

# Möglichkeiten und Grenzen der DOC-Eliminierung in der Aufbereitung

Workshop am 03. März 2020 in Tharandt



Katrin Bornmann, Burkhard Wricke



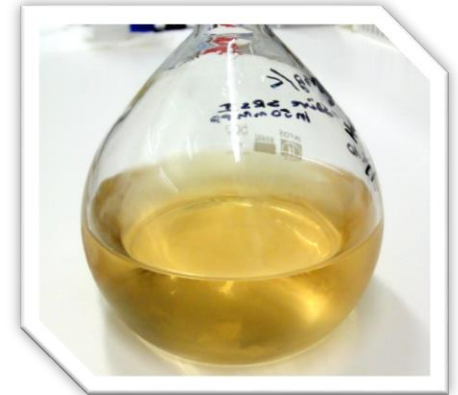
# Themenschwerpunkte

---

- Verfahren zur DOC-Eliminierung und zur weitergehenden DOC-Eliminierung
- International verwendete Aufbereitungsverfahren und Technologien für DOC-haltige Rohwässer aus Trinkwassertalsperren
- Weitergehende DOC-Eliminierung in großtechnischen Anlagen
- Gegenüberstellung und Bewertung der Verfahren

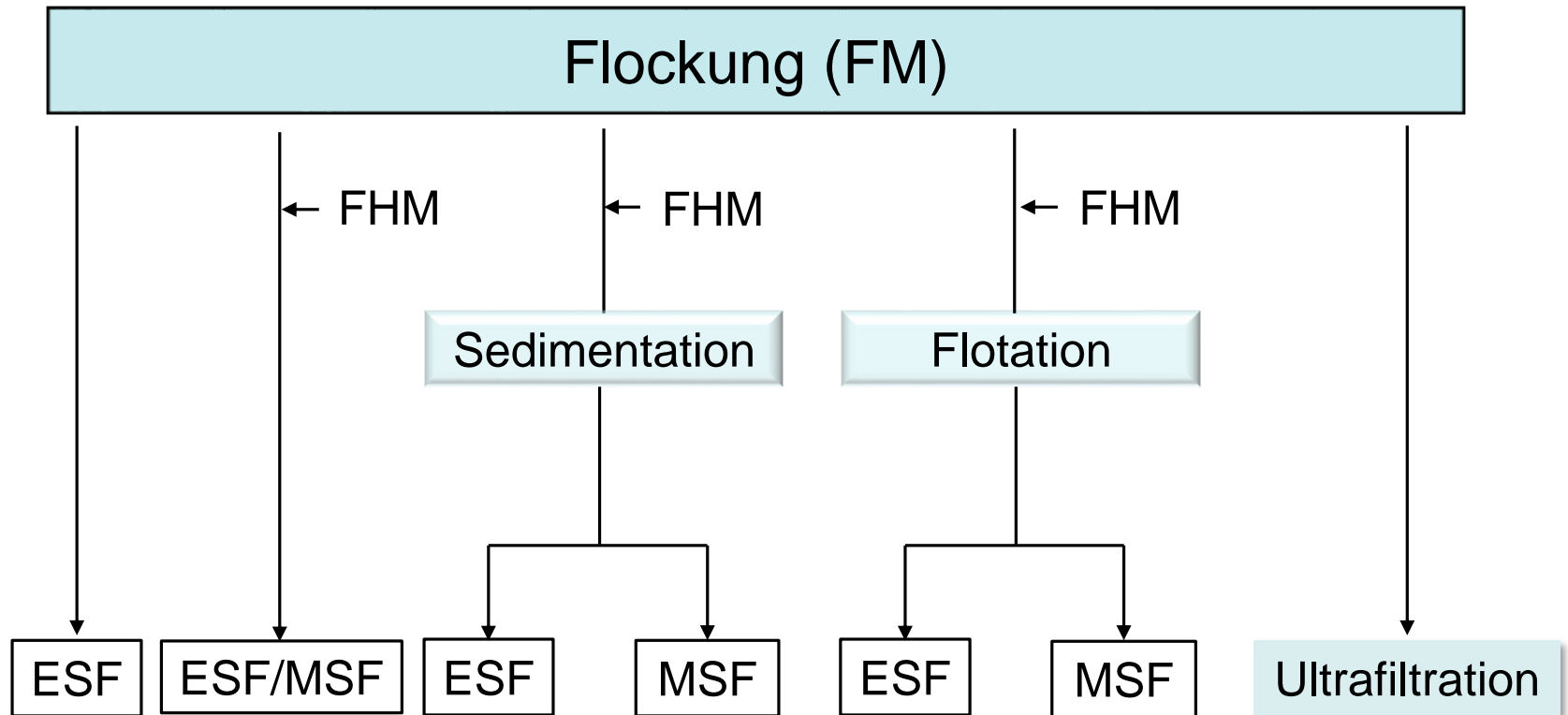
# Notwendigkeit und Ziele der DOC-Eliminierung

