

Recycling von Reststoffen aus Industrieabwässern

Dr.-Ing. Burkhardt Faßbauer, Fraunhofer IKTS

Thüringer Ressourcenkonferenz REKON, 29.03.2023

Geschäftsfelder des Fraunhofer IKTS



Aktuelle Forschungsprojekte

Kreislaufwirtschaft und Recycling



Batterierecycling und Sustainable Electronics



Testfeld für das Wertstoff-recycling aus Industriewässern



Effiziente Entfernung von Mikro-schadstoffen aus Abwässern



Vor-Ort-Analytik für die vierte Reinigungsstufe in Kläranlagen



Energieeffiziente, dezentrale Sauerstoffproduktion



Nährstoffrecycling aus organischen Abfällen



Recyclingverfahren für hochwertiges Siliciumcarbid



Grüne Lösemittel aus Reststoffen der Milchverarbeitung

Fraunhofer IKTS – Water Technology

We provide technology to unlock the potentials

- EU27: 87.5 TWh/a energy in wastewater => 12 large power plants; energy of 2 large power plants required for wastewater treatment¹



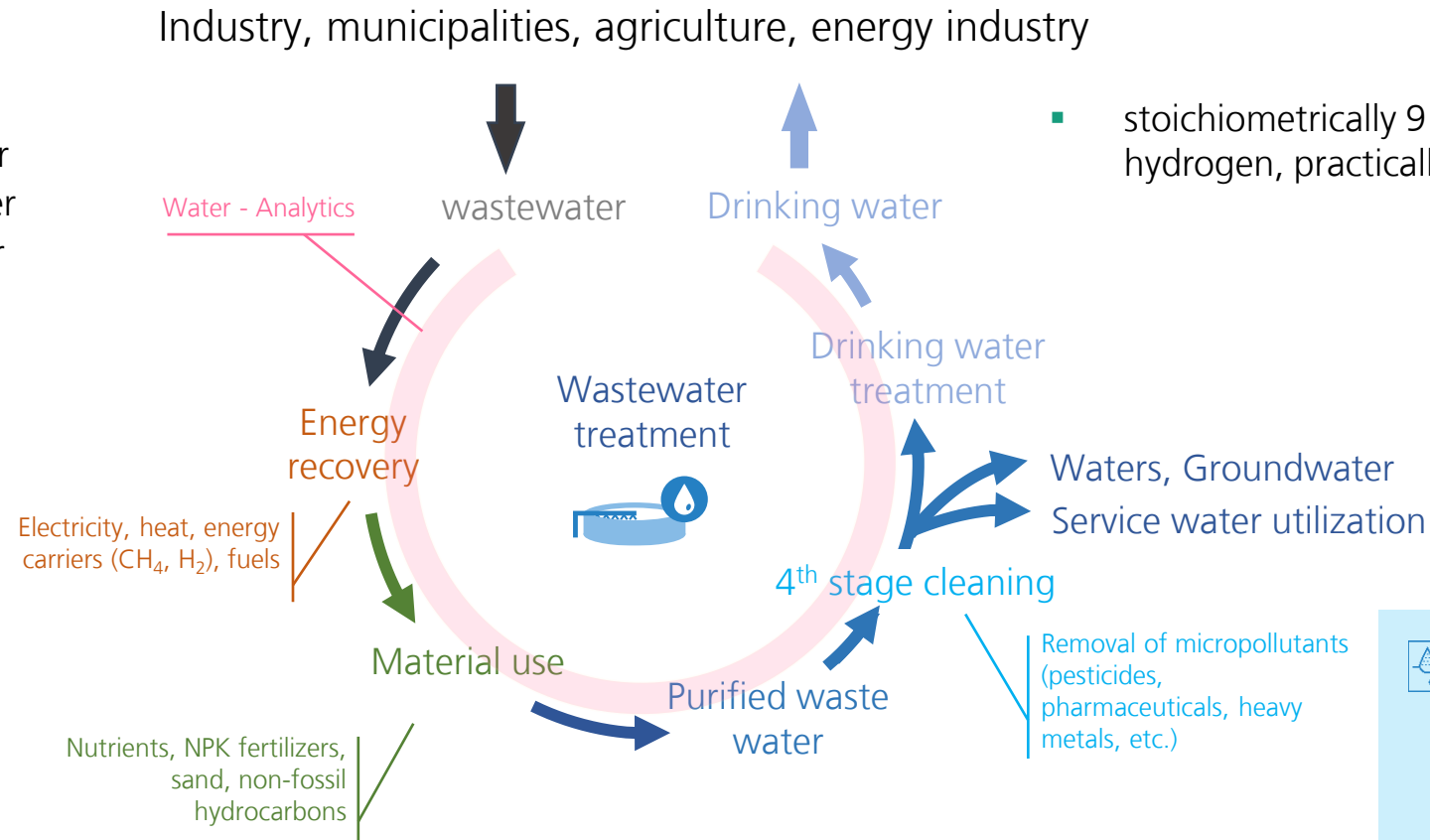
IKTS-Technology

- Sewage gas - treatment
- Fuel Cells
- Water Electrolysis
- Fischer-Tropsch synthesis



IKTS-Technology

- Ammonia stripping
- Hot gas filtration
- flocculation
- membrane extraction
- Evaporation



- stoichiometrically 9 kg water for 1 kg hydrogen, practically up to 20 kg²



IKTS-Technology

- Membrane filtration
- Photocatalysis
- Electrolysis
- Cavitation assisted hybrid processes

