

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Forschung für Nachhaltigkeit

Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung

**WavE**  
Wassertechnologien: Wiederverwendung

# Die Forschungslandschaft zur Wasserwiederverwendung in Deutschland: Überblick zu den Projekten der **BMBF-Fördermaßnahme** **„Wassertechnologien: Wiederverwendung“ (WavE II)**

Dr. Christina Jungfer, DECHEMA e.V.  
Fortbildungstagung für Wasserfachleute – Wasserkurs  
01.11.2023, Berlin

DECHEMA-FOKUSTHEMA

# WASSERMANAGEMENT

- > Effiziente Wassernutzung in industriellen Prozessen
- > Wassermanagement für die H<sub>2</sub> und PtX Produktion
- > Verringerung der Abhängigkeit von Frischwasserressourcen
- > Kosteneffizienz in der Abwasserbehandlung und Minimierung der Reststoffströme
- > Industrierwasser 4.0 – Digitalisierung im industriellen Wassermanagement
- > Innovationen an der Schnittstelle zwischen Prozessindustrie und Wassermanagement fördern



More information at:

[www.dechema.de/watermanagement](http://www.dechema.de/watermanagement)

**Kontakt:**

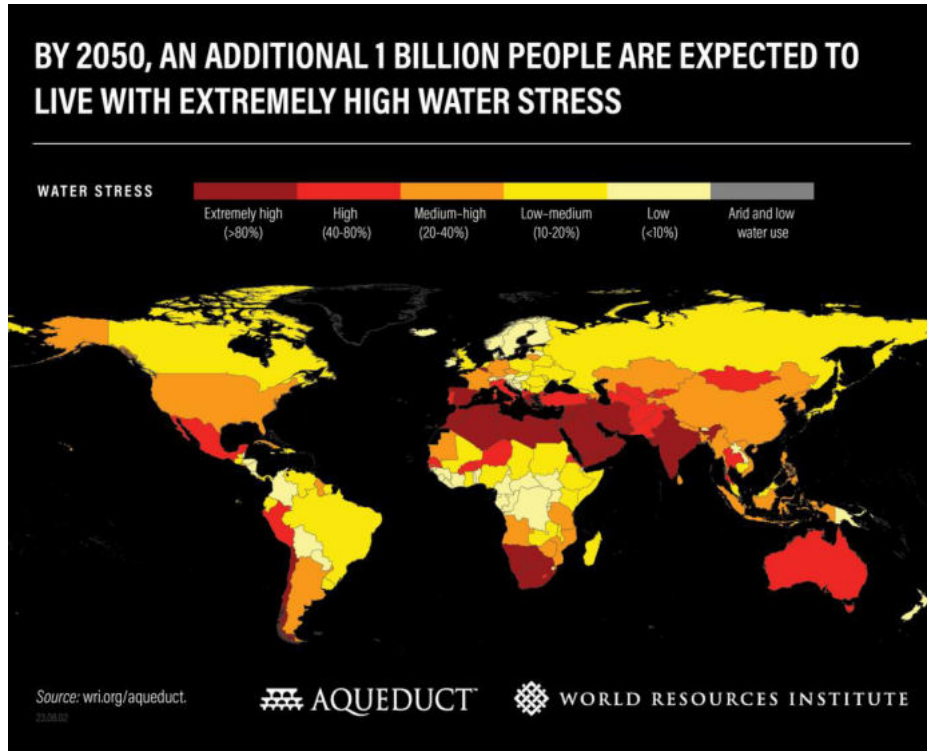
**Dr. Thomas Track**

[thomas.track@dechema.de](mailto:thomas.track@dechema.de)

**Dr. Christina Jungfer**

[christina.jungfer@dechema.de](mailto:christina.jungfer@dechema.de)

# Wasserstress weltweit



Quelle: <https://www.wri.org/insights/highest-water-stressed-countries>

- Klimawandel
- Wachsende Bevölkerung / Ballungsräume
- Höherer Lebensstandard
- Steigende Nachfrage nach Lebensmitteln / Industrieprodukten
- Konkurrierende Nutzung

→ Wasserstress:  
globales Thema mit lokalen Auswirkungen



## News Release

August 3, 2018

### Heat and drought: A challenge for production and logistics at the Ludwigshafen site

Due to the persistent high temperatures and low water levels in the Rhine, BASF SE has to adjust production and logistics at its Ludwigshafen site.