- Entfärbung und Begrenzung der Nebenproduktbildung bei der Desinfektion unter Einsatz von Chlor und/oder Chlordioxid
- DOC-Zielwerte im Reinwasser (Beispiele):



- ➔ Deutschland 3 mg/l, bedingt durch Grenzwerte für THM und Chlorit (*W290*)
- ➔ Schweden 4 mg/l bei Desinfektion mit UV und Chloraminverfahren (*Köhler et al.*)
- ➔ Frankreich 2 mg/l bei Desinfektion mit Chlor, zur Sicherung eines Restchlorgehaltes im gesamten Verteilungsnetz (*Ventresque, C. et al.*)

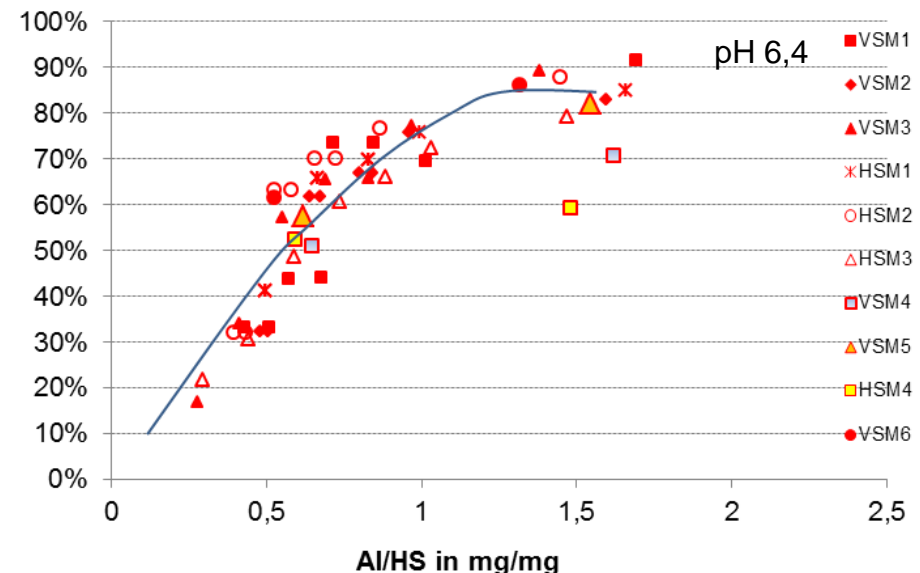
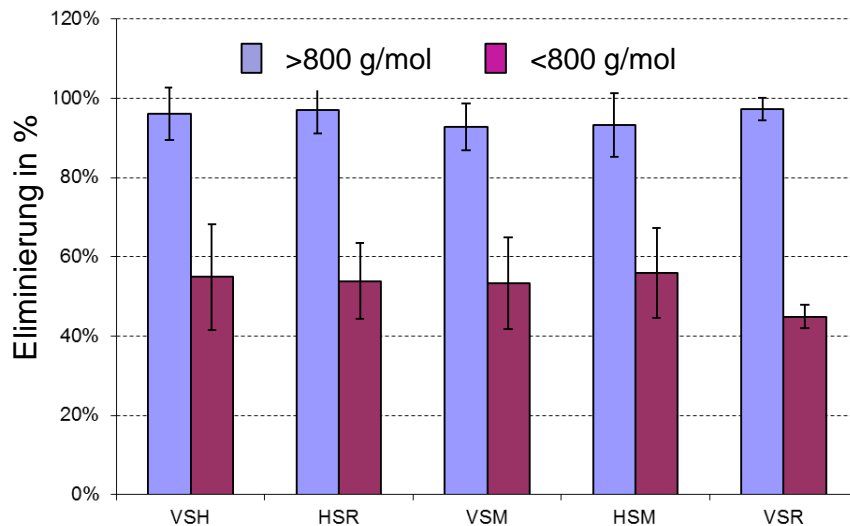
# Klassische Verfahren der Partikel- und DOC-Eliminierung im Rahmen der Talsperrenwasseraufbereitung



