

**WEITERGEHENDE
WASSERAUFBEREITUNG
AN DER RUHR – DAS
SCHWERTER VERFAHREN**

12 | 11 David Warschke
2015 GELSENWASSER AG

GELSENWASSER



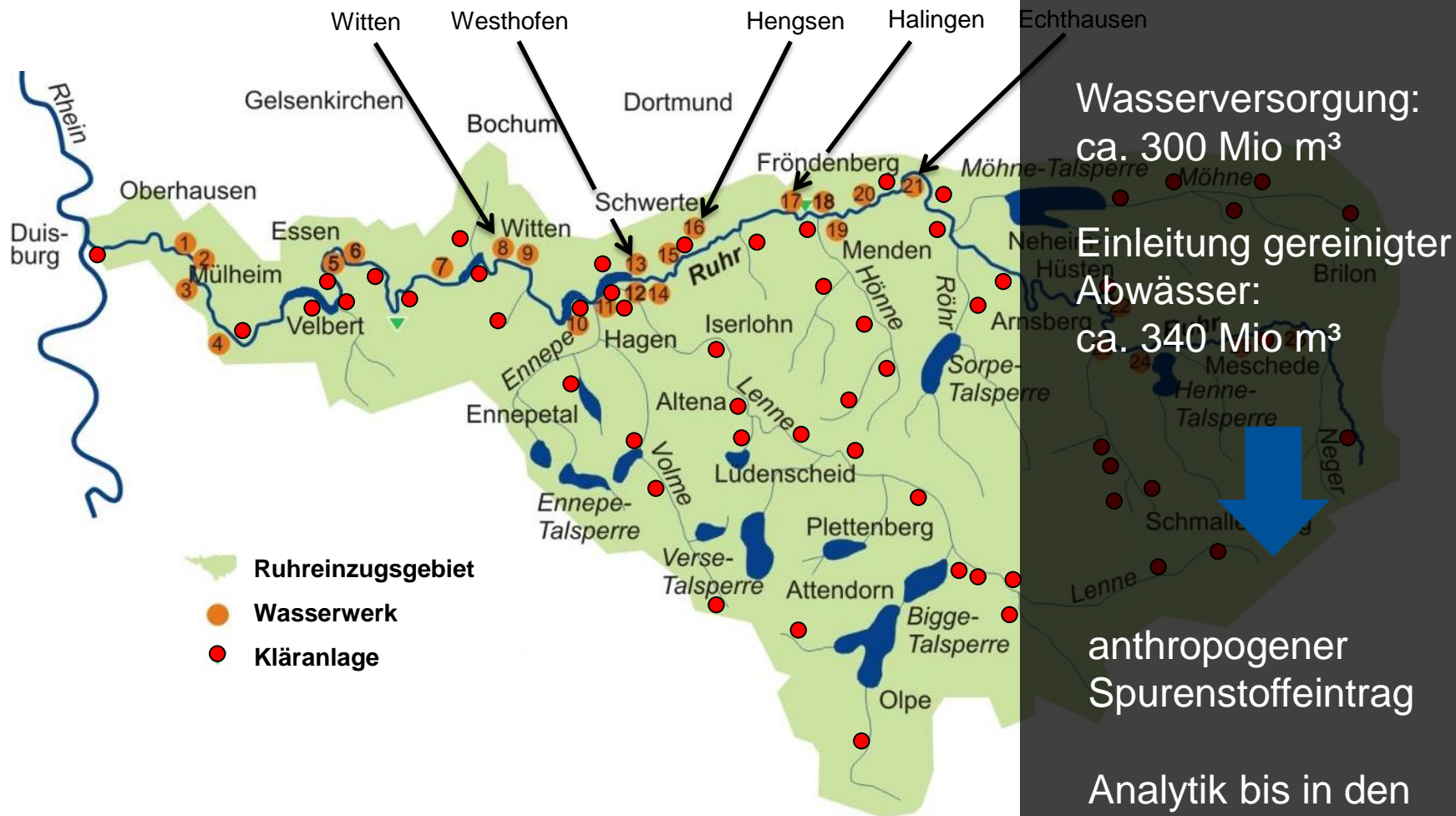
GAS. STROM. NATÜRLICH WASSER.

- **MOTIVATION:**
Warum weitergehende Aufbereitung an der Ruhr?
- **PILOTIERUNG:**
Membrantechnologie oder
konventionelle Aufbereitung?
- **VERFAHRENSTECHNIK:**
Welche Aufbereitungsschritte beinhaltet das
Schwerter Verfahren?
- **ANLAGENDESIGN:**
Wie wird das Schwerter Verfahren technisch
umgesetzt?



