



Technology  
Arts Sciences  
TH Köln



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



WavE Querschnittsthema „Technologien & Prozesse“

# Zwischenergebnisse

M. Engelhart, G. Braun

WavE-Statusseminar, 17.-18. April 2018, Frankfurt am Main

GEFÖRDERT VOM



# Zielsetzung des QST „Technologien und Prozesse“

## Ausgangssituation

- Vielfältige Überschneidungen zu Technologien und Prozessen
- Fokus auf Trenntechnologien zur Erzeugung von **Reinwasser** (Permeate, Diluate) aus **Abwasser** (Abwasser, Prozesslösungen)
- Technologieparallelen in der Behandlung von **Konzentraten**
- Etablierte und neuartige Verfahren in neuen Anwendungsfeldern oder Prozessmodifikationen

## Aufgaben

- Vernetzung der Verbundvorhaben ⇒ Erfahrungsaustausch
  - Definition von Einsatzgrenzen in unterschiedlichen Applikationen
  - Festlegung von Randbedingungen für erfolgreichen Einsatz
- ⇒ **Erarbeitung einer Handreichung für Anwender zur Unterstützung der Technologieauswahl auf Grundlage der WavE-Ergebnisse**

## Themen des QST „Technologien und Prozesse“

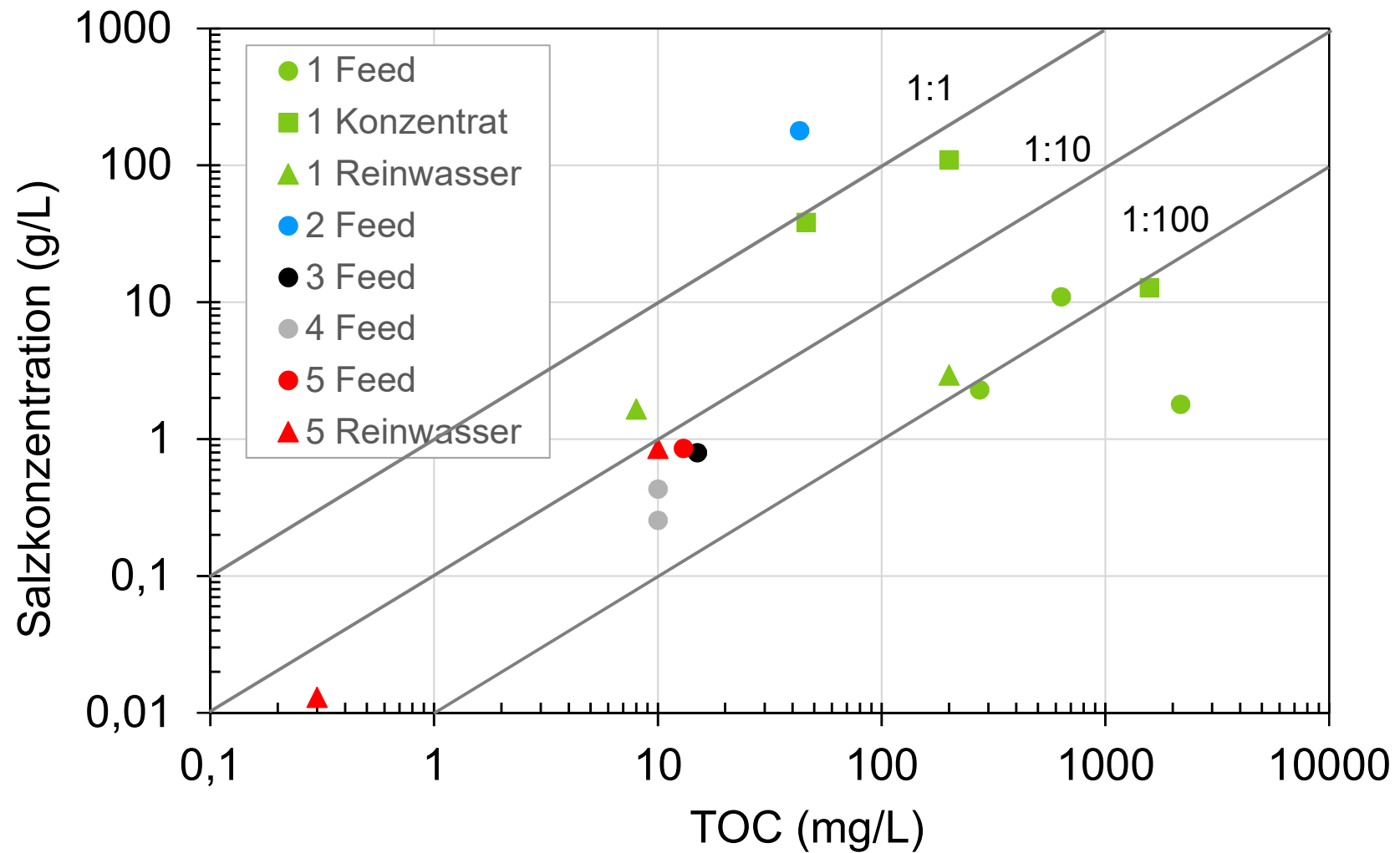
### Allgemeine Technologiematrix

- Abfrage in WavE-Projekten: Welche Technologien werden für welche Wässer und mit welcher Zielsetzung eingesetzt?
- Entscheidungshilfe für den Umgang mit unterschiedlichsten Roh-(Ab)Wässern:
  - Anwendungsfelder, Anforderungen, Leistungsfähigkeit

### Key Performance Indicators

- Vergleich von Anforderungen an Technologien und Erarbeitung gemeinsamer Leistungskriterien (KPI)
  - Kontroll-/Leit-Parameter, Gehalte/Konzentrationen an Stoffen, analytische Anforderungen
- Definition einheitlicher Bewertungskriterien in WavE