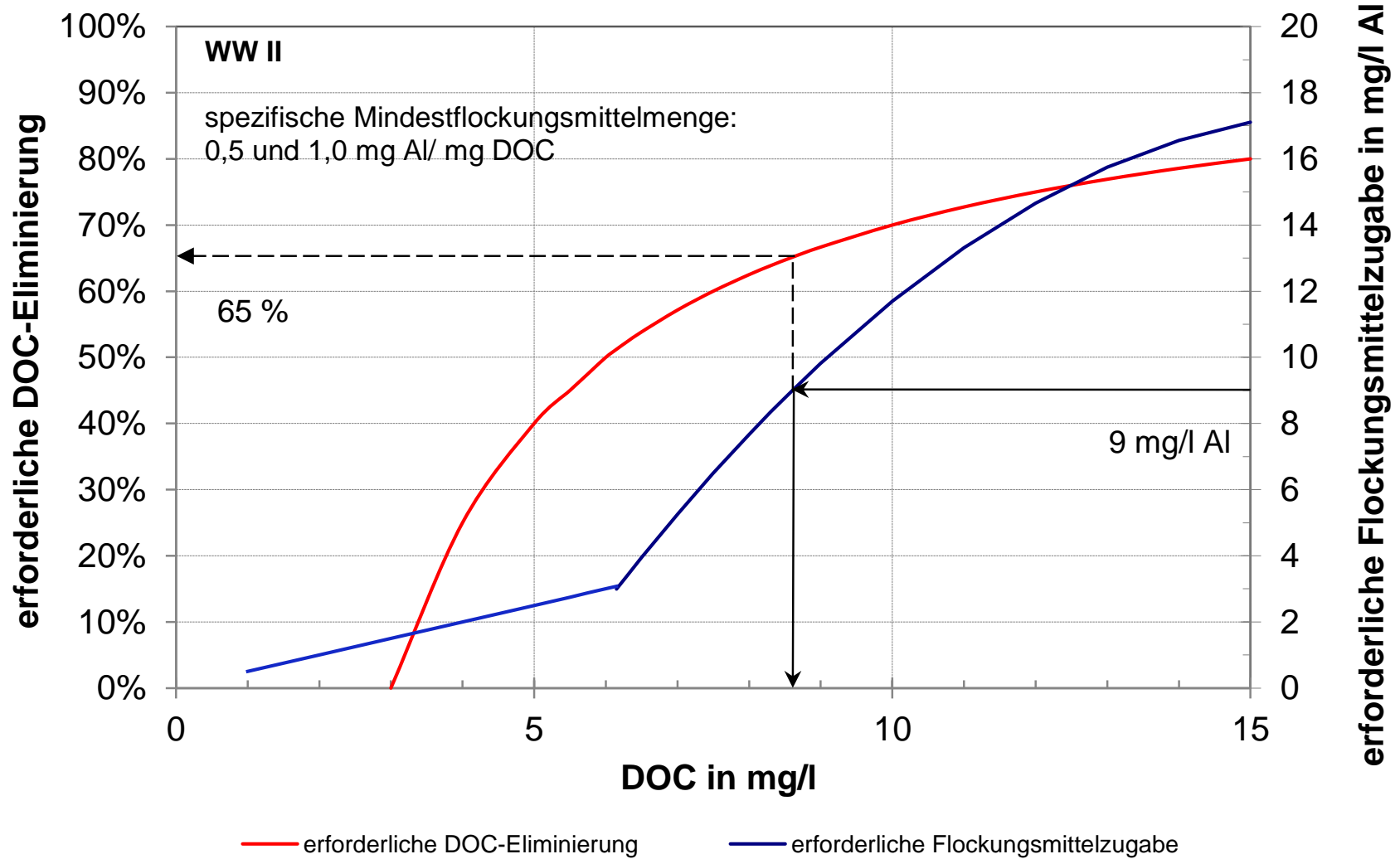
- FM - Flockungsmittel
- FHM - Flockungshilfsmittel
- ESF - Einschichtfilter
- MSF - Mehrschichtfilter

# Wirkungsgrad der DOC-Eliminierung

- maßgebende Faktoren:
  - ➔ Struktur und Zusammensetzung des DOC
  - ➔ Flockungs-pH-Wert
  - ➔ Flockungsmitteldosis
- Maximale Eliminierung bei optimierten Flockungsbedingungen (pH-Wert und Flockungsmitteldosis) abhängig vom Anteil höhermolekularer Huminstoffe



