

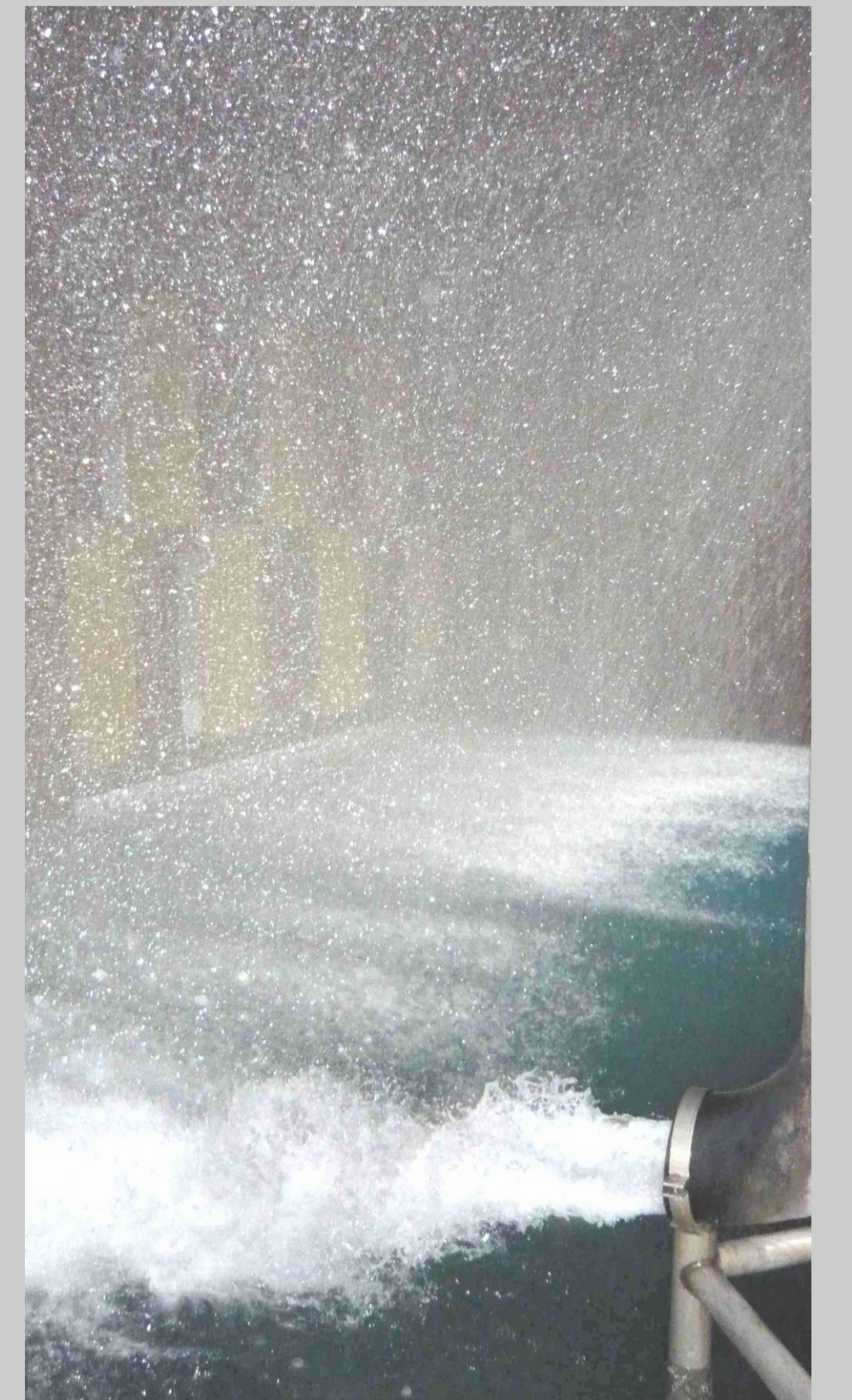


## WEISS

# Effiziente Kreislaufführung von Kühlwasser durch integrierte Entsalzung am Beispiel der Stahlindustrie - *Projektübersicht*

