



# Vergleich elektrochemischer und physikalischer Verfahren zur (Ab)wasserbehandlung und Desinfektion

Hannes Menapace  
Desinfektion von Abwasser  
Leoben, 11.11.2009

A-8700 Leoben  
Tel. +43 (0) 3842 402-5105  
iae.unileoben.ac.at



Franz-Josef-Straße 18  
Fax +43 (0) 3842 402-5102  
hannes.menapace@unileoben.ac.at

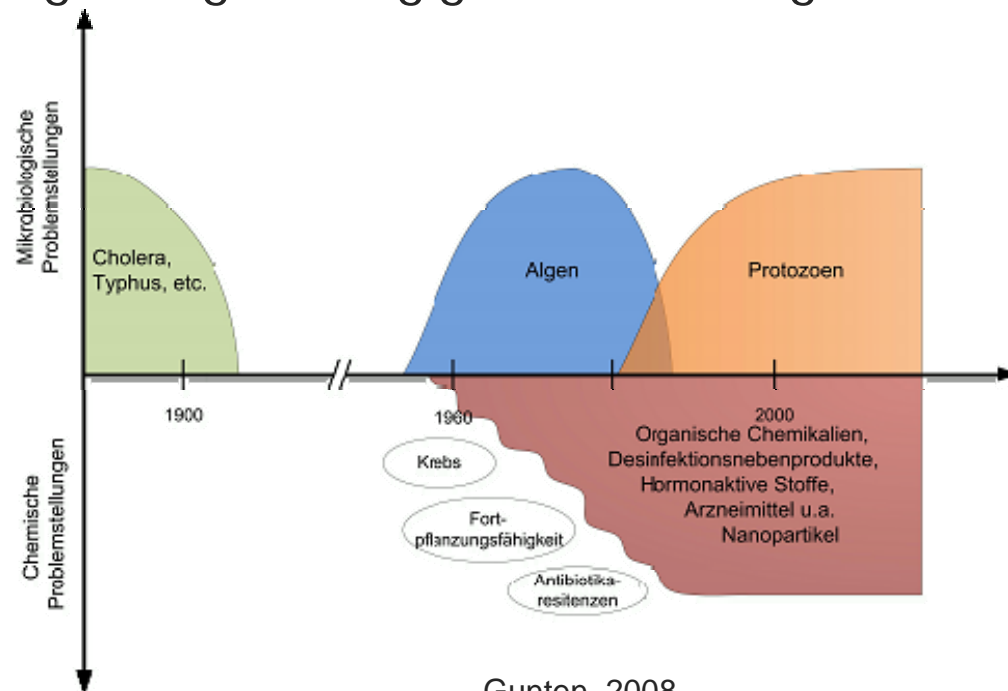
# Inhalt

- Beweggründe zur Desinfektion von Abwässern und gesetzlicher Rahmen
- Vorstellung gängiger Verfahren
  - Filtration
  - UV-Behandlung
  - Chemische Verfahren
- Versuch einer Gegenüberstellung
- Zusammenfassung

# Beweggründe

## ■ Beweggründe

- Anschlußgrad in Österreich bereits  $> 90\%$
- Biologische Behandlung / Verrieselung in sensiblen Bereichen (exponierte Lagen) nicht ausreichend (z.B. Wasserschutzgebiete)
- Behandlungserfolg Abhängig von Witterungseinflüssen (Temperatur)

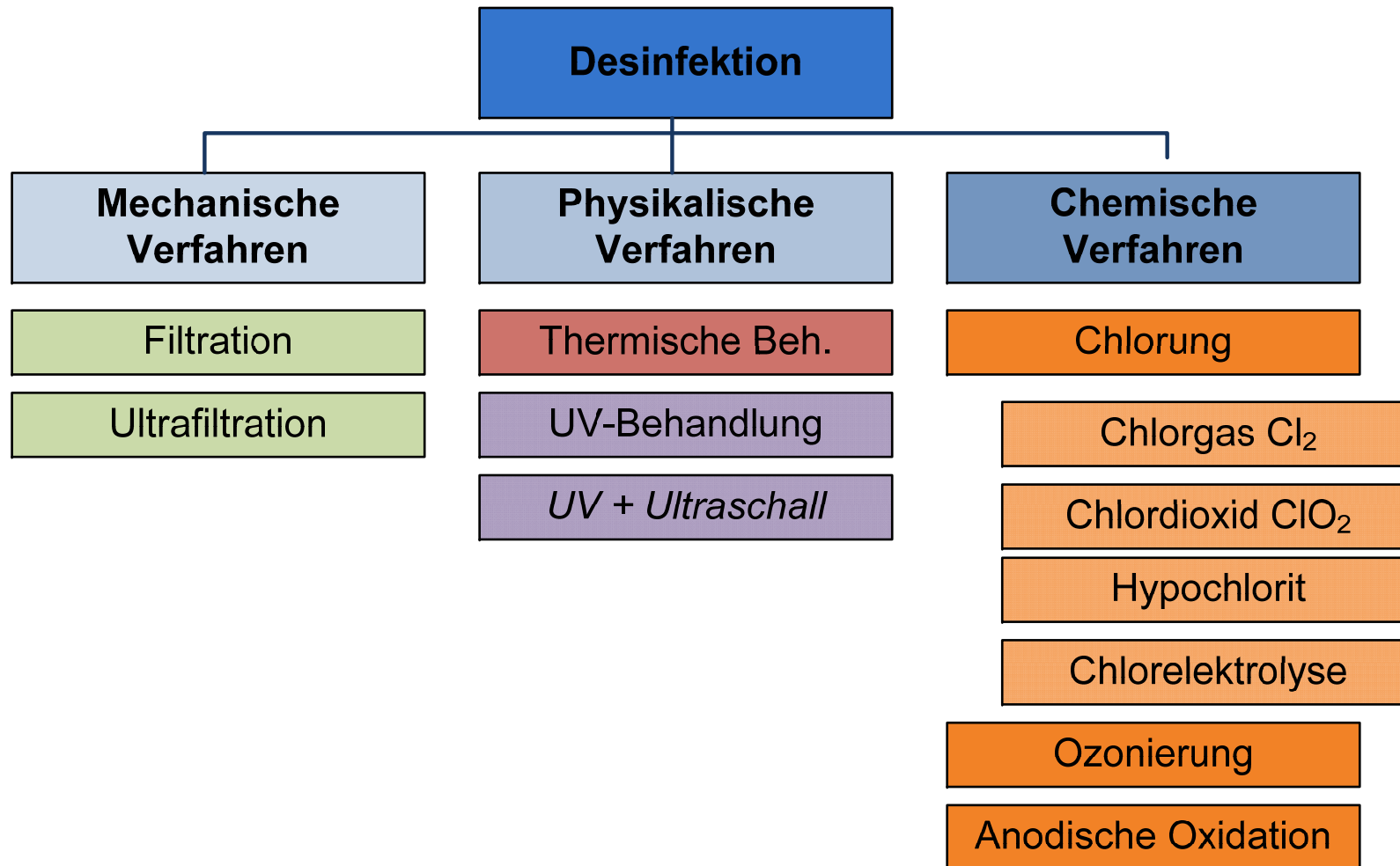


Gunten, 2008

# Vorgaben

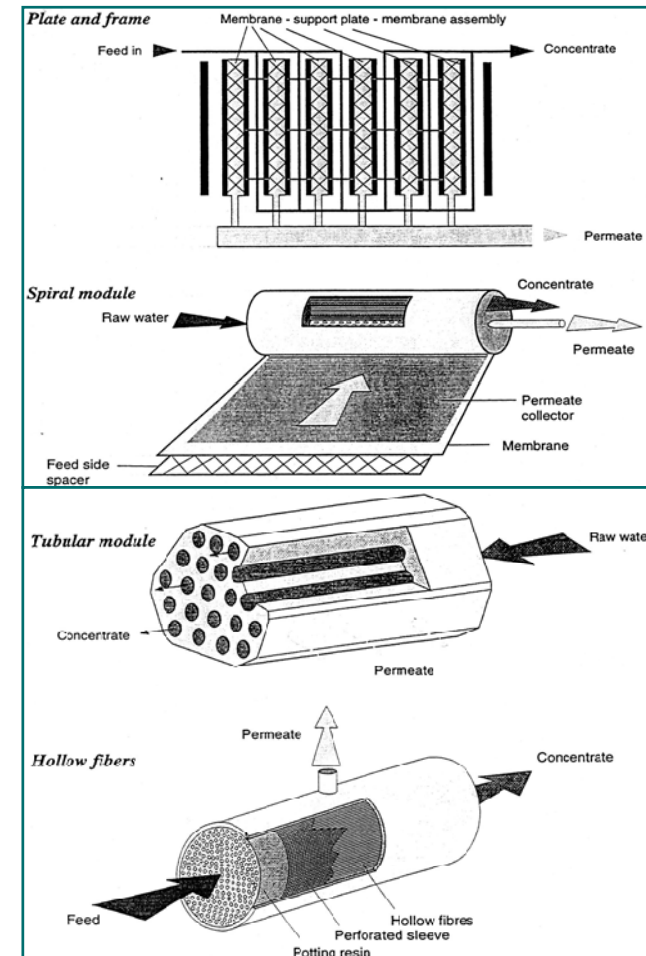
- Definition
  - ÖLB 2006: Desinfektion ist die irreversible Inaktivierung von Krankheitserregern
  - Filtration = Desinfektionsverfahren?
- Regelwerke / Technische Anleitungen
  - Österreichische Lebensmittelbuch, III. Auflage (1998): Kapitel B 1 "Trinkwasser"
  - Trinkwasser-Verordnung, BGBl. I Nr. 24/2001
  - DVGW Arbeitsblatt W 290 (2005): „Trinkwasserdesinfektion - Einsatz - und Anforderungskriterien“
  - DVGW Arbeitsblatt W 229 (2008): „Verfahren zur Desinfektion von Trinkwasser mit Chlor und Hypochloriten“
  - EN 12255-14 (Desinfektion von Abwasser)
  - RL 2006/7/EG (Badegewässerrichtlinie)
- Hauptaugenmerk der Regelwerke → Trinkwasserbereich

# Einteilung nach Grundverfahren



# Filtration

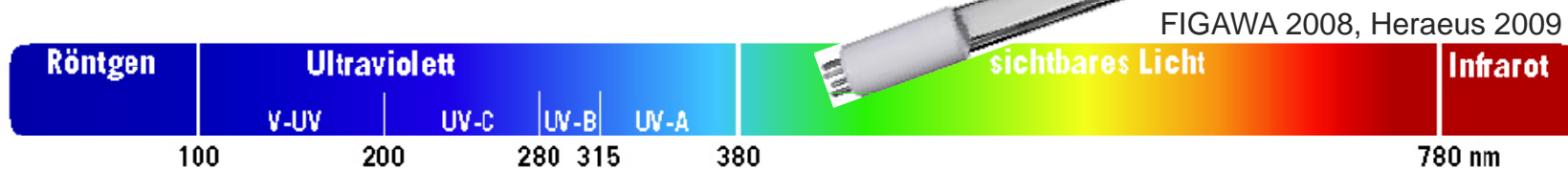
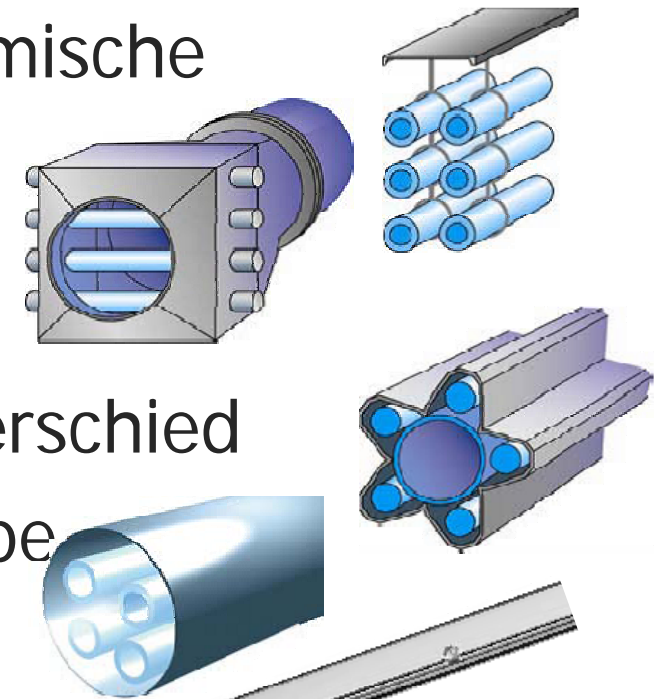
- Unterscheidung zwischen Vorbehandlung / eigener Aufbereitungsschritt
- Abtrennung (Hygienisierung), keine eigentliche Desinfektion
- Cross-flow und dead-end-Betrieb möglich
- Verblockungsgefahr → Wartungskosten



PROCEEDINGS EMS TOULOUSE, 1998

# UV-Behandlung

- Inaktivierung über photochemische Reaktion in der DNA/RNA
- UV-C-Bereich über Hg-Entladungslampen (Nieder- & Hochdruck → Spektrumsunterschied)
- 8.000 - 16.000 Std. pro Lampe
- Keine Chemikalien
- Laufende Wartung, Sensorik



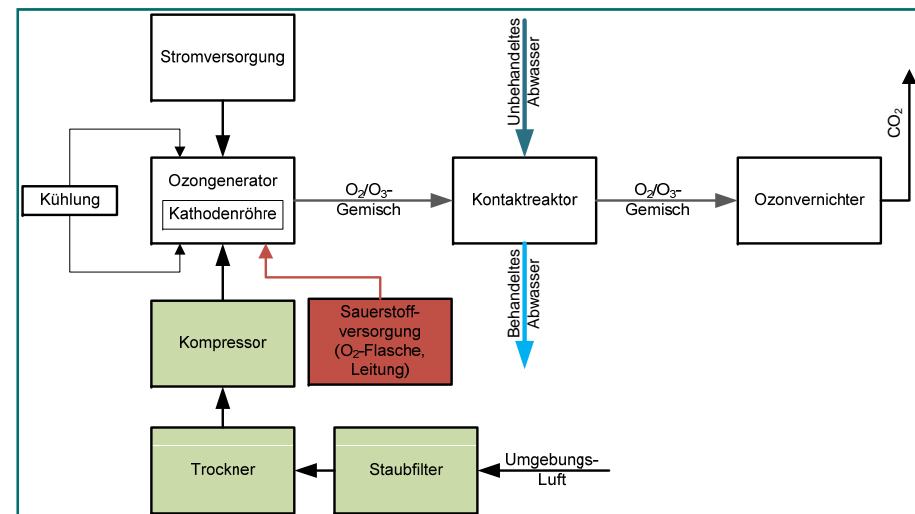
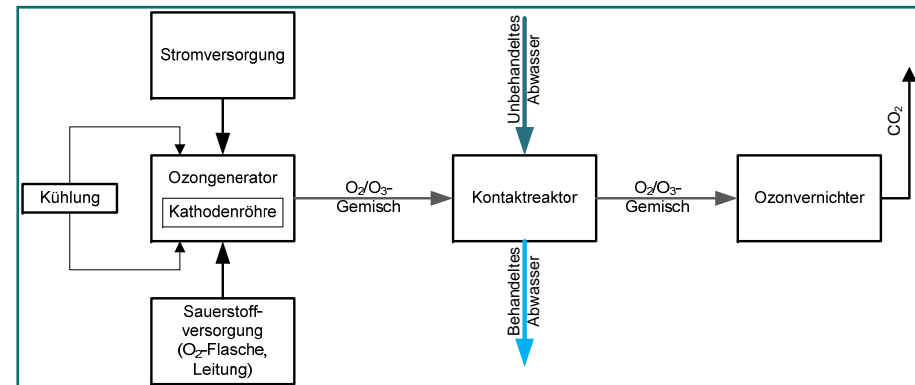
# Chlorierung