MOTIVATION

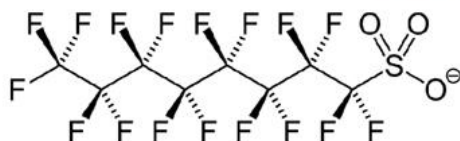
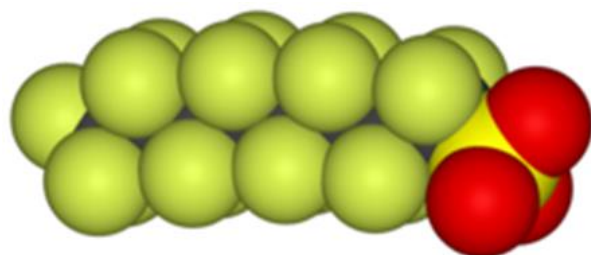
Wassernutzung im Einzugsgebiet der Ruhr



Quelle: AWWR.de

MOTIVATION

anthropogene Spurenstoffe - Maßnahmen und Handlungskonzepte in NRW



Perfluorooctansulfonsäure (PFOS)



Arnsberger Vereinbarung

**Gemeinsame Verantwortung und kooperatives Handeln
für hohe Trinkwasserqualität und Gesundheit**

zwischen der Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke an der Ruhr
und dem Ministerium für Umwelt und Naturschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Arnsberg, 25. August 2006

Die Sicherung der öffentlichen Trinkwasserversorgung und ihrer Ressourcen ist ein vorrangiges Ziel für Umwelthandeln, Gesundheitsvorsorge und Verbraucherschutz in Nordrhein-Westfalen.

- Arnsberger Vereinbarung zwischen MUNLV und AWWR (2006), Programm Reine Ruhr des MUNLV (2008):

Stärkung des Multi-Barrieren-Systems mit vorsorgendem Charakter:

- verbesserte Wassergüteüberwachung
- Vermeidung punktueller Einträge
- Erweiterung Abwasserbehandlung
- Erweiterung Trinkwasseraufbereitung

- vorsorgender Trinkwasserschutz: Pilotierung und Umsetzung des Schwerter Verfahrens bei der Wasserwerke Westfalen GmbH



■ Aufbereitungsziele:

- jederzeit mikrobiologisch einwandfreies Wasser vor Desinfektion

➔ **Filtration**

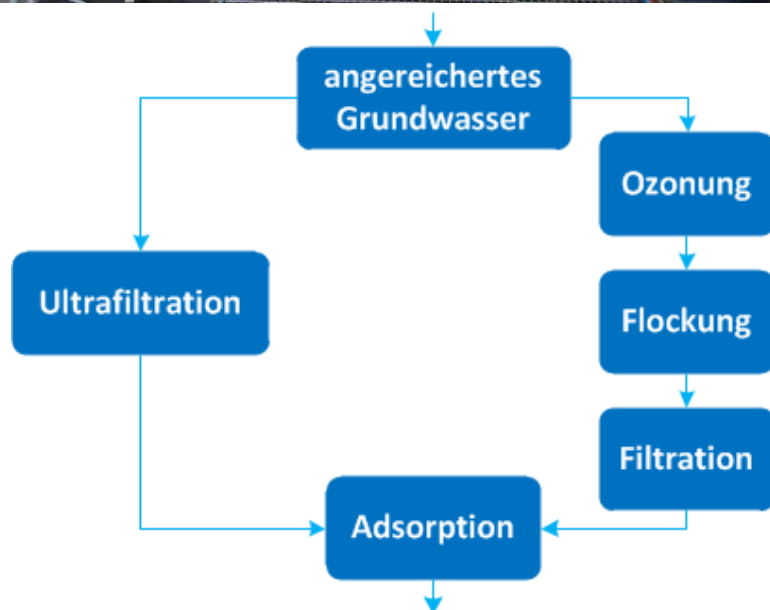
- Verminderung von org. Spurenstoffen auf $\leq 0,1 \mu\text{g/L}$ je Einzelsubstanz (GOW-Konzept des UBA)

➔ **Adsorption**

■ untersuchte Verfahrenskombinationen:

- Ultrafiltration / Aktivkohleadsorption
- Ozonung / Flockung / Schnellfiltration / Aktivkohleadsorption
- Desinfektion mittels UV-Strahlung

- Untersuchung durch Erzeugung mikrobiologischer Stoßbelastungen und teilweiser Dotierung von org. Spurenstoffen



Leitkomponente		Adsorption	Ozonung
Arzneimittel	Carbamazepin	+	+
	SMX	+	+
Pflanzenschutzmittel	Bentazon	+	+
Flammschutzmittel	TCPP	+	-
Röntgenkontrastmittel	Iopamidol	+	(+)
	ATZ	-	-
PFT	PFOA	+	-
Komplexbildner	EDTA	-	(+)
	TOSU	-	(+)

