

PAkmem:

Aufbereitung problematischer **P**rozess- und **A**bwässer
mit **k**eramischen Nanofiltrations**m**embranen

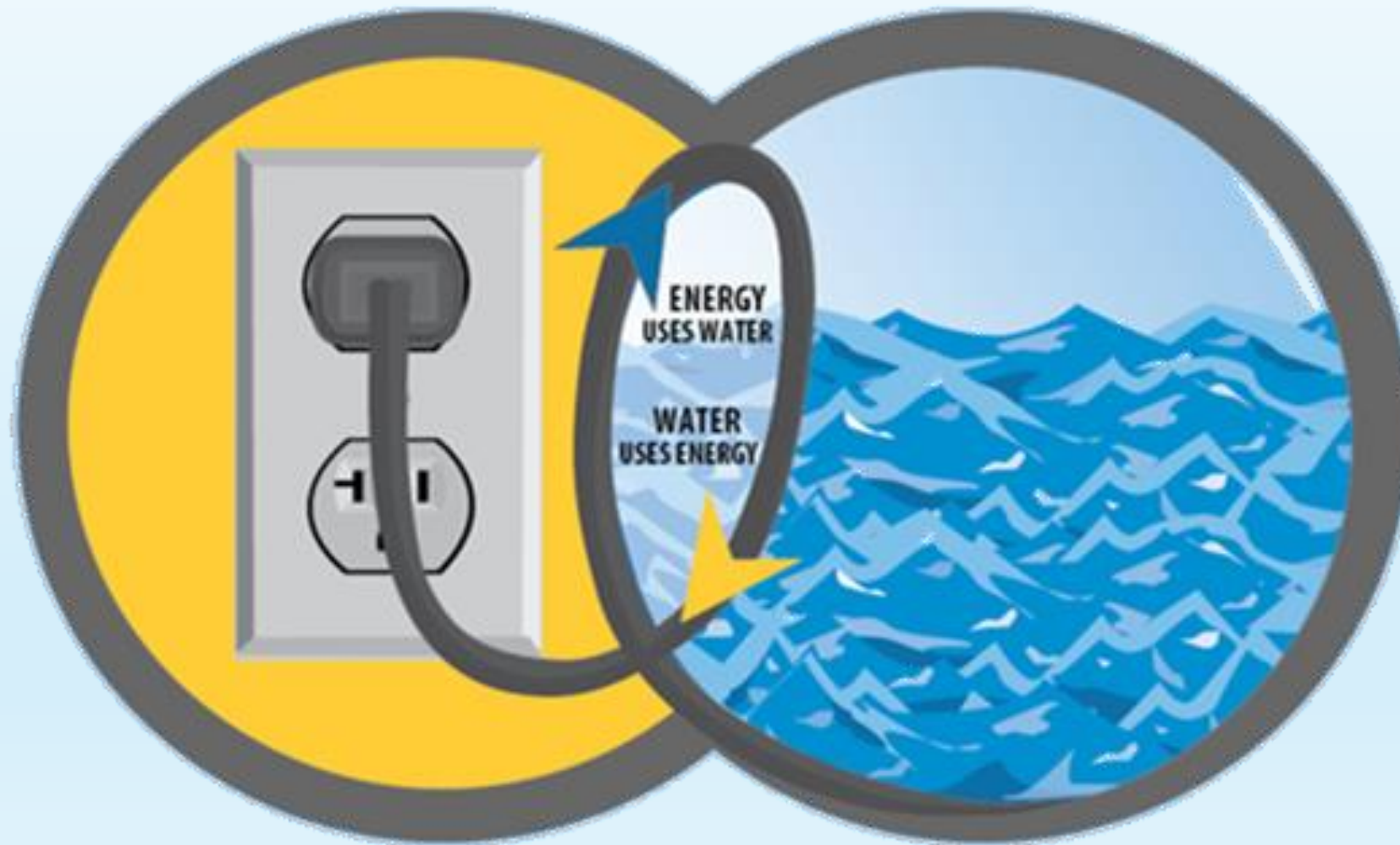
WavE Netzwerktreffen

14.12.2016



Der Water- Energy- Nexus

Nachhaltige Wasserwiederverwendung und Entsalzung sind die Antwort.



PAkmem: Effektive Aufbereitung problematischer Prozess- und Abwässer mit keramischen Nanofiltrationsmembranen

Was heißt problematisch?

- Temperaturen ($> 40^{\circ}\text{C}$)
- Salinität (TDS > 50.000 ppm)
- Ölgehalt (400-10.000 mg/l: frei, dispergiert, emulgiert)
- Suspendierte Feststoffe (> 500 -1.000 mg/l TSS)
- Trübung (> 10.000 NTU)
- Extreme chemische Umgebung (pH 2-13)