The amount of water withdrawn from the Rhine e.g. for cooling purposes is limited by the authorities; in addition, the re-entry temperature of the cooling water is limited to a certain temperature. To meet these requirements, BASF must gradually adjust production at its Ludwigshafen site.

## August 2018

Quelle: [https://www.basf.com/documents/de/Ludwigshafen/the-site/news-and-media/2018/08/P287e\\_Heat%20and%20drought..pdf](https://www.basf.com/documents/de/Ludwigshafen/the-site/news-and-media/2018/08/P287e_Heat%20and%20drought..pdf) (modified)

Tesla-Fabrik Grünheide

## Wasserverband warnt vor Folgen für Grundwasser durch Tesla-Ausbau

In Grünheide will Tesla seine Fabrik ausbauen. Das Unternehmen weist ökologische Probleme, die der regionale Wasserverband befürchtet, als unbegründet zurück.

Aktualisiert am 31. Juli 2023, 10:11 Uhr / Quelle: ZEIT ONLINE, dpa, lkk / 147 Kommentare

Artikel hören



Mitarbeiter der Tesla Gigafactory Berlin-Brandenburg arbeiten an einem der Elektrofahrzeuge.  
© Patrick Pleul/dpa

## Juli 2023

Quelle: <https://www.zeit.de/wirtschaft/unternehmen/2023-07/tesla-gruenheide-ausbau-umwelt-wasserverband>

## FOLGEN DER KLIMAERWÄRMUNG Der neue Wassermangel

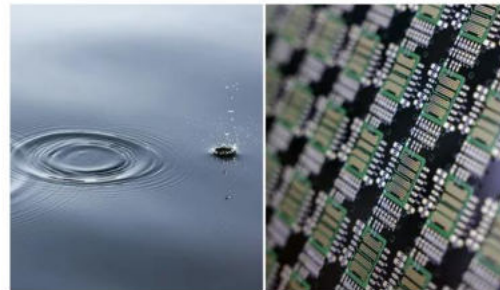
VON PETRA AHNE - AKTUALISIERT AM 27.07.2022 - 05:56



Die Hitze wird enden, die Dürre auch irgendwann. Doch etwas wird nicht wiederkommen: Wasser im Überfluss.

## Juli 2022

Quelle: <https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/klimawandel-kaum-ein-land-verliert-mehr-wasser-als-deutschland-18200362.html>

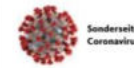


## Oktober 2023

Quelle: <https://www.zeit.de/wirtschaft/unternehmen/2023-09/sachsen-wassermangel-grundwasser-elbe-chipindustrie>

## Juli 2023

Quelle: <https://www.zeit.de/wirtschaft/unternehmen/2023-07/tesla-gruenheide-ausbau-umwelt-wasserverband>



Ukraine Politik **Wirtschaft** Finanzen Feuilleton Karriere Sport Gesellschaft Stil Rhein-Main Technik Wisse > Abo



WASSERMANGEL IN DEUTSCHLAND  
Kampf ums Wasser

Deutschland ist eigentlich ein wasserreiches Land. Der Kampf ums Wasser hat mancherorts aber längst begonnen.

## August 2022

Quelle: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/deutschland-der-kampf-ums-wasser-hat-mancherorts-laengst-begonnen-18224988.html>

Wasserknappheit in Sachsen

## Eben mal die Elbe anzapfen

In Sachsen siedelt sich die Chipindustrie an, und die braucht viel Wasser. Kein Problem, sagt die Politik, wir nehmen es aus der Elbe. Als wenn das so einfach wäre.



Dürre

## So lernt Brandenburg jetzt Trockenheit

Selbst der verregnete Sommer brachte kaum Erleichterung. Egal, ob Landwirt, Forscherin, Wasserverbandschef oder Minister – Brandenburg muss üben, mit Dürre umzugehen.