### Projektziele

- Verfahrensentwicklung zur nachhaltigen integrierten Kühlwasserentsalzung
- Halbierung der Absalzwassermenge durch:
  - Aufbereitung von Zusatzwasser sowie Absalzwasser
  - Entfernung von Salzen, Feststoffen, Ölen/Fetten
  - bedarfsgerechte Chemikaliendosierung
- Lösungen zur Hebung des Wasser-Einsparpotentials von bis zu 800.000 m<sup>3</sup>/a einen Stahlstandort
- Verknüpfung von Forschung und Entwicklung sowie betrieblicher Erprobung durch Anwender



### Ausgangssituation

- Branchenübergreifender Einsatz von 2,3 Mrd. m<sup>3</sup>/a Wasser für Kühlzwecke in Deutschland – entspricht 92% der nichtöffentlichen Versorgung 2010
- Anstieg der Salz- und Feststoffgehalte in den Kühlkreisläufen durch Verdunstung und Kreislaufführung
- Einhaltung der Konzentrationslimits zur Vermeidung von z.B. Korrosion erfordert Abschlämmung von 1 % - 5 % des Wassers des Kreislaufwasserstroms - bis zu 200 m<sup>3</sup>/h in der Eisen- und Stahlindustrie
- Nicht-bedarfsgerechte Dosierung von Korrosionsinhibitoren, Bioziden, Dispergatoren und Antiscalants, z.B. ca. 2.000 t/a Phosphonate, führt zu erhöhten Betriebsmittelkosten
- Relevanz der Projektergebnisse für weitere Branchen neben der Stahlindustrie:
  - Branchen mit großen Kühlwassermengen z.B.: Chemie-, Papier- und Erdölindustrie sowie Kraftwerke, Klima- und Kälteanlagen, Maschinen- / Kunststofffabriken, Glaswerke, NE-Metallhütten
  - Industrien in ariden Regionen mit begrenztem / zeitlich eingeschränktem Zugang zu Wasser

### Innovative Verfahrensansätze

#### Entsalzung

- Kapazitive Deionisation (CDI), Umkehrosmose-Membranen mit Antifouling-Beschichtungen

#### Konzentrationsreinigung

- Evaporation mit salzbeständigen Polymerwärmetauschern, Hochdruck-Umkehrosmose

#### Bedarfsgerechte Chemikaliendosierung

- Messung der biologischen Aktivität mittels ATP
- Feststoff-Messung mittels neuartigem BFI-Sensor

#### Simulation mit SIMBA# / Life Cycle Assessment / Ökobilanz

- Entwicklung nicht vorhandener Module
- Kopplung der SIMBA# Simulationsergebnisse mit LCA mit Integration der Salzfrachten / Temperaturen

### Partner

VDEh-Betriebsforschungsinstitut  
GmbH

WEHRLE

DEUTSCHE EDELSTAHLWERKE

FOEN<sup>®</sup>

SMS group

ifak

UNIVERSITÄT  
DUISBURG  
ESSENPTKA  
Projektträger Karlsruhe  
im Karlsruher Institut für Technologie