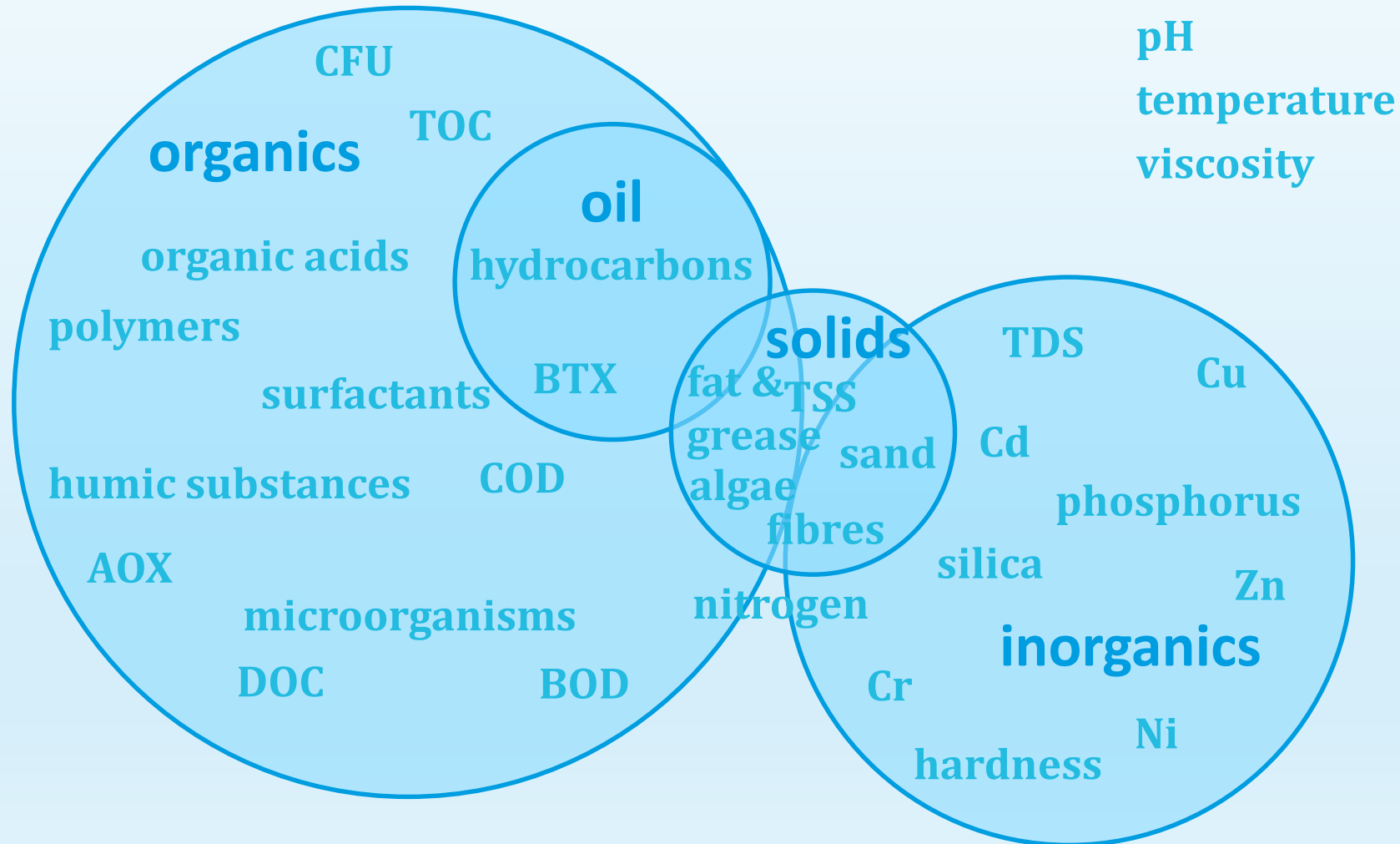


Anwendungen:

- Öl & Gas
- Keramische Industrie
- Metall und Stahl
- Lebensmittel
- Chemie
- Bergbau
- Papier
- Fischzucht

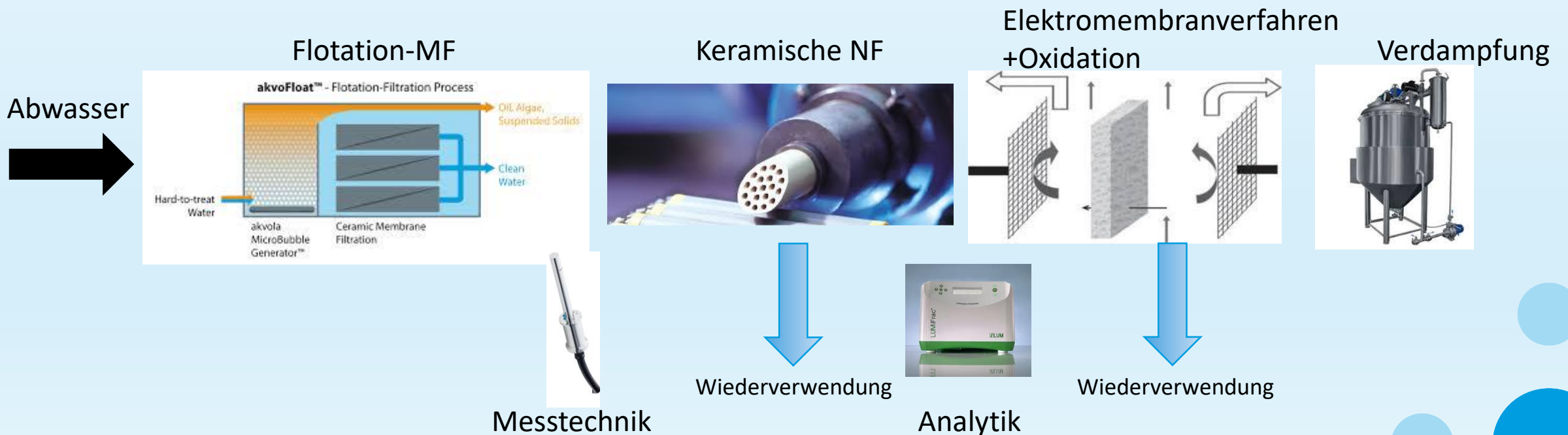
Water Quality Parameters

Contaminants can be separated into organic and inorganic.



PAkmem: Gesamtziel

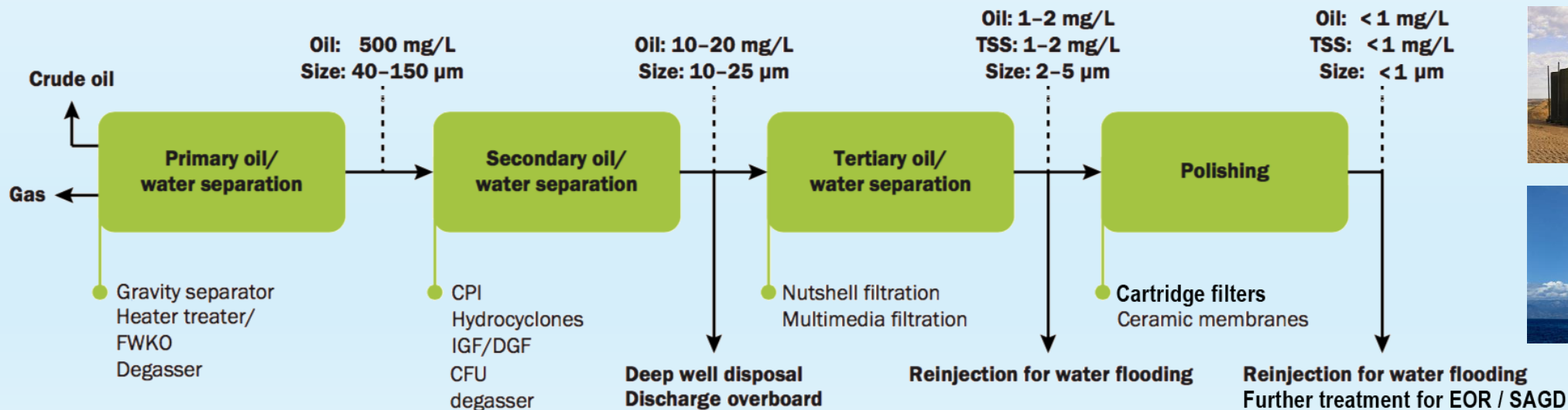
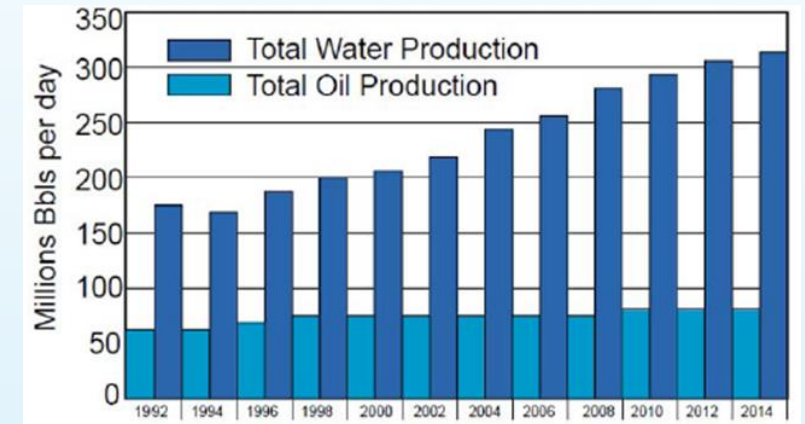
- „Entwicklung und Erprobung von **integrierten Verfahren** zur Wasseraufbereitung für eine effiziente Wasserwiederverwendung und Wasserkreislaufführung mit beispielgebendem Charakter für die O&G- bzw. Keramikindustrie sowie hohem Übertragbarkeitspotenzial für weitere Industriezweige.“