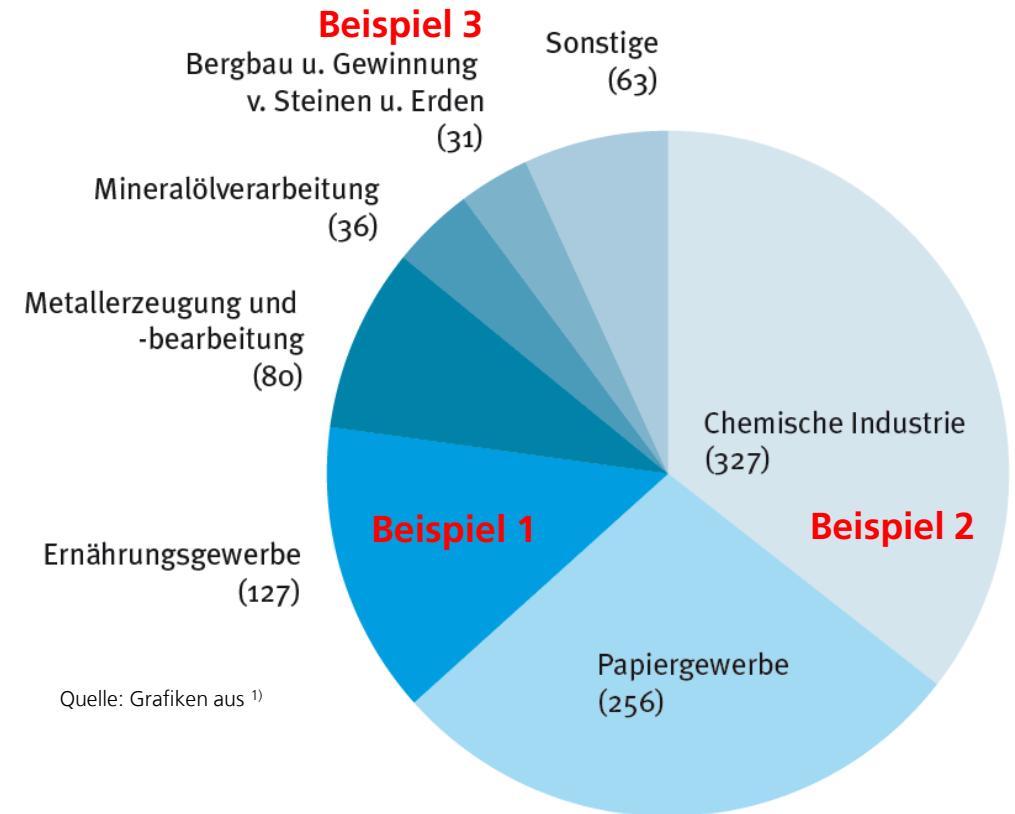
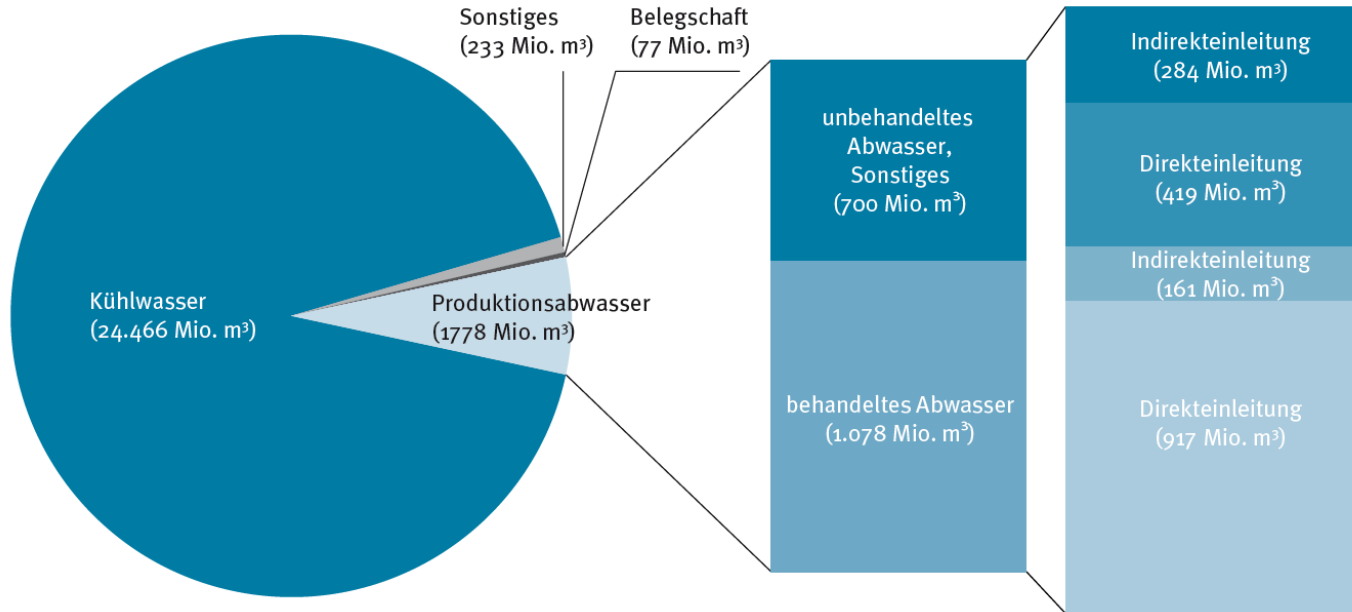
- EU-27: Substitution potential 1.8 million t N/a and 0.275 million t P/a => ~3.5 million t CO₂ avoidance potential

¹www.kompetenz-wasser.de/de/project/powerstep/

²www.tga-fachplaner.de/energietechnik/energietraeger-wasserstoff-wieviel-wasser-wird-dafuer-benoetigt

Wasserbedarf in der Industrie

Industrieller Gesamtfrischwasserbezug 2007: 26.548 Mio. m³



Quelle: Grafiken aus ¹⁾

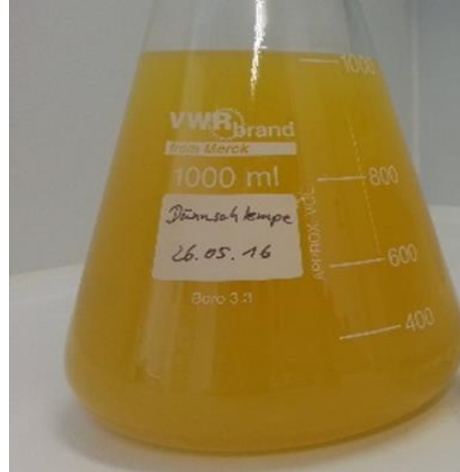
- erneuerbaren Wasserressourcen in D i.M. 176 Mrd. m³ (aus Nationale Wasserstrategie 2023, 15.03.2023)
- 2007¹⁾: 26.548 Mio. m³
- 2016²⁾: 25.467 Mio. m³

1) Trends und Perspektiven in der industriellen Wassertechnik, Positionspapier der ProcessNetFachgruppe, Produktionsintegrierte Wasser- und Abwassertechnik, 03/2014, ISBN 978-3-89746-153-6

2) www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-wirtschaft/industrie/wassereinsatz-des-verarbeitenden-gewerbes#wassernutzung-im-verarbeitenden-gewerbe (Aufruf 03/23)

Beispiel 1: Ernährungsindustrie - Aufbereitung von Molkereiabwasser

- Hohe Gehalte an gelösten organischen Inhaltsstoffen
- Hohe Konzentrationen
 - Einwertigen Ionen Na^+ , K^+ , Cl^-
 - Härtebildner Ca^{2+} , Mg^{2+}
 - Nährstoffe NH_4^+ , PO_4^{3-}

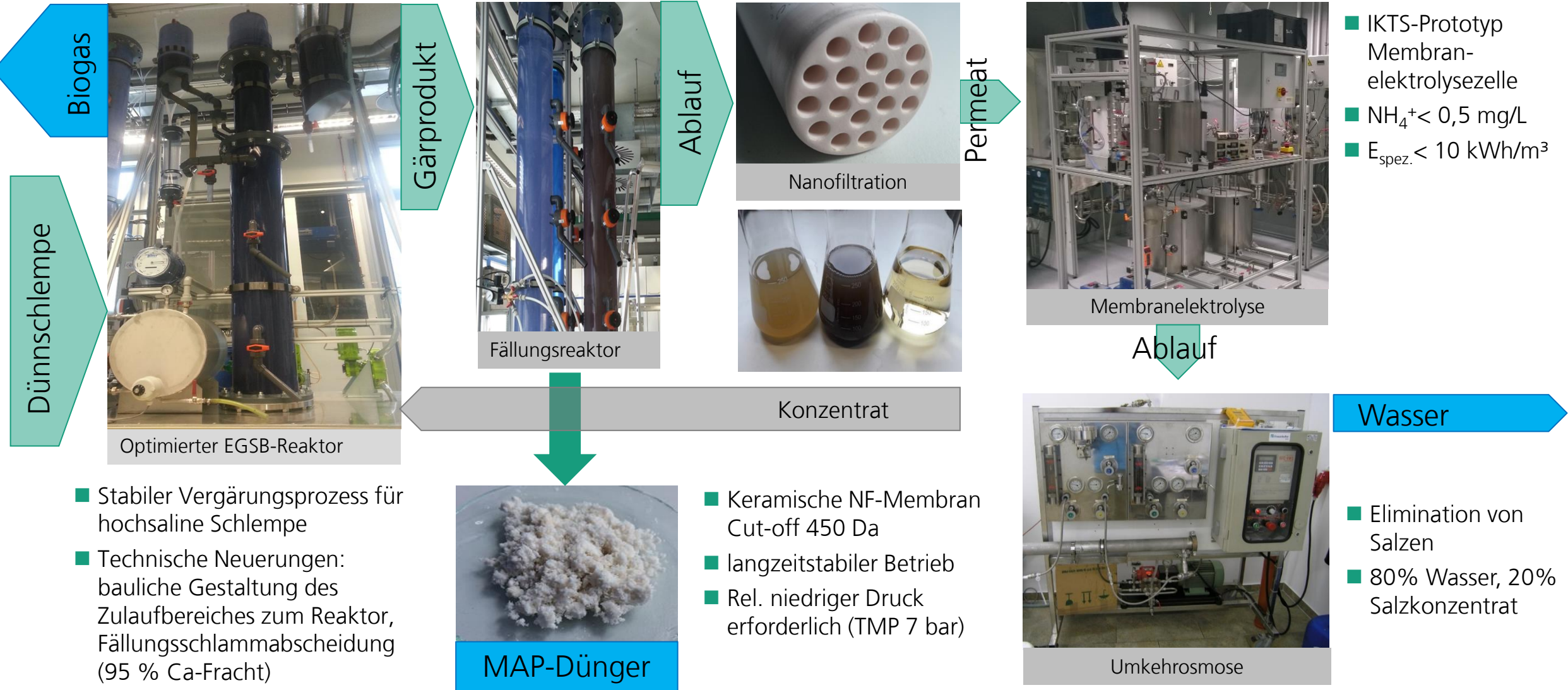


	pH	Elektr. LF	CSB _{hom}	CSB _{gelöst}	TSS	Chlorid	Kalium	Natrium	Magnesium	Calcium	Phosphat	Ammonium
	(-)	mS/cm	g/l	g/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
n	127	127	125	125	11	66	65	65	65	65	66	65
MW	5,2	38,0	47,4	45,0	2.057	7.705	10.377	4.130	407	929	3.984	397

Aktueller Verwertungsweg: Entsorgung (hohe Kosten)

Ziel: energetische und stoffliche Verwertung von Inhaltsstoffen sowie Wasserrückgewinnung

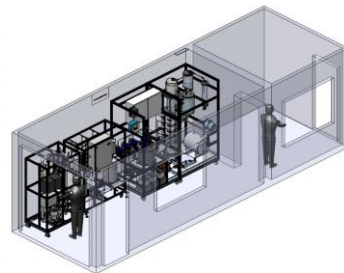
Beispiel 1: Ernährungsindustrie - Aufbereitung von Molkereiabwasser



Beispiel 2: Chemische Industrie

Chemiepark Bitterfeld-Wolfen, Fraunhofer-Applikationszentrum für industrielle Wasseraufbereitung

more than 300 companies, including Bayer, Evonik, Dow, Heraeus or LanXess; basic, speciality and fine chemicals, pharmaceuticals as well as light metal and plastics processing companies



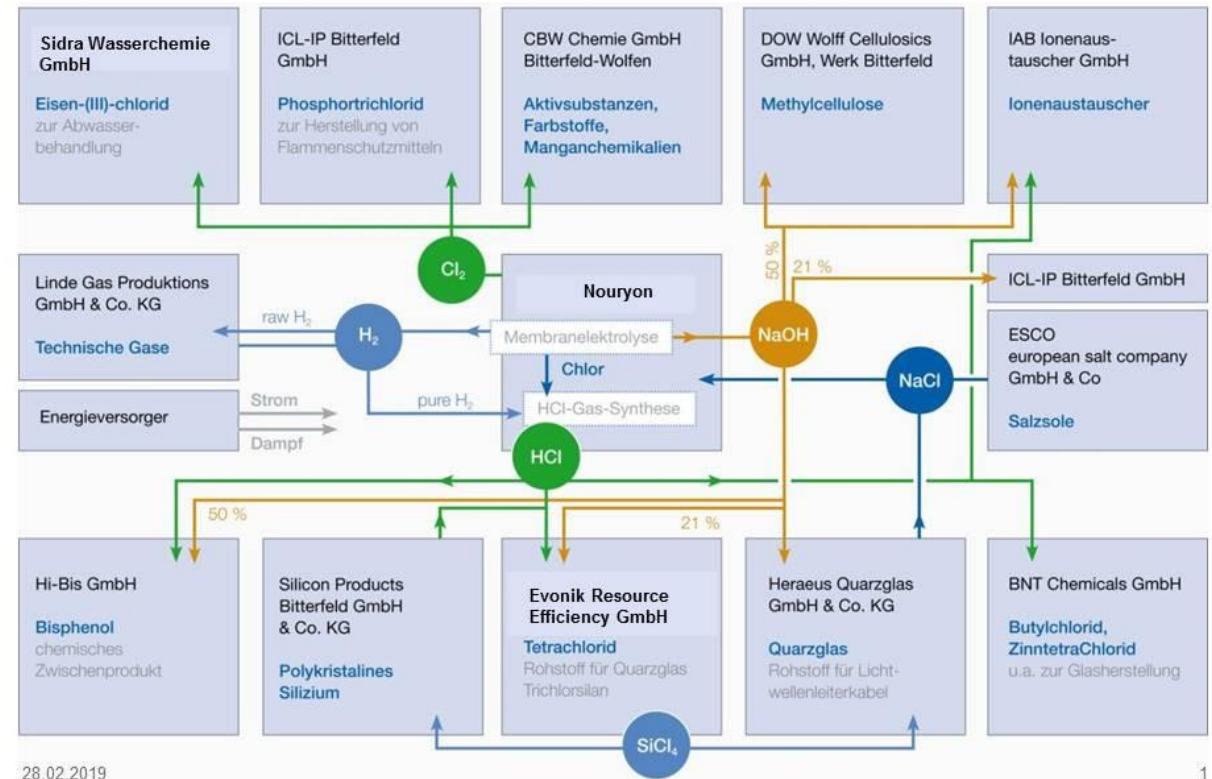
Beispiel 2: Chemische Industrie

Chemiepark Bitterfeld-Wolfen, Fraunhofer-Applikationszentrum für industrielle Wasseraufbereitung

- Rückgewinnung von Salzen, Metallen und Prozesschemikalien aus komplizierten Abwassermatrices
- Heterogene Zusammensetzung, hohe Salzfrachten sowie für biologie-hemmende Inhaltsstoffe, teils hohe CSB-Frachten => biologische Verfahren häufig problematisch
- mech.-physikalische (Membranfiltration), chemische u. elektrochemische Verfahren, AOP u.a.m.



Stoffverbund

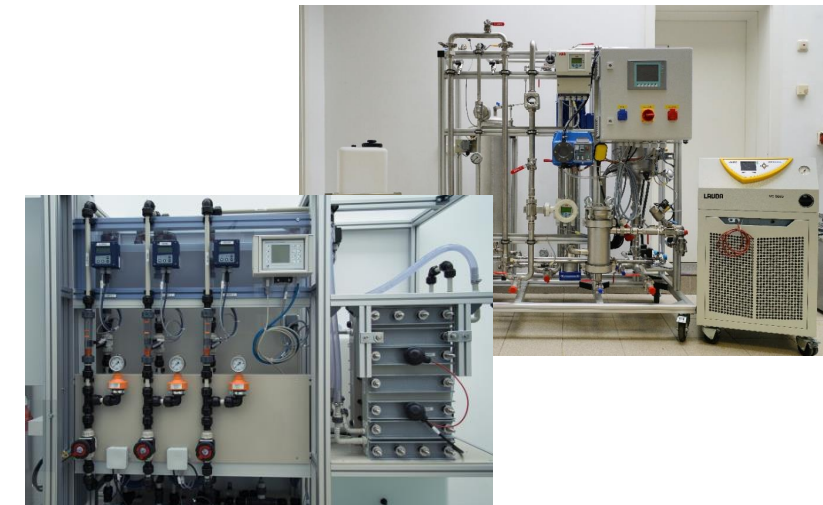
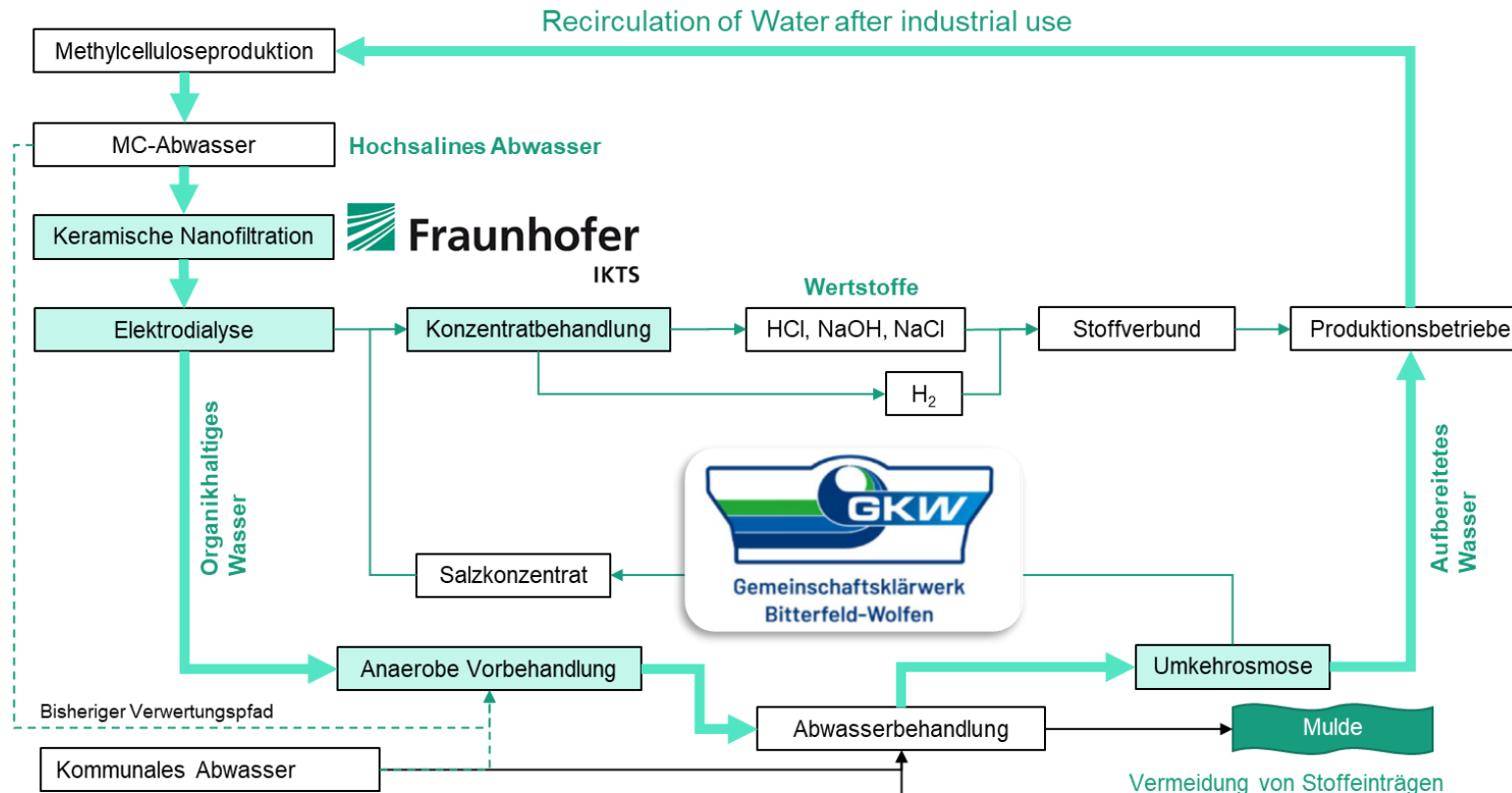


28.02.2019

1

Beispiel 2: Chemische Industrie

Verfahrenstechnische Konzepte z.B. Abwasser aus Methylcellulose-Produktion



Beispiel 3: Bergbau u. metallverarbeitende Industrie

Gewinnung Metallischer Rohstoffe mit keramischer Membran-Extraktion und elektrochemischer Verfahren

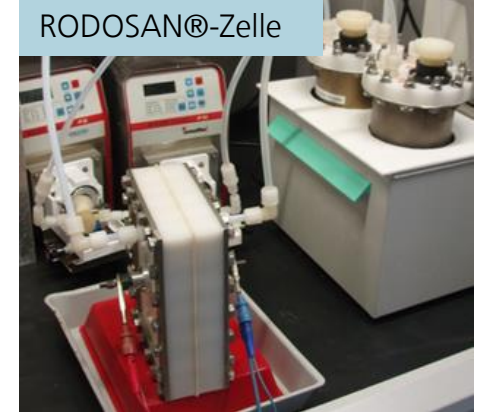
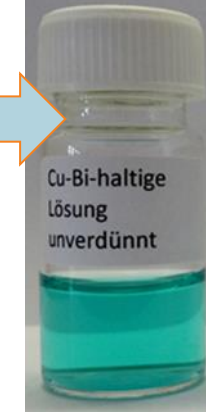
- kaum org. Belastung, i.d.R. niedrige Konzentrationen der Inhaltsstoffe
- Gewinnung von wirtschaftsstrategischen metallischen Rohstoffen aus niedrigkonzentrierten Prozesswässern der metallverarbeitenden Industrie und aus Bergbaurückständen
- Beitrag zur Verbesserung der Recyclingquote für strategischen Metalle Gallium (Ga) und Indium (In), sowie für Bismut (Bi), Vanadium (V) und Antimon (Sb)



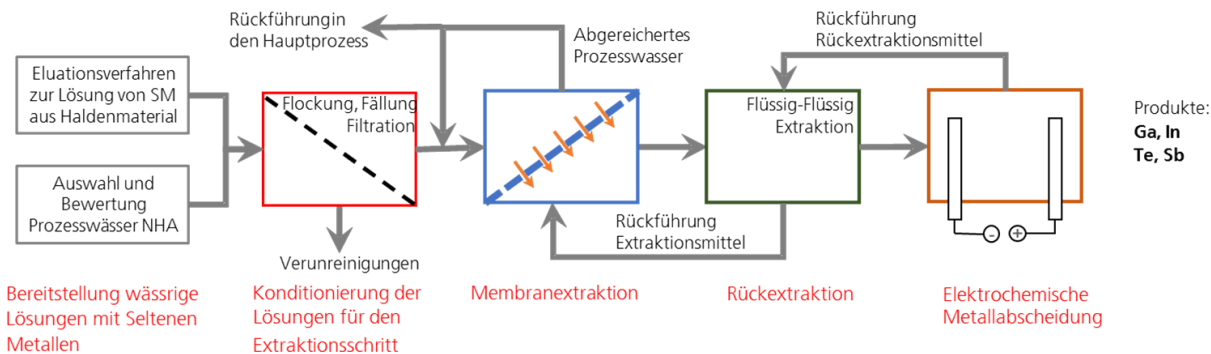
Bildquelle: SAXONIA



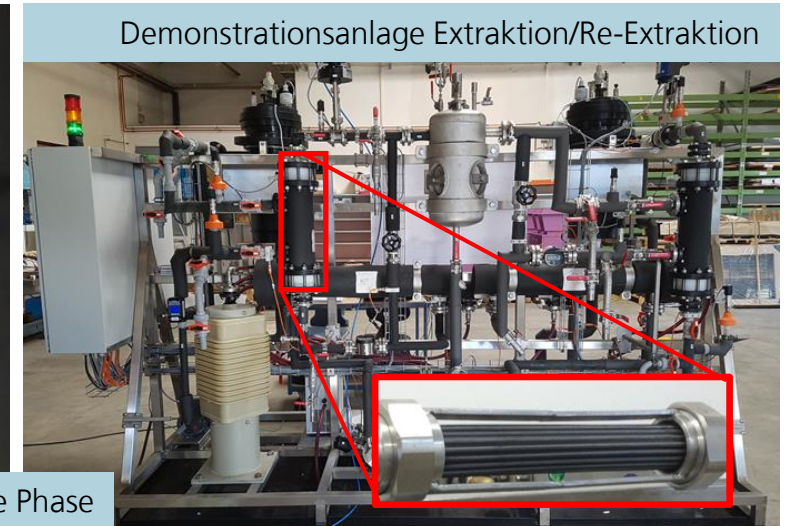
Bi-haltiger Katalysator



RODOSAN®-Zelle



Durchbruch wässrige Phase

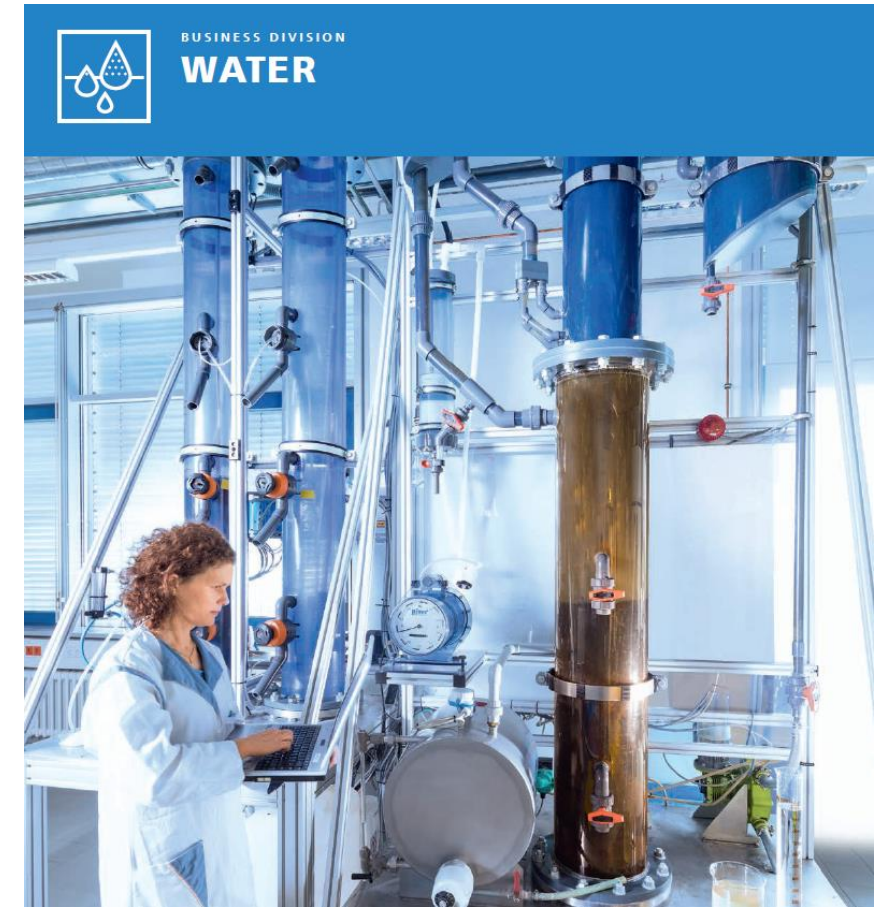


Demonstrationsanlage Extraktion/Re-Extraktion

Zusammenfassung

Industrielle Wasseraufbereitung und Rohstoffrückgewinnung - Herausforderungen & Potenziale