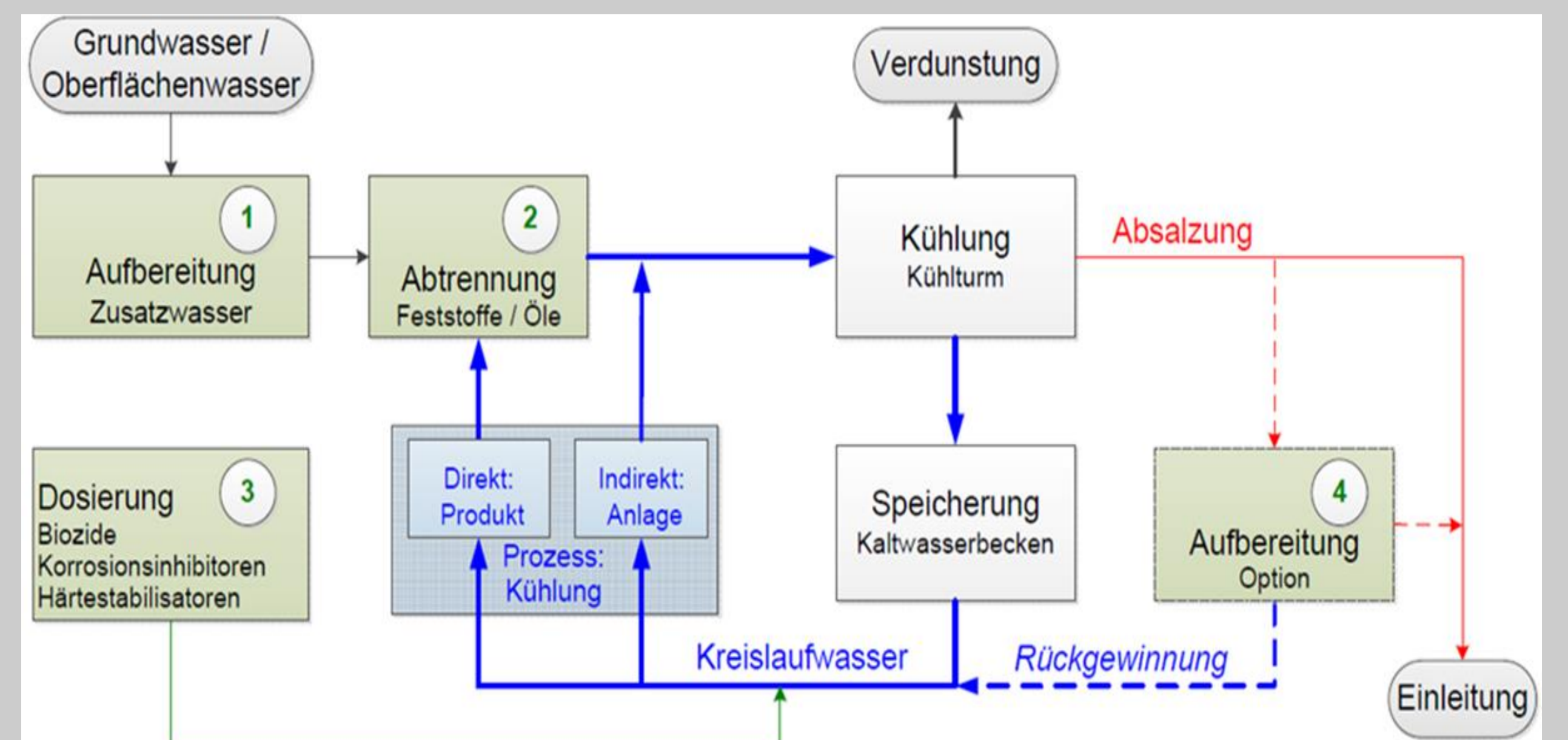


## WEISS

# Effiziente Kreislaufführung von Kühlwasser durch integrierte Entsalzung am Beispiel der Stahlindustrie – *Forschung und Entwicklung*

### Forschung und Verfahrensentwicklung durch BFI, ifak, SMS, TUB, UDE, Wehrle und FOEN

- MSR-Konzept zur bedarfsgerechten Chemikaliendosierung
- Entwicklung einer Antifouling-Beschichtung für Umkehrosmose-Membranen zur Entsalzung
- Ermittlung der Parameter / Vorbehandlung zur Entsalzung mittels Kapazitiver Deionisation
- Stoffstrom-Simulation an ausgewählten Kreisläufen
- Life Cycle Assessment für die Kreislaufwasserbehandlung