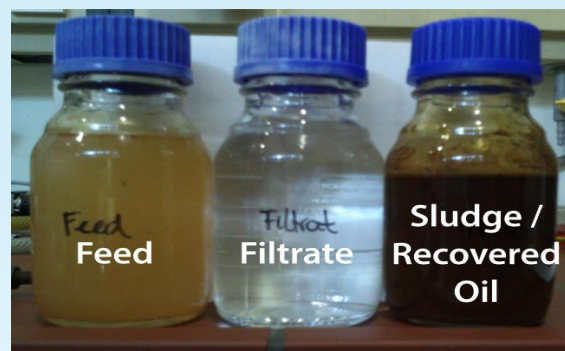
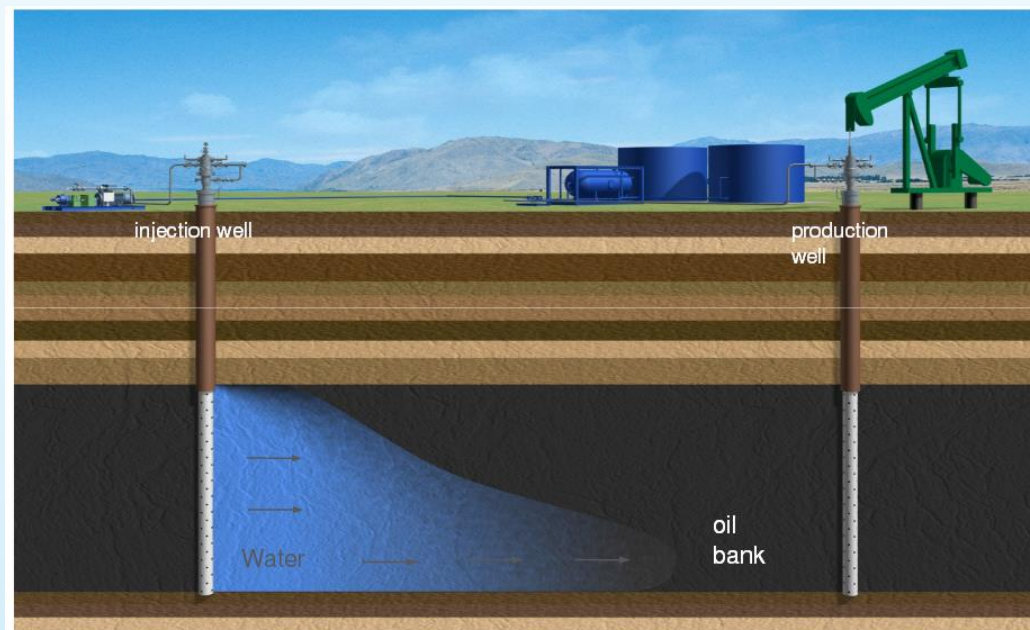


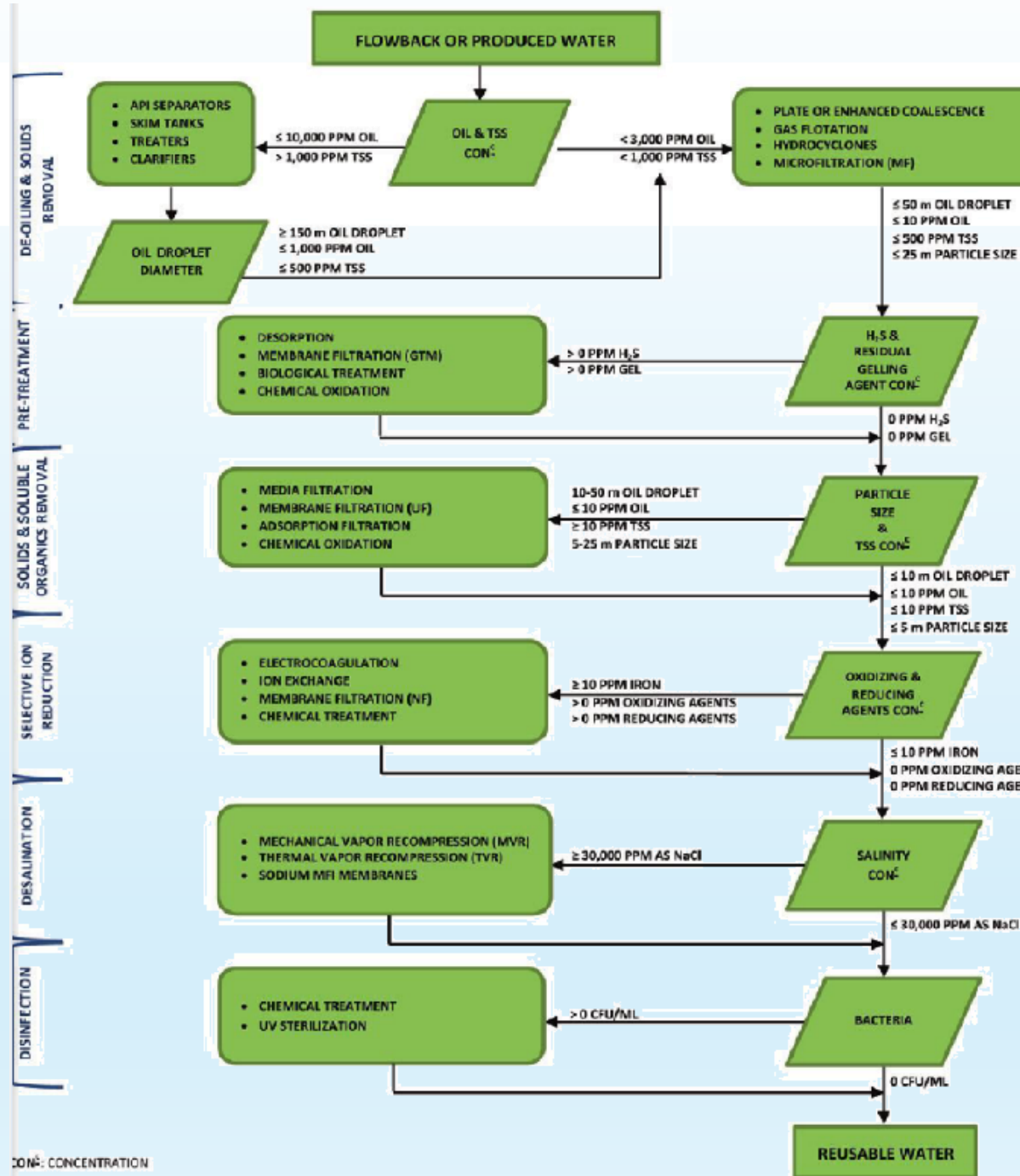
1. Produced Water

Challenges for the O&G industry:

- Increasing amounts of water & stricter regulations
- Low oil price → mature oil fields (70%) on the edge of profitability



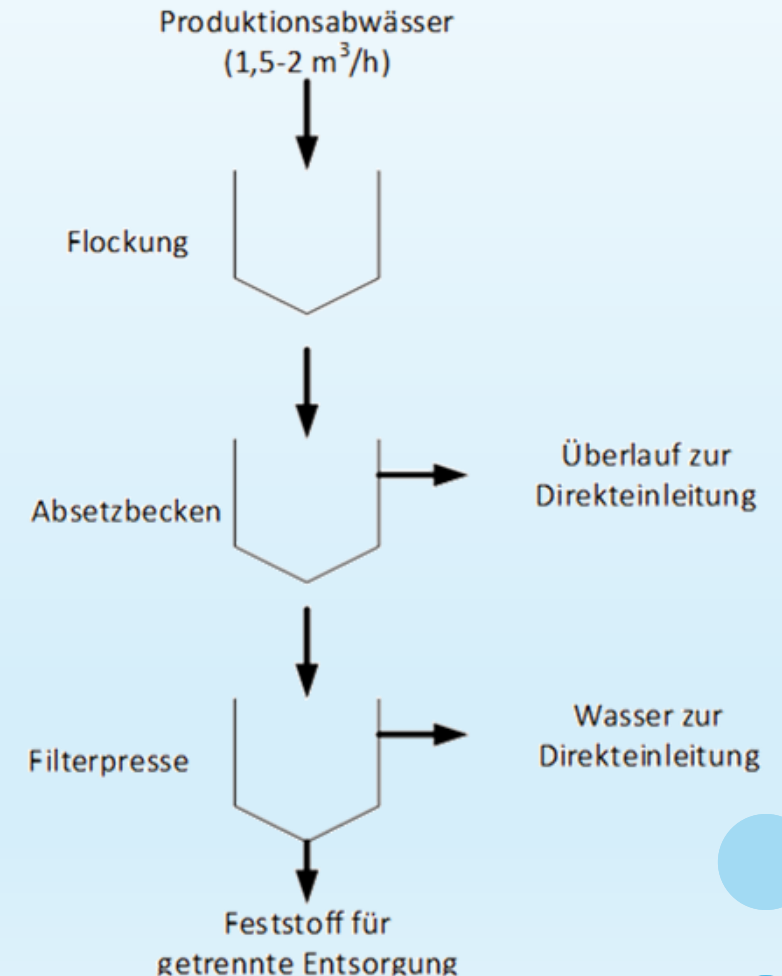


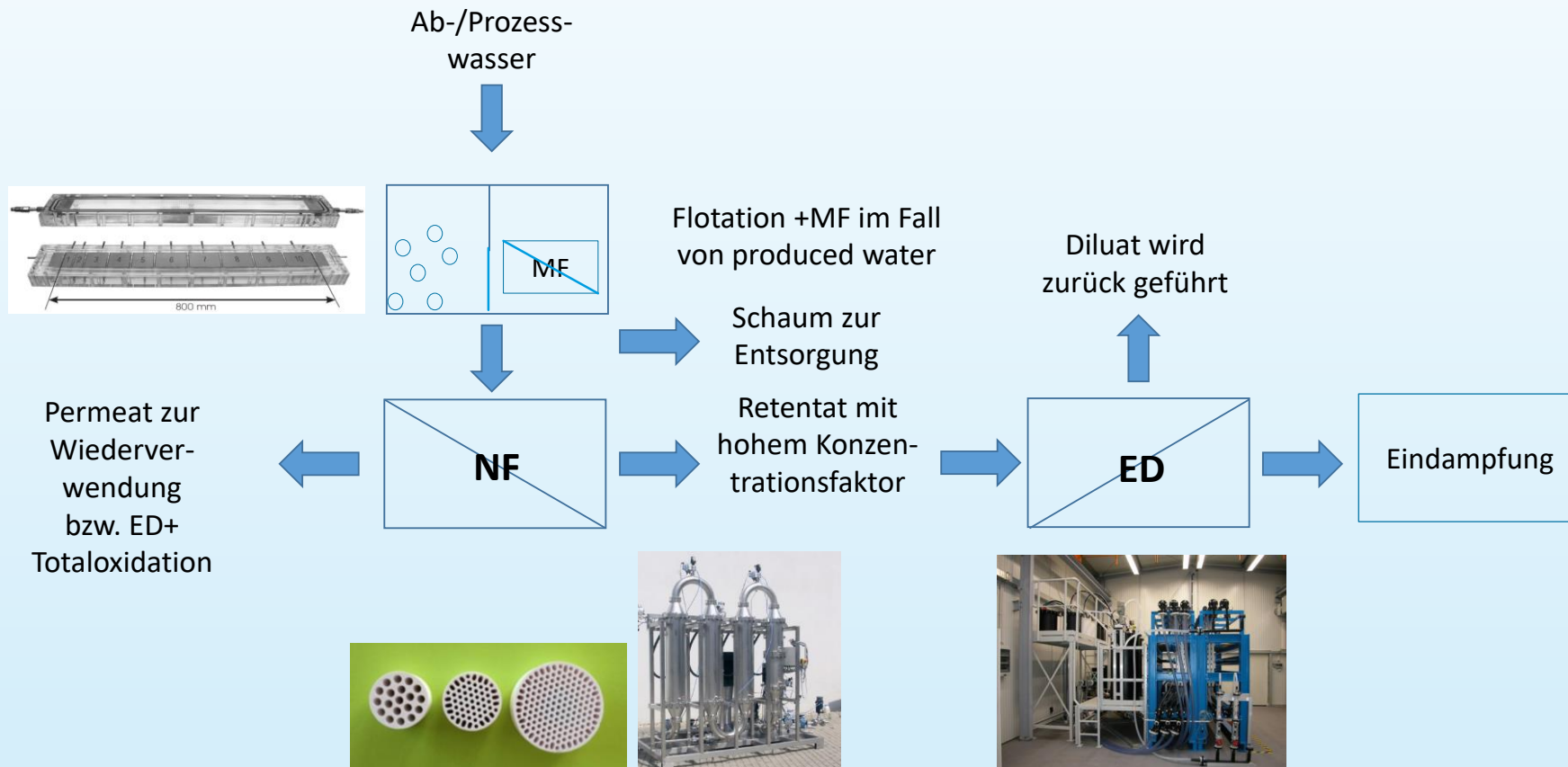


CON^c: CONCENTRATION

2. Wasser aus der Keramikindustrie

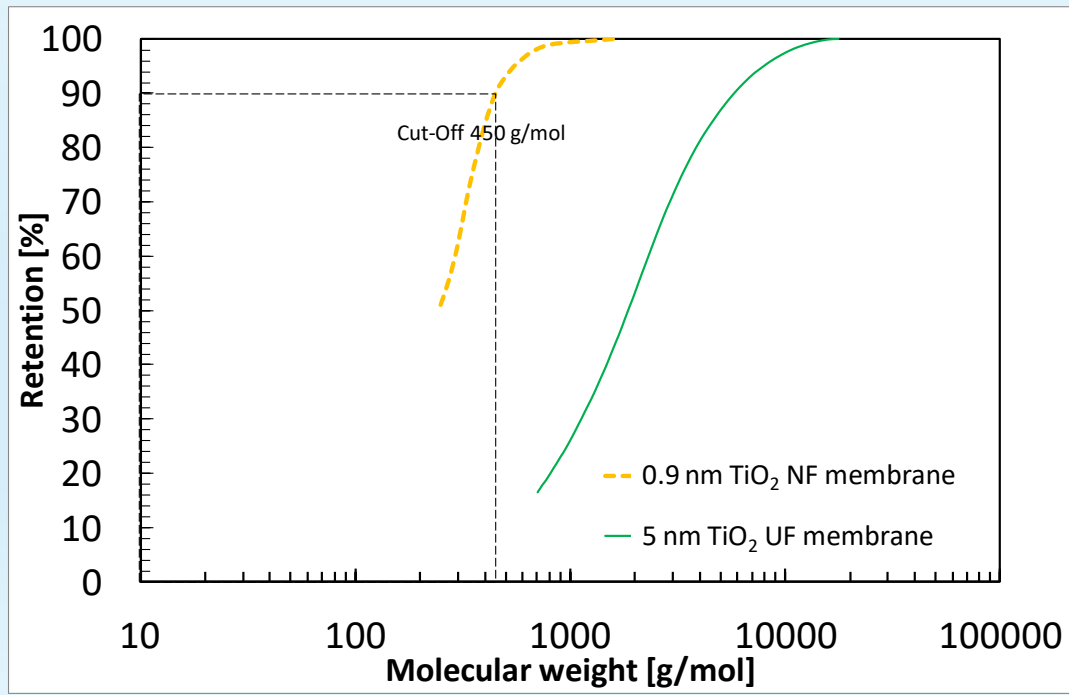
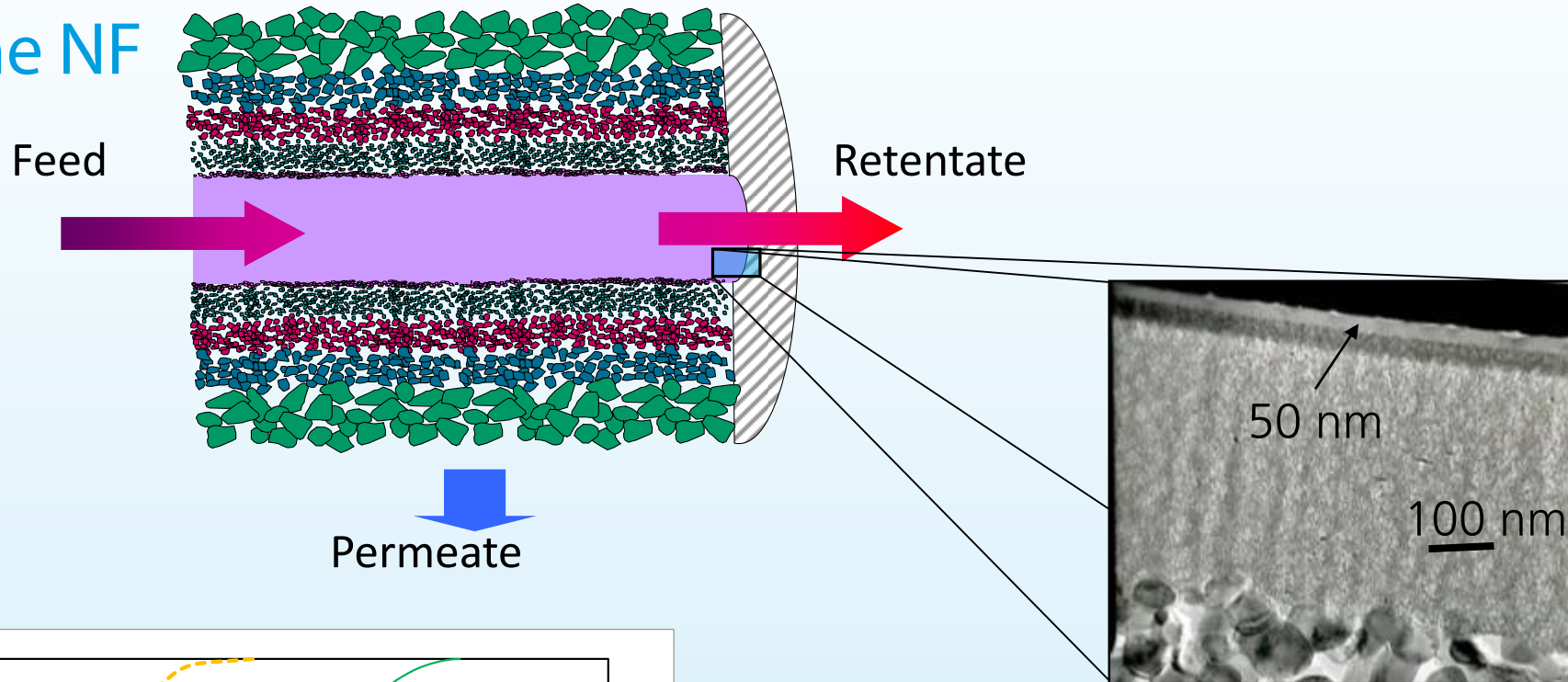
- Das Abwasser aus der keramischen Produktion enthält einerseits feste anorganische Partikel der verarbeiteten keramischen Rohstoffe wie beispielsweise Al_2O_3 , SiO_2 oder TiO_2 sowie die organischen Inhaltsstoffe welche bei der Verarbeitung der keramischen Massen eingesetzt werden. Des Weiteren werden fluoreszierende organische Verbindungen im Rahmen der Qualitätssicherung zur Prüfung von Bauteilen eingesetzt.
- Problem: Steigende Wassermenge, Salz- und Organikfracht



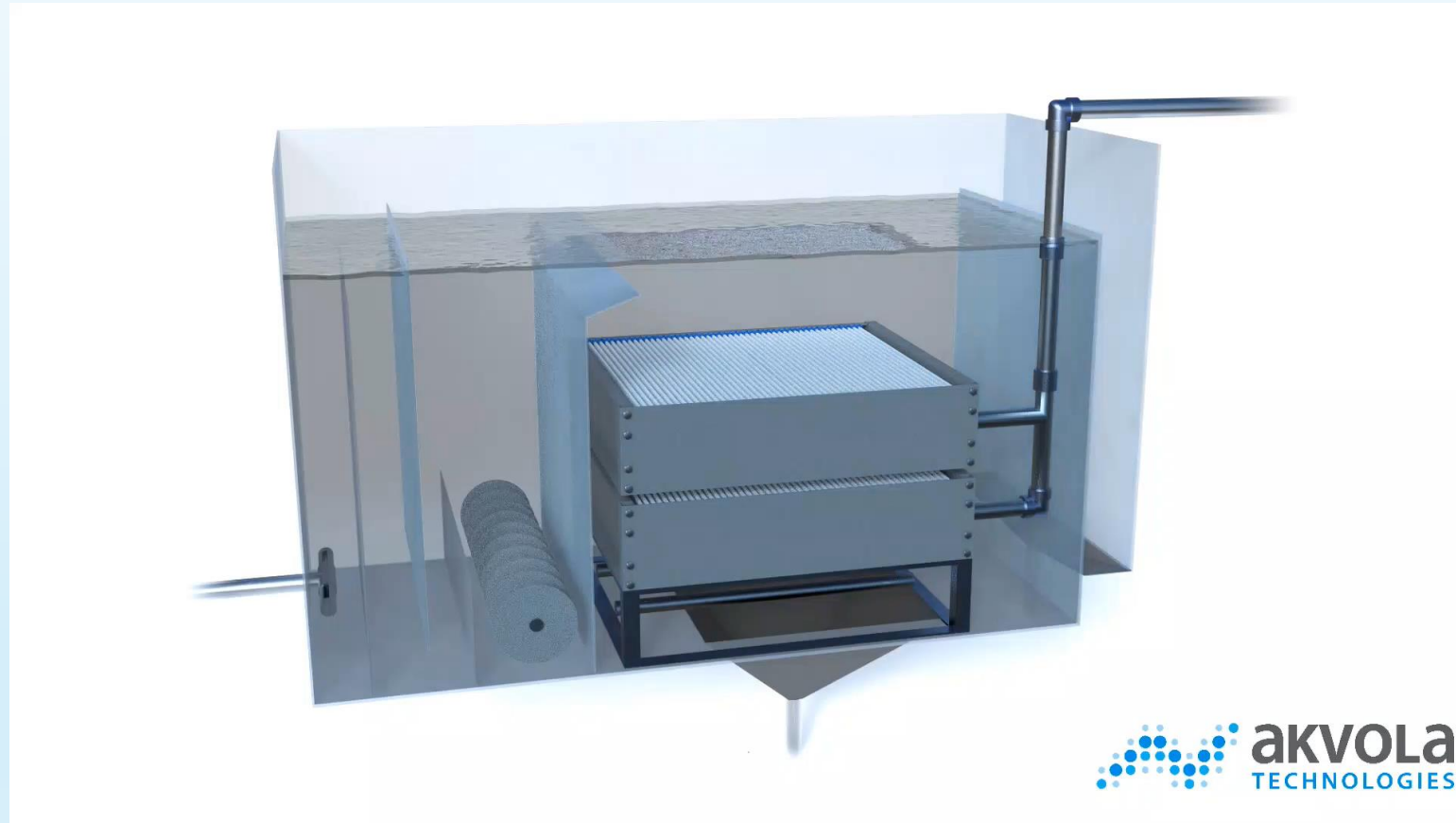


+ in-line-monitoring von Nano- und Mikropartikeln

Keramische NF

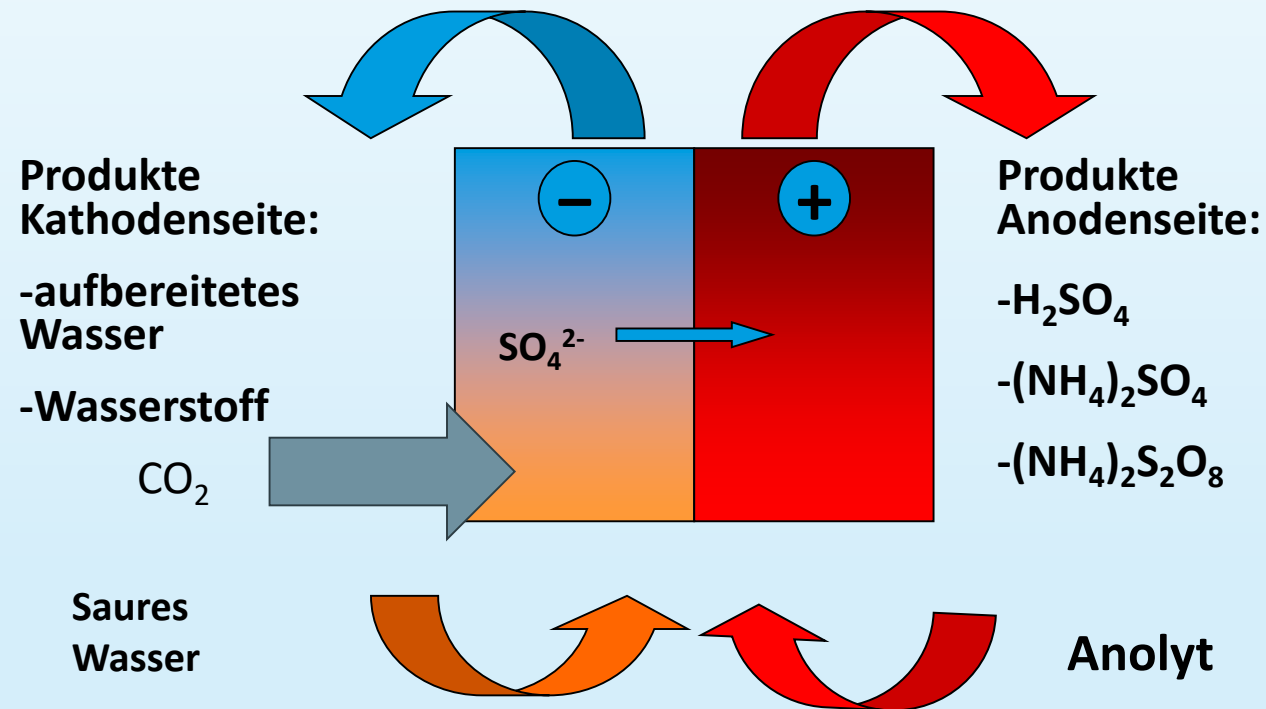


Flotation-Mikroflotation zur Vorbehandlung von NF





Elektrochemische Behandlung von NF-Konzentrat

- Sulfat kann nur sehr schwierig selektiv abgetrennt werden
- Membranelektrolyse zur Abtrennung von Sulfat, Eisen, Mangan, Uran, Thorium - (RODOSAN[®]-Verfahren)



Die Partner

	Nr.	Name	Kurz	Anschrift	Ansprechpartner
	1	akvOLA Technologies GmbH	AKV	Fasanenstr. 1, 10623 Berlin	Dr. Matan Beery
	2	Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme	IKTS	Michael-Faraday-Straße 1, 07629 Hermsdorf	Dr. Marcus Weyd
	3	DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH	DBI	Karl-Heine-Straße 109/111 D-04229 Leipzig	Udo Lubenau
	4	SOPAT GmbH	SPT	Boyenstraße 41, 10115 Berlin	Dr. Sebastian Maaß
	5	Andreas Junghans - Anlagenbau und Edelstahlbearbeitung GmbH & Co. KG	JH	Chemnitzer Straße 63 09669 Frankenberg	Ivo Rochner
	6	Rauschert Kloster Veilsdorf GmbH	RKV	Industriestraße 1 D-98669 Veilsdorf	Volker Prehn
	7	LUM GmbH	LUM	Justus-von Liebig-Str.3 12524 Berlin	Prof. Dr. Dietmar Lerche
	8	DURAVIT Sanitärporzellan Meißen GmbH	DV	Ziegelstr. 3 D-01662 Meißen	Rainer Schindler



(assoziierter Partner)

► Fraunhofer IKTS

Der Institutsteil Hermsdorf des Fraunhofer IKTS hat seit mehr als 20 Jahren Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und Anwendung keramischer Membranen. So wurde hier die weltweit erste und bis heute einzigartige keramische Nanofiltrationsmembran entwickelt. Diese und weitere keramische Membranen für die Flüssigfiltration werden jetzt von der Fa. Inopor/Rauschert industriell hergestellt und weltweit eingesetzt. In der Zwischenzeit gelang die Absenkung der Trenngrenze auf 200 g/mol und die Entwicklung hydrophober Membranen sowie die NF-Membranpräparation auf Membranelemente mit einer spezifischen Oberfläche von 1,3 m². Die Erfahrungen erstrecken sich außerdem zur Planung, Errichtung und dem Betrieb technischer Elektrolyseanlagen. Neben den bereits genannten Aktivitäten zur elektrochemischen Totaloxidation und zur Elektrodialyse liegen weitere Arbeitsschwerpunkte bei der elektrochemischen Sulfatabtrennung aus Bergbauwässern mit gleichzeitiger Konversion des Sulfats in verwertbare Produkte (RODOSAN[®]-Verfahren) sowie bei der elektrochemischen Konditionierung von geothermalen Tiefenwässern (Radionuklid- und Schwermetallabtrennung).

► Rauschert Kloster Veilsdorf (RKV) GmbH

Am Standort Veilsdorf wird seit 1760 Keramik hergestellt. Heute werden bei RKV neben einigen Pressartikeln für spezielle Nischenmärkte hauptsächlich keramische Maschinenbauteile aus dichten Aluminiumwerkstoffen, Keramikwaben für Rekuperator-Anwendungen, Trägerwaben für Katalysatorbeschichtung und Spezialkatalysatoren sowie in stetig steigendem Anteil Filtrationsmembranen produziert. Die keramischen Filtrationsmembranen werden über das Tochterunternehmen, die inopor GmbH, weltweit vertrieben.

► Junghans

Die Firma Andreas Junghans Anlagenbau und Edelstahlbearbeitung wurde 1980 gegründet und verfügt über mehrjährige Erfahrungen im Bereich des Anlagenbau. Seit mehr als 15 Jahren ist Junghans im Bereich der Filtrationstechnik mit keramischen Membran aktiv. In dieser Zeit konnten IKTS eine Vielzahl von Anlagen für unterschiedlichste Trennaufgaben (z.B. CSB-Absenkung, Ethanol-Entwässerung, Gastrennung etc.)

► DBI-GUT

Die DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH ist eine der sehr wenigen konzernunabhängigen Forschungseinrichtungen in Deutschland, die sich mit der Förderung von Erdgas und Erdöl beschäftigen. Das DBI ist eine hundertprozentige Tochter des DVGW e.V., der für Normung und Sicherheit im Gas- und Wasserfach in Deutschland zuständig ist. Das DBI für alle in Deutschland tätigen Unternehmen des E&P-Sektors tätig (Wintershall, RWE DEA, EMPG, GdF, VNG), was gute Ansätze für den Verwertungsprozess ermöglicht. Zu einem Schwerpunkt der Forschungstätigkeit hat sich die Membrantechnik entwickelt. Im beantragten Projekt wird das DBI die Membranen mit realen Wässern im Labor testen und die Pilotanlage bei Versuchen vor Ort, konkret bei der Fa. Wintershall betreuen. Das Labor besitzt die für das Projekt notwendigen Möglichkeiten der Wasseranalytik zum Nachweis der Prozesswirksamkeit.

► DURAVIT

Duravit ist ein traditionsreiches Unternehmen und produziert an 12 Standorten weltweit Sanitärkeramik, Badmöbel, Accessoires, Wannen und Wellnessprodukte. Am Standort in Meißen werden Sanitärkeramiken gefertigt. Bedingt durch die technischen Anforderungen der Herstellungsverfahren werden stets intensive Entwicklungsarbeiten insbesondere mit dem Fokus auf den Wasser-, Rohstoff- und Energieverbrauch betrieben. Nachhaltigkeit ist erklärtes Ziel bei Duravit.

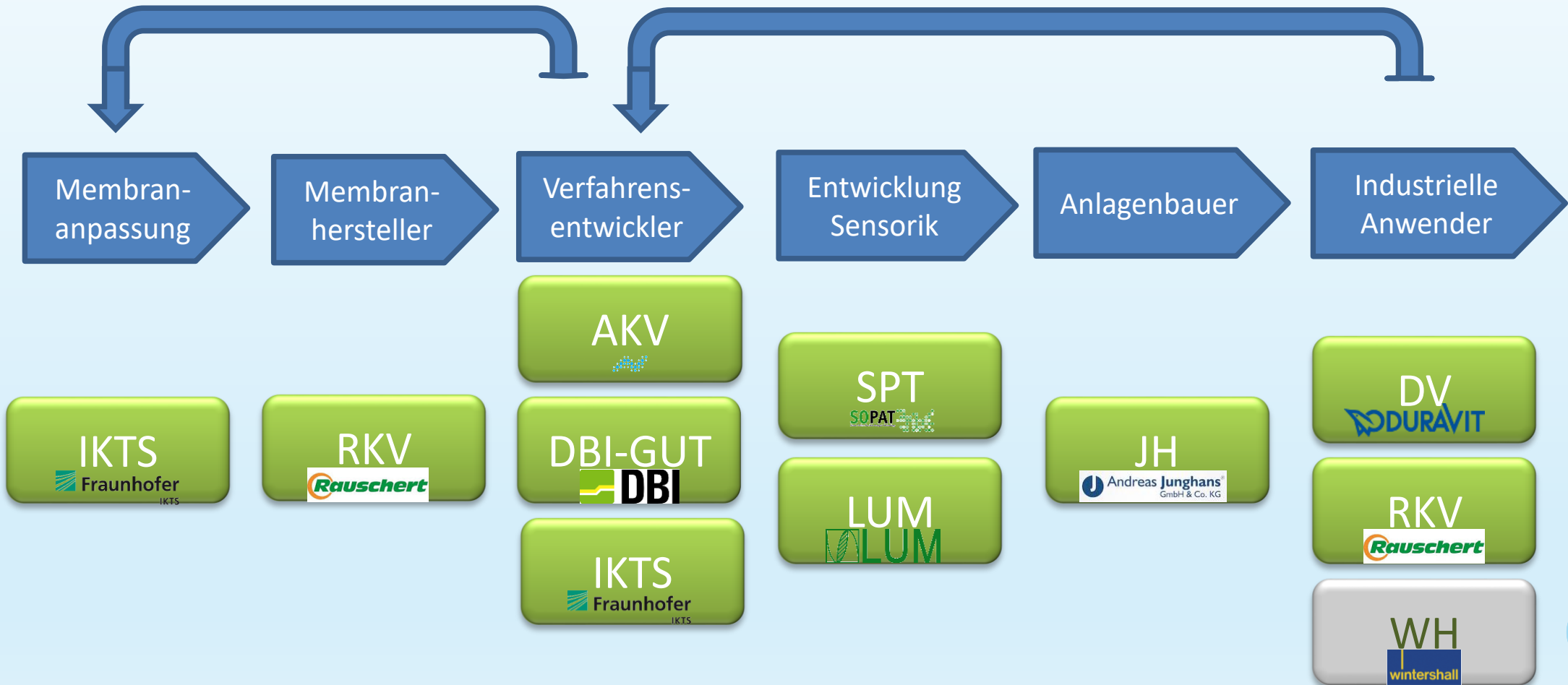
► SOPAT

Die SOPAT GmbH ist Systemspezialist zur Vermessung von Partikeln in chemischen Prozessen. Das entwickelte SOPAT-System (Smart On-line Particle Analysis Technology) ist eine photo-optische Messtechnik kombiniert mit einer innovativen Bildverarbeitungs-Software. Diese analysiert in Echtzeit Größe, Farbe, Form und Konzentration von festen oder fluiden Partikeln in Gasen und Flüssigkeiten und das direkt im Prozess, so dass erstmals eine Prozesssteuerung auf Basis der Partikelgröße möglich ist. Mit Expertenwissen in den Bereichen Optik, Software-Engineering, Materialwissenschaften und Verfahrenstechnik liefert SOPAT ein schlagkräftiges Team um technologische Herausforderungen zu meistern.

► LUM

L.U.M. zählt zu den weltweit führenden Herstellern von Geräten zur direkten und beschleunigten Stabilitätsanalytik und Partikelcharakterisierung von Dispersionen. Im Rahmen dieses Projektes sind das technische und wissenschaftliche Know-how zur In-situ Visualisierung von Separationsvorgängen mit hoher zeitlicher und örtlicher Auflösung von besonderer Bedeutung. Vor allem können Dispersionen von Mikro- und Nanoteilchen als auch die Struktur (z.B. örtliche Packungsdichte) von absolut undurchsichtigen Sedimenten und Filterkuchen quantifiziert werden.

+ Wintershall (kein offizieller Partner)



- **AP0: Projektmanagement und Koordination**

Verteilung von Ergebnissen und Informationen, Optimierung der konsortiuminternen Organisation. Organisation von Treffen und Telefonkonferenzen. Koordination der Berichterfassung.

- **AP1: Prozessanalyse / Präzisierung der Varianz von Stoffströmen und Qualitätskriterien / Erstellung Lastenhefte**

Das AP dient dazu einen Überblick über alle Prozesse der beteiligten Partner zu erarbeiten, anhand dessen die Stoffströme beschrieben und bilanziert werden können. Ziel ist es, für alle Partner Aussagen zu Menge und Zusammensetzungen von Wässern zu liefern, insbesondere dem IKTS zur Membransynthese und den Partner aktiv in den Trennversuchen eine detaillierte Planung der Versuchsanordnungen zu ermöglichen.

- **AP2: Voruntersuchungen und Membrananfertigung**

Ziel dieses Arbeitspaketes ist es geeignete Membranen und Membrangeometrien für die Trennversuche durch Membranfiltration zu finden. Dies betrifft schwerpunktmäßig keramische Membranen für die Nanofiltration als auch die Auswahl von Flachmembranen für die Vorbehandlung durch Flotation+Mikrofiltration als auch die Elektrodialyse. Die ausgewählten keramischen Membranen werden anschließend synthetisiert, um in den Technikumsversuchen eingesetzt zu werden.

- **AP3: Technikumsversuche**

Ziel der Technikumsversuche ist es geeignete Verfahrensbedingungen für die gewählten Membranen und Technologien zu finden. Dies ist die Grundlage für die Versuche beim Anwender vor Ort.

- **AP4: Feldversuche**

Erprobung der Membranverfahren am Ort des Wasseranfalls mit kleineren mobilen Anlagen, die an die Standorte angepasst wurden. Die Ergebnisse sind Grundlage für die Auslegung der Pilotanlagen.

- **AP5: Dimensionierung, Aufbau und Implementierung Pilotanlagen**

Mit dem Wissen, das in den Feldversuchen generiert wurde, sollen nun in Zusammenarbeit mit den verschiedenen Partnern und aufbauend auf den Ergebnissen der Technikumsversuche Pilotanlagen für die Erdölindustrie (DBI) und Keramikindustrie ausgelegt werden.

- **AP6: Betrieb Pilotanlagen**

Betrieb der Pilotanlagen bei Praxisbedingungen vor Ort über einen längeren Zeitraum, Auswertung der Ergebnisse und weitere Optimierung der Prozesse. Einsatz der gereinigten Wässer in den avisierten Anwendungen.

- **AP7: Verwertung**

Die gesamte Technologiekette wird abschließend bewertet und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt, um das Potential der entwickelten Anlagen bzw. Verfahren zu quantifizieren.

Arbeitsziele des PAkmem-Projektes

- Die Weiterentwicklung und Anpassung weltweit einmaliger keramischer NF-Membranen
- Die Prozessentwicklung und -erprobung mit diesen Membranen zur effizienten Aufbereitung organik- und salzhaltiger Abwässer.
- Die Entwicklung und Erprobung von Elektromembranverfahren zur Retentataufbereitung und Salzurückgewinnung
- Die Entwicklung und Erprobung eines kombinierten Flotations/Mikrofiltrationsverfahrens zur Vorbehandlung von Abwässer der Erdöl-/Erdgasindustrie
- Die Erprobung der nachgeschalteten Verfahren Totaloxidation und Eindampfung
- Die Entwicklung, die Erprobung und die Einbindung neuartiger Messtechnik zwecks Realisierung eines neuartigen in-line-Monitorings
- Pilottests an realen Abwässern der Keramik- bzw. Öl- & Gasindustrie
- Die Verwertung!

Abwasser gibt es überall!

Hard-to-treat Industrieabwasser mit Potenzial zur Kreislausschließung



Öl- und Gasindustrie



Petrochemie



Stahlherstellung



Papierindustrie



Keramikindustrie



Lebensmittelindustrie



Metallverarbeitung

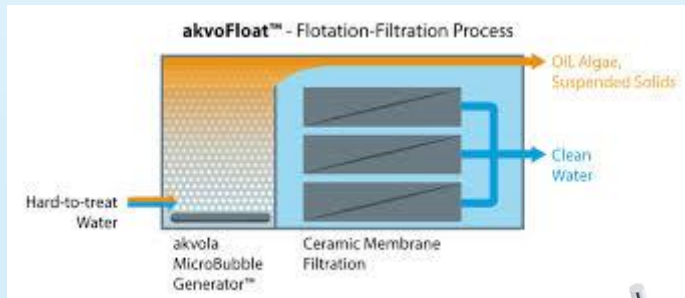
DANKE!!!



Abwasser



Flotation-MF



Messtechnik

Keramische NF

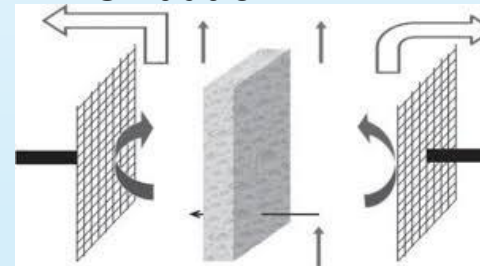


Wiederverwendung



Analytik

Elektromembranverfahren +Oxidation



Wiederverwendung

Verdampfung

