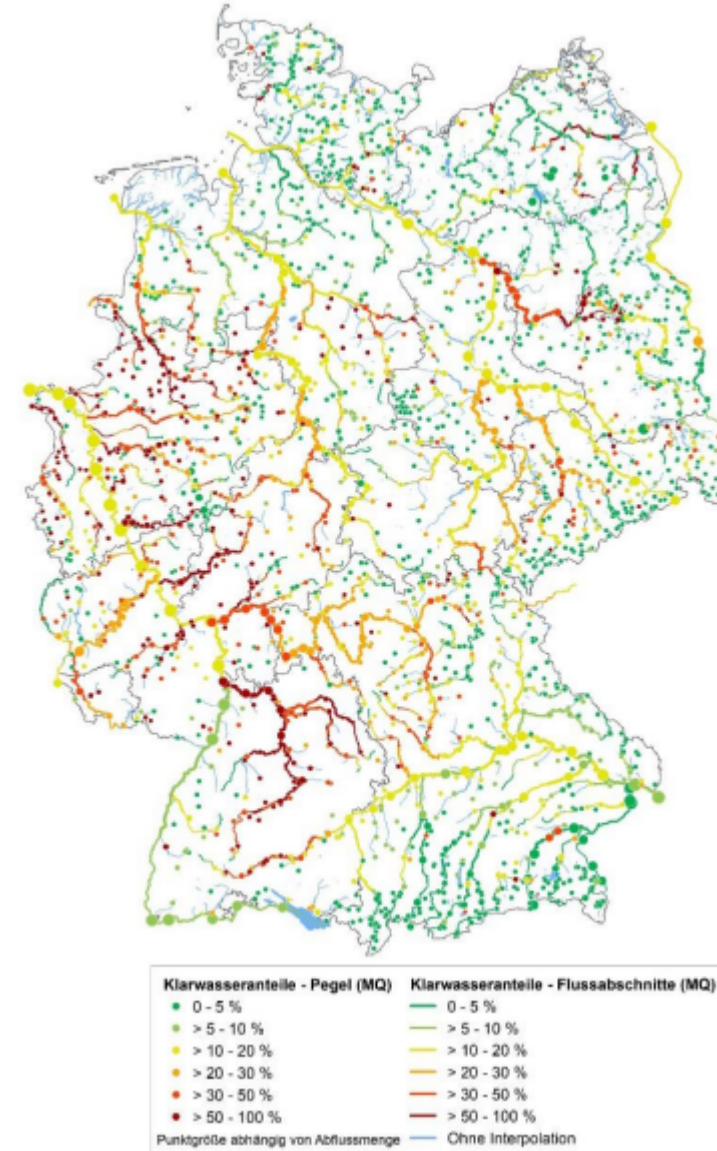
Allerdings

- Ungeplante/ indirekte Wasserwiederverwendung
- Indirekte Wasserwiederverwendung ohne Planung und Kontrolle, z.B. Nutzung von Oberflächenwasser mit hohen Abwasseranteilen

Aber Bedeutung wächst:

- Klimatische Veränderungen
- Rückgang des Wasserdargebots
- Zunehmende Trockenheit
- sinkende Grundwasserspiegel
- Steigender Bewässerungsbedarf; bspw. Zunahme der tatsächlich bewässerten Fläche von 2009 zu 2019 um 36 %

Klarwasseranteile in D bei MNQ



Quelle: UBA-Texte 59/2018; <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klarwasser-in-fluessen-herausforderung-fuer-das>

Wasserwiederverwendung in Deutschland – DWA-M 1200

Überblick über DWA-M 1200

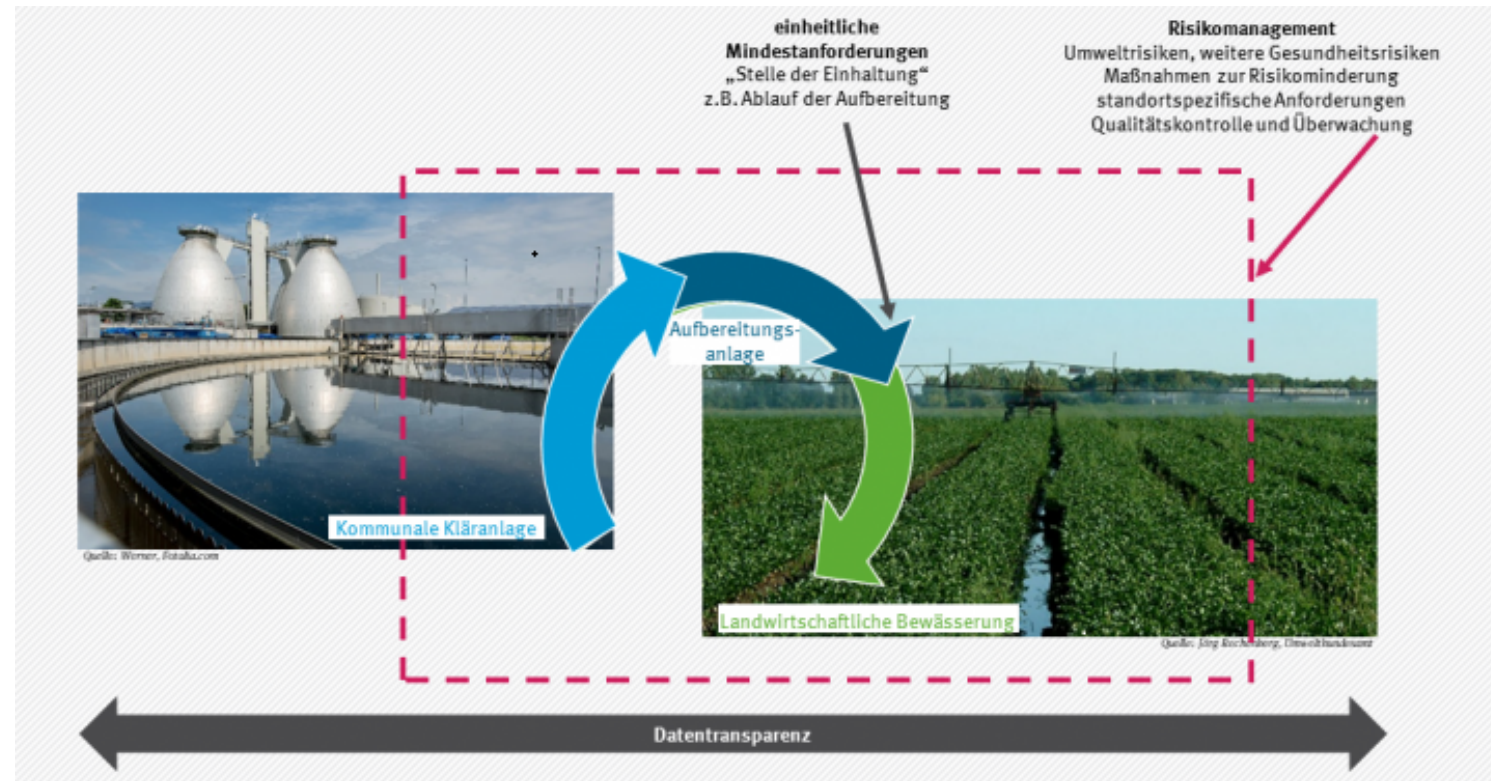
- Bundes-WasserVVVO erarbeitet von Bundesministerien, Behörden und LAWA
- Empfehlungen daraus in der Merkblattreihe DWA-M 1200
 - Im Juli 2025 als Gelbdruck erschienen
 - Ziel: Umsetzung der EU-Vorgaben in Deutschland und Handlungshilfe für Planung, Betrieb und Genehmigung
 - Fokus: Wiederverwendung von Wasser aus kommunalen Kläranlagen
 - -> Stand der Technik
- Merkblattreihe in 3 Teilen
 - Teil 1: Grundsätze zur Wasserwiederverwendung
 - Teil 2: Anforderungen an die weitergehende Wasseraufbereitung
 - Teil 3: Anforderungen an Bewässerungssysteme und Betrieb

Wasserwiederverwendung in Deutschland – DWA-M 1200

Teil 1 – Grundsätze zur Wasserwiederverwendung

- Anwendungsbereiche: Landwirtschaft, urbane Grünflächen (Parks, Sportanlagen), Gartenbau, Forst
- Anforderungen an Wasserqualität
- Risikomanagement und Hygiene als Kernelement
- Brauchwasser für Industrie muss ggfls. noch weitere Anforderungen erfüllen
- Herangehensweise, Risikomanagement und Technik sind aber übertragbar

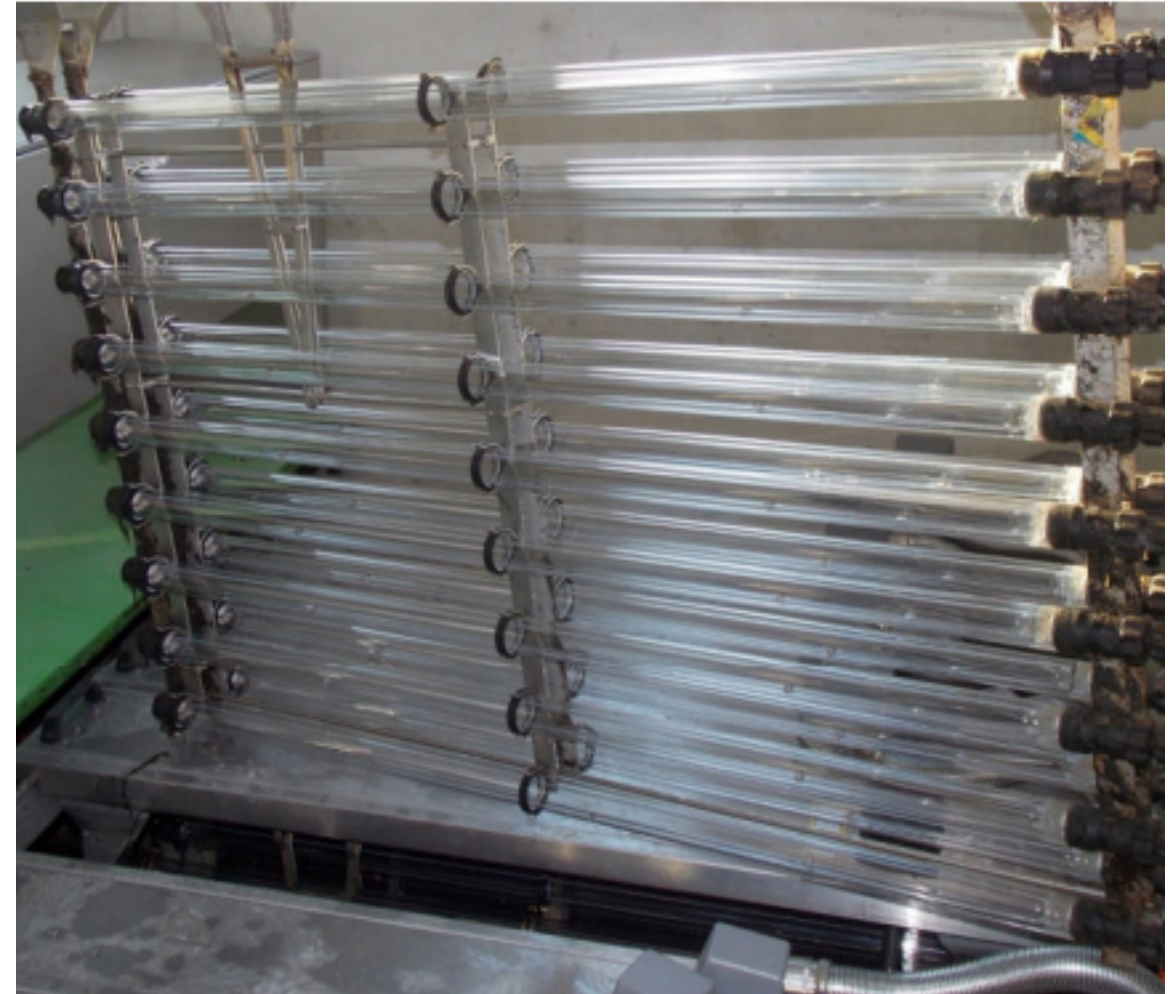
Für uns Grundlage für das gewählte Verfahren



Wasserwiederverwendung in Deutschland – DWA-M 1200 **GEIGER**

Teil 2 - Anforderungen an die weitergehende Wasseraufbereitung

- Mechanisch-biologische Abwasserbehandlung als Grundlage
- Weitergehende Wasseraufbereitung (z. B. Filtration, Desinfektion, Spurenstoffelimination)
- Speicherung und Verteilung des aufbereiteten Wassers
- Besondere Aspekte des Betriebs
- Einhaltung mikrobiologischer Grenzwerte
- Monitoring und Dokumentation



Wasserwiederverwendung in Deutschland – DWA-M 1200 **GEIGER**

Teil 2 - Anforderungen an die weitergehende Wasseraufbereitung

- Definition von Wassergüteklassen in DWA-M 1200 – Teil 1 (nach EU-WasserWVVO)
 - Wassergüteklasse A: Alle roh verzehrten Nutzpflanzen, deren essbarer Teil unmittelbar mit dem aufbereiteten Wasser in Kontakt kommt und Kulturen, deren unterirdisch im Boden wachsender Wurzelanteil roh verzehrt wird (z. B. Karotten, Zwiebeln, Rote Beete)
 -
 - Wassergüteklasse D: Industrie- und Energiepflanzen sowie Pflanzen zur Saatgutgewinnung
- In Bezug auf Güteklassen werden nach EU-WasserWVVO Vorgaben zu Qualitäts- und Hygieneanforderungen definiert

Wasserwiederverwendung in Deutschland – DWA-M 1200 GEIGER

Teil 2 - Anforderungen an die weitergehende Wasseraufbereitung

Arbeitshilfe A					
Wassergüteklasse	Zielvorgabe für Aufbereitung	Qualitätsanforderungen			Leistungsziele für die Aufbereiteinrichtung Log ₁₀ -Reduktion ^{a,b,c,d}
		<i>E. coli</i> KBE/100 ml ^{a,c,d}	Intestinale Enterokokken KBE/100 ml ^c	Fallspezifische Anforderungen	
A	Mechanisch-biologische Behandlung, Filtration, Desinfektion	≤ 10 ^{a,d}	≤ 100		<i>E. coli</i> > 5,0 Somatische Coliphagen, insg. > 6,0 ^b f-spezifische Coliphagen, insg. > 6,0 ^b Clostridium-perfringens-Sporen > 4,0 bzw. sulfatreduzierende Sporenbildner > 5,0
B (B-1/B-2)	Mechanisch-biologische Behandlung, Filtration, Desinfektion	≤ 10 ^{a,d}	≤ 100	Legionella spp.: < 1.000 KBE/L, wenn das Risiko der Aerosolbildung besteht; intestinale Nematoden (Eier von Helminthen): ≤ 1 Ei pro Liter für die Bewässerung von Weideflächen oder Futterpflanzen	BSB ₅ gemäß Richtlinie 91/271/EWG ^d AFS ≤ 10 mg/l ^{a,d} Trübung ≤ 2 NTU ^f
					B-1: <i>E. coli</i> > 5,0 Somatische Coliphagen, insg. > 6,0 ^b f-spezifische Coliphagen, insg. > 6,0 ^b Clostridium-perfringens-Sporen > 4,0 bzw. sulfatreduzierende Sporenbildner > 5,0 B-2: -
C (C-1/C-2)	Mechanisch-biologische Behandlung, Filtration, Desinfektion	≤ 100	≤ 400		BSB ₅ gemäß Richtlinie 91/271/EWG ^d AFS ≤ 10 mg/l ^{a,d} Trübung ≤ 2 NTU ^f
					C-1: <i>E. coli</i> > 5,0 Somatische Coliphagen, insg. > 6,0 ^b f-spezifische Coliphagen, insg. > 6,0 ^b Clostridium-perfringens-Sporen > 4,0 bzw. sulfatreduzierende Sporenbildner > 5,0 C-2: -

Wassergüteklasse	Zielvorgabe für Aufbereitung	Qualitätsanforderungen				Leistungsziele für die Aufbereiteinrichtung Log ₁₀ -Reduktion ^{a,b,c,d}
		<i>E. coli</i> KBE/100 ml ^{a,c,d}	Intestinale Enterokokken KBE/100 ml ^c	Fallspezifische Anforderungen	Chemisch-physikalische Parameter ^a	
D	Mechanisch-biologische Behandlung, Desinfektion	≤ 10.000 ^{a,d}	- ^{a,c,d}	Legionella spp.: < 1.000 KBE/L, wenn das Risiko der Aerosolbildung besteht; intestinale Nematoden (Eier von Helminthen): ≤ 1 Ei pro Liter für die Bewässerung von Weideflächen oder Futterpflanzen	BSB ₅ und AFS gemäß Richtlinie 91/271/EWG ^{d,e}	- ^{a,d}