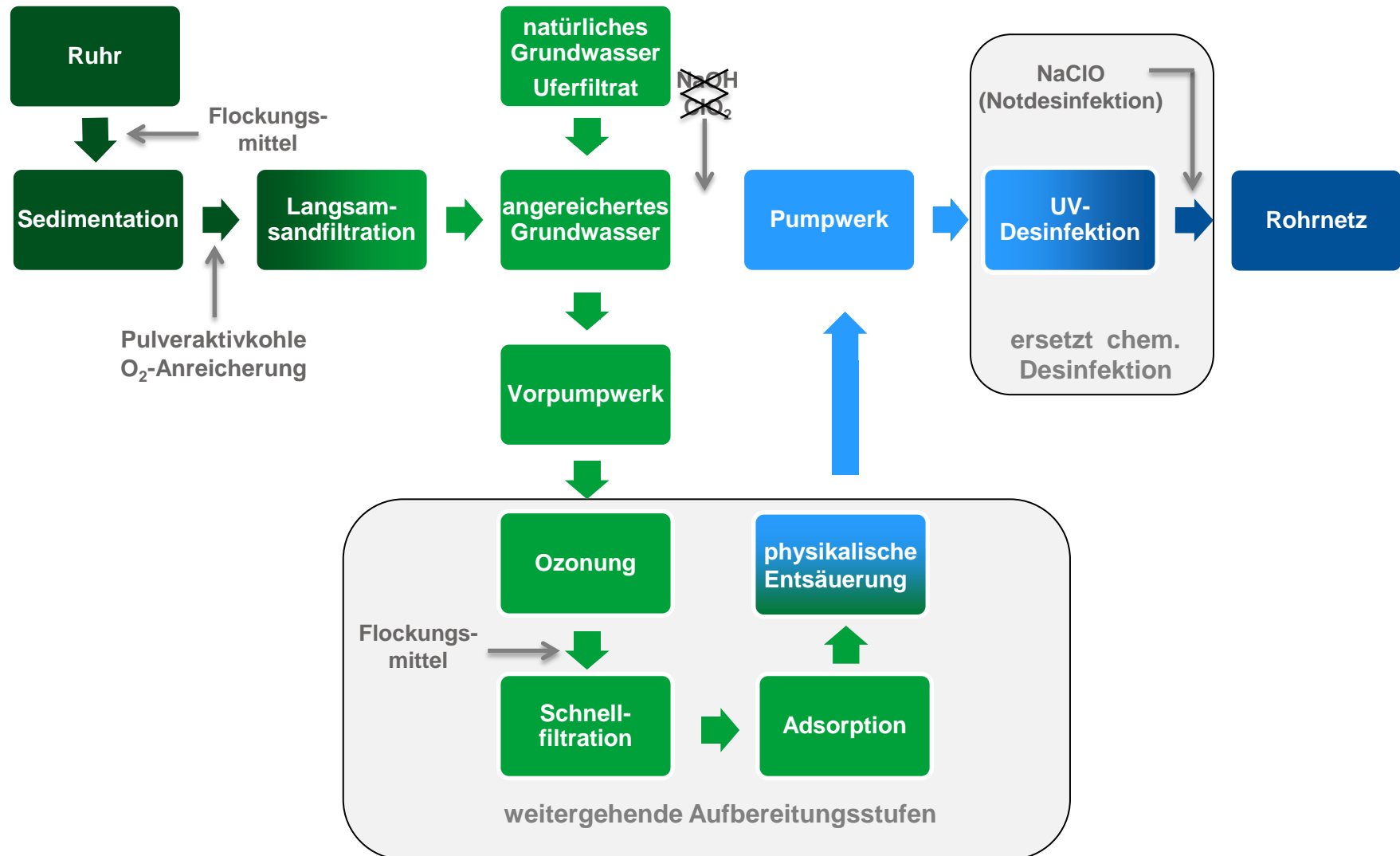


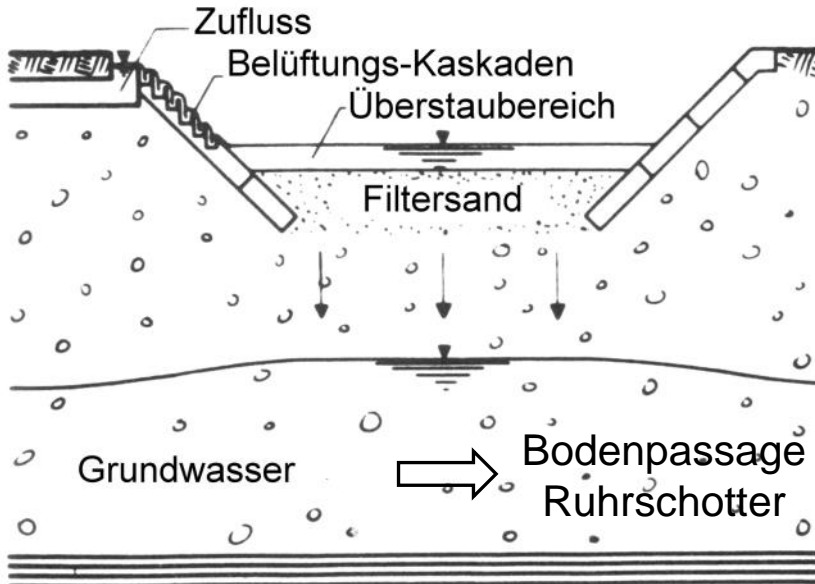
■ Ergebnisse:

- Partikelelimination hinsichtlich mikrobieller Verunreinigungen durch beide Verfahren gegeben
- Verminderung von org. Spurenstoffen in beiden Verfahren durch die Adsorptionsstufe erreicht
➔ Beide Verfahren geeignet!
- spezifische Kosten für das Membranverfahren ca. 20% höher
- betriebliche Erfahrungen für das konventionelle Verfahren vorhanden
- Ozonstufe bietet die Möglichkeit schlecht adsorbierende Stoffe (teilweise) zu entfernen
➔ konventionelles Verfahren gewählt!

VERFAHRENSTECHNIK

Das Schwerter Verfahren im Überblick





■ Wirkprinzip:

- Filtration, Sedimentation, Fällung
- Sorption und biologischer Abbau

■ Reinigungsleistung:

- Partikelentfernung: hohe Reduktion von Partikelkonzentrationen um Faktor 100, Trübung ~ 0,1 FNU
- Entfernung von Mikroorganismen: sehr gute Entfernung parasitärer Erreger (leicht eingeschränkt bei sehr niedrigen Temperaturen)
- Entfernung des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC) ~ 60%,
- SAK₂₅₄-Verringerung ~ 65 %
- teilweiser Abbau anthropogener Spurenstoffe

Parameter	Eliminierung (log-Stufen)
Koloniezahl	1-3
Coliforme	2-3
E.coli	2-3
(Oo)zysten	2-4
Viren	1-3

Quelle: Preuß und Schulte-Ebbert

■ Wirkprinzip:

- selektive direkte Reaktion (langsam)
- unselektive radikalische Reaktion (schnell)

■ Ziel:

- oxidativer Abbau schlecht adsorbierbarer Substanzen (z.B. EDTA, TOSU)
- als „Vorsorgemaßnahme“ integriert

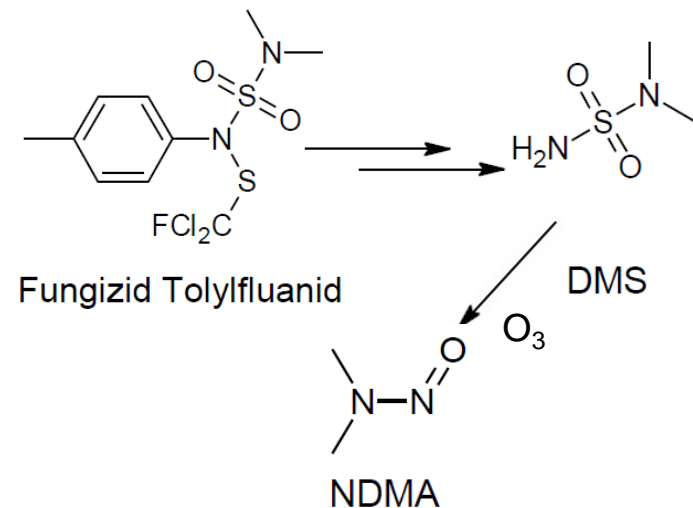
■ erwünschte Nebeneffekte:

- Desinfektionswirksamkeit
- Mikroflokkulation
- SAK₂₅₄-Reduzierung (~30 %)
- Steigerung der Bioverfügbarkeit des DOC für nachgeschaltete Filtration/Adsorption
- Oxidation von gelöstem Eisen und Mangan aus der Bodenpassage

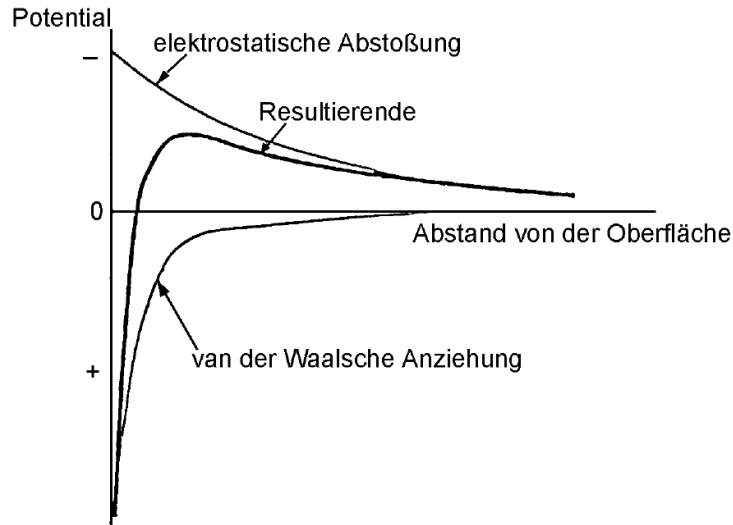
■ unerwünschte Effekte:

- Bildung von Bromat
- Bildung bedenklicher Transformationsprodukte (Bsp. Nitrosamine)

➡ Grenz- bzw. Leitwerte wurden während der Pilotierung sicher unterschritten



Quelle: TZW

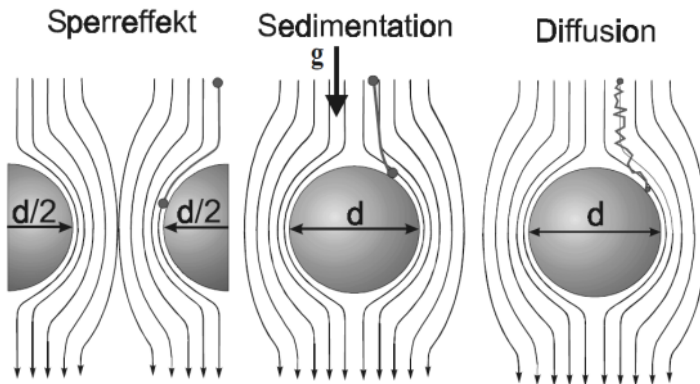


■ Wirkprinzip:

- Reduzierung elektrostatischer Abstoßungskräfte zwischen Partikeln durch Flockungsmittelzugabe (positiv geladene Polyaluminiumsalze)
➔ Bildung größerer Partikelaggregate
- Partikelabscheidung durch Tiefenfiltration im 2-Schichtschnellfilter

■ Reinigungsleistung:

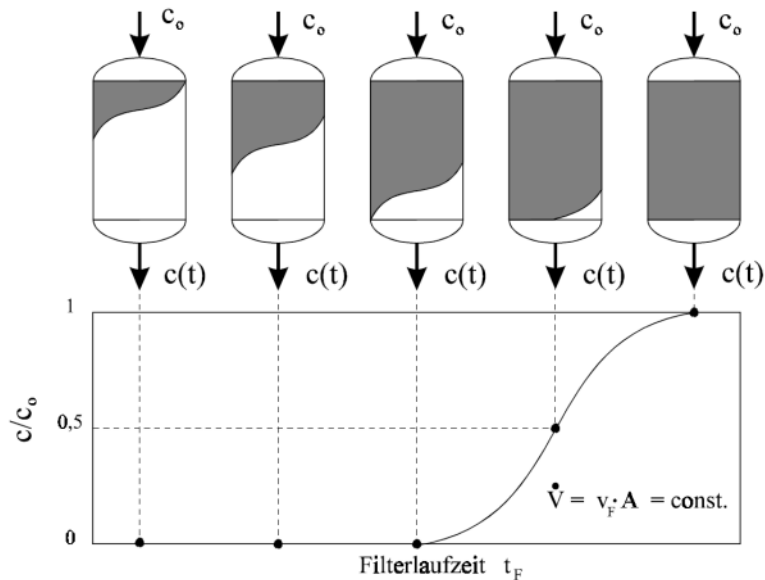
- Partikelrückhalt: Partikelkonzentration im Schnellfiltrat < 50 / ml



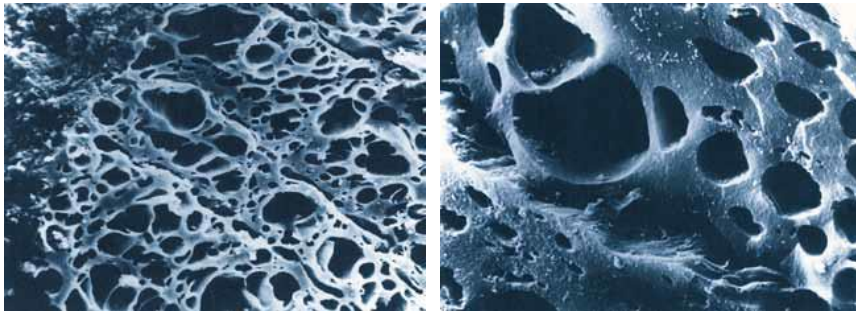
Quelle: DVGW - Wasseraufbereitung - Grundlagen u. Verfahren, Band 6

Parameter	Eliminierung (log-Stufen)
E.coli	~ 4 ⁽¹⁾
Clostr. perfr.	~ 3 ⁽²⁾
MS-2 Phagen	> 4 ⁽²⁾