### Ausgangssituation

Komplexe Kühlwasser-Matrix in der Eisen- und Stahlindustrie durch Verwendung / Eintrag von:

- Oxidierenden / nicht oxidierenden Bioziden
- Korrosionsschutzmitteln
- Härttestabilisatoren
- Flockungshilfsmitteln z.B. Polymere und Elektrolyte
- Feststoffen bei produktionsbedingter direkter Kühlung
- Öl / Fett aus Leckagen

### Arbeiten

Situationserfassung und detaillierte Zieldefinition

- Auswahl von zwei repräsentativen Kreisläufen zur direkten und indirekten Kühlung für Probenahmen / Messungen / Datenerfassung

Ermittlung von Wechselwirkungen zwischen Kühlwasser-inhaltsstoffen und den Behandlungs- bzw. Messverfahren:

- Kapazitive Deionisation (CDI)
- ATP-Messung (biologische Aktivität)
- UO-Membranen mit Antifouling-Beschichtungen
- Evaporation
- Hochdruck-Umkehrosmose

### Arbeiten

Simulation der Stoffströme ausgewählter Kreisläufe

- Abbildung Stoff-, Wasser- und Enthalpieströme (SIMBA#)
- Entwicklung nicht vorhandener Module für neuartige Behandlungstechnologien
- Abbildung der Wasserinhaltsstoffe / verfahrenstechnischen Funktion von Kühlwassersystemen (EPANET)

Life Cycle Assessment (LCA)

- Durchführung von Simulationen der Kreisläufe auf Basis von SIMBA unter Einbeziehung und Integration der Salzfrachten und Temperaturen
- Erstellung einer Ökobilanz zur Verfahrensbewertung

### Partner





## WEISS

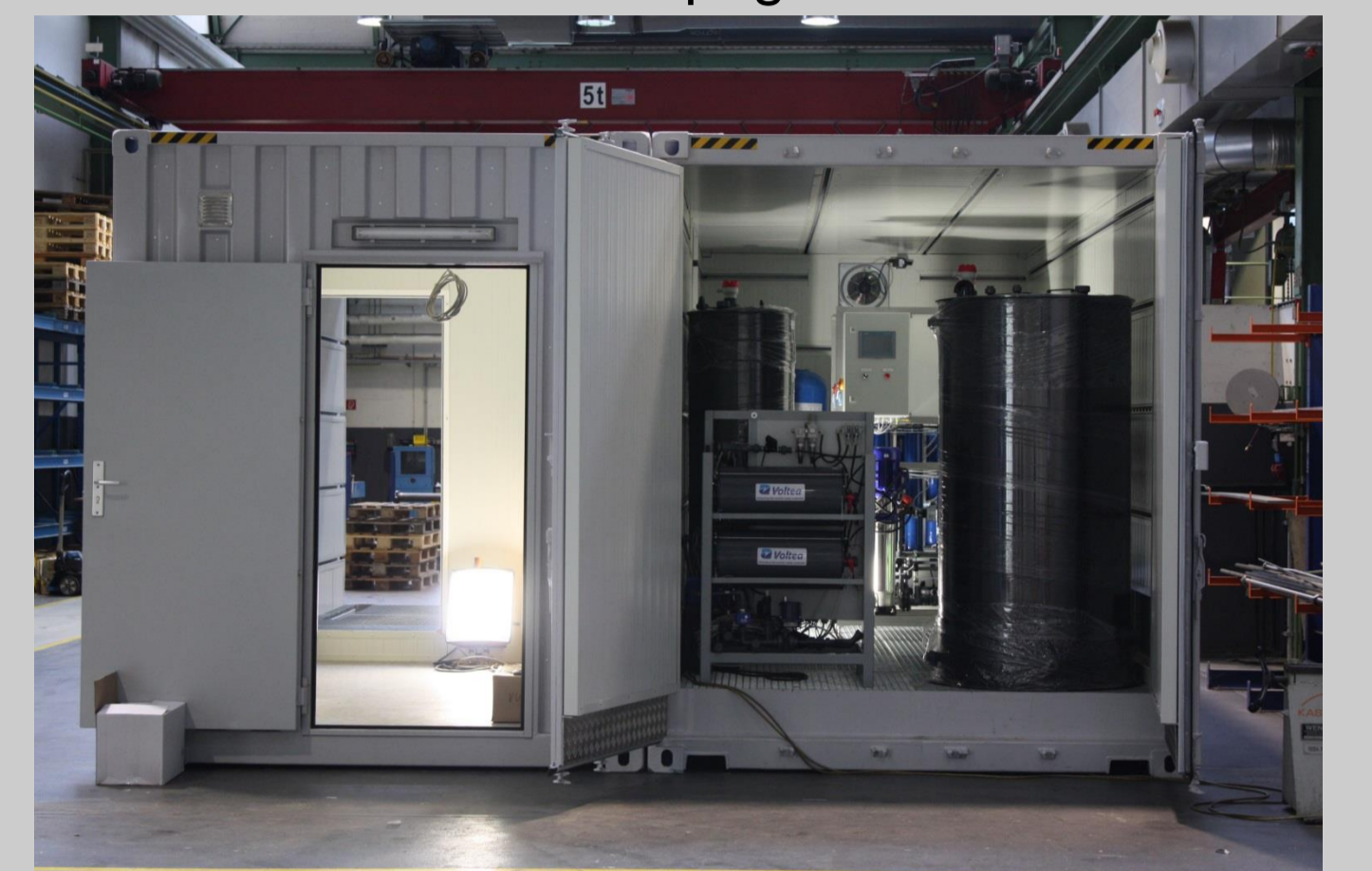
# Effiziente Kreislaufführung von Kühlwasser durch integrierte Entsalzung am Beispiel der Stahlindustrie – *Betriebliche Verfahrenserprobung*

### Betriebliche Verfahrenserprobung zum Nachweis der Anwendbarkeit durch BFI, DEW, SMS, Wehrle und FOEN

- Messung der biologischen Aktivität und der Feststoffkonzentration zur bedarfsgerechten Chemikaliendosierung
- Starkfeld-Magnetabscheidung zur chemikalienfreien Feststoffabscheidung vor der Entsalzung
- Kapazitive Deionisation zur Kühlwasserentsalzung
- Umkehrosmose mit modifizierten Membranen zur Entsalzung
- 2. Umkehrosmose-Stufe zur maximalen Salz-Aufkonzentrierung
- Evaporation zur Aufbereitung von Umkehrosmose-Konzentraten



Quelle: Homepage DEW



Gesamtversuchsanlage  
Quelle: SMS Group

### Betriebliche Erprobung der Verfahren

- ATP-Messung zur zeitnahen Erfassung der biologischen Aktivität und bedarfsgerechten Biozid-Dosierung
- BFI Feststoffsensoren zur online-Messung der Feststoffkonzentration als Grundlage für die bedarfsgerechte Flockungs- / Flockungshilfsmitteldosierung
- Chemikalienfreie Feststoffabscheidung mittels Starkfeldmagneten (vollautomatisierte BFI-Anlage: 5 m<sup>3</sup>/h)



### Betriebliche Erprobung der Verfahren

- 2. Umkehrosmose-Stufe (Hochdruck-UO) zur maximalen Salz-Aufkonzentrierung der Konzentrate aus CDI und UO
- Evaporation mit dünnwandigen, salzbeständigen Polymerwärmetauschern zur Einengung der Konzentrate