- Verfügbarkeit von Wasser wird zunehmend zum Standortfaktor, Kreisläufe schließen (Bilanzgrenze)
- Reststoffe zur Entsorgung sind Kostenfaktor, deshalb besser Verwertungsstrategie entwickeln, Resilienz gg. Marktschwankungen erhöhen,
 - oft inhomogene Stoffgemische mit teils hohen organischen und Salzfrachten sowie bioziden und persistenten Inhaltsstoffen oder im Gegenteil sehr niedrige Konzentrationen
 - i.d.R. sind Lösungen branchen- bzw. betriebsspezifische Lösungen erforderlich, die aus verschiedenen verfahrenstechnischen Schritten bestehen,
 - in einigen Branchen (z.B. Lebensmittel, Papier) lassen sich
 - Wasserreinigung und –wiederverwendung sowie
 - Wertstoff- und Energierückgewinnung i.d.R. gut verbinden.



Kontakt

Dr.-Ing. Burkhardt Faßauer



Head of Department Circular Technologies & Water
Winterbergstr. 28 | 01277 Dresden

Tel. +49 351 2553-7667
burkhardt.fassauer@ikts.fraunhofer.de



Fraunhofer Institute for Ceramic
Technologies and Systems IKTS

Vielen Dank

Back up



Liquid/liquid - separation

Nanofiltration in Produced Water treatment - Membrane plants

- Produced water from Oil sands process, Two types of water were tested

Recycle water



Thicker overflow



NF, 19 channel tubes



Feed

Retentate

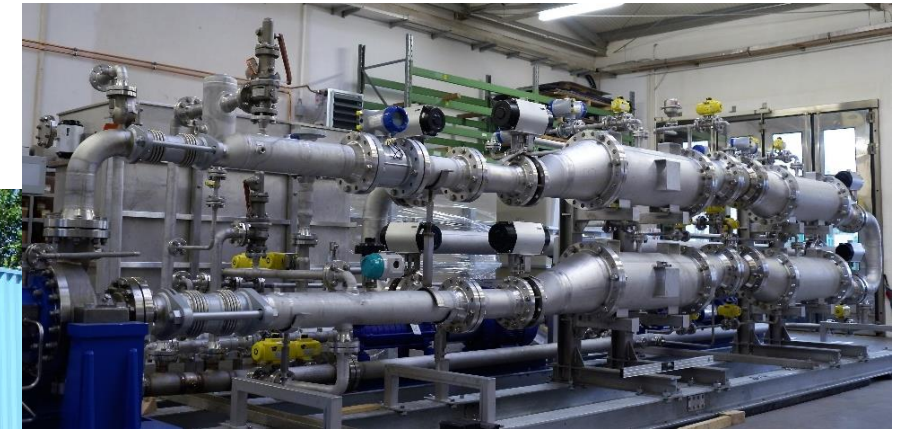
Permeate



Fraunhofer IKTS – Water Technology

Nanofiltration in Produced Water Treatment - Membrane plants

- 180 NF-membranes on 163-CT
- Plant with 230 m² membrane area was constructed, build up and shipped to Canada
- Successfully launching of filtration plant in winter 2017 and continuous operation

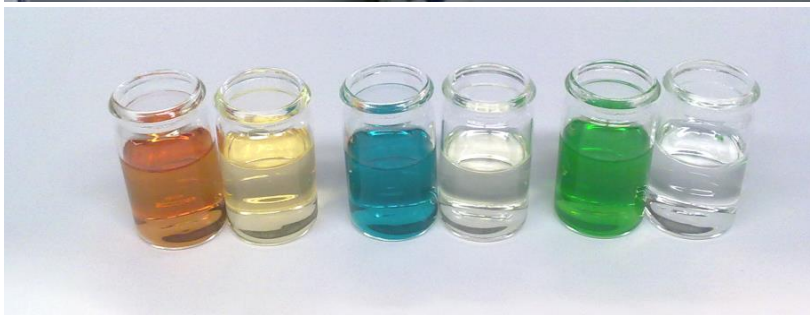


Fraunhofer IKTS – Water Technology

Nanofiltration in textile waste water treatment - Membrane plants



Plant engineering &-construction Fa. Junghans, Frankenberg



Membrane area:	65 m ²
Permeate flux:	5 m ³ /h
Concentration factor:	10-20
Dye retentation.	70-100 %
COD reduction:	45-80 %
Desalination:	10-80 %
Opt. parameters:	15 bar, 3.5 m/s
Plant operation:	since 2002 25 m ² since 2005 65 m ²

Strong decrease of waste water costs!

Fraunhofer IKTS – Water Technology

Ultrafiltration for the recycling of leach bathes

- Cleaning of returnable bottles made from PET by hot and highly alkaline cleaning baths (pH=13 to 14, T=60°C)
- Recycling of cleaning baths is ecologically and economically necessary
- higher lifetimes
- decrease amount of waste water



Fraunhofer IKTS – Water Technology

Ultrafiltration for the recycling of leach baths

Initial State

- Leach bath regeneration by nano filtration plant (polymeric membranes) in a plant of CC Erfrischungsgetränke AG
- Membranes had to be changed very often due to high chemical and thermal stress
- Membrane area: 15.6 m²
- Permeate flux: 600 l/h
- Search for better alternatives and cost reduction

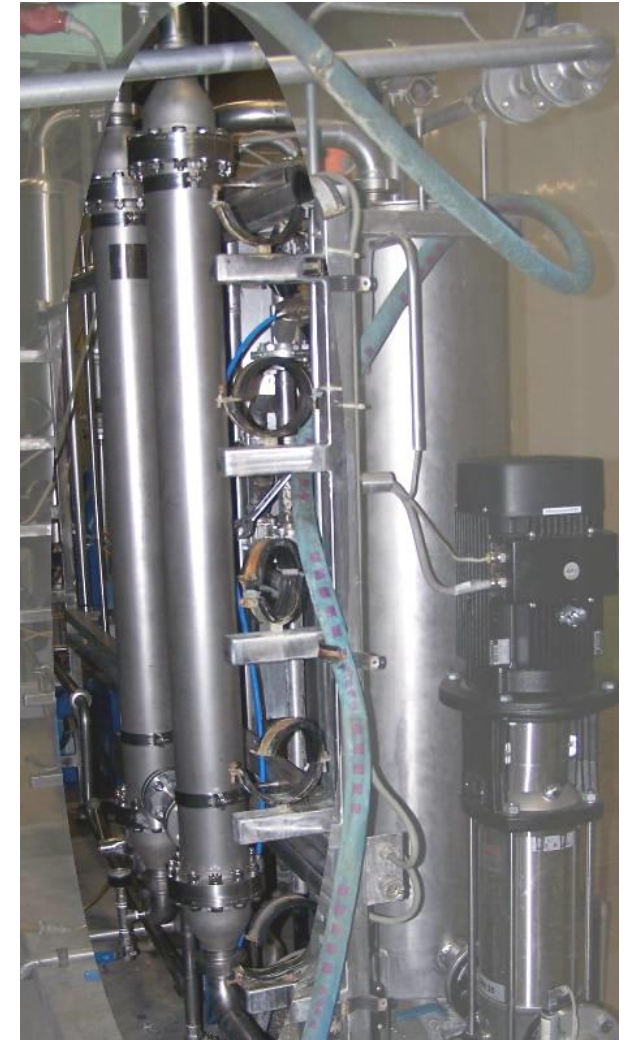
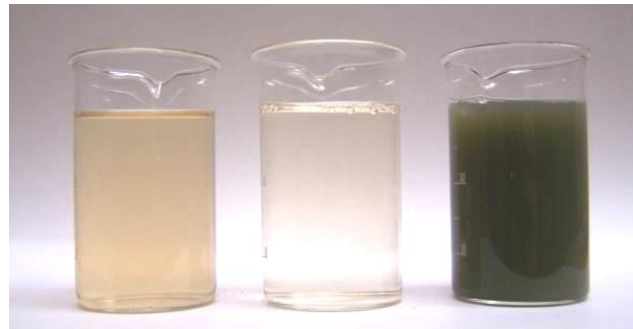


Fraunhofer IKTS – Water Technology

Ultrafiltration for the recycling of leach baths

Solution

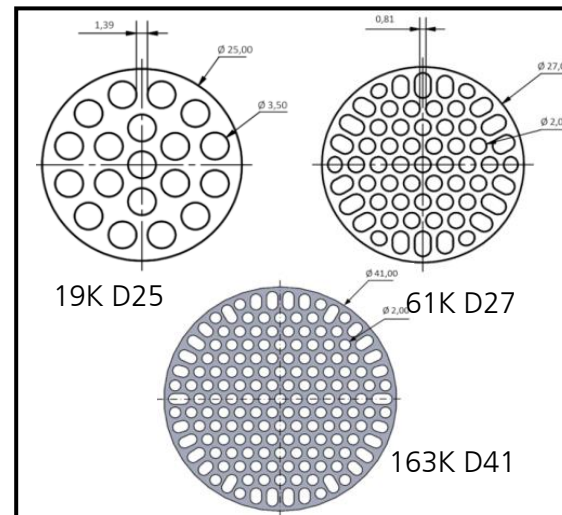
- Piloting tests with ceramic **inopor®** membranes
 - dP = 0.9 nm, 3 nm and 5 nm
- **inopor® ultra** membranes showed best separation results
 - Highest fluxes
 - Convincing separation results
- Ultra filtration plant (on the basis of the existing plant)
 - 2 modules
 - Filtration area $\approx 3.5 \text{ m}^2$
 - TMP: $\approx 7 \text{ bar}$
 - Permeate flux $\approx 600 \text{ l/h}$



Fraunhofer IKTS – Water Technology

Membrane Test Center

- Mobile test rigs for micro- ultra- and nano-filtration
- Cut-off 450 g/mol & 250 g/mol
- Membrane sample testing and validation
- Development of instruction manuals for membrane filtration systems and user consulting



Fraunhofer IKTS – Water Technology

Electrochemical water treatment – AOP – Destruction of persistent chemicals

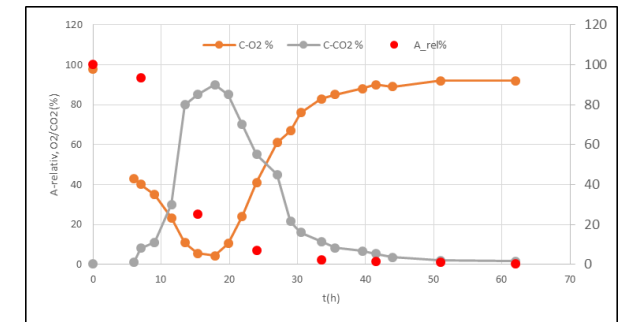
- Electrochemical total oxidation of Nitroaromatics (BASF) & radioactive waste water
 - Compounds in pure substance partially explosive explosives
 - Only Electrochemical treatment met process goals
 - Fields of application: treatment of industrial waste water & contaminated groundwater



Pilot Plant - total oxidation of nitroaromatics



Decontamination of waste solutions containing C-14



degradation kinetics: Electrolysis A activityC Conc. O₂ / CO₂ in the anode gas

Fraunhofer IKTS – Water Technology

Photocatalytical water treatment – AOP

- Water treatment with functionalized catalytic active cellular ceramics
- Oxidation of persistent substances (micropollutants) and simultaneous disinfection