## Spannbreite der Rohwässer / Abwässer, Konzentrate, Permeate / Diluate



# Übersicht eingesetzter Technologien in Verbundprojekten

Projekt	Technologie	
<b>HighCon</b>	Membranbioreaktor (MBR) mit UF-Membranen	x
	(Hochdruck-)Umkehrosmose (HPRO), Mehrstufige RO möglich	x
	Nanofiltration (NF)	x
	Selektive Niedertemperatur-Destillation-Kristallisation (s-NDK)	x
<b>WaRelp</b>	Membranbioreaktor mit deckschichtkontrolliertem Abbau (MBR)	x
	Elektrodialyse (ED)	
	Membrangestützte kapazitative Deionisierung (MCDI)	
<b>WEISS</b>	Salzbiologie (Belebtschlammverfahren)	
	Kapazitive Deionisation (CDI)	x
	Umkehrosmose mit konventionellen und modifizierten Membranen (RO)	x
	Hochdruckumkehrosmose/Evaporation (HPRO zur Konzentrateinengung)	x
<b>DiWaL</b>	Magnetabscheidung (Vergleich mit konventionellem Sandfilter)	x
	Elektroimpulsbehandlung	x
	Kapazitive Deionisierung (CDI)	
<b>Trinkwave</b>	evtl. weitere Membranverfahren	
	Sequential Managed Aquifer Recharge Technology 2.0 (SMART)	x
<b>MULTI-ReUse</b>	UV-LED Desinfektion (UV-LED)	x
	Biofiltration/ Adsorption: granuliert Aktivkohle (GAK)	x
	Ultrafiltration (UF) kombiniert mit Fällung/Flockung (inkl. Vorfiltration)	x
	Adsorption: Pulveraktivkohle (PAK) kombiniert mit UF	x
	Umkehrosmose (RO) (Brackwasser-Membran vs. Ultra-Low-Pressure-Membran)	x
<b>Hypowave</b>	UV-Desinfektion (UV)	x
	Aktivkohle-Biofilter (BGAK)	x
	Ozonierung (O3)	x
	Sequencing Batch Reactor (SBR)	x
	Anaerober Schlammbedreaktor (EGSB)	x
<b>WaKap</b>	UV-Bestrahlung (UV)	x
	Kapazitive Deionisierung (CDI)	x
	In-Situ-Arsenentfernung (SAR)	x
	Umkehrosmose (RO) + vorgeschaltete kapazitive Deionisation (CDI)	x

x erste Details vorhanden  
 noch keine Details vorhanden

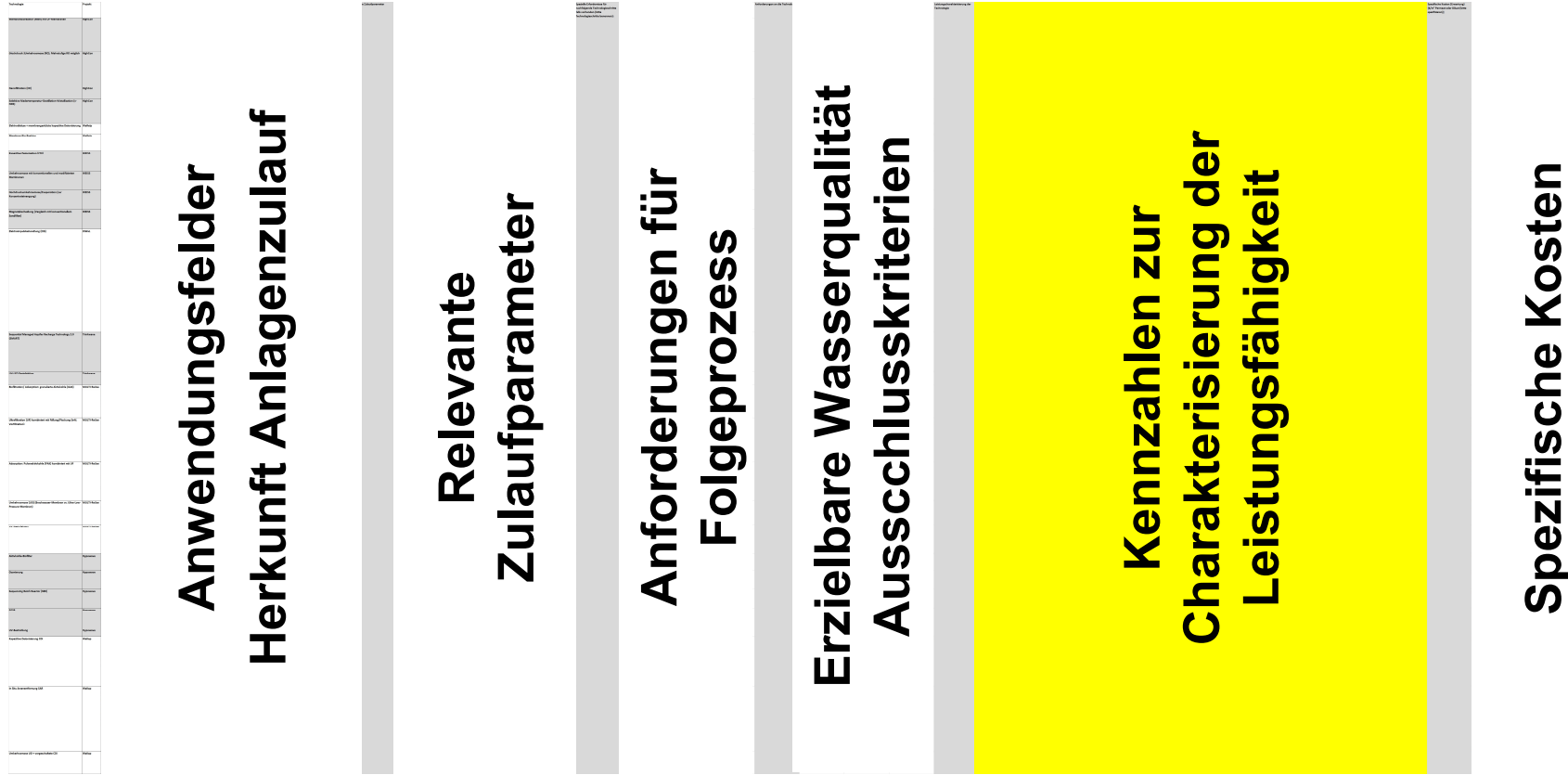
# Einfache Technologiematrix: Einsatzgebiet, Technologie

Überbegriff	Technologie	Industrie HighCon	Industrie WaRelp	Industrie WEISS	Industrie DIWaL	Kommunal TrinkWave	Kommunal MULTI-ReUse	Kommunal HypoWave	Salz WaKap
Bioreaktor + Membrantechnologie	Membranbioreaktor (MBR)	x (mit UF-Membranen)	x zur Reduzierung von „refraktärem“ CSB (mit üblichen Verfahren nicht abbaubarer CSB)						
Bioreaktor	EGSB (Expanded Granular Sludge Bed)							x	
Belebtschlammverfahren	Sequencing Batch Reactor (SBR)							x	
magnetisches Trennverfahren	Magnetabscheidung			x (Vergleich mit konventionellem Sandfilter)					
Membrantechnologie	Ultrafiltration (UF)						x kombiniert mit Fällung/Flockung (inkl. Vorfiltration)		
Multi-Barrieren-System	Sequential Managed Aquifer Recharge Technology 2.0 (SMART)					x			
Membrantechnologie	Umkehrosmose	x (Hochdruck-)RO, Mehrstufige RO möglich		x _mit konventionellen und modifizierten Membranen; _Hochdruck RO/Evaporation (zur Konzentrateinengung)			x (Brackwasser-Membran vs. Ultra-Low-Pressure-Membran)		x mit vorgeschalteter CDI
Aufkonzentrierung	Evaporation			x _Hochdruck RO/Evaporation (zur Konzentrateinengung)					
Membrantechnologie	Nanofiltration (NF)	x							
Thermisches Trennverfahren	Selektive Niedertemperatur-Destillation-Kristallisation (s-NDK)	x							
Elektromembran-Technologie	Kapazitive Deionisierung CDI		x membrangestützt	x	x				x
Elektromembran-Technologie	Elektrodialyse		x						
Oxidation/ Adsorption	In Situ Arsenentfernung SAR								x
Adsorption	Aktivkohle						x _Biofiltration/ Adsorption: granuliert Aktivkohle (GAK) _Pulveraktivkohle (PAK) kombiniert mit UF	x Aktivkohle-Biofilter	
Desinfektion/ Keimreduktion	UV					x UV-LED Desinfektion	x	x	
Oxidation	Ozonierung							x	
Keimreduktion	Elektroimpulsbehandlung (EIB)				x				
	Salzbiologie		x						

„Horizontaler“ Vergleich über Sektoren

„Vertikaler“ Vergleich im Anwendungsgebiet

# Erweiterte Technologiematrix



Vielzahl von Kriterien in der erweiterten Technologiematrix

⇒ **Konzentration auf Vergleichskriterien zur Technologiebewertung**

## Vorläufige Tabelle der KUOI / KPI

### Key Unit Operation Indicators

Definition von Randbedingungen und sinnvollen Einsatzgrenzen

- Entwicklungsstand: Technology Readiness Level (TRL)
- Komplexität: Bedienungsaufwand der Technologie
- Typische stoffliche und technische Einsatzgrenzen

### Key Performance Indicators

Leistungsvergleich von Verfahren im konkreten Einsatzfall  
(Benchmarking)

- Stoffgrößen: Summen- und Einzelparameter, hygienische Parameter
- Energiekennzahlen: Strom, Wärme, Primärenergie (kWh/m<sup>3</sup>)
- Reststoffe, Hilfsstoffe / Chemikalien (kg/m<sup>3</sup>)
- Volumen- oder Flächenverbrauch (m<sup>2</sup>/(m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>), m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup>h<sup>-1</sup>))
- Instandhaltung (h/a, h/m<sup>3</sup>)



## Ausblick

- Konkretisierung der Technologiematrix aufgrund der Forschungsergebnisse der Projektpartner
  - Überprüfung der Anwendbarkeit und Aussagekraft der KUOI / KPI durch im QST beteiligte Projekte
  - Optimierung und Fortschreibung der KUOI / KPI-Liste
- ⇒ **Veröffentlichung einer Handreichung für Praktiker**



Technology  
Arts Sciences  
TH Köln



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



WavE Querschnittsthema „Technologien & Prozesse“

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

WaVe-Statusseminar 17.-18. April 2018, Frankfurt am Main

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung