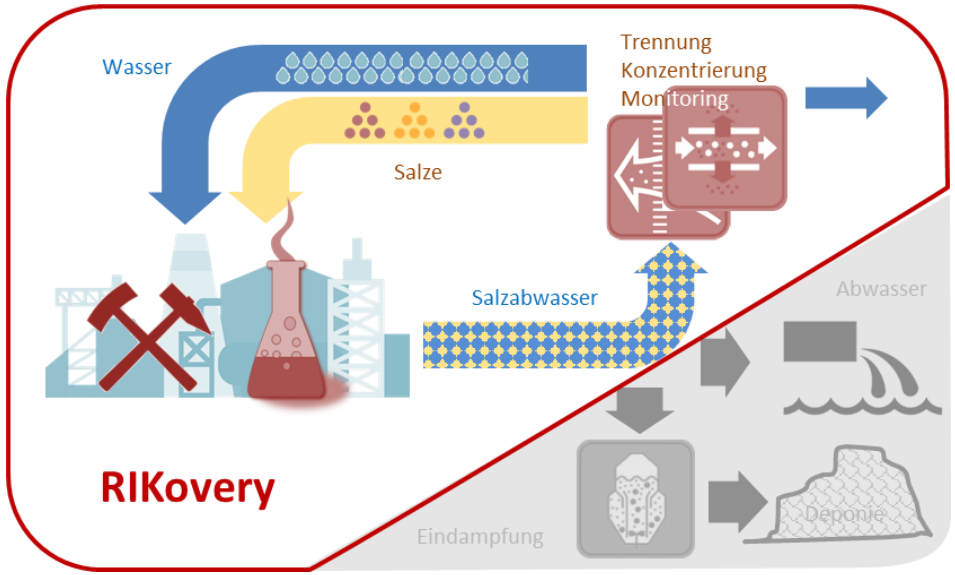
# RIKovery

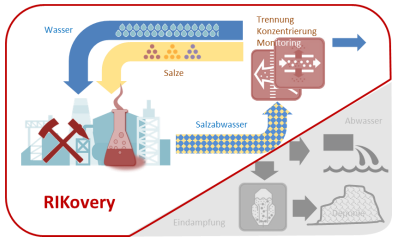
## Recycling von industriellen salzhaltigen Wässern durch Ionentrennung, Konzentrierung und intelligentes Monitoring




Auftaktveranstaltung der BMBF-Fördermaßnahme
„Wassertechnologien: Wiederverwendung“
7-8.06.21

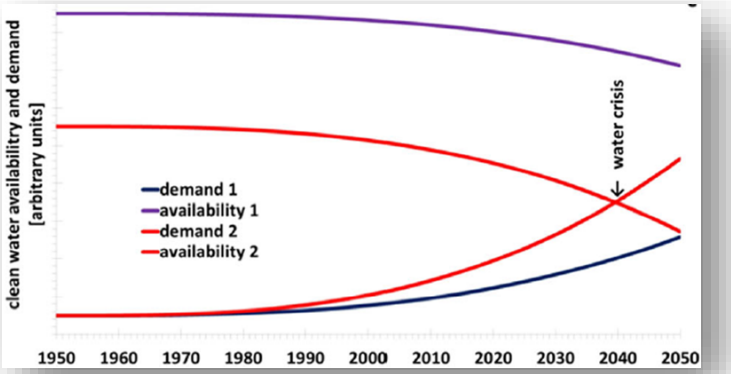
GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

# Problemstellung



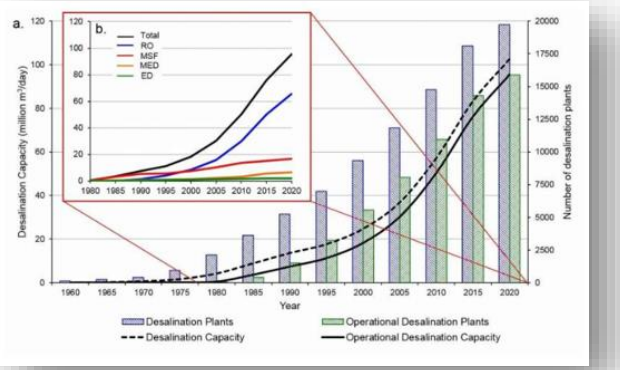

- Wasserstress wird bis 2050 ca. 50 % der Weltbevölkerung betreffen;
- Betrieb der Entsalzungsanlagen erfüllt wachsenden Wasserbedarf;
- Entsalzungsanlagen weltweit erzeugen täglich 142 Millionen Kubikmeter konzentrierter Salzlauge;
- Zunehmende Anzahl der Entsalzungsanlagen für Grund- und Oberflächengewässer;
- in Deutschland werden mehr als 6 Mio. t/a Chlorid über das Abwasser in Oberflächengewässer eingeleitet;
- Ca. 300 Mio. t/a NaCl werden weltweit produziert, ca. 60 % davon für die CA-Elektrolyse.

**Water Stress to Affect 52 % of World's Population by 2050**



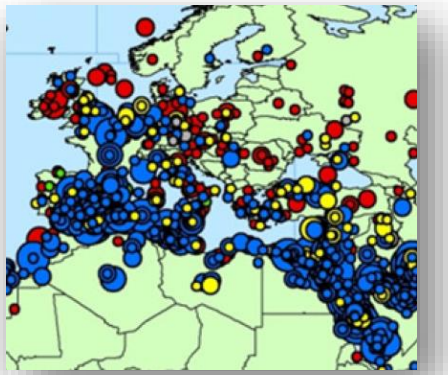

*Alberto Boretti, Lorenzo Rosa, Reassessing the projections of the World Water Development Report, nature 2019; doi.org/10.1038/s41545-019-0039-9*

**UN warns of rising levels of toxic brine as desalination plants meet growing water needs**



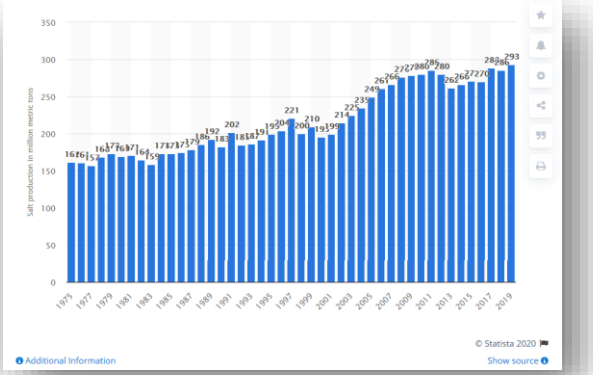

https://phys.org

**Distribution of operational desalination facilities**



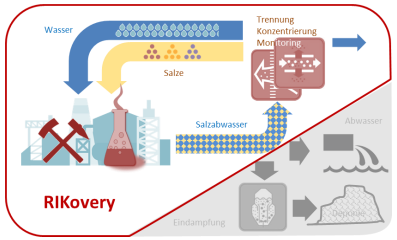
Adapted from: The state of desalination and brine production: A global outlook; Science of the Total Environment 657 (2019) 1343–1356

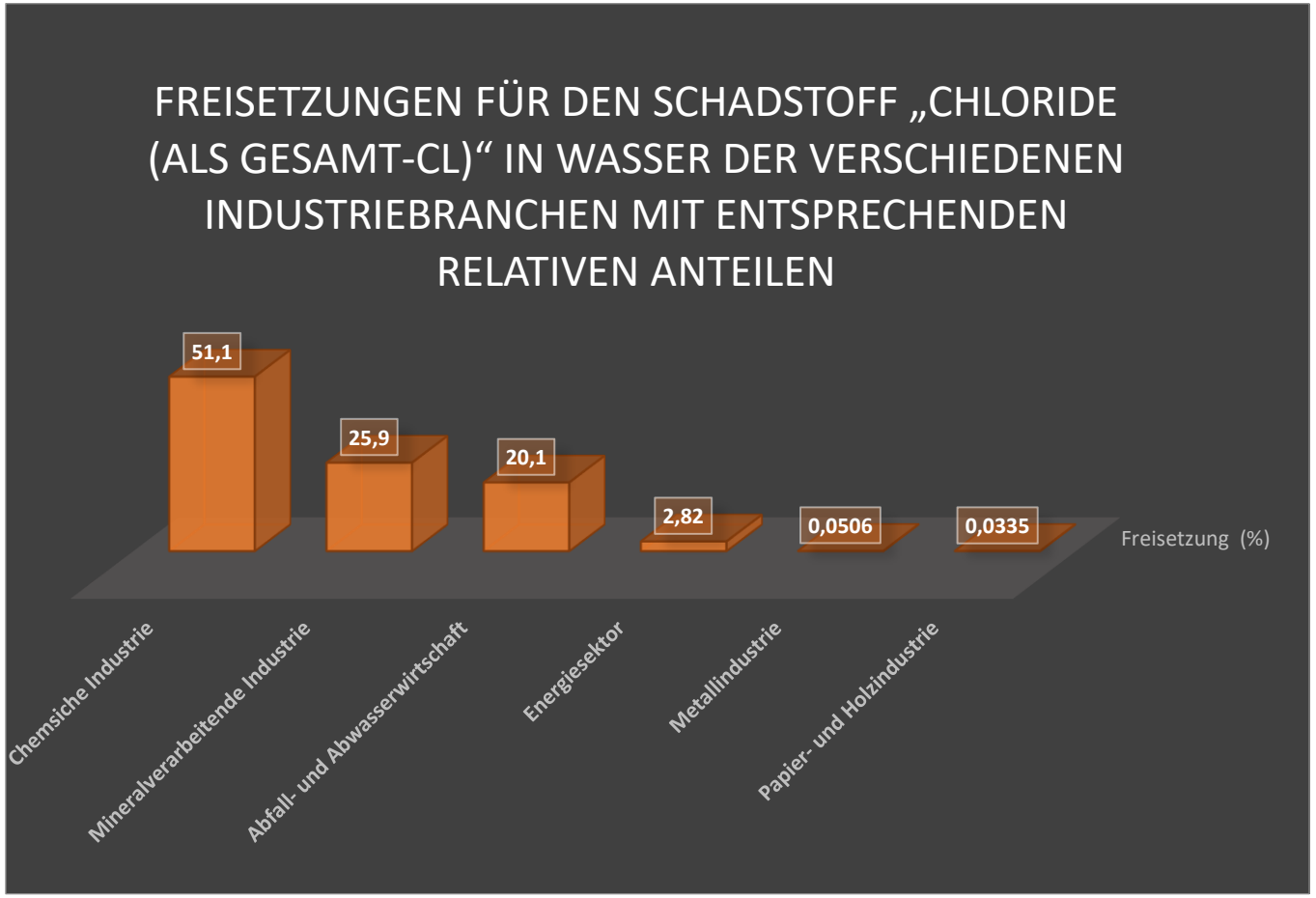
**World salt production from 1975 to 2019 (in million metric tons)**