# Erforderlicher Flockungsmittelbedarf

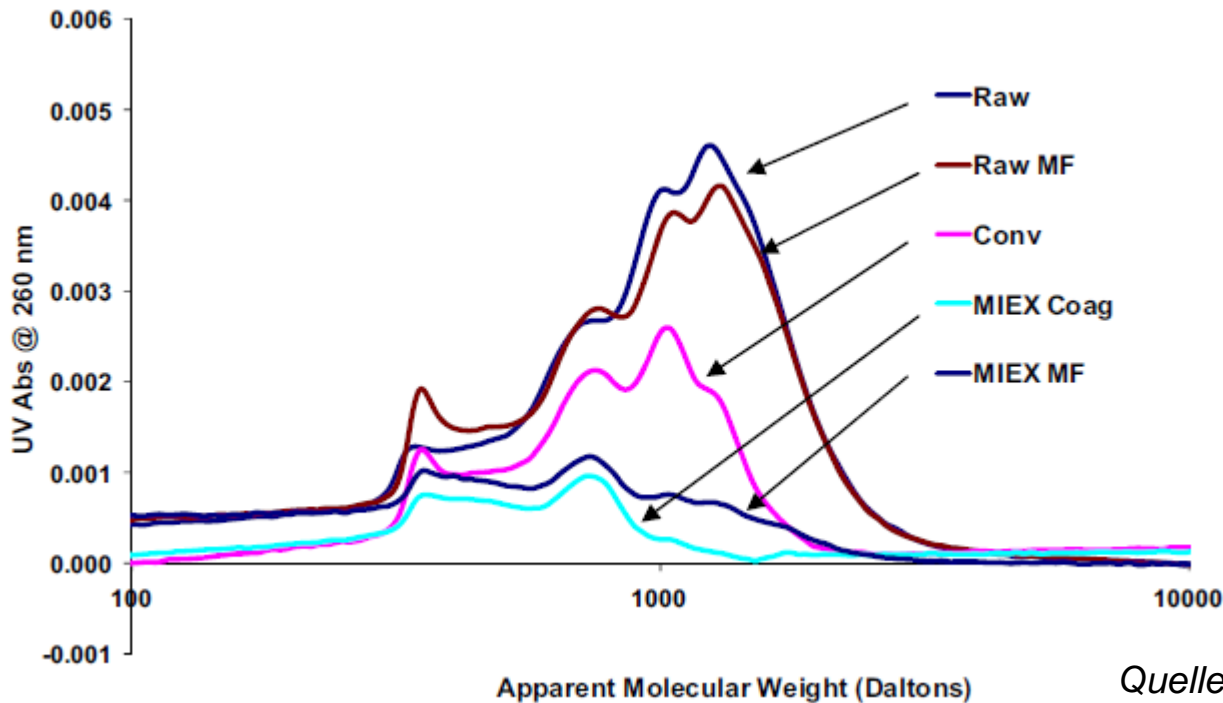


# Verfahren zur weitergehenden DOC-Eliminierung

---

- Einsatz von Adsorberharzen (MIEX, SIX, ...)
- Nanofiltration (Wickelmembranmodule und Hohlfasermembran)
- Pulverkohledosierung / Aktivkohlefiltration
- Ozonung / biologisch arbeitende Aktivkohlefiltration

# Einsatz von Adsorberharzen (MIEX, SIX, ...)

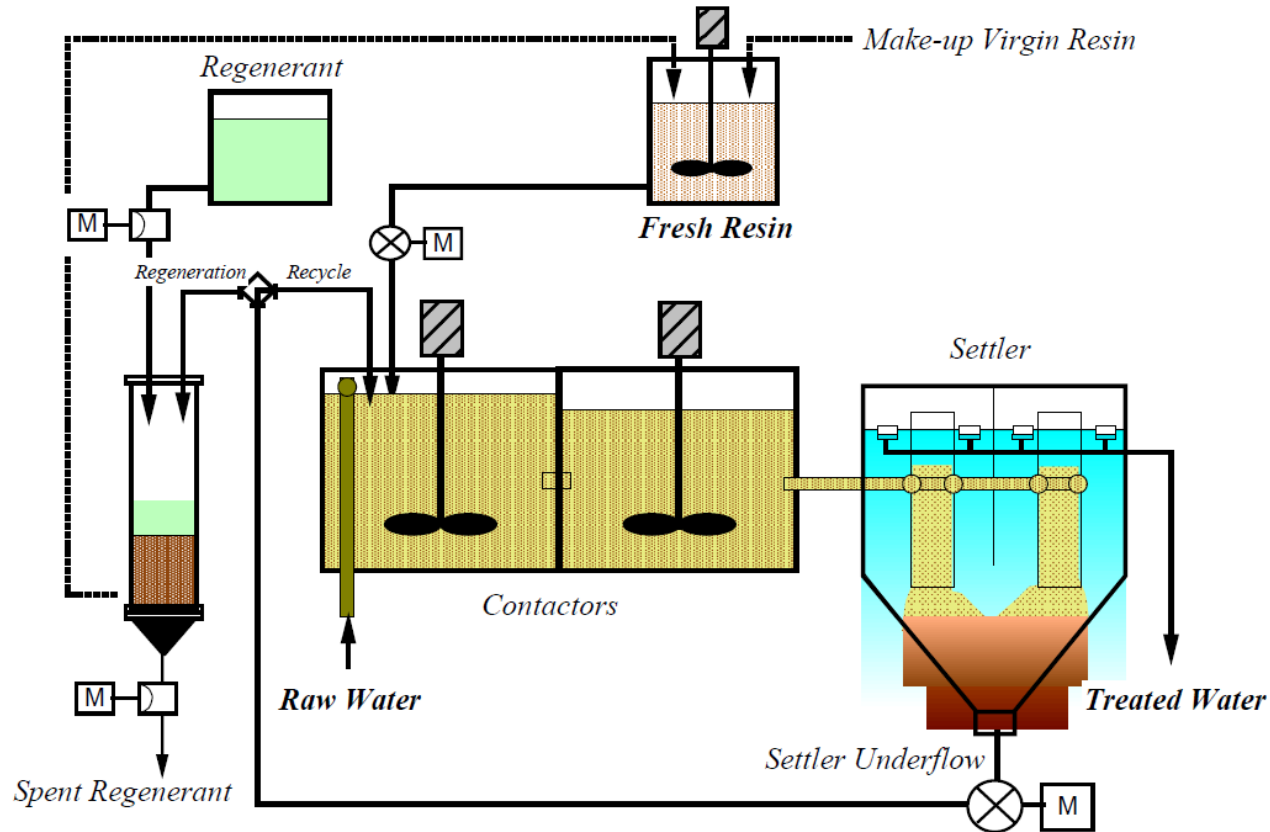


- Im Vergleich zur Flockung zusätzliche Eliminierung von Huminstoffen mit mittlerer Molmasse
- Einsatz vor, mit oder nach Flockung
- Wirkungsgrad abhängig von der Zusammensetzung des DOC