Hochdruck-Umkehrosmose  
Quelle: Wehrle

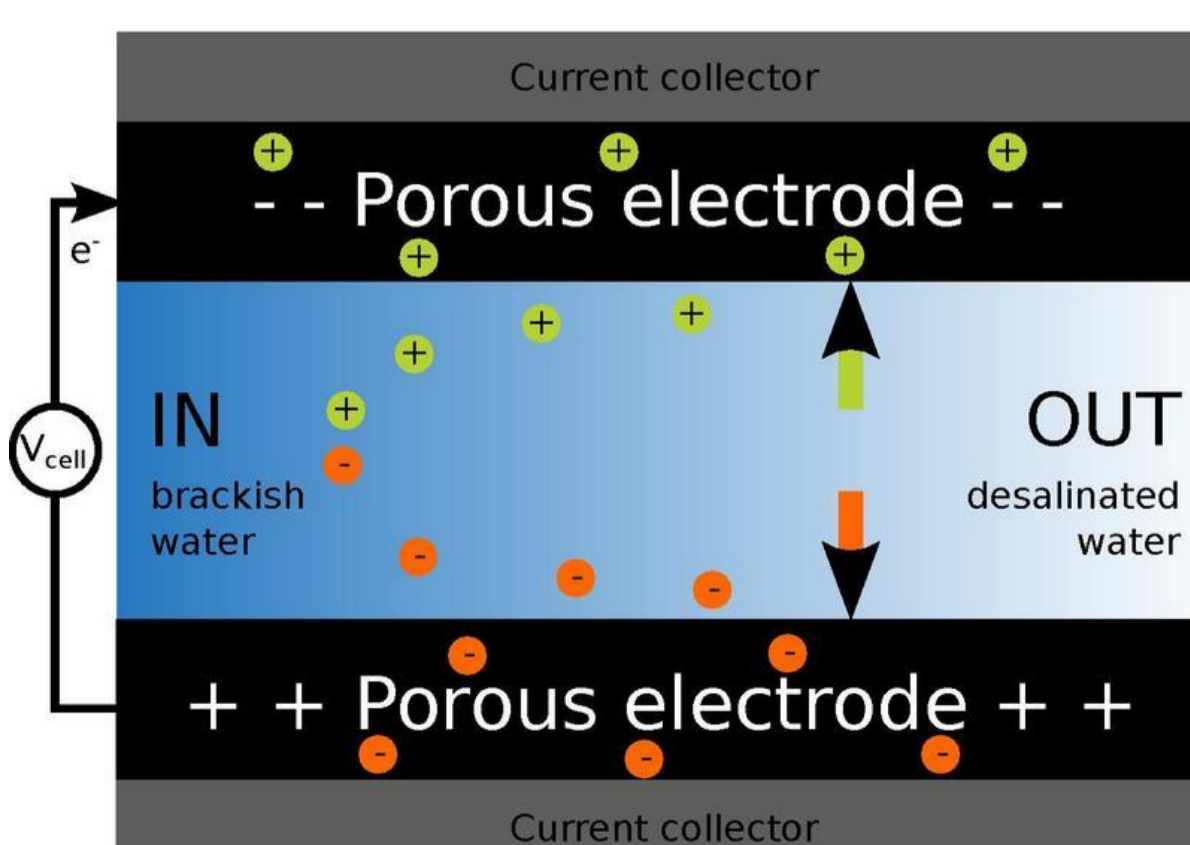


Evaporation  
Quelle: FOEN

### Partner



- Umkehrosmose (UO) mit modifizierten Antifouling-Membranen
- Kapazitive Deionisation (CDI) - Ionenentfernung mittels elektrostatischer Adsorption zur Salzabtrennung



Schema Kapazitive Deionisation



Aufstellung in Gesamtversuchsanlage

„Zukunftsfähige Technologien und Konzepte zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit durch Wasserwiederverwendung und Entsalzung“ (Wave)  
Im Förderschwerpunkt: „Nachhaltiges Wassermanagement“ (NaWaM)

**Verbundkoordinator**

Dipl.-Ing. Martin Hubrich  
VDEh-Betriebsforschungsinstitut  
martin.hubrich@bfi.de  
www.bfi.de