*https://de.statista.com/*

# Problemstellung

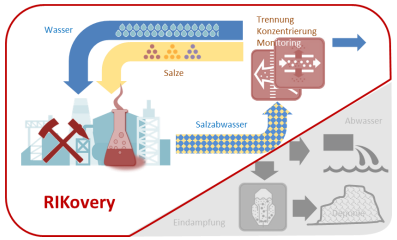


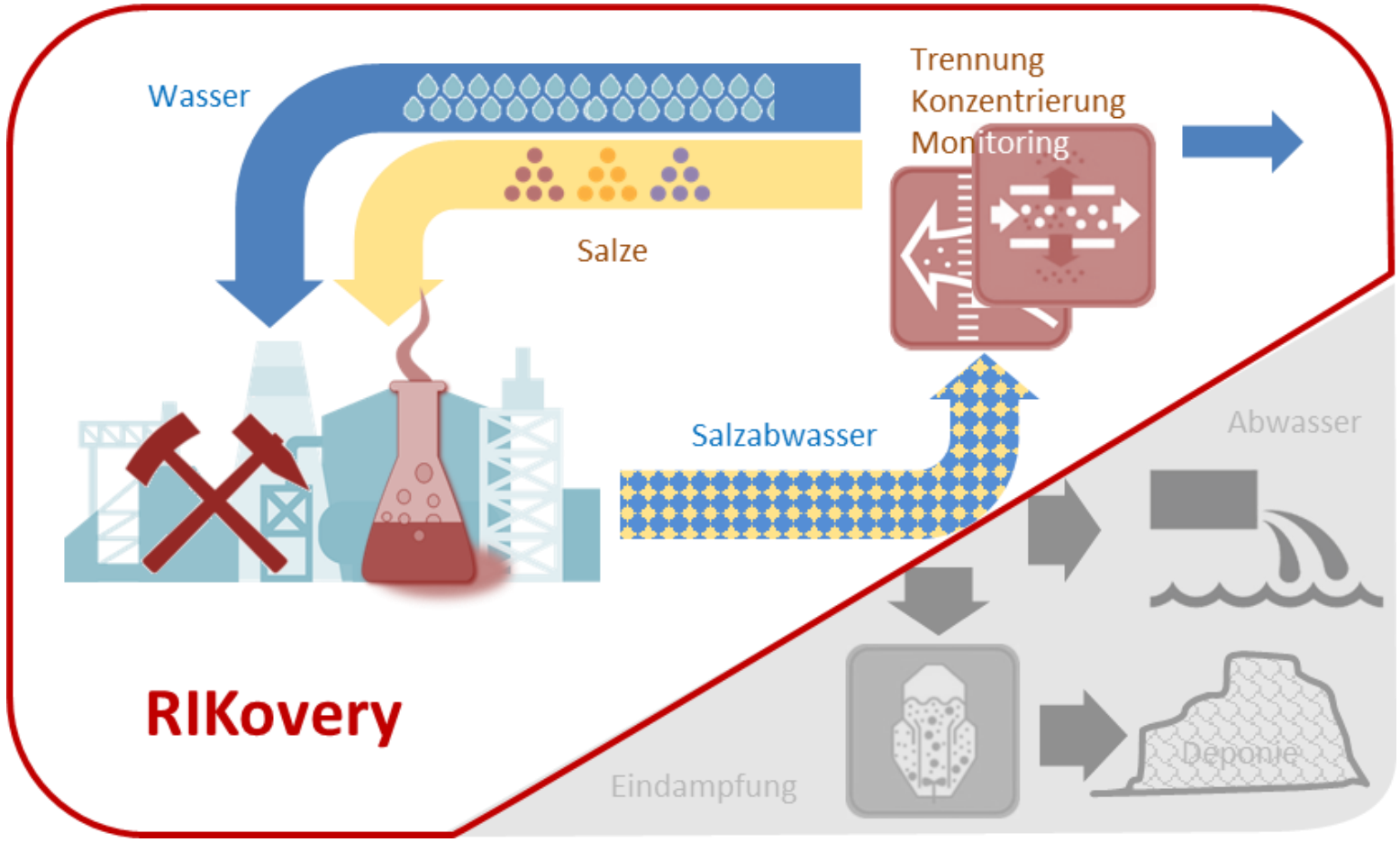




*Daten aus THRU.de*

- **Mischungen aus verschiedenen Salzen**
- und/oder die **Konzentration für eine direkte Nutzung zu gering;**
- **Wasserverdampfung** ist mit sehr hohem **Energieaufwand** verbunden und erlaubt selten eine Nutzung der Reststoffe/Salze;
- **Hoher technologischer Aufwand**, der notwendig ist, Salzgemische (Superkonzentrate) voneinander in ausreichender Reinheit zu trennen.