# Einsatz von Adsorberharzen, Beispiel WW Myponga Reservoir (MIEX)

## Schema: MIEX® - Prozess

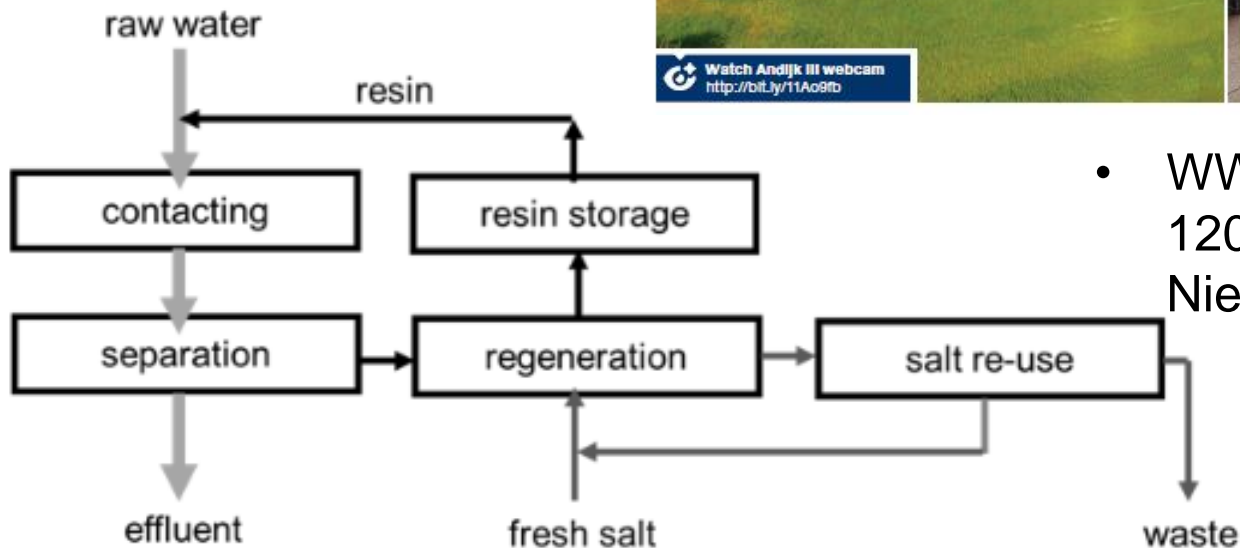


Quelle: Slunjski, M. et al.