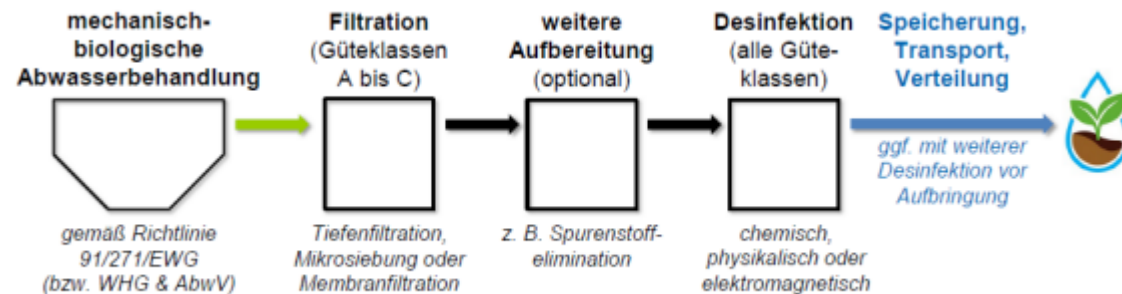
DWA-M 1200, Teil 2, Tabelle 3: Arbeitshilfe A: Mindestanforderungen an die Qualität von aufbereitetem Wasser für die landwirtschaftliche und urbane Wasserwiederverwendung sowie Leistungsziele für Aufbereitungseinrichtungen in Deutschland

Weitergehende Anforderungen können darüber hinaus definiert werden:

- Humanpathogene Mikroorganismen
- Pflanzenviren
- Salze und ihre Ionen
- Organische Stoffe
- Organische Spurenstoffe (insbesondere PFAS)
- Nährstoffe
- Schwermetalle
- Mikroplastik



Daraus kann das spezielle Verfahren ausgewählt werden



Wasserwiederverwendung in Deutschland – DWA-M 1200

Teil 3 - Verwendung von aufbereitetem Wasser für die Bewässerung in Landwirtschaft, Gartenbau und Grünflächen

- Systeme: Tropf-, Beregnungs-, Oberflächenbewässerung
- Anforderungen an Betrieb und Wartung
- Schutzmaßnahmen für Personal und Umwelt
- Risikomanagement: Identifikation und Bewertung von Risiken -> RMP
- Hygienische Sicherheit und Monitoring
- Genehmigungsverfahren und behördliche Auflagen



Quelle: DWA-M 1200, Merkblatt 3, Bild 1: Anwendungsbereiche für die Verwendung von aufbereitetem Wasser für Bewässerungszwecke

Wasserwiederverwendung in Deutschland – DWA-M 1200 **GEIGER**

Bedeutung und Ausblick

- Beitrag zur nachhaltigen Wasserwirtschaft durch praxisnahe Orientierung
- Förderung von Ressourcenschutz und Klimaanpassung
- Technisch, rechtlich und ökologisch relevant
- Chance für zukunftsfähige Wasserstrategien

GeIGer

3. Technologien zur Wasseraufbereitung



Typische Aufbereitungsstufen Industrieabwasser

Blockschema

Mechanische
Reinigung



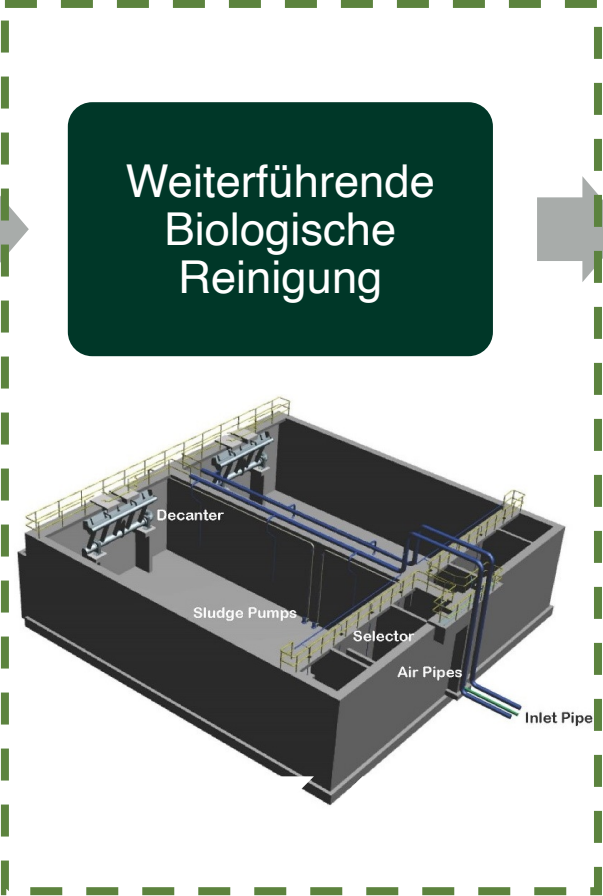
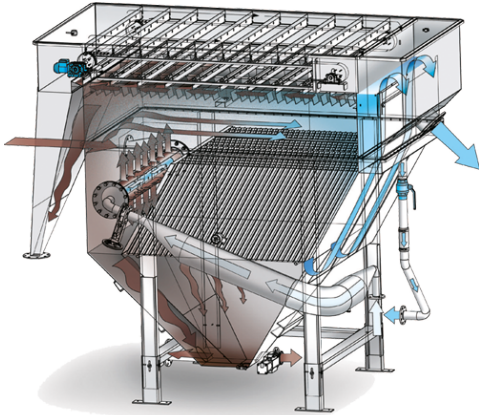
Chemisch-
Physikalische
Reinigung



Weiterführende
Biologische
Reinigung



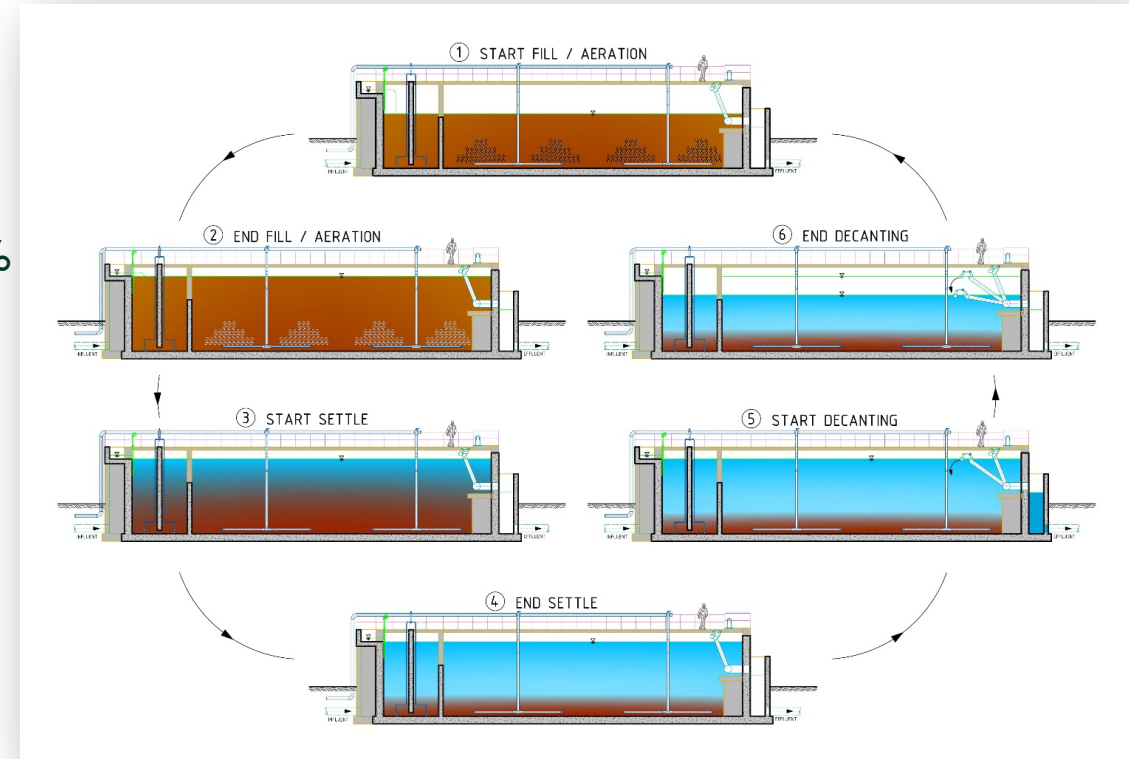
Polishing /
Wiederverwendun
g



Technologien Abwasser Reinigung und Wiederverwendung

Biologische Reinigung mit fortschrittlicher SBR-Technologie (C-TECH™)