Von August Modersohn · 14. September 2023

## September 2023

Quelle: <https://www.zeit.de/2023/39/duerre-brandenburg-landwirtschaft-forschung>

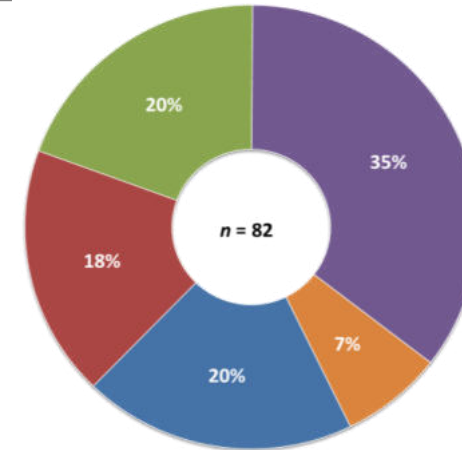




## Zukunftsfähige Technologien und Konzepte zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit durch Wasserwiederverwendung und Entsalzung - WavE -



- Laufzeit: 2016-2021
- Fördervolumen: ~ 32 Mio. €
- 13 Verbundprojekte

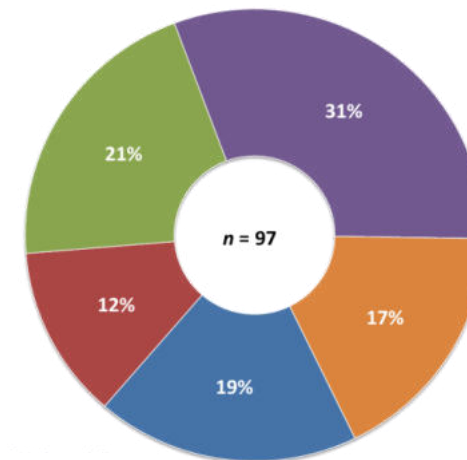


- Beteiligt:**
- Großunternehmen
  - KMU
  - Forschungseinrichtungen
  - Hochschulen und Universitäten
  - Sonstige (Verbände, Behörden und Vereine)

## Wassertechnologien: Wiederverwendung - WavE II -



- Laufzeit: 2021-2024
- Fördervolumen: ~ 28 Mio. €
- 14 Verbundprojekte



→ Vernetzungs- und Transfervorhaben (DECHEMA)

## WavE & WavE II

### Ziel

- Erhöhung der Wasserverfügbarkeit
- Reduzierung der Abhängigkeit von Frischwasser
- Verminderung von Nutzungskonflikten
- Beitrag für eine nachhaltige Entwicklung

### Strategie

- Innovative Technologien und Managementkonzepte:
  - Entwicklung und Demonstration
  - Referenzen und Vorbereitung für den Transfer in die Praxis

Untersuchungsstandorte  
in WavE I



Untersuchungsstandorte in WavE II



# Themenfeldern in WavE & WavE II



## Themenfelder



Wasserwiederverwendung durch Nutzung von behandeltem kommunalem Abwasser



Aufbereitung von salzhaltigem Grund- und Oberflächenwasser



Kreislaufführung von industriell genutztem Wasser



Untersuchungsstandorte in WavE II

# Verbundprojekte WavE II

## - Perspektiven für die Anwendung -



### WavE-Themenfeld

Wasserwiederverwendung durch Nutzung von behandeltem kommunalem Abwasser

- Flexible und zuverlässige Konzepte zur WWV für die Landwirtschaft
- Ressourceneffiziente landwirtschaftliche WWV durch den Einsatz von hydroponischen Systemen
- Urbane und landwirtschaftliche Bewässerung – Nutzwasser als alternative Wasserressource
- Dezentrale landwirtschaftliche WWV von häuslichem Abwasser
- **Sequentielle Grundwasseranreicherung - WWV oder Nutzung beeinträchtigter Oberflächengewässer zur Stützung von Trinkwasserressourcen**



**FlexTreat** 

  
HYPOWAVE

  
Nutzwasser

  
PU2R

  
TRINK  
WAVE  
Transfer







# Verbundprojekt: TrinkWave Transfer

## Großtechnische Erprobung neuer Entwicklungen bei der Sequentiellen Grundwasseranreicherung



**Koordination:** TU München

**Laufzeit:** VIII/2022 – VII/2024

**Projektpartner:** BGS Umwelt, Berliner Wasserbetriebe (BWB), Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

[www.wasser.tum.de/wasser/forschung/projekte/trinkwave-transfer/](http://www.wasser.tum.de/wasser/forschung/projekte/trinkwave-transfer/)

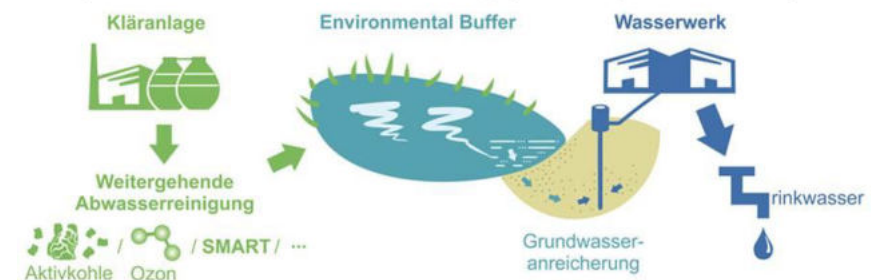
### Hintergrund:

- **TrinkWave** (WavE I): Entwicklung neuer Multibarrieren-Aufbereitungsprozesse für eine Wasserwiederverwendung zur Stützung von Trinkwasserressourcen
- Zentrales Technologieelement des TrinkWave-Konzeptes: **sequentielle Grundwasseranreicherung** (engl. ‚Sequential Managed Aquifer Recharge Technology‘, **SMART**)  
→ energieeffizientes, naturnahes, ressourcenschonendes Verfahren,  
→ sehr gute Wasserqualität ohne den Einsatz von Hochdruckmembranen (z.B. Umkehrosmose)

### Gängige Praxis



### Geplante Wasserwiederverwendung (Indirect potable reuse)



© Berliner Wasserbetriebe / Technische Universität München

Ungeplante vs. geplante Wasserwiederverwendung



# Verbundprojekt: TrinkWave Transfer



Ziel

- Erprobung großtechnische Verwertung des SMART-Verfahrens  
- mit integriertem Sickerschlitgrabentechnologie & aktiver hydrologischer Steuerung im Untergrund
- Skalierbarer Maßstab & reale Betriebsbedingungen → Belegung der Leistungsfähigkeit des Verfahrens & Absicherung zukünftige Investitionen potenzieller Anwender



Pilot /  
Demo

- Standort Johannisthal (BWB): Demonstrationsanlage  
- Beschickung über Sickerschlitzgraben mit Uferfiltrat nach Enteisenung und Entmanganung
- Parallel: Begleitende Experimente unter kontrollierten Bedingungen im Pilotmaßstab (300 l/h) an der TUM



Konzept /  
Innovation

- Am Demo-Standort: Wissenschaftliche Begleitung & umfassendes Monitoring, Validierung und Bewertung
- Prozessbeschreibung mit Hilfe numerischer Modelle
- energetische, ökonomische, ökologische & betriebliche Bewertung
- Handlungsempfehlungen für Technologietransfer



erwarteter  
Impact

- **Energieeffizient, ressourcenschonend**
- **Bereitstellung von zusätzlichem Rohwasser für Trinkwasseraufbereitung**
- **Vermeidung einer Beeinflussung von Gewässern durch Einträge aus Kommunalabwässern**
- **große Potenziale für Vielzahl von Standorten:**
  - Uferfiltration von qualitativ beeinträchtigten Oberflächenwässern,
  - direkte Wasserwiederverwendung von Kläranlagenabläufen



# Verbundprojekte WavE II

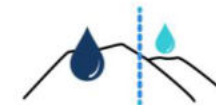
## - Perspektiven für die Anwendung -



### WavE-Themenfeld

Aufbereitung von salzhaltigem Grund- und Oberflächenwasser

- Wasserrückgewinnung aus Haldensickerwässern: Gewinnung von Frischwasser & Erzeugung konzentrierter Salzlaugen/Salze
- Sulfatabreicherung belasteter Rohwässer & Gewinnung von Gips als Rohstoff in der Bauindustrie
- **Selektive Entsalzung salzhaltiger Grund- und Oberflächenwässer für die Grundwasseranreicherung und Trinkwasseraufbereitung**

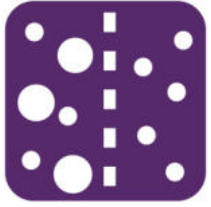


HaSiMem

SULFAM S

innovat|ON  
Selektive Entfernung monovalenter Ionen aus salzhaltigen Wässern





# Verbundprojekt innovatION: Selektive Entfernung monovalenter Ionen aus salzhaltigen Wässern für die Grundwasseranreicherung & Trinkwasseraufbereitung



**Koordination:** TU Dresden

[www.innovat-ion.de](http://www.innovat-ion.de)

**Laufzeit:** II/2021 – I/2024

**Projektpartner:** TU Dresden, FUMATECH BWT GmbH, DEUKUM GmbH, elkoplan staiger GmbH, Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband (OOWV), Kreisverband für Wasserwirtschaft Nienburg (KWN), ass. Partner: KWR Water B.V. (NL), United Nations University (Dresden)

## Hintergrund:

- Global ansteigender Wasserbedarf & sinkende zur Verfügung stehende Süßwasserressourcen
  - Vom Meer / von geogenen Salzvorkommen beeinflussten Wässer: hohe Konzentrationen an Natrium, Chlorid, Carbonat, Magnesium, Calcium
  - Landwirtschaftlich beeinflusste Wässer: hohe Nitrat- und Sulfatkonzentrationen
- weltweites Interesse an effizienten Entsalzungsverfahren
- vollständige Entsalzung nicht sinnvoll / Verminderung der monovalenten Ionen nötig



# Verbundprojekt innovatION:

Ziel

- Innovatives Verfahren zur gezielten Entfernung monovalenter Ionen aus salzhaltigen Wässern
- Überprüfung potenzieller Anwendungen und Einsatzgebiete unter Berücksichtigung wasserchemischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte



Konzept /  
Innovation



- **Entwicklung einer mMCDI** (engl.: monovalent Membrane Capacitive Deionisation)
- Identifizierung von Prozess- & Anlagenparameter (unterschiedliche Rohwasserqualitäten / Aufbereitungsziele)
- Transfer in die Praxis: Prüfung resultierender Effekte und Herausforderungen bei Grundwasseranreicherung & Trinkwasseraufbereitung
- Ganzheitliche ökonomisch-ökologische Nachhaltigkeitsbewertung
- Handlungsempfehlungen für Konstruktion & Betrieb Entsalzungsanlage



Pilot /  
Demo



- Langeoog: Süßwasserlinse beeinflusst durch Salzwasserintrusion - Verbandsgebiet OOWV
- Nienburg: Grundwasser landwirtschaftlich beeinflusst - Gewinnungsgebiet des WW Blockhaus KWN



Erwarteter  
Impact



- **Energieeffiziente Technologie für Rückhalt monovalenter Ionen**
- **Anwendungsgebiete im Projekt: Aufbereitung zu Trinkwasser & Stabilisierung des Landschaftswasserhaushalts durch Infiltration mit monovalent-teilentsalztem Wasser**
- **Sicherung der Wasserressourcen, national & international**



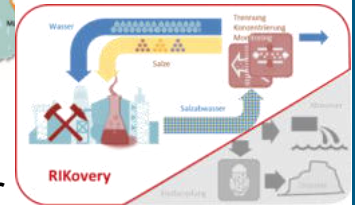
# Verbundprojekte WavE II

## - Perspektiven für die Anwendung -



### WavE-Themenfeld

Kreislaufführung von industriell genutztem Wasser



- Chemische & mineralverarbeitende Industrie: Recycling salzhaltiger Industrieabwässer
- Stahlindustrie: Reduzierung des Wasserbedarfs in der Stahlproduktion durch Entsalzung & Recycling von Absalzwasser & Abwasserströmen
- Automobil- & metallverarbeitende Industrie: Null-Emission Rohwasserproduktion: effiziente Rückgewinnung von Prozesswasser & Wasserinhaltsstoffen
- Wäscherei- und Textilreinigungsbranche: Kreislaufführung von Wäschereiabwasser
- Medizintechnik: Behandlung von lösungsmittelhaltige Prozesswässer aus der Membranherstellung für eine abwasserfreie Produktion
- **Trinkwasserproduktion: Aufbereitung von Filterspülwässern aus der Grundwasseraufbereitung zur Wiederverwendung, Verwertung des Filterschlammms**



FiTWAS - Forschungsinstitut für Wasser- und Abwasserbehandlung





# Verbundprojekt FITWAS: Wiederverwendung von Filterspülwässern aus der Grundwasseraufbereitung zur Sicherung der Trinkwasserversorgung



**Koordination:** DVGW-Forschungsstelle TUHH

**Laufzeit:** II/2021 – I/2024

**Projektpartner:** UBA, HHW, OOWV, PHL Substratkontor, CERAFILTEC

[www.tuhh.de/wwv/fitwas](http://www.tuhh.de/wwv/fitwas)

## Hintergrund:

- Grundwasseraufbereitung in Deutschland: aktueller Anfall von Filterspülwässern zwischen 1% und 4% der gehobenen Grundwässer
- Entsorgung dieser eisen- und manganhaltigen Filterspülwässer derzeit i.d.R. als Abwasser → gehen damit der Trinkwasserversorgung verloren.
- Gleichzeitig: deutlicher regionaler Anstieg des Trinkwasserbedarfs → Folge des Klimawandels und eines anhaltenden Strukturwandels.



© Hamburg Wasser



# Verbundprojekt FITWAS



## Ziel

- Wiederverwendung von Filterspülwässern aus der Grundwasseraufbereitung
- Verwertung von Filterschlämme (hohes Verwertungspotenzial)



## Konzept / Innovation



- Untersuchung von Membranverfahren mit unterschiedlichen Verfahrenskonzepten & Membranmodulen/-materialien (Polymer/Keramik); Vergleich zur konventionellen Aufbereitung (z.B. Sandfiltration) / zur Entsorgung.
- Evaluierung /Tests von Verwertungsoptionen für den Filterschlamm



## Pilot / Demo



- Laborversuche (UBA Versuchswasserwerk Berlin-Marienfelde)
- Praxistests an 4 Wasserwerksstandorten: WW Sandelermöns & Holdorf (OOWV); WW Curslack & Südelbermarsch (HHW)



## Erwarteter Impact



- **Erhöhung der Verfügbarkeit von Trinkwasser → Sicherung der Trinkwasserversorgung**
- **Steigerung des Verwertungspotentials der Filterschlämme zur weiteren Nutzung in verschiedenen Industriezweigen, z.B. der Land- und Forstwirtschaft, der Bauindustrie oder Umwelttechnik**
- **Innovative Membranen: Vorteile im Energieverbrauch und der Betriebsstabilität**







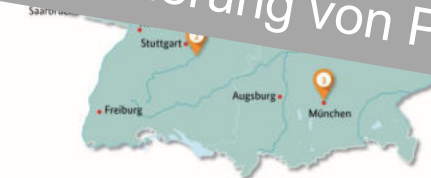
## Perspektiven für die Anwendung



- ✓ Verringerung des Frischwasserbedarfs
- ✓ Verringerung der Wassereinleitungen
- ✓ Rückgewinnung von Ressourcen
- ✓ Management von Konzentraten
- ✓ Ökonomische & ökologische Effizienz
- ✓ Erfüllung gesetzlicher Anforderungen
- ✓ Unabhängigkeit von Frischwasserressourcen
- ✓ Zuverlässigkeit der Produktion

**Querschnittsthemen in WavE II:**

- ✓ Analytik, Monitoring, Überwachung
- ✓ Digitalisierung
- ✓ Technologien & Verfahren
- ✓ Bewertung
- ✓ Implementierung von Projekten



Untersuchungsstandorte in WavE II

### WavE I & II: Hohes Potenzial für Wassernutzer

- Referenzprojekte: praxisnahe Demonstration
- Übertragbarkeit von technologischen und konzeptionellen Lösungen auf vergleichbare Standorte, national und international

# Veranstaltungen

- **Industrietage Wassertechnik**  
14.-15 November 2023, DECHEMA-Haus, Frankfurt am Main
- **Symposium Strategien zur Boden- und Grundwassersanierung**  
27. - 28. November 2023, DECHEMA-Haus, Frankfurt am Main
- **Abschlussveranstaltung der BMBF-Fördermaßnahme  
Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)**  
8.-9. Oktober 2024, DECHEMA-Haus, Frankfurt am Main



# Innovationsatlas Wasser



**Bundesministerium für Bildung und Forschung**

KONTAKT | ENGLISH |

## INNOVATIONSATLAS WASSER

**Willkommen beim Innovationsatlas Wasser!**  
Hier finden Sie innovative Produkte aus der BMBF-geförderten Wasserforschung. Die Produkte umfassen neben Technologien und Verfahren auch Managementkonzepte, Software-Tools und Bildungsmaterialien zum nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser.

**Produkte suchen und finden:**  
Mit Hilfe der drei Dropdown-Menüs oder durch Eingabe eines Suchbegriffs können Sie sich gezielt Produkte und Innovationen aus Fördermaßnahmen bzw. Initiativen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) anzeigen lassen. Nach erfolgreicher Suche erhalten Sie Details zu ausgewählten Produkten sowie Kontaktinformationen zu den jeweiligen Ansprechpartnern. Sie können Ihre Suchergebnisse im Warenkorb ablegen, weitere Produkte suchen und alle Informationen anschließend als pdf-Dokumente herunterladen.

Wasserressource (0)  Produkttyp (0)  Anwendungssektor (0)  Suchbegriff

**TREFFER ANZEIGEN (95) ➔**



[www.innovationsatlas-wasser.de](http://www.innovationsatlas-wasser.de)

# Water Management / Water Reuse



The collage features several key documents:

- WavE** (Wasser, Wiederverwendung, Entlastung): Multiple reports from the Federal Ministry of Education and Research, including "THEMENFELD Wasserwiederverwendung durch Nutzung von behandeltem kommunalem Abwasser" and "THEMENFELD Aufbereitung von salzhaltigen Grund- und Oberflächenwässern".
- water mining**: "Next Generation Smart Water Management Systems".
- DECHEMA** and **VDI**: "Trends und Perspektiven in der industriellen Wassertechnik" and "Einordnung von Zero Liquid Discharge (ZLD) im industriellen Wassermanagement".
- INSPIRE WATER**: "Innovative solutions for increased water and material efficiency in process industry".
- PROCESSNET**: "Positionspapier der ProcessNet-Fachgruppe Produktionsintegrierte Wasser- und Abwassertechnik".
- IWA Publishing**: "Journal of Water Reuse & Desalination".
- E4WATER**: "Economically and ecologically efficient water management in the European chemical industry".
- DECHEMA**: "WHITE PAPER Water-for-X Water for sustainable hydrogen and follow-up PtX processes" and "DISKUSSIONSPAPIER Auswirkungen der Circular Economy in der Prozessindustrie auf das industrielle Wassermanagement".
- Wassertechnologien: Wiederverwendung**: "Vorstellung der Verbundprojekte".
- INNOVATIONSATLAS WASSER**: "Willkommen beim Innovationsatlas Wasser! Hier finden Sie innovative Produkte aus der BMBF-geförderten Wasserforschung...".

Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!



**Christina Jungfer**

+49 69 7564 364

christina.jungfer@dechema.de

**www.bmbf-wave.de/en**



Förderkennzeichen: 02WV1560



wasser@dechema.de



<https://dechema.de/wassermanagement>



[/dechema-water-management/](https://www.linkedin.com/company/dechema-water-management/)