# Einsatz von Adsorberharzen, Beispiel WW Andijk (SIX)

CeraMac® and SIX® success stories

## Schema: SIX® - Prozess



- WW Andijk (Seewasser),  
120.000 m<sup>3</sup>/d,  
Niederlande

Quelle: PWN-Technologies

# Einsatz der Nanofiltration

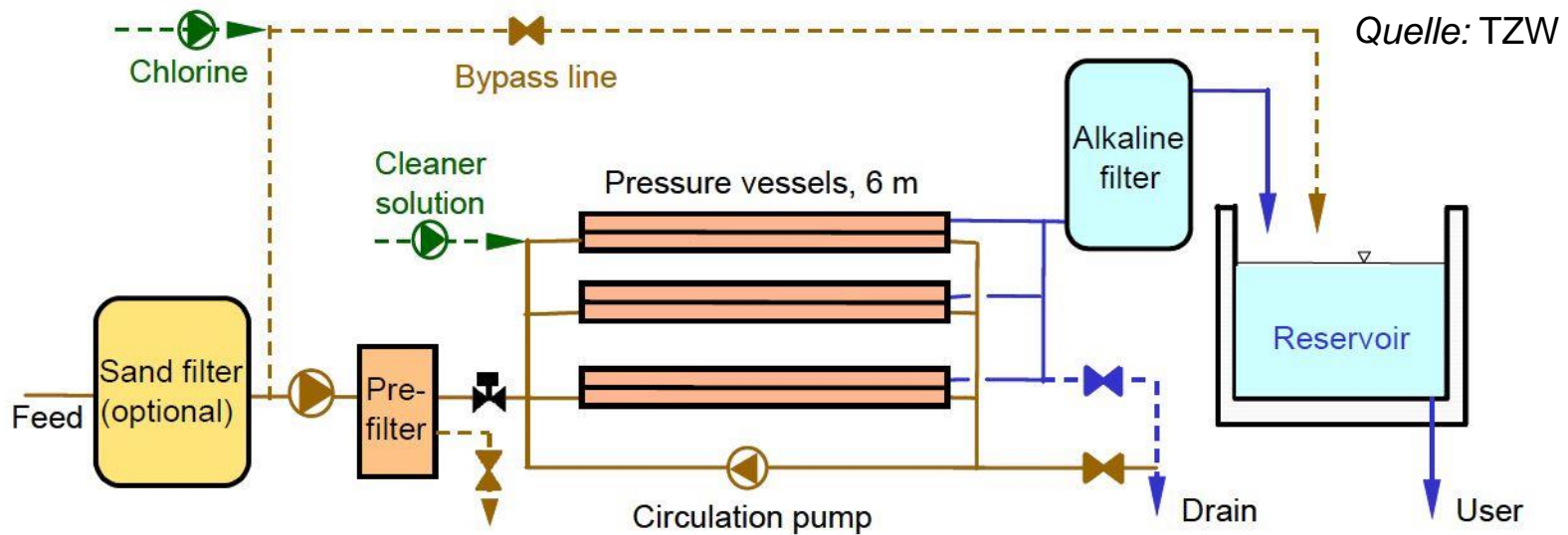
---

- Weitgehende **DOC-Eliminierung**, organische Säuren und niedermolekulare Verbindungen werden nicht oder nur bedingt eliminiert.
- Breiter Einsatz von **Wickelmodulen** in Kleinanlagen (Norwegen und Schottland). Keine Spülung möglich, regelmäßig chemische Reinigung.
- Neuentwicklung: **Hohlfasermembran**, spülbar, in Kombination mit Flockung betreibbar, optimiert für DOC-Eliminierung bei nur geringer Härteeliminierung

# Einsatz der Nanofiltration, Beispiel Kleinanlagen Norwegen

## Schema:

Darstellung einer Nanofiltrationsanlage zur  
NOM Entfernung

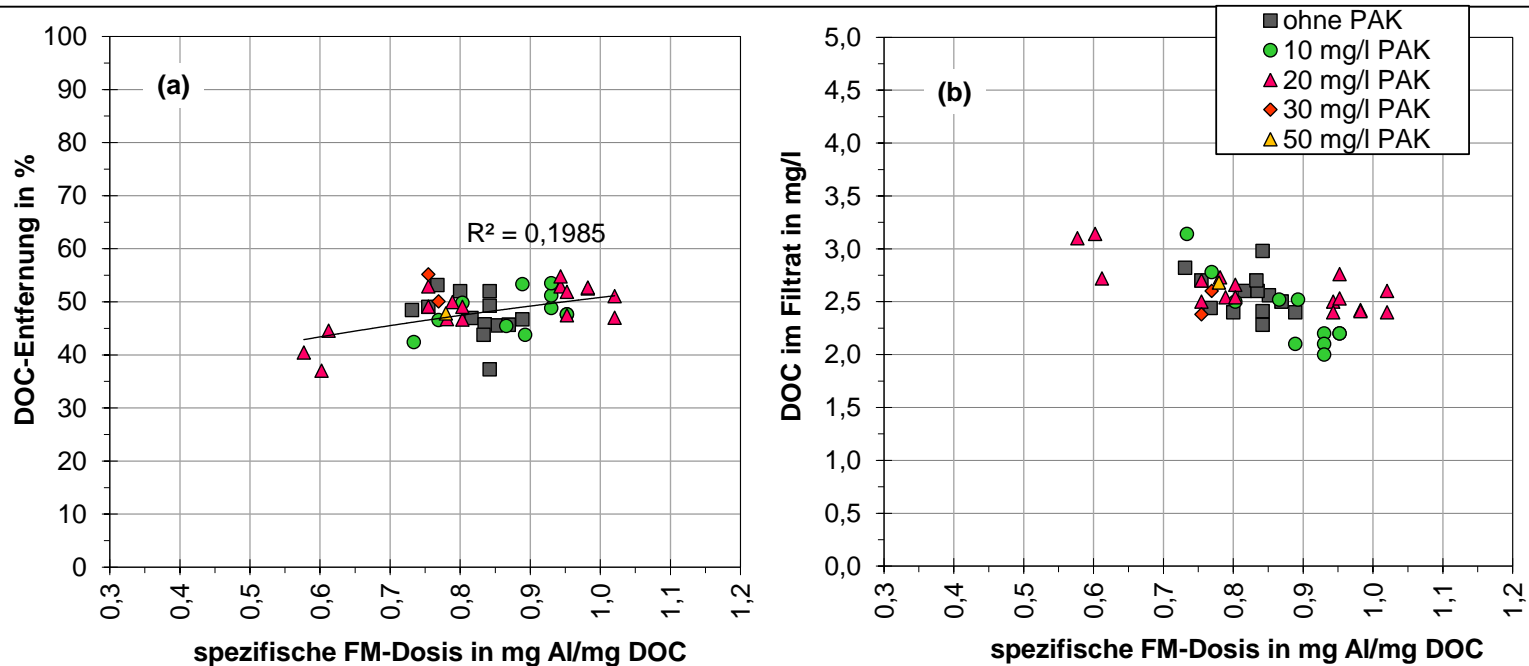


(Quelle: Thorsen)