- **Entfernung CSB und BSB (>95%)**
- **Entfernung Stickstoff:** Simultane Nitrifikation/ Denitrifikation mit T-N-Entfernungsraten von über 90%
- **Phosphorentfernung** bis zu < 0,3 mg/l
- **Besonders niedrige AFS-Werte (< 5 mg/l)**
- Zykluszeit nur 3 - 4 Stunden
- Geringer Platzbedarf durch den Wegfall von Nachklärbecken und vorgeschalteten Pufferbecken, Einfache Anlagentechnik und unkomplizierte Prozesssteuerung



Basin 1	Aeration	Settle	Decant
Basin 2	Settle	Decant	Aeration
Basin 3	Aeration	Settle	Decant
Basin 4	Decant	Aeration	Settle
Hour	1	2	3

Technologien Abwasser Reinigung und Wiederverwendung

GEIGER

Biologische Reinigung mit fortschrittlicher SBR-Technologie (C-TECH™)

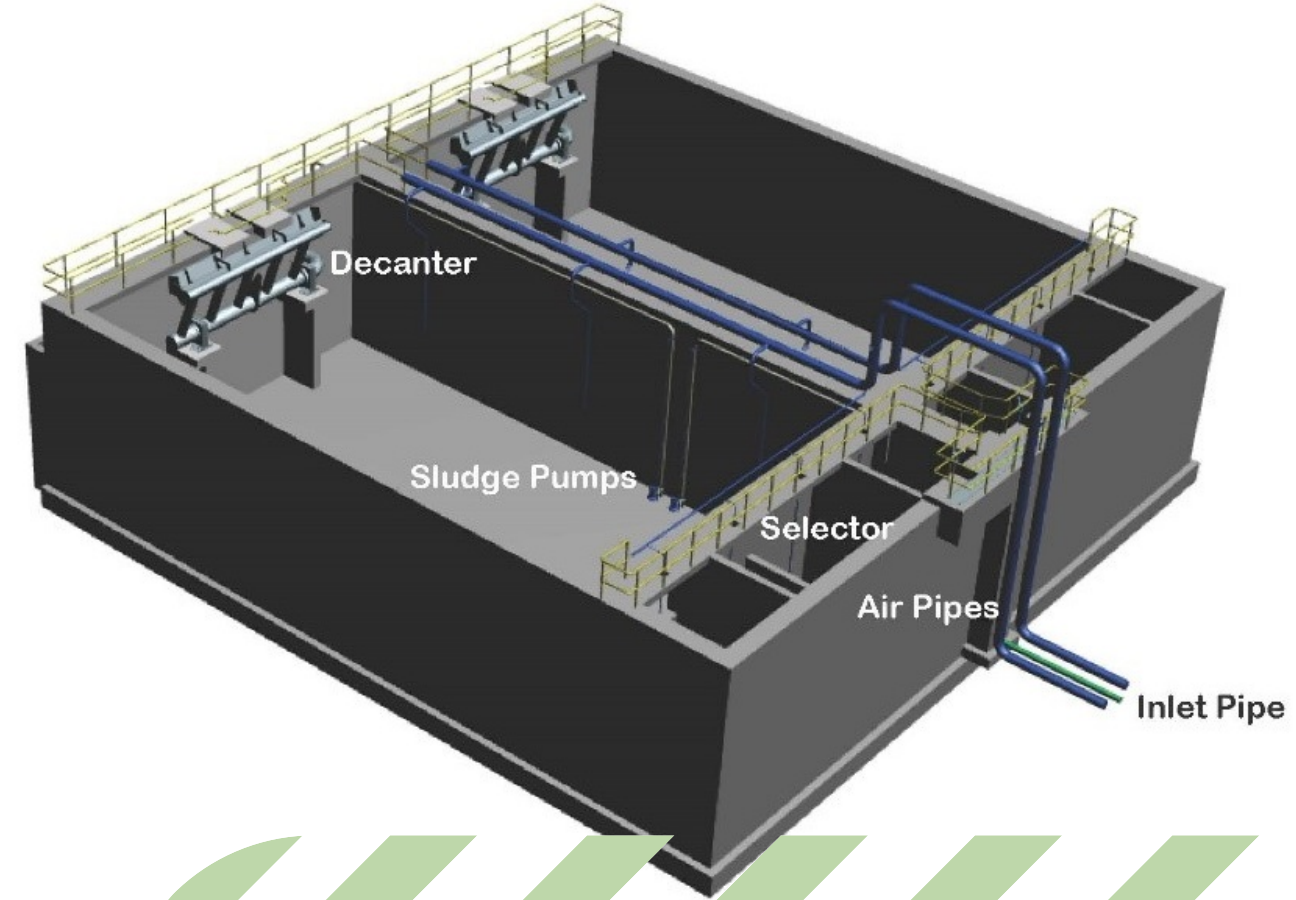
Komponenten

- Bioreaktor bestehend aus 2 – 4 parallel geschaltete Reaktoren inkl. Selektor
- Feinblasiges Belüftungssystem
- Schlammpumpe für Rezirkulation und Überschussschlamm
- Dekanter für Klarwasserabzug
- Online Sensoren für Füllstand und gelöster Sauerstoff



BSB = 400 mg/L
AFS = 500 mg/L
TKN = 80 mg/L
TP = 15 mg/L

BSB < 10 mg/L
AFS < 10 mg/L
TN < 10 mg/L
TP < 1 mg/L



Typische Aufbereitungsstufen Industrieabwasser

Blockschema

Mechanische
Reinigung



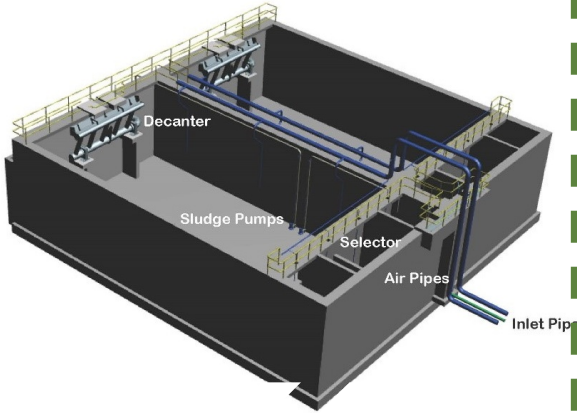
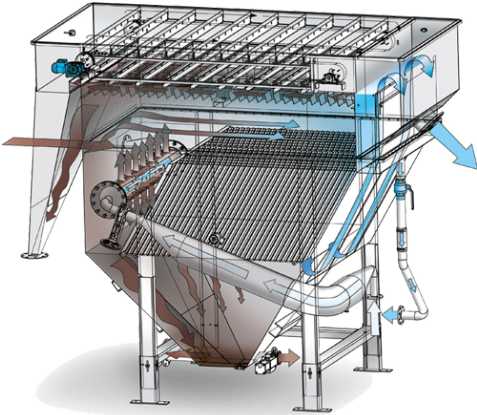
Chemisch-
Physikalische
Reinigung



Weiterführende
Biologische
Reinigung

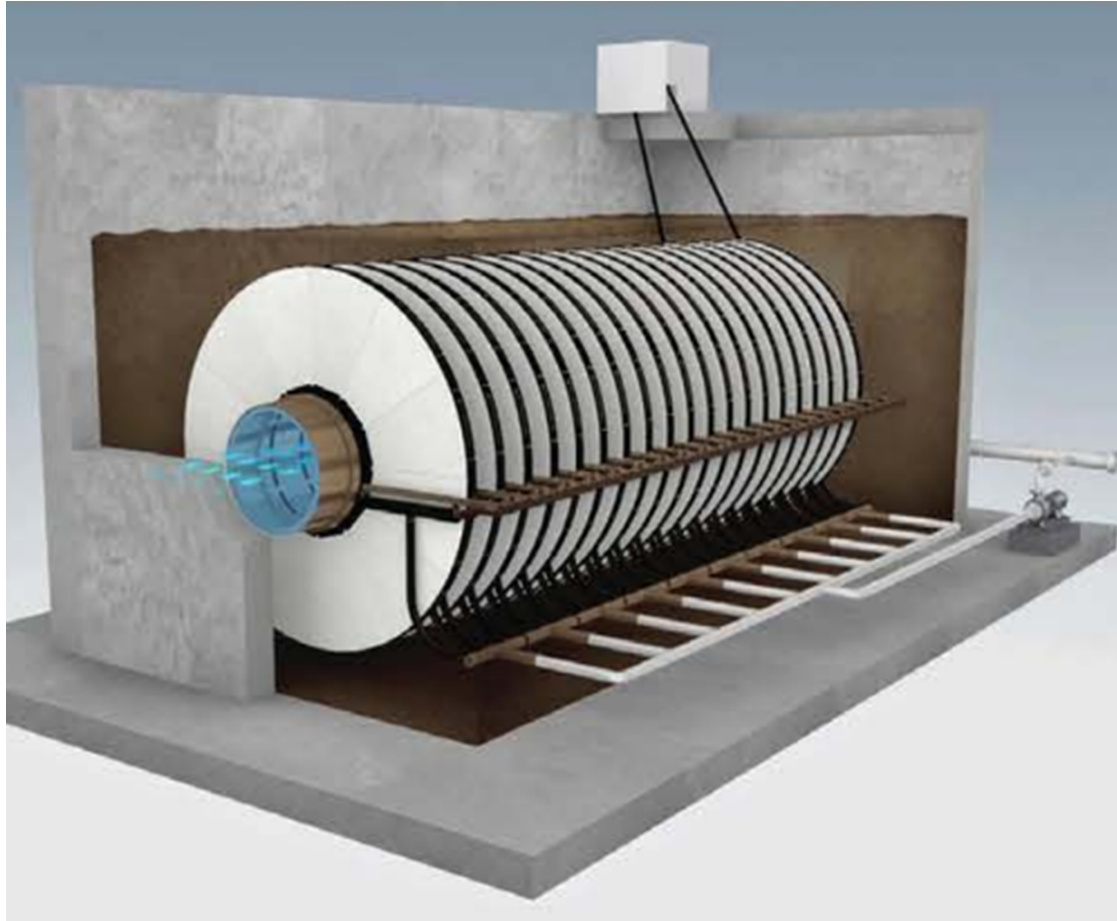


Polishing /
Wiederverwendun
g



Technologien Abwasser Reinigung und Wiederverwendung **GEIGER**

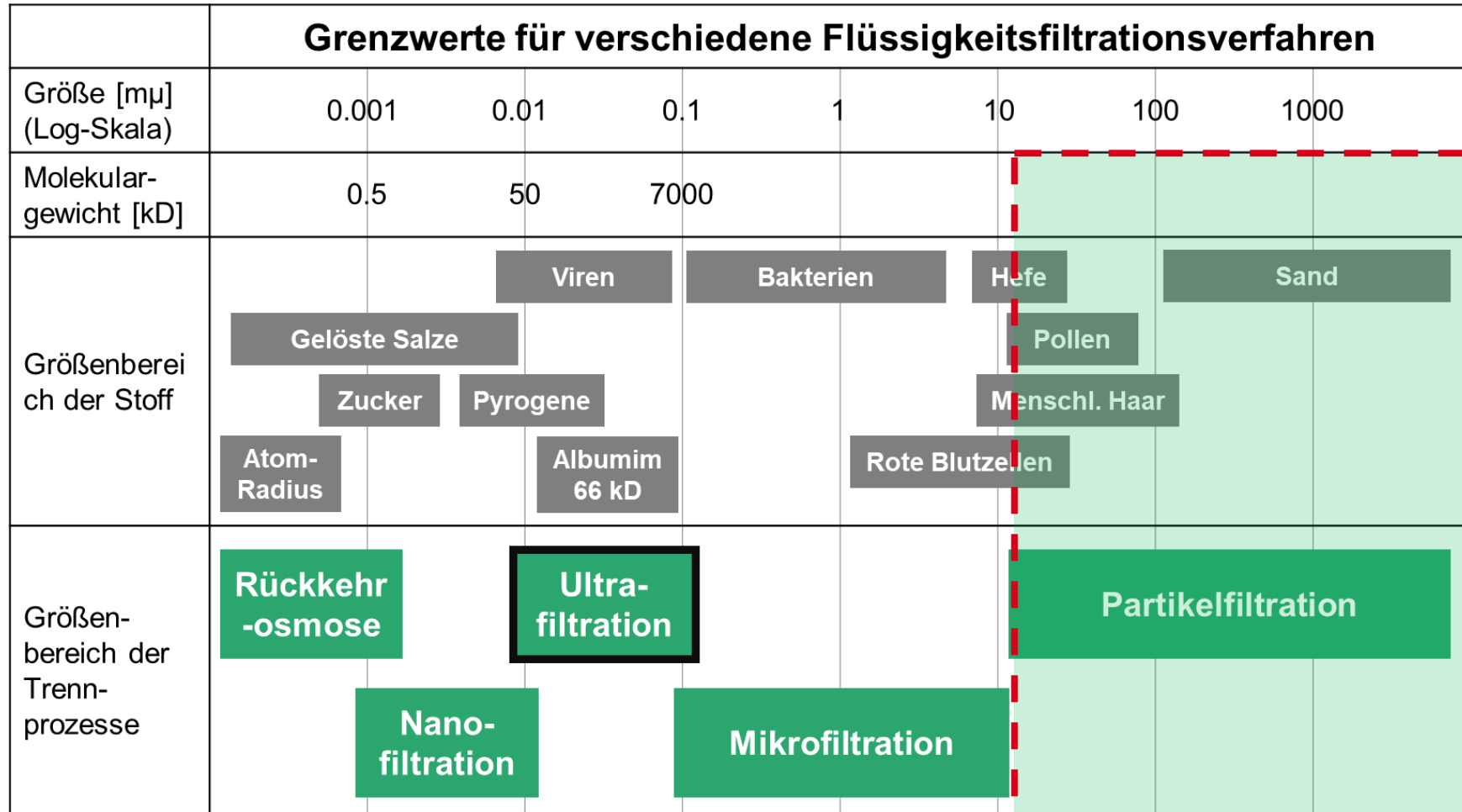
Scheibenfilter für Polishing



- **Hohe Feststoffabscheideleistung (>80 % TSS) für kommunales/industrielles Abwasser und Prozesswasser**
- Rotierende Scheiben mit Mikrofasertuch – mechanische, umweltfreundliche Filterung
- Große Filterfläche bei kompakter Bauweise
- Automatische Rückspülung/Saugreinigung ohne Betriebsunterbrechung
- Langlebige Filtermedien – minimaler Wartungs- und Austauschaufwand

Technologien Abwasser Reinigung und Wiederverwendung

Scheibenfilter für Polishing



Typische Aufbereitungsstufen Industrieabwasser

Blockschema

Mechanische
Reinigung



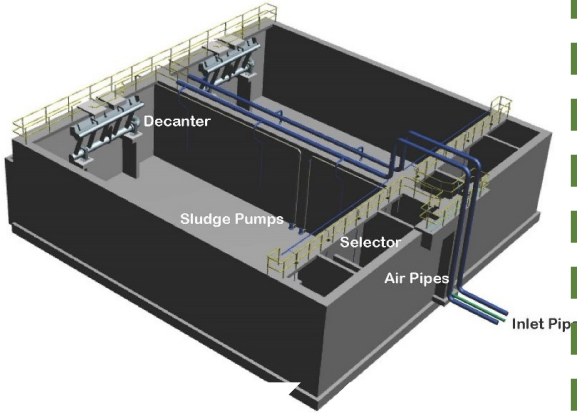
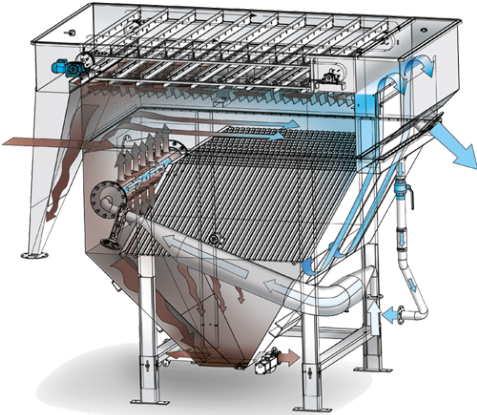
Chemisch-
Physikalische
Reinigung



Weiterführende
Biologische
Reinigung



Polishing /
Wiederverwendun
g



Technologien Abwasser Reinigung und Wiederverwendung

GEIGER

Ultrafiltration für Wasserwiederverwendung (C-MEM™)

- Entfernung von suspendierten Feststoffen, Bakterien und Viren (>99,99%)

- C-MEM™ ist eine Ultrafiltration basierend auf Hohlfasermembranen

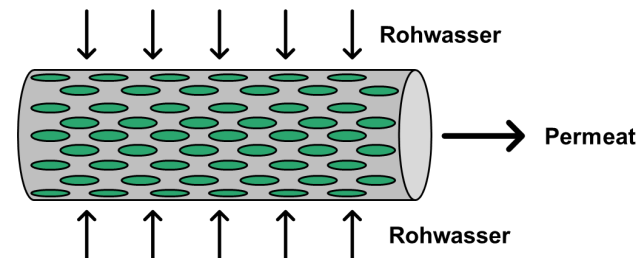
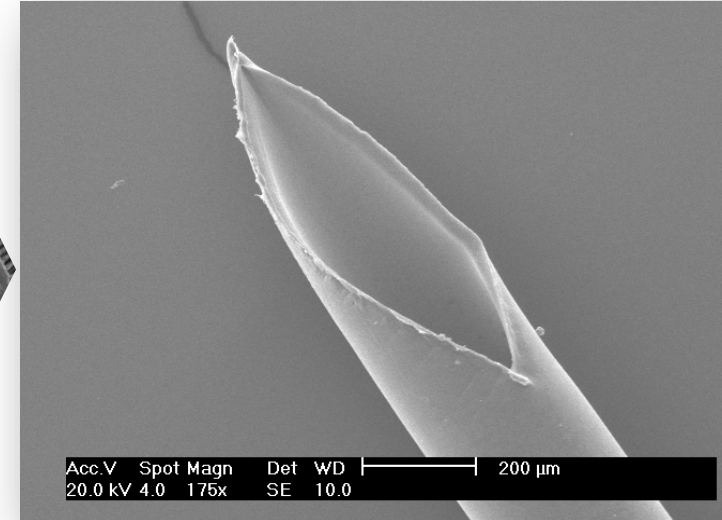
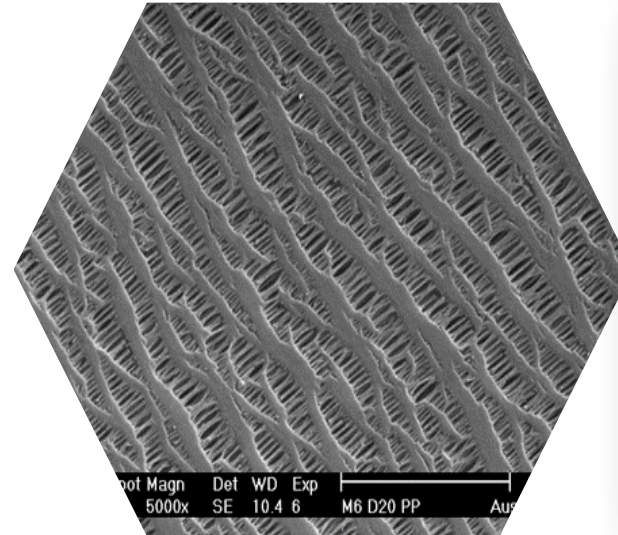
- Porengröße 20.1 nm

- Materialien

Membran: High Density Polyethylene HDPE

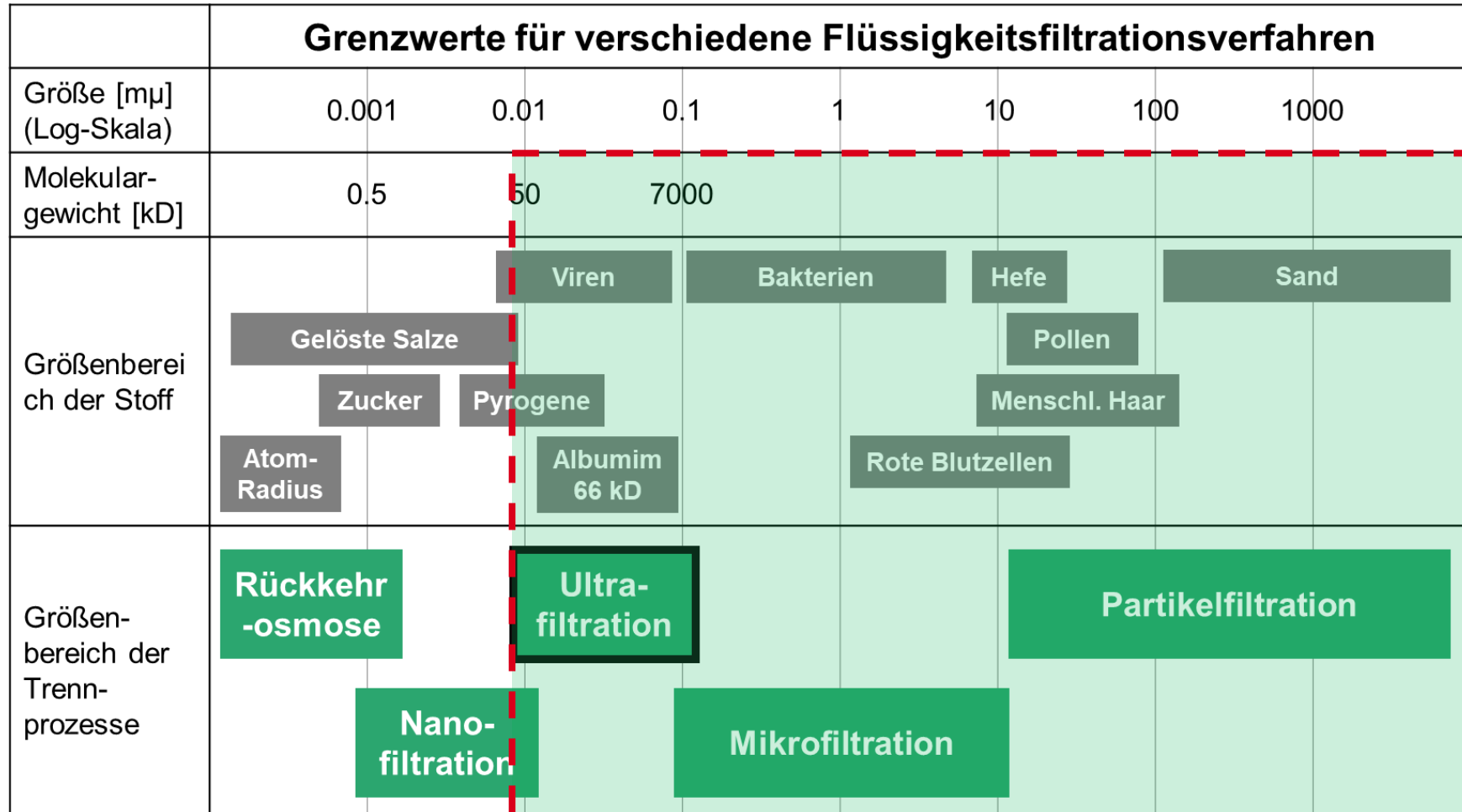
- Funktion

Außer-nach-Innen Filtration – physikalische Barriere für suspendierte Feststoffe, Bakterien und Viren



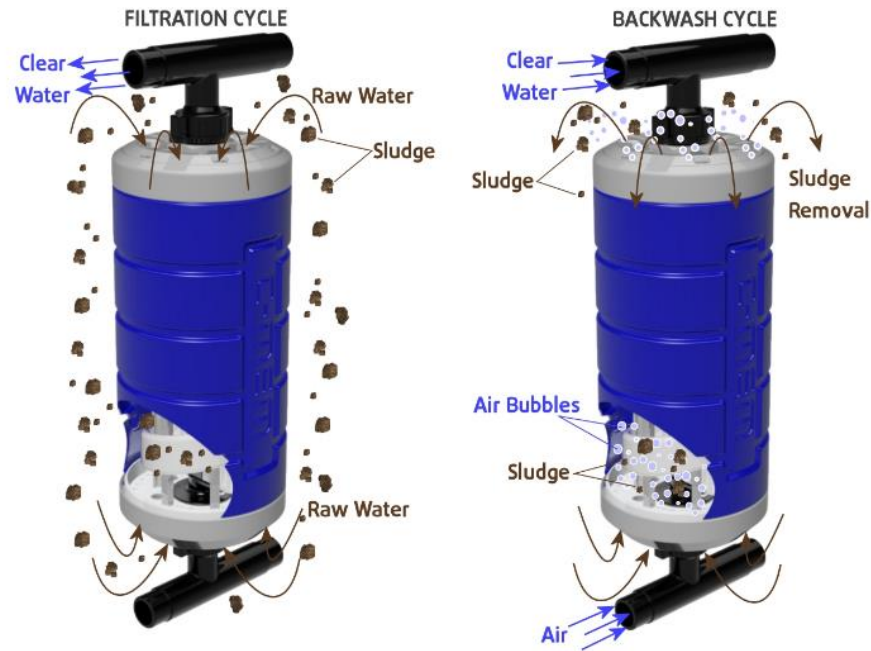
Technologien Abwasser Reinigung und Wiederverwendung

Ultrafiltration für Wasserwiederverwendung (C-MEM™)

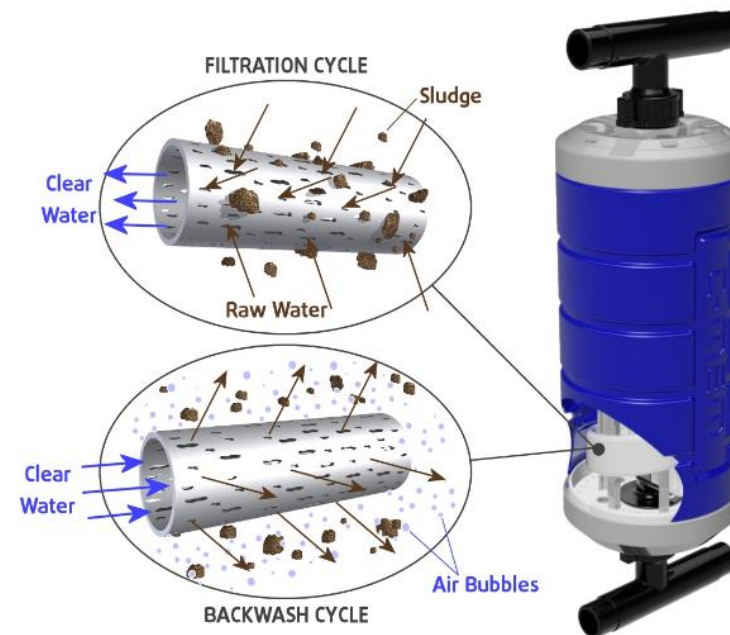


Technologien Abwasser Reinigung und Wiederverwendung

Ultrafiltration für Wasserwiederverwendung (C-MEM™)



Außen-nach-Innen Dead-End Filtration



Periodische Rückspülung mit gereinigtem Wasser und Luftspülung

Technologien Abwasser Reinigung und Wiederverwendung

GEIGER

Ultrafiltration für Wasserwiederverwendung (C-MEM™)

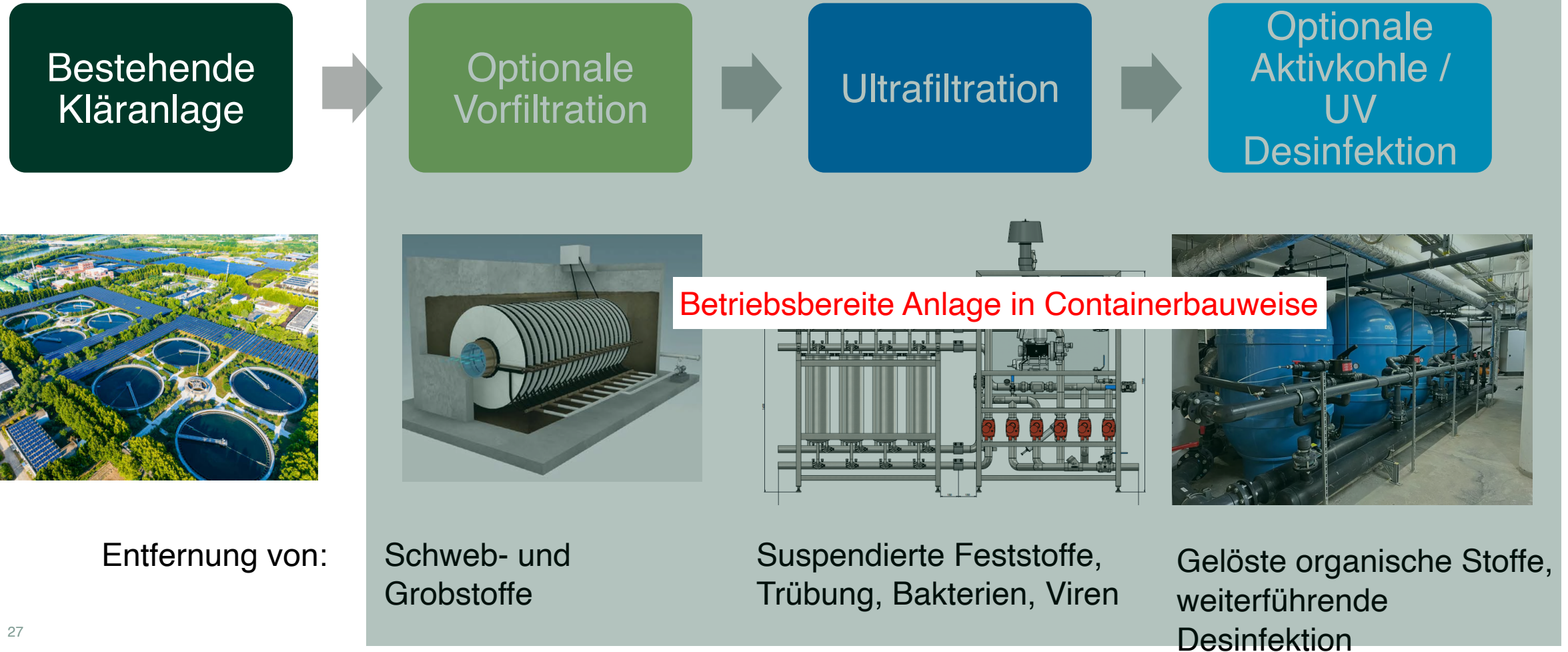
Komponenten

- Druckerhöhungspumpe
- Membranbehälter in paralleler Schaltung
- Rückspülpumpe
- Spülgebläse
- CIP-Dosiereinheit für in-situ chemische Reinigung
- Online Messungen für Druck, Durchfluss, Trübung (Qualitätskontrolle)



Konzept Pilotanlage

Ultrafiltration inkl. optionaler Zusatzstufen zum Erreichen DWA-M 1200 Vorgaben für Wasserwiederverwendung



GeIGer

4. Anwendungsbeispiele und Ausblick



Anwendungsbeispiele

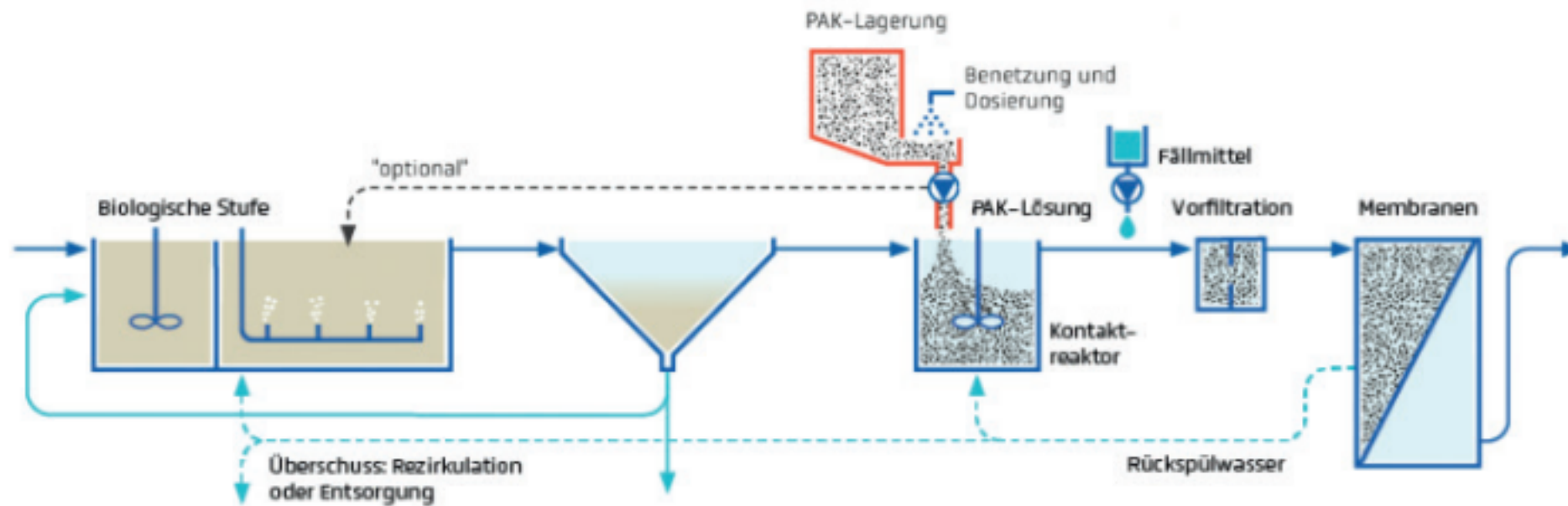
- Internes Betriebswasser / Brauchwasser der kommunalen Kläranlage
- Landwirtschaftliche Bewässerung und Hydroponik



Quelle: www.stadtfarmer.eu/was-ist-hydroponik

Anwendungsbeispiele

- Pulveraktivkohledosierung



Quelle: www.micropoll.ch

Anwendungsbeispiele

Treibwasserstrom Pulveraktivkohleanlage

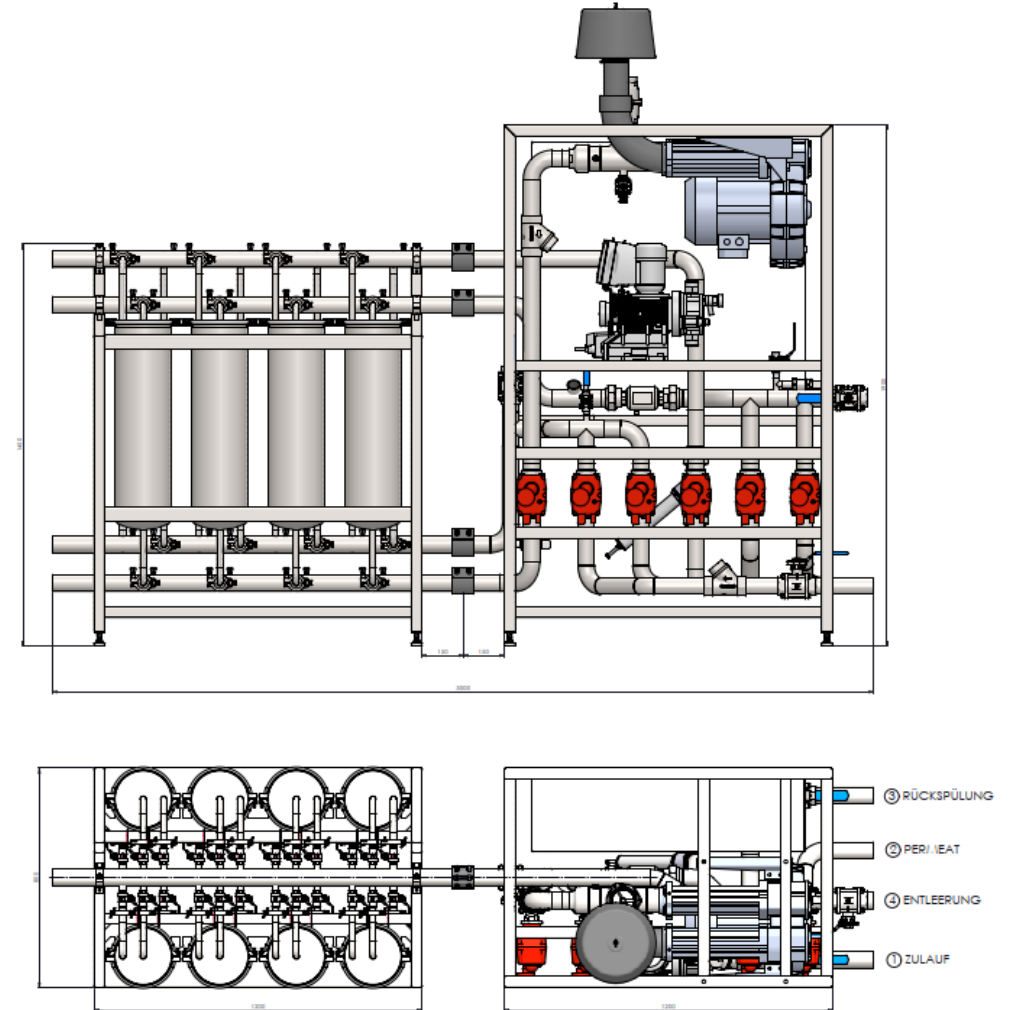
- Konzeptionierung einer Anlage zur Wasserwiederverwendung, Wasser Güteklasse A
- Grunddaten der Kläranlage:
 - 24.000 EW
 - $Q_M = 250 \text{ l/s}$
 - PAK-Anlage $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$ Treibwasser und $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$ Disperser $\rightarrow 3 \text{ m}^3/\text{h}$
 - Mittlere Ablaufwerte (Ablauf KA) seit Inbetriebnahme der 4. Reinigungsstufe (aus der 24 h MP)
 - Trübung = $2,9 \text{ FNU}$
 - AFS = 3 mg/l (Spitze bei 7 mg/l)
 - $\text{CSB}_{\text{ges}} = 20 \text{ mg/l}$
 - $\text{NH}_4\text{N} = 0,16 \text{ mg/l}$
 - $\text{P}_{\text{ges}} = 0,22 \text{ mg/l}$

Anwendungsbeispiele

Treibwasserstrom Pulveraktivkohleanlage

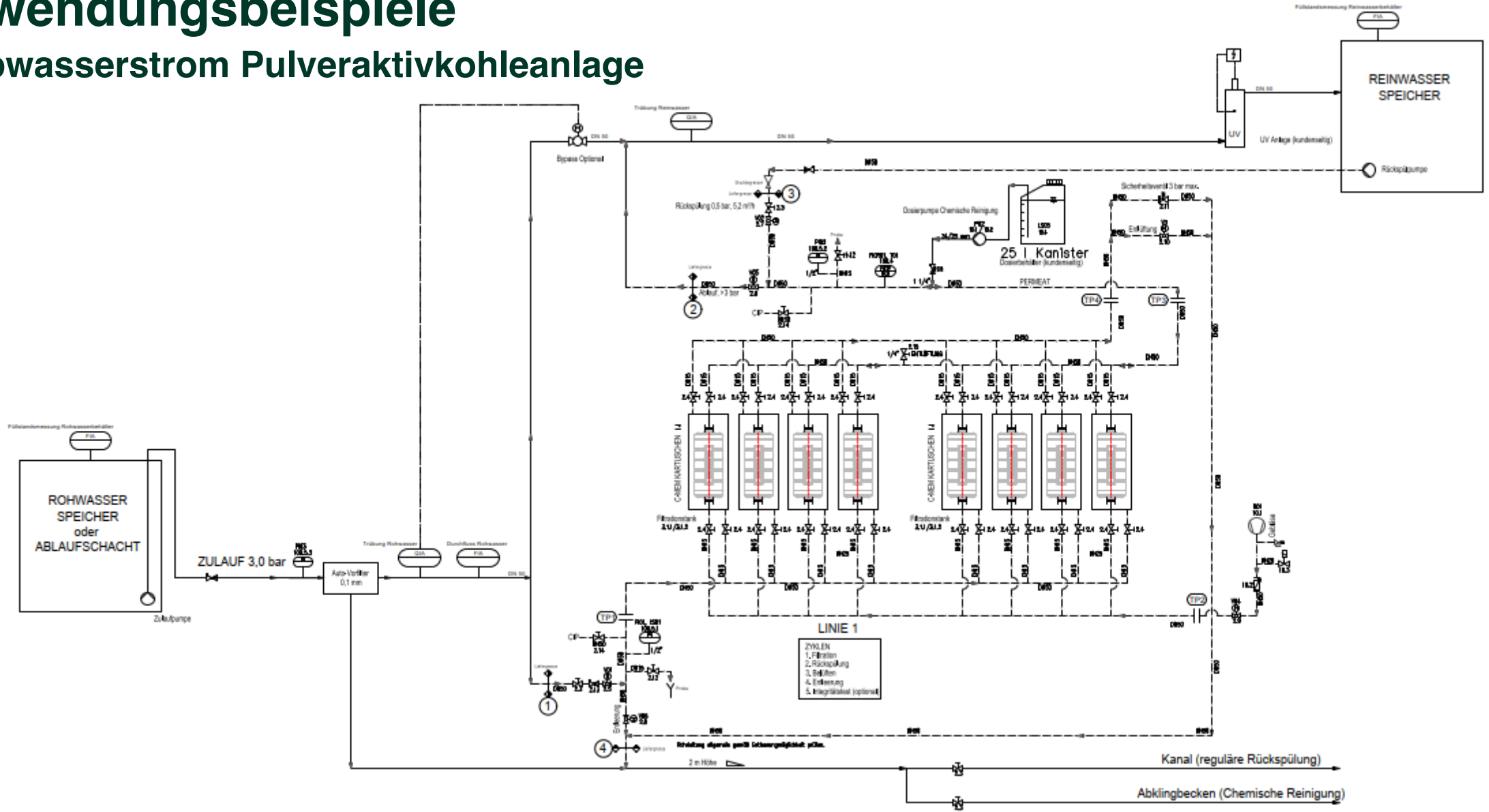
Anlagenkonzept:

- 5m³/h
- Containerbauweise
- Plug&Play durch Vorfertigung im Werk und Vor-Inbetriebnahme
- Modular erweiterbar, z.B. mit Aktivkohleadsorption zur Spurenstoffentfernung



Anwendungsbeispiele

Treibwasserstrom Pulveraktivkohleanlage



Geiger