- Gängigste Behandlungsform in der Trinkwasseraufbereitung
  - Depotwirkung
  - Überwachung über Gehalt an freiem Chlor
- Einsatz von Chlor / Chlorverbindungen
  - Chlorgas  $\text{Cl}_2$ , Chlordioxid  $\text{ClO}_2$ , Hypochlorit
- Ausbildung von Chloraminen bei Einsatz von Chlorgas (Ammoniumkonzentrationen relevant)
- Sicherheitstechnische Anforderung bei der Produktion der Desinfektionsmittel

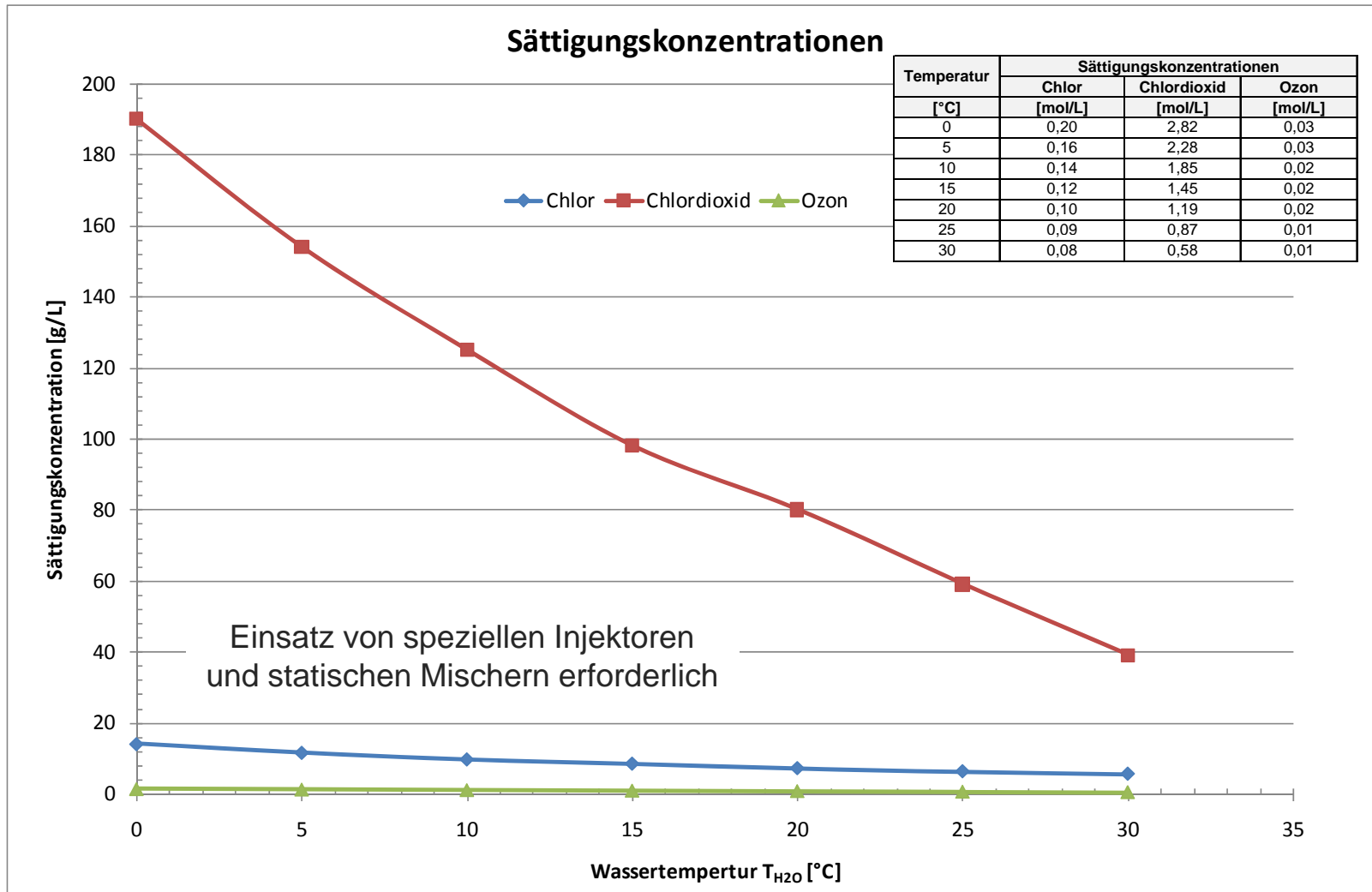


# Ozonierung

- Starkes Oxidationsmittel
- Keine Nebenreaktionen
- Keine Depotwirkung
- Wartungsaufwand
- Schlechte Löslichkeit → zusätzliche Aggregate
- Sicherheitssysteme (z.B. O<sub>3</sub>-Detektor, Restozonvernichter)

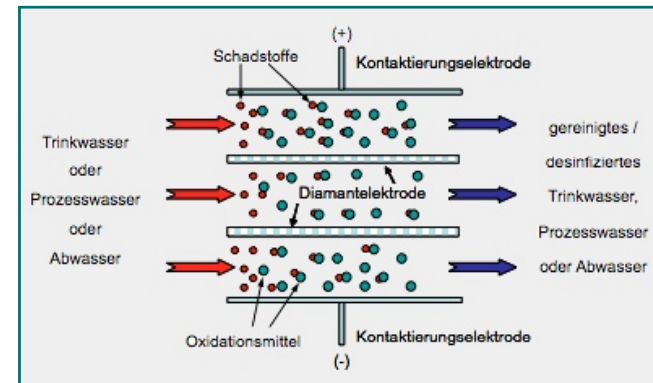


# Kontaktierung Gas/Wasser



# Anodische Oxidation

- Insitu-Produktion von Oxidationsmitteln aus der organischen Matrix des zu behandelnden Mediums → kein Chemikalienzusatz
- Kompakte Bauweise
- Einfache Regelbarkeit
- Erste Prototypen im Einsatz



# Vergleich

Verfahren	Vorteile	Nachteile
UV-Des.	Minderung der Keimzahl, schnelle Wirkung, Geringe Energiekosten, keine Chemikaliengzugabe, Kostengünstig	Legionellen in Biofilm-Partikeln und Einzellern werden ungenügend abgetötet, keine Depotwirkung, hoher Reinigungsaufwand, Mutagenität von Mikroorganismen durch UV-Einstrahlung kann nicht ausgeschlossen werden, Abwassertrübung, Wartungsintensiv bei unregelmäßigem Abwasseranfall, keine Reduktion anderer Parameter (z.B. CSB)
Ozon	Abtötung von Bakterien und Viren, schnelle Desinfektion	Hoher Verfahrens- und Energieaufwand, Wirkung nur wenige Minuten, keine Depotwirkung, Gefährdungspotential ist hoch, da Umgang mit giftigem, explosivem Gas, Entfärbung, Oxidation, Mikroflokkung, erhöhte Wiederverkeimungsrate, Materialkorrosion, Kostenintensiv
Chlorung	Abtötung von Bakterien und Viren, schnelle Desinfektion, Depotwirkung, aus der Trinkwasseraufbereitung erprobt	Nebenreaktion und Bildung von Chloraminen möglich, Sicherheitstechnische Anforderungen, Gas muß vor Ort produziert werden, Anforderungen an das Wartungspersonal
Membran-Verfahren / Ultrafiltr.	Keimfreier Ablauf, Keine Dosierung von gefährlichen Chemikalien zur Wasseraufbereitung, Keine störende Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigung, Keine pH-Verschiebung	Energiebedarf, Reinigung der Membranen, Vorbehandlung für einen stabilen Betrieb, Virendurchlässig, Zuwachsen der Membranen, Keine Abtötung der Bakterien – Rückspülung dadurch Aufkonzentration des Bakteriensumpfes, Zusätzlich Behandlung des Bakterienkonzentrates kostenintensiv
Anodische Oxidation	Keine Dosierung von gefährlichen Chemikalien zur Wasseraufbereitung, Keine störende Geruchs- und Geschmacksbeeinträchtigung, Mikrobizide Depotwirkung, Reproduzierbare, langzeitstabile Wirksamkeit, Hohe Betriebssicherheit, Geringe Betriebs- und Wartungskosten.	Abhängigkeit der Oxidationsmittelproduktion vom Medium, AOX-Problematik bei hohen Stromdichten, Fehlende Normung

Technologie	Umweltverträglichkeit	Nebenprodukte	Dimensionierung	Effektivität	Depotwirkung	Wartung
Ozonierung	+/-	+	+	+	--	-
UV-Behandlung	+	+	+	+	--	--
Chlordioxid ClO <sub>2</sub>	+/-	+	+	+	++	+/-
Chlorgas Cl <sub>2</sub>	--	-	+	+	+	+/-
Hypochlorit	--	+	+	+	+	+/-
Anod. Oxidation	+	+/-	+/-	+	+/-	++
Ultrafiltration	++	++	+	+	--	-

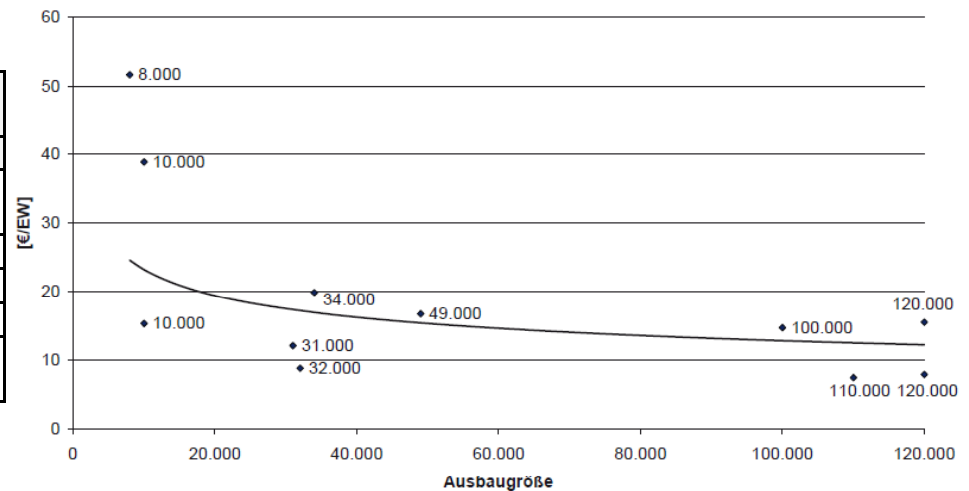
# Zusammenfassung

- Medienzusammensetzung hat großen Einfluß auf die eingesetzte Technologie (z.B. Schwebstoffanteil)
- Ggf. Einsatz einer Vorreinigungsstufe
- Kosten abhängig von der Ausbaugröße und Vorreinigung

**Kostenvergleich**

Autor	Ozonung mit Filtration	Ozonung ohne Filtration	UV-Desinfektion
	[€/m³]	[€/m³]	[€/m³]
Abegglen, Rosenstiel, Ort und Schärer	0,06-0,24	0,03-0,13	---
Ternes und Joss	---	0,01-0,04	---
Metzger und Kapp	---	---	---
Türk	---	0,05-0,14	---
Müller, Bleisteiner, Pirchner et al	---	---	0,026

**Kosten für UV-Behandlung vs. Ausbaustufe**



Müller, Kurt; Bleisteiner, Stefan; Pirchner, Adolf; Gnirß, Regina; Hübner, Michaela: Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser. In: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall. Jhg. 65, Nr. 6, 2009, pp 593-599

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!