# Beispiele für Großanlagen mit Nanofiltration

<b>Wasserwerk / Standort</b>	<b>Eupen und Stembert, Belgien</b>	<b>Kleinanlagen an &gt;100 Standorten, Norwegen</b>	<b>Mery-sur-Oise, Frankreich</b>	<b>Portugal WW in Planung</b>
<b>Rohwasserressource</b>	Talsperrenwasser	Seewasser	Flusswasser	Flusswasser
<b>Kapazität</b>	65.000 m <sup>3</sup> /d 45.000 m <sup>3</sup> /d	16.000 m <sup>3</sup> /d (größte Anlage)	140.000 m <sup>3</sup> /d (Q <sub>max</sub> = 340.000 m <sup>3</sup> /d)	100.000 m <sup>3</sup> /d

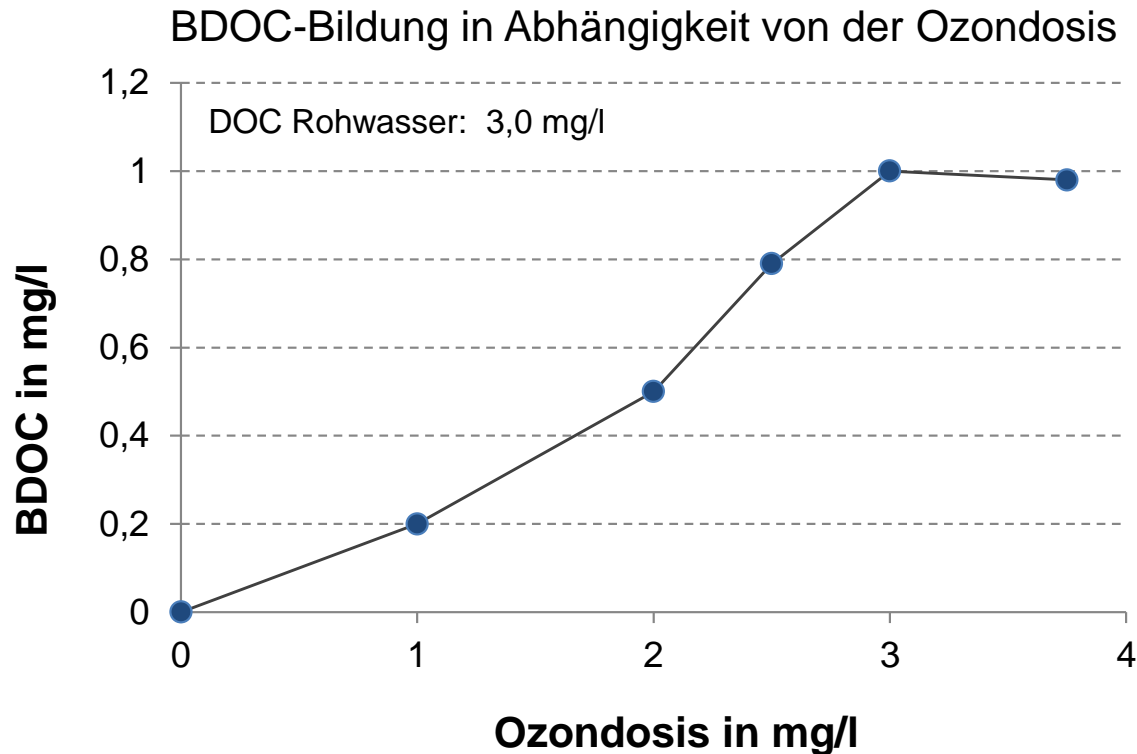
# Einsatz der Pulverkohledosierung / Aktivkohlefiltration



Quelle: TZW

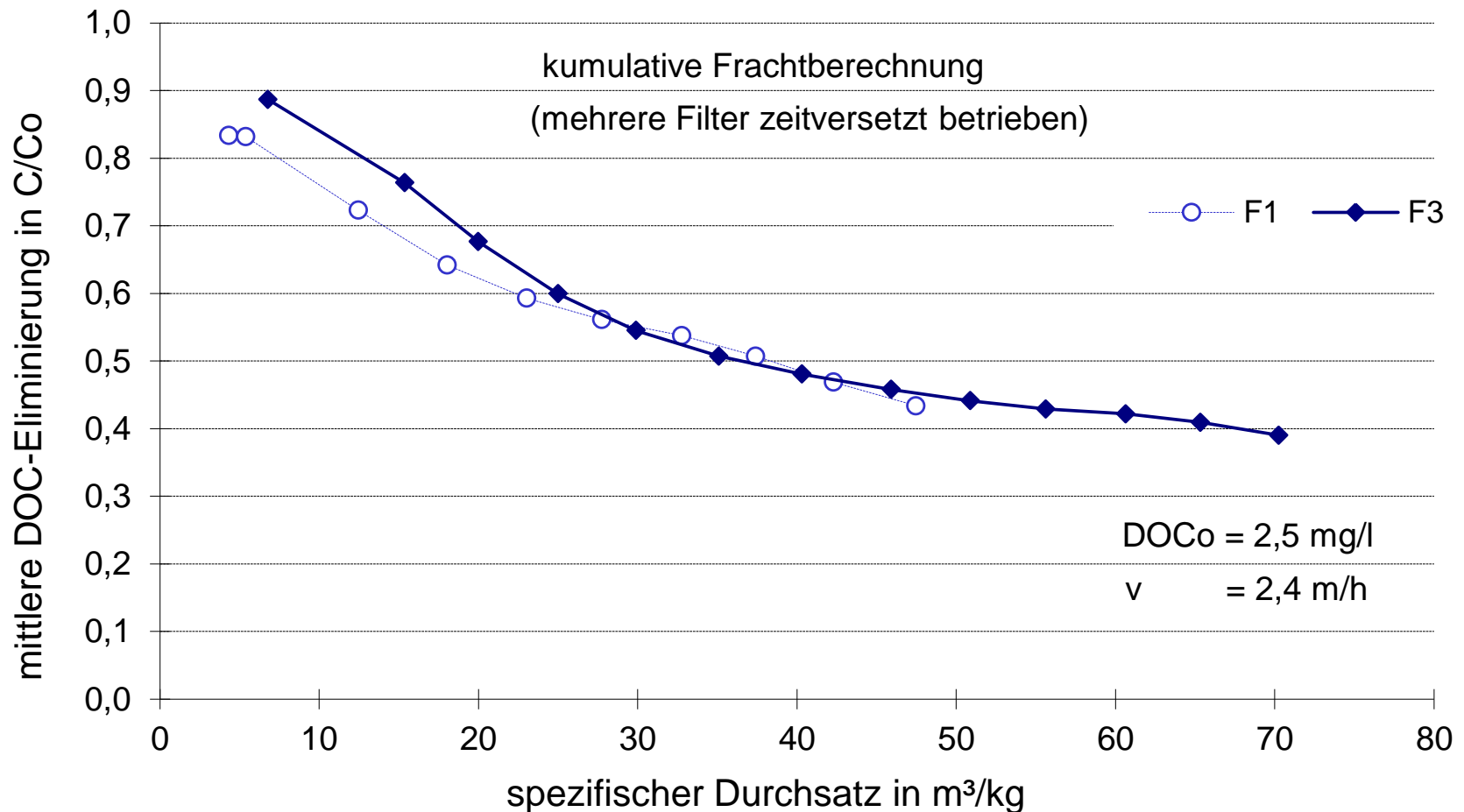
- Pulverkohledosierung, Wirkungsgrad abhängig von Dosis und Kontaktzeit sowie Art der Pulverkohle (Effekt bei Dosiermengen von >20 mg/l begrenzt)
- Aktivkohlefiltration, begrenzter Wirkungsgrad, da schnelle Beladung mit Huminstoffen

# Einsatz der Ozonung und biologisch arbeitende Aktivkohlefilterstufe



- Erzeugung biologisch abbaubarer Stoffe durch Ozonung von Huminstoffen
- Wirkungsgrad wird durch erreichten biologischen Abbau im Aktivkohlefilter bestimmt
- Effekt insgesamt begrenzt (ca. 1 mg/l DOC)

# Einsatz der Ozonung und biologisch arbeitende Aktivkohlefilterstufe



Ozonung / biologisch arbeitende Aktivkohlefiltration



# Zusammenfassende Wertung (I)

---

- Optimierung der **Flockung** (pH-Wert, Erweiterung der Anlage um Grobaufbereitung für Einsatz höherer Flockungsmittelmengen) wird international als Maßnahme zur weitergehenden DOC-Eliminierung angesehen (*Enhanced coagulation*)
- Verfahren, die eine DOC-Eliminierung über Effekt der Flockung hinaus ermöglichen, werden in größerem Umfang pilotiert. Dies betrifft den Einsatz von Adsorberharzen, der Nanofiltration und der Kombination Ozonung mit biologisch arbeitender Aktivkohlefilterstufe
- **Adsorberharze (MIEX)** werden insbesondere in Australien und den USA in Kombination mit der Flockung großtechnisch eingesetzt. Das **SIX®-Verfahren** ermöglicht sowohl den Einsatz von MIEX® als auch von anderen Harzen. Ziel ist die Minimierung des Konzentratanfalls auf 5 – 10 %.  
Problem: Regenerierung mit NaCl, Entsorgung des Konzentrates

# Zusammenfassende Wertung (II)

---

- Nanofiltrationsanlagen werden für Kleinanlagen in größerem Umfang in Norwegen, Schottland und Irland eingesetzt. Größere Anlagen werden für die Spurenstoffeliminierung betrieben.

Ergebnisse der Pilotierung oft positiv, aber für Umsetzung zu teuer und Konzentratanfall 10 – 15 %.

- Kombination Ozon – biologisch arbeitende Aktivkohle wird großtechnisch als Möglichkeit genutzt, wenn nur Entfärbung oder begrenzte DOC-Eliminierung erforderlich ist



**Katrin Bornmann**

TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
Außenstelle Dresden, Wasserwerkstr. 2  
01326 Dresden  
katrin.bornmann@tzw.de