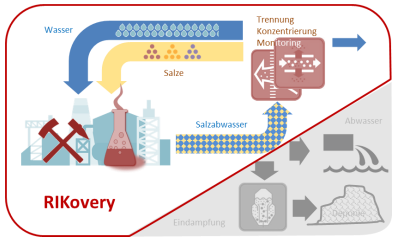
# Vision

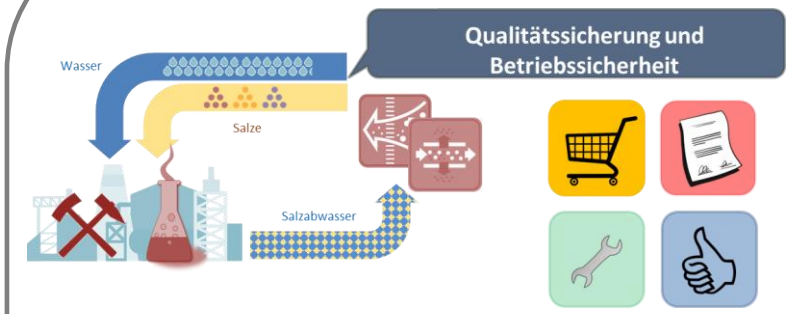



***Das Projektkonsortium verfolgt die Vision, salzenthaltende industrielle Wasserströme möglichst vollständig zu nutzen, und damit natürliche Wasserressourcen zu entlasten.***

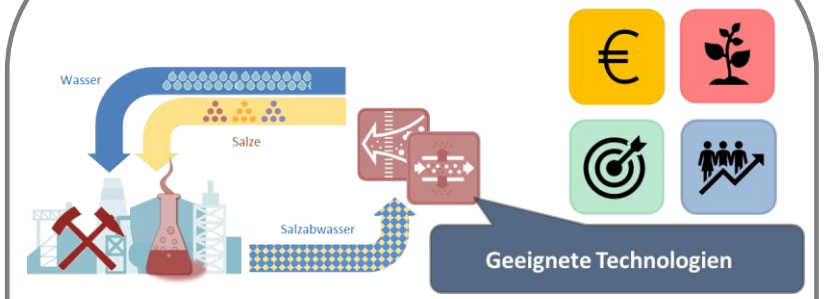
# Herausforderungen



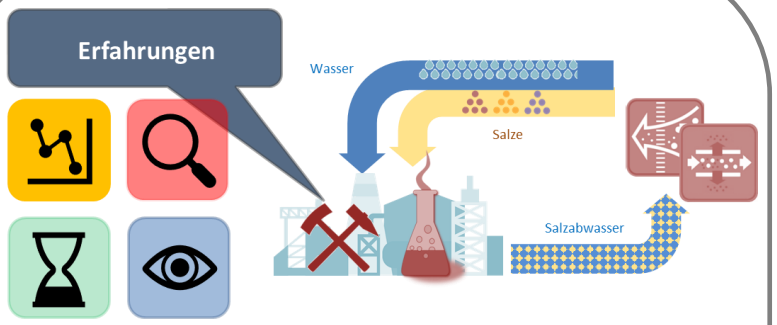

## Monitoring der Aufbereitungsqualität

- Online-fähige Prozessüberwachung von Verunreinigungen
- Qualitätssicherung für unbekannte Inhaltsstoffe
- automatisierte und intelligente Datenauswertung unter Nutzung vorhandener Analytikbausteine




## Innovative Technologien zur Ionentrennung und Aufkonzentrierung

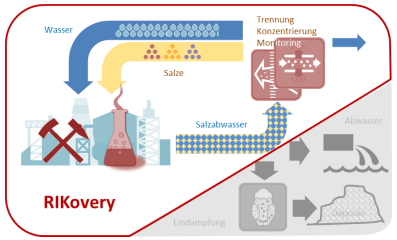
- Technologien zur Trennung der Ionen bzw. Einstellung einer definierten Zusammensetzung
- Energieeffiziente Verfahren(skombinationen) zur Konzentrierung der Salzlösungen bis auf ein geeignetes Konzentrationsniveau