⁽¹⁾ mit Flockung, ⁽²⁾ mit Ozonung



Quelle: DVGW - Wasseraufbereitung - Grundlagen u. Verfahren, Band 6



Quelle: Fa. Donau Carbon

■ Wirkprinzip:

- unspezifische Physisorption von im Wasser gelösten Stoffen an der Adsorbensoberfläche

■ Adsorptionskapazität:

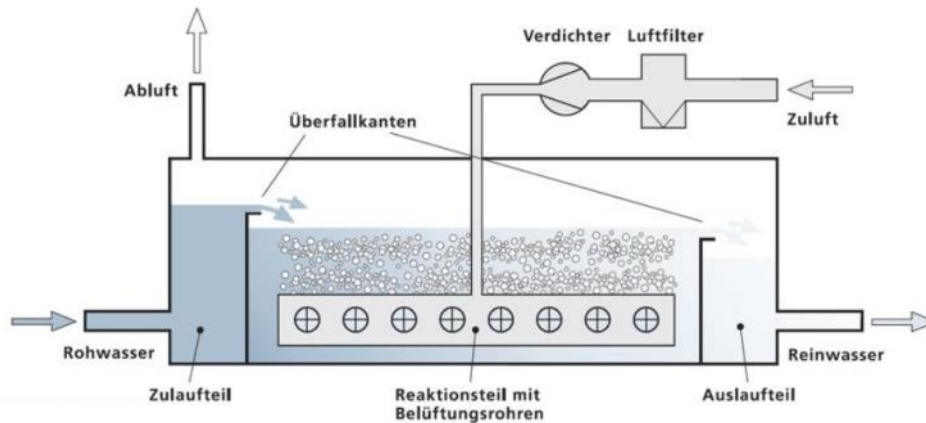
- abhängig von Aktivkohleeigenschaften (Oberfläche, Porenstruktur), Eigenschaften des zu adsorbierenden Stoffes und restlicher Wassermatrix

■ Reinigungsleistung:

- Rückhalt von Spurenstoffen z.B.:
EDTA ~ 7 - 22 m³/kg
PFOA ~ 30 - 60 m³/kg
Iopamidol > 70 m³/kg
- Nebeneffekt: DOC-Entfernung durch mikrobiologische Aktivität

■ Wirkprinzip:

- Entfernung überschüssiger Kohlensäure durch Kreuzstrombelüftung
- extrem feinblasiger Lufteintrag:
1 m³ Luft ~ 20.000 m² Oberfläche
➔ schneller Stoffübergang von gelöstem CO₂ aus der Wasser- in die Gasphase



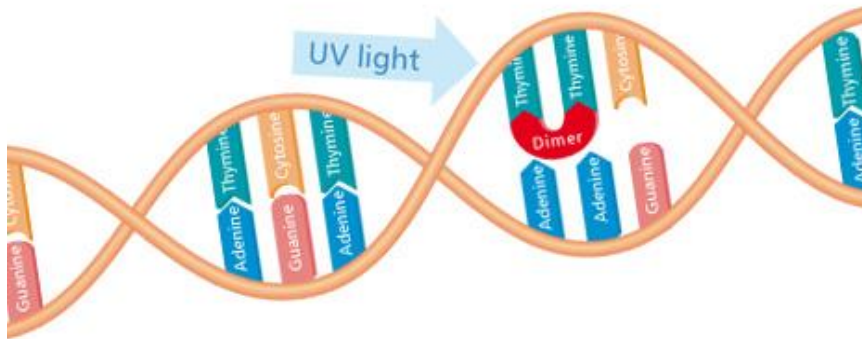
Quelle: Fa. Aquadosil

■ Aufbereitungsziel:

- Anhebung des pH-Wertes bis $\geq 7,8$
➔ Calcitlösekapazität ≤ 5 mg/l gemäß TrinkwV eingehalten

■ chemiefreies Verfahren ersetzt die Entsäuerung mit Natronlauge





■ Wirkprinzip:

- Inaktivierung von Mikroorganismen durch Schädigung des Erbgutes mittels UV-Bestrahlung

■ Vorteile:

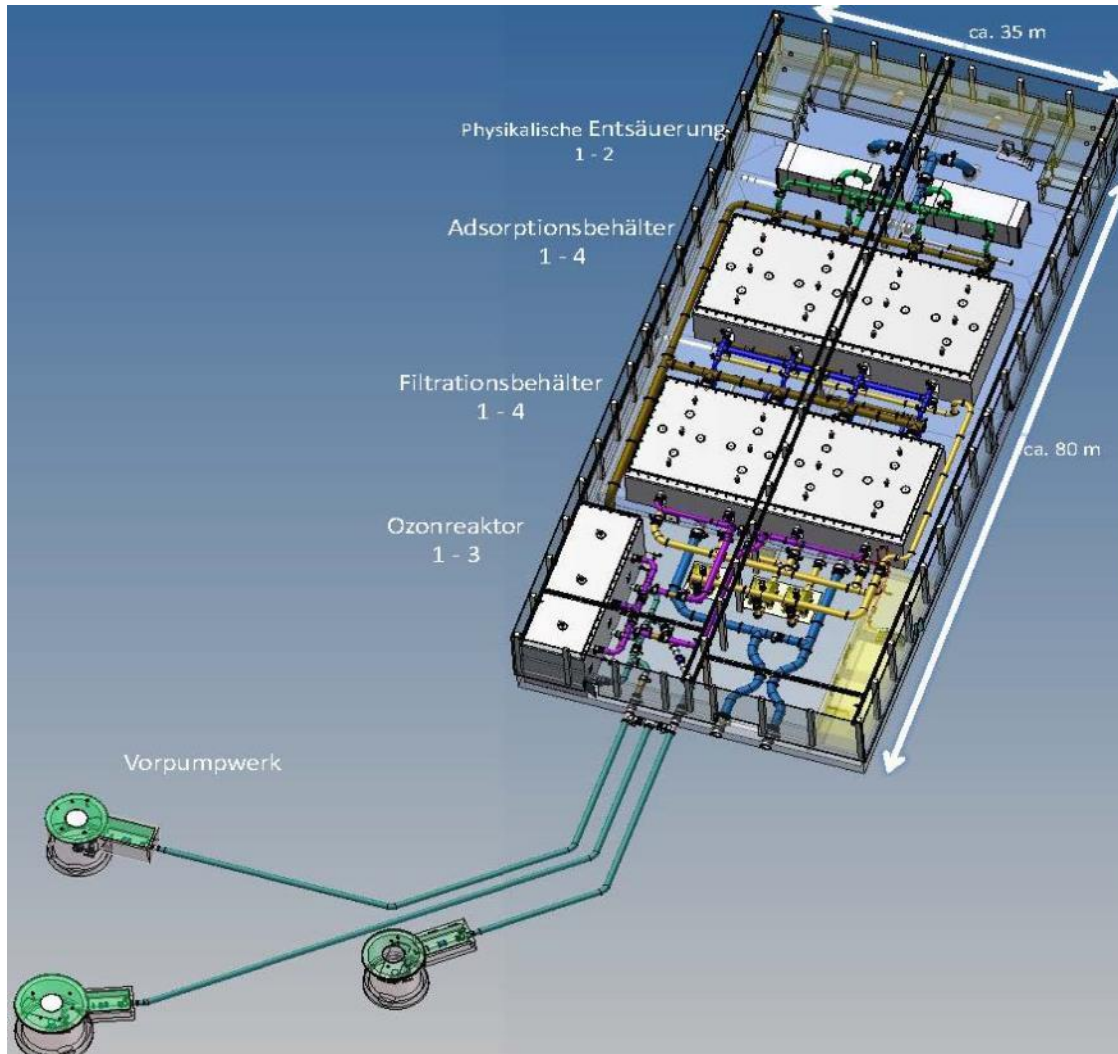
- hohe Desinfektionswirksamkeit auch gegenüber Parasiten
- keine Nebenproduktbildung
- chemiefreies Verfahren, ersetzt die Chlordioxid dosierung

■ Aufbereitungsziel:

- Sicherheitsdesinfektion durch Einhaltung einer erforderlichen Mindestbestrahlungsstärke

ANLAGENDESIGN

Planung Beispiel Wasserwerk Echthausen

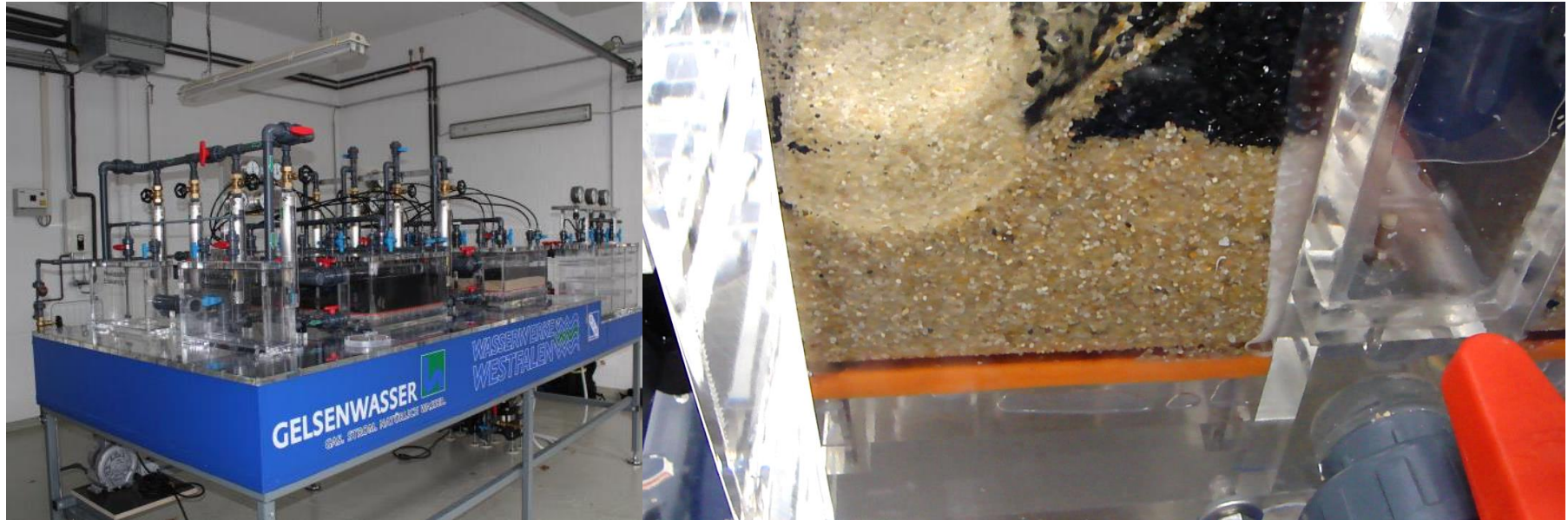


Aufbereitungsleistung:
bis 4.000 m³/h

Durchströmung
vollständig im
Druckbetrieb:
Ozonung und Filterstufen
in geschlossener
Stahlbetonbauweise
ausgeführt



geringstmögliche
Gebäudeabmessungen,
geringste Investkosten
bei Variantenbetrachtung



- Ermittlung der hydraulischen Verhältnisse im Druckbetrieb durch Modellversuche basierend auf Ähnlichkeitsgesetzen
 - ➔ Wirbelbildung in den Filterstufen: umlenkende Beckeneinbauten erforderlich
 - ➔ Untersuchung und Optimierung der Strömungsbedingungen in den Ozonreaktoren

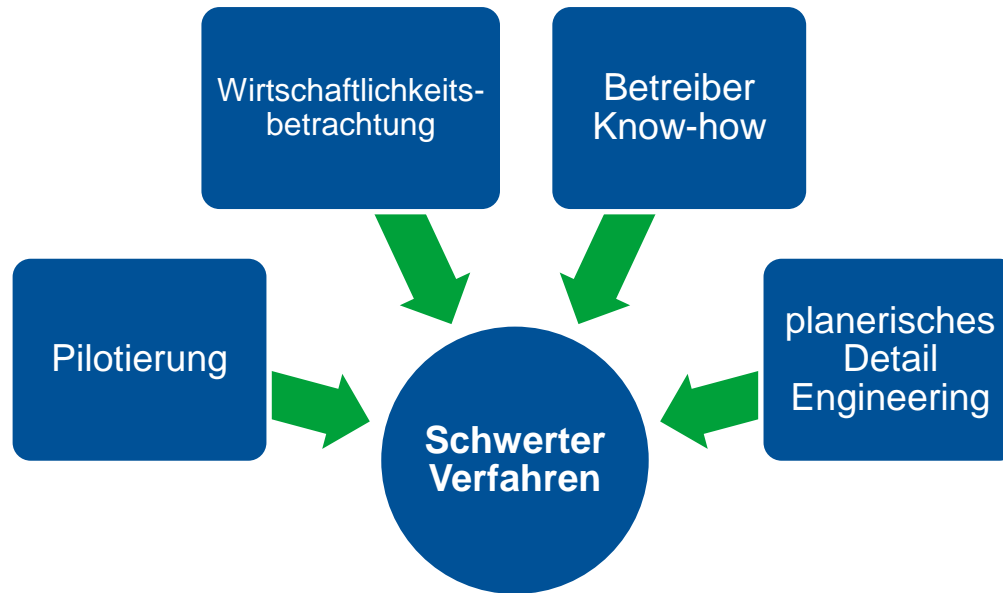
ANLAGENDESIGN

Bauausführung Wasserwerk Echthausen



Zusammenfassung

Weitergehende Wasseraufbereitung an der Ruhr – Das Schwerter Verfahren



- Das Schwerter Verfahren bewirkt im Sinne des Multi-Barrieren-Systems eine vorsorgende, weitergehende Trinkwasseraufbereitung.
- Die weiteren Barrieren zur Vermeidung bzw. zur Verminderung von Schadstoffeinträgen müssen künftig weiterhin im Fokus stehen.





**VIELEN
DANK !**

GELSENWASSER



GAS. STROM. NATÜRLICH WASSER.