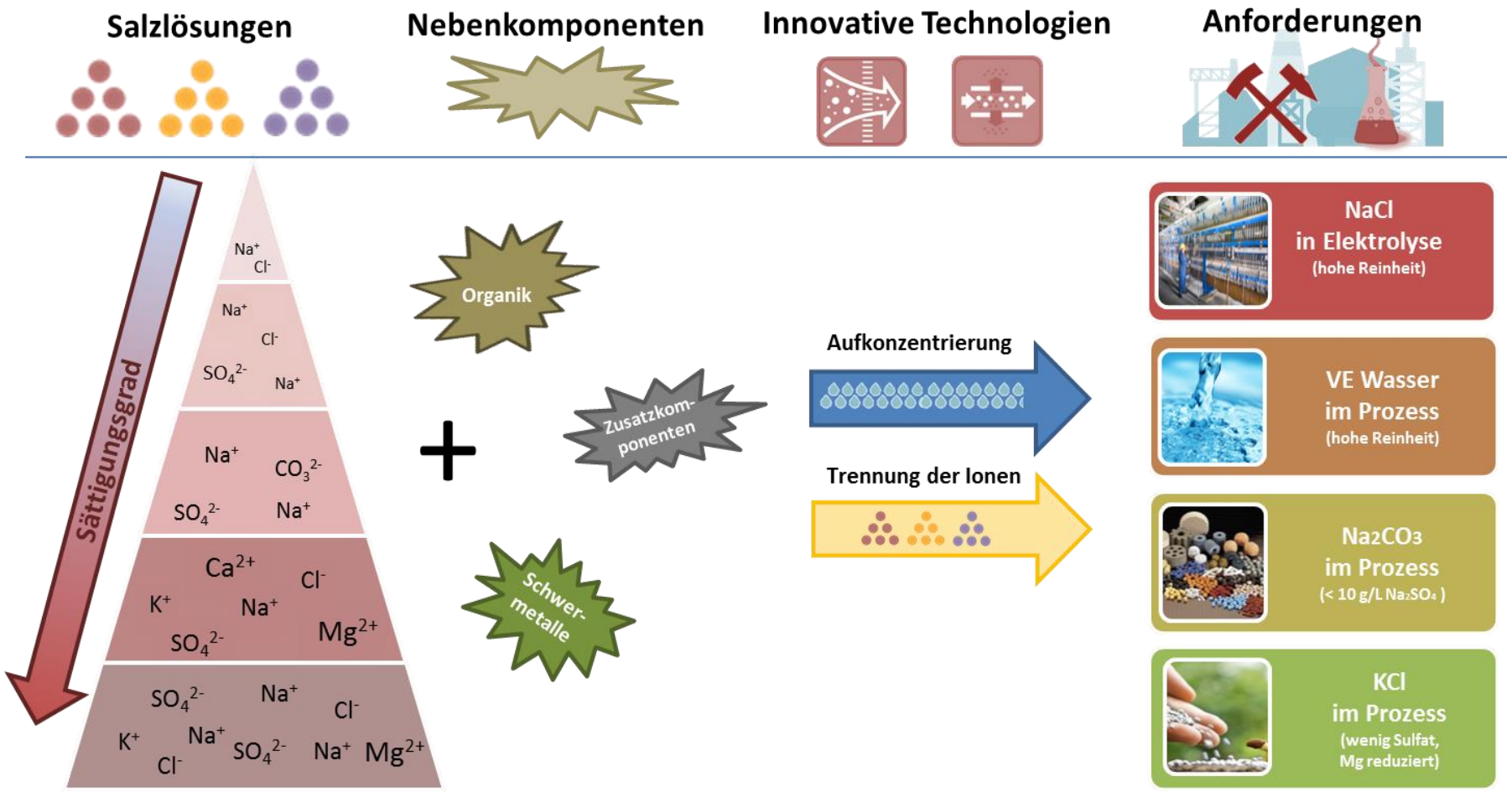



## Praxisrelevante Pilotierungen

Vor einer Umsetzung von Wasserrecyclingverfahren im Produktionsmaßstab werden Erkenntnisse aus praxisrelevanten Pilotierungen sowie ökonomische und ökologische Bewertungen unter standardisierten Kriterien benötigt.

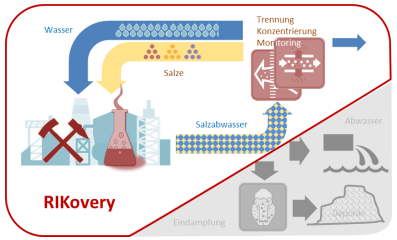
# Übergeordnetes Projektziel




**Übergeordnetes Projektziel ist die Erstellung einer fundierten Entscheidungsgrundlage** (CAPEX, OPEX, LCA, technische Machbarkeit) für die Implementierung von Salz- und Wasser-Rückgewinnungsverfahren im Produktionsmaßstab.

# Projektkonsortium




## Industrielle Anwendungen

**covestro**
Prozesswasser aus Polycarbonat und Isocyanatherstellung

**EVONIK** Leading Beyond Chemistry
Prozesswasser aus Kieselsäure- und Katalysatorproduktion

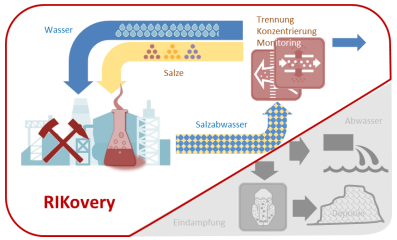
**K+S**
Ungesättigte salzhaltige Haldensickerwässer und gesättigte Haldenwässer

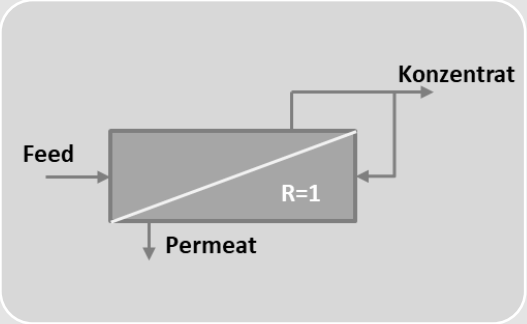
**DVGW** | **TZW** Technologiezentrum Wasser | **AFIN-TS**
Analytik und Monitoring

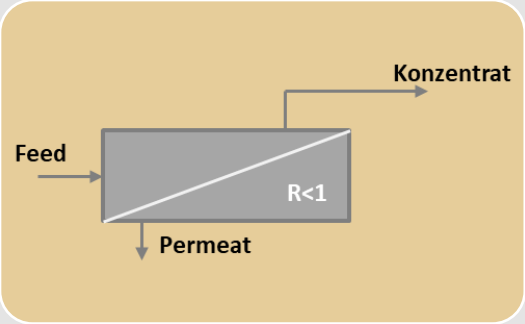
Technology Arts Sciences TH Köln | AVT Aachener Verfahrenstechnik | RWTH AACHEN UNIVERSITY
Verfahrensentwicklung

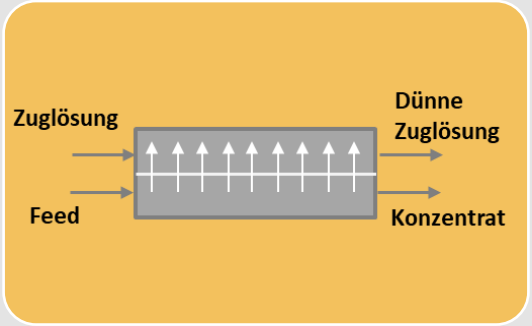
**BWS WATER** ANLAGENBAU & SERVICE
Anlagenbau

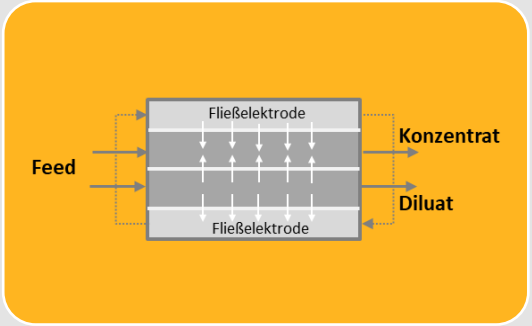
# Innovative Technologien zur Ionentrennung und Aufkonzentrierung




**Osmotic Assisted Reverse Osmosis**

**(OARO)**

- Deutlich reduzierter Energie- und CAPEX-Bedarf durch reduzierten Betriebsdruck
- Konzentrierung von 1- und 2-wertigen Salzen bis Sättigung möglich
- Kommerziell verfügbare Module nutzbar

**High Pressure Nanofiltration (HPNF)**

- Vereinfachtes Anlagendesign (i. vgl. zu OARO)
- Konzentrierung sowie Trennung von 1- und 2-wertigen Ionen auch in gesättigten Lösungen
- Spezifische Anpassung der Membraneigenschaften erforderlich

**Foward Osmosis**

**(FO)**

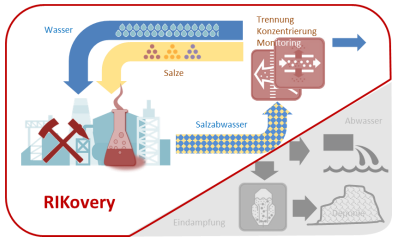
- Extrem geringer Energiebedarf für Spezialfälle
- Konzentrierung von 1- und 2-wertigen Salzen
- Regenerationserfordernis der Zuglösung ist entscheidend

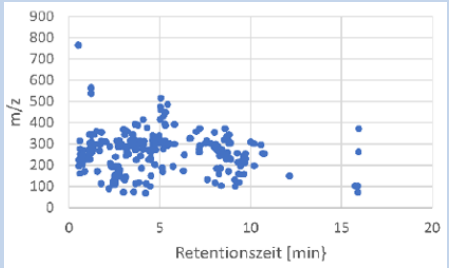
**Flow Electrode Capacitive Deionization**

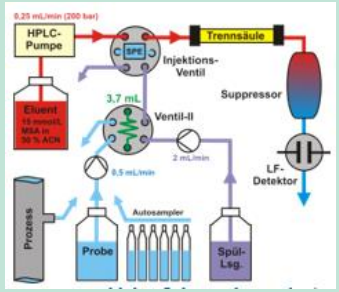
**(FCDI)**

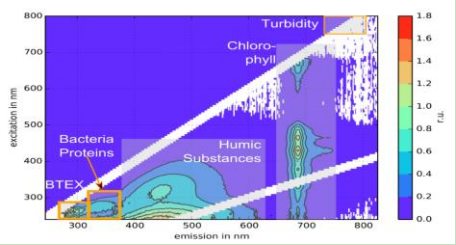
- Elektrisch getriebener Prozess: Transport der Ionen, nicht des Wassers
- Simultane Trennung und Aufkonzentrierung von 1- und 2-wertigen Ionen möglich
- Simultane Organik-Abtrennung möglich

# Monitoring der Aufbereitungsqualität




## Non-Target Screening (N-TS)

- Molekulare Fingerabdrücke
- **Bildgebend und statistisch für die Charakterisierung von Prozesszuständen** bzw. deren Qualität (z. B. Spannung der CA-Elektrolyse)
- Automatisierte Auswertungs-Workflows
- Abgleich mit weiteren Informationen (z. B. Elektrolyseeffizienz beim Einsatz des entsprechenden Prozesswassers)

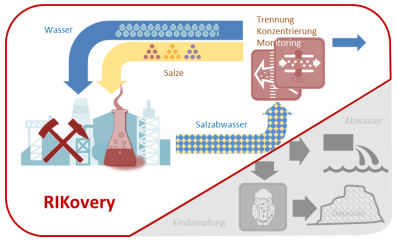
## Automatisierte Online-fähige Analytik für quartäre Ammoniumverbindungen

- Mehrfache Messung der QAV-Gehalte pro Tag und eine schnelle Quantifizierung sind erforderlich;
- Im RIKovery-Projekt soll die in Re-Salt erarbeitete Labormethode zu einer Online-Methode weiterentwickelt werden;
- Demonstration der Online-Analytik im Praxistest

## Automatisierte UV- und Fluoreszenzmessungen zur Erfassung von aromatischen Verbindungen

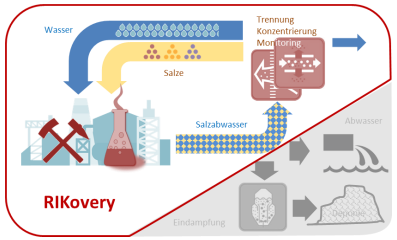
- Intelligente Datenauswertung in Prozessketten und Zeitreihen zur zeitnahen Überwachung der Wasserqualität
- Verschneidung verschiedener Sensoren (spektroskopische Sensoren sowie physikalisch/chemische Sensoren zur Erfassung von pH, Temperatur, elektrischer Leitfähigkeit)
- Anwendung von Verfahren des maschinellen Lernens

# Praxisrelevante Pilotierungen



- Vor einer Umsetzung von Wasserrecyclingverfahren im Produktionsmaßstab werden Erkenntnisse aus **praxisrelevanten Pilotierungen** sowie **ökonomische und ökologische Bewertungen** unter standardisierten Kriterien benötigt.
- Um aussagekräftige und breit übertragbare Projektergebnisse zu erzielen, hat das Projektkonsortium **industriell relevante Anwendungen** identifiziert, die sich hinsichtlich der Herausforderungen (Konzentrationsbereiche, Salzzusammensetzung, Reinheitsanforderungen für den Wiedereinsatz von Teilsalzen oder Wasser, Volumenströme) deutlich unterscheiden und die dadurch in der Gesamtheit für den größten Teil der industriellen Salzeinleitungen stehen.

# Öffentlichkeitsarbeit




**Die TH Köln wird innerhalb der Projektlaufzeit zwei Workshops planen, organisieren und ausrichten.**

**CML-Workshop**

*zur Konzentrierung und Behandlung hochsalzhaltiger Lösungen*

**12. Juni 2019, 10:00-17:00 Uhr, IWZ Deutz**

CML Cologne Membrane Lab · Bundesministerium für Bildung und Forschung · WavE · Technology Arts Sciences TH Köln

**Ort und Zeit:**

TH Köln
Campus Deutz
Betzdorfer Str. 2
50679 Köln

Anmeldung über ConfToolPro
www.re-salt.de/workshop.htm
Wir bitten um Ihre Anmeldung bis zum 15. Mai 2019

**Kontakt:**

**Christine Kleffner**
Institut für Anlagen- und Verfahrenstechnik (IAV)

+49 221-8275-4055
christine.kleffner@th-koeln.de
www.re-salt.de

Teilnehmerzahl ist aus organisatorischen Gründen begrenzt

Der Workshop richtet sich an Fachleute aus Hochschulen, Behörden und Industrie, zu deren Aufgaben die Konzentrierung und Behandlung hochsalzhaltiger industrieller Prozessströme und Abwässer, einschließlich ihrer Kristallisation, zählt. Insbesondere sind Betreiber und Anlagenbauer angesprochen.

Neben den klassischen Verfahren der Eindampfung versprechen neuere Technologien ökonomische und ökologische Vorteile. Insbesondere sind hierzu die Hochdruck-Umkehrosmose, die Membrandestillation und die Vorwärtsosmose in der Diskussion.

Im Rahmen des Workshops soll der Stand dieser Technologien im Vergleich zu Verdampfungsverfahren erarbeitet werden. Dies geschieht am Beispiel der Anforderungen zweier wichtiger Aufgabenstellungen aus der Praxis.

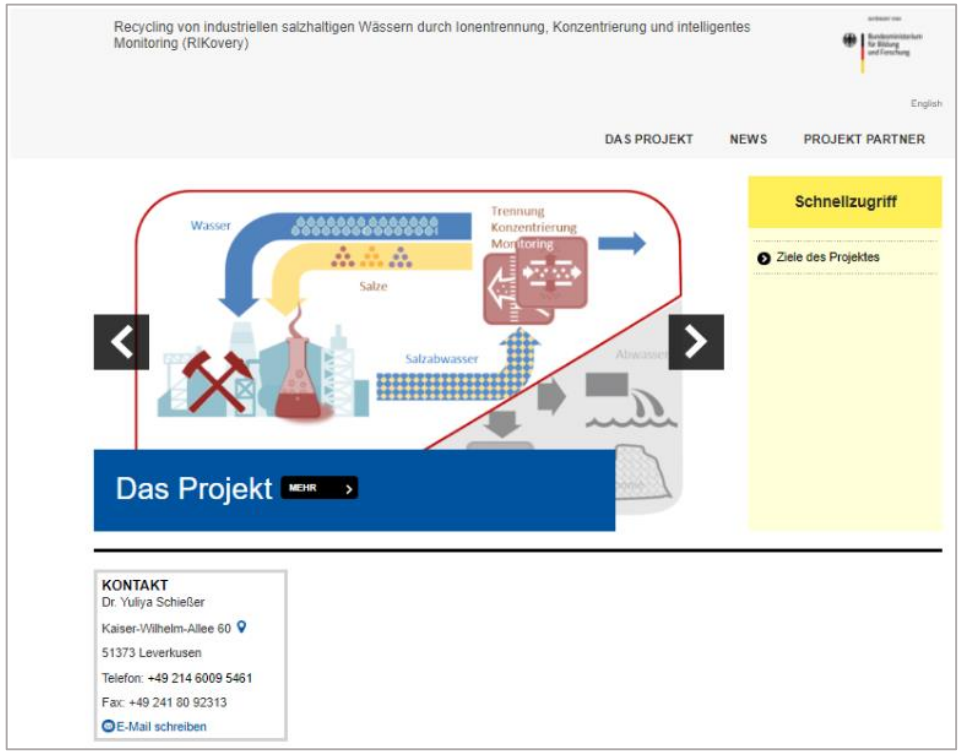
Dazu werden in Impulsvorträgen die Kerndaten und -fakten zu einzelnen Verfahren seitens ausgewählter Technologieanbieter dargelegt. Hierbei wird unter anderem auf Anwendungen, Einsatzbereiche und den Technologiereifegrad eingegangen.

Auf dieser Basis werden in Arbeitsgruppen die getroffenen Aussagen entsprechend einer SWOT-Analyse analysiert, d.h. es werden die Stärken und Schwächen, sowie die Chancen und Risiken der neuartigen Verfahren betrachtet und an den klassischen Verdampfungsverfahren gespiegelt. Die Ergebnisse werden im Plenum vorgestellt und anschließend gemeinsam diskutiert.

| Zeit | Inhalt | Vortragender |
|---|---|---|
| 08:30-10:00 | Empfang der Teilnehmer | Alle |
| 10:00-10:15 | Begrüßung der Teilnehmer und Erläuterung zu dem Programm und den Zielen des Workshops, Bezug zur Fördermaßnahme WavE des BMBF | Gerd Braun, TH Köln |
| 10:15-10:35 | Recycling von salzhaltigen Prozesswässern bei Covestro | Yuliya Schießer, Covestro Deutschland AG |
| 10:35-10:55 | Anforderungen zur Behandlung von Salzsolen bei K+S | Chris Malkomes, K+S Aktiengesellschaft |
| 10:55-11:15 | Kaffeepause | |
| 11:15-11:45 | Stand der Technik der Eindampfung und Kristallisation von Salzlösungen in Verbindung mit Hochdruck-Umkehrosmose | Leonid Semenihin, GEA Wiegand GmbH<br>Robert Buchfink GEA Messo GmbH |
| 11:45-12:05 | Membrandestillation zur Behandlung von Salzlösungen | Rebecca Schwantes, Solar-Spring GmbH |
| 12:05-12:25 | Forward Osmosis – Technologischer Stand und Möglichkeiten zur Behandlung salzhaltiger Lösungen | Jan Frauholz, Aquaporin A/S |
| 12:25-12:40 | Kurze Diskussion und Organisation der Arbeitsgruppen | Alle |
| 12:40-13:45 | Mittagsimbiss | |
| 13:45-15:15 | Diskussion in getrennten Arbeitsgruppen | Alle |
| 15:15-15:30 | Kaffeepause | |
| 15:30-16:00 | Vorstellung der Ergebnisse der Arbeitsgruppen | Arbeitsgruppen |
| 16:00-17:00 | Abschlussdiskussion und Fazit | Gerd Braun, TH Köln |

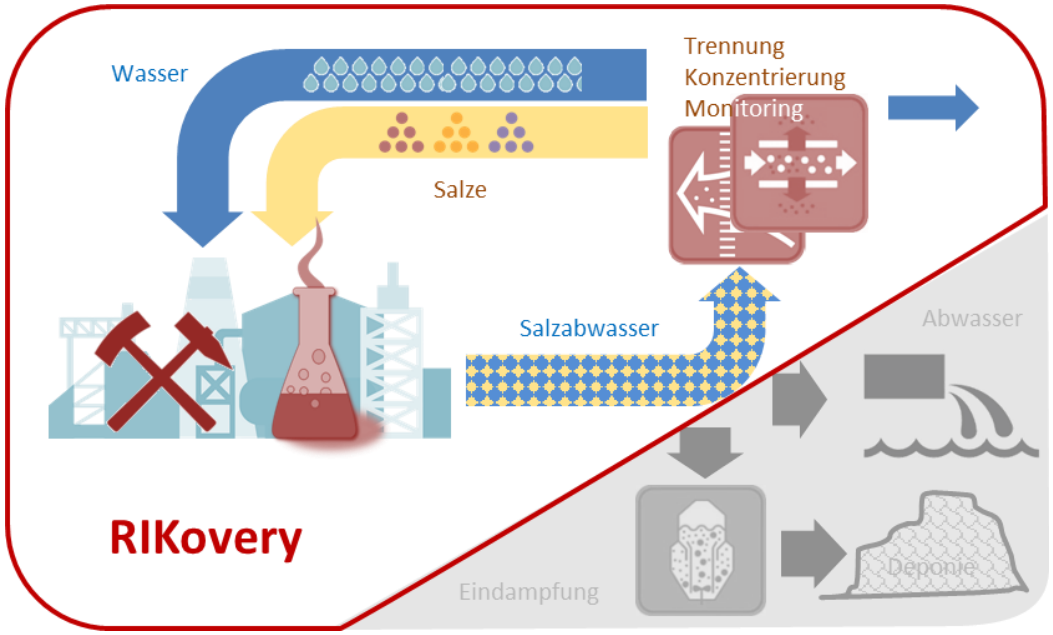
*(Beispiel aus Re-Salt)*

**Projekt-Webseite**




www.rikovery.rwth-aachen.de *(im Aufbau)*

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!




Koordinatorin:
Dr.-Ing. Yuliya Schiesser
Covestro Deutschland AG
yuliya.schiesser@covestro.com

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung