



Materialien für eine nachhaltige  
Wasserwirtschaft – MachWas

# RADAR

Radikalische  
Abwasserreinigung

Andreas Bulan



**CUTEC** Informationen  
Ressourcen  
Energie



[covestro.com](http://covestro.com)



EVAC TRAIN



Gefördert vom

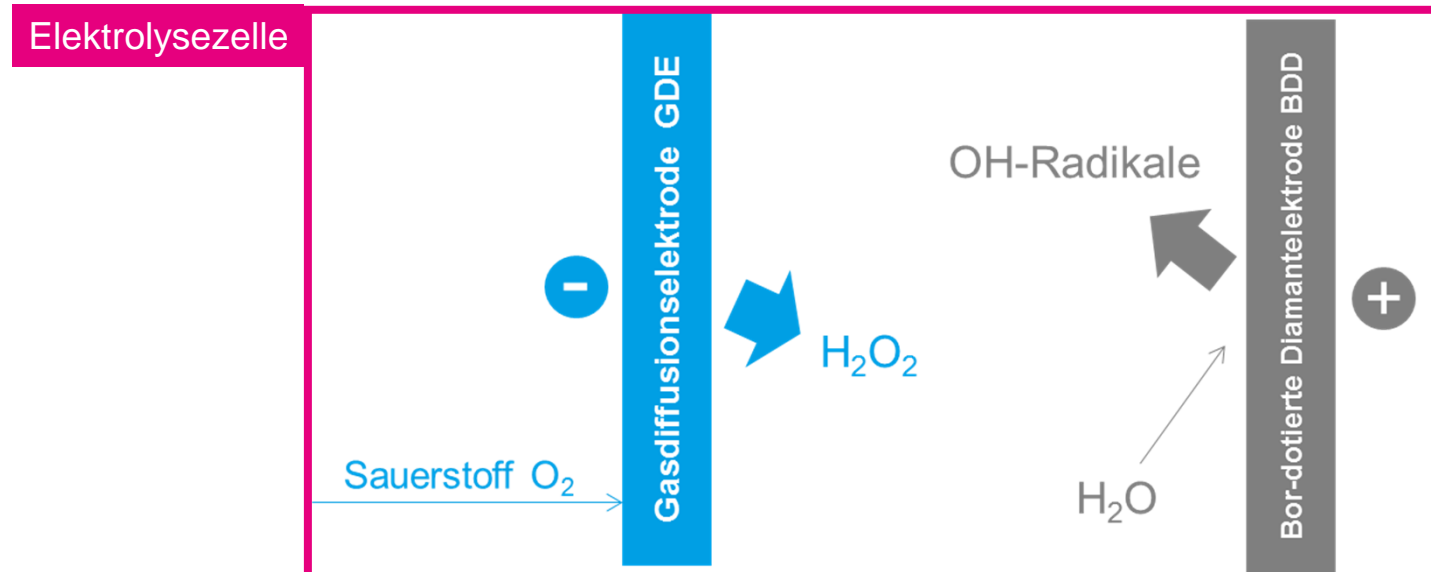


Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# RADAR - Ziele

Entfernung von schwer abbaubaren Verbindungen durch Herstellung von OH-Radikalen an Bor-dotierten Diamantelektroden, BDD, (Anode) elektrochemisch in-situ erzeugtem Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) mittels Gasdiffusionselektrode, GDE, sowie Entwicklung entsprechender Zelldesigns.



- Gleichzeitige Erzeugung von starken Oxidationsmitteln an Anode und Kathode
- Vermeidung Wasserstoffbildung, keine Ex-Problematik & keine Schaumbildung
- Hohe Energieeffizienz

# Verunreinigungen & Anwendungsbereiche



## Schwer abbaubare Verbindungen

- Röntgenkontrastmittel
- Medikamente (z.B. Diclofenac)
- Pflanzenschutzmittel
- Aliphatische Aminen / Formiate

→ Breite, dezentrale Anwendbarkeit

## Anwendungsbereiche

- Krankenhäuser / Altenheime
- Pharma-Abwässer
- Industrielle Chemie-Abwässer
- Eisenbahnen (Zugtoiletten)
- Kläranlagen



Abwasserbehandlungsanlage mit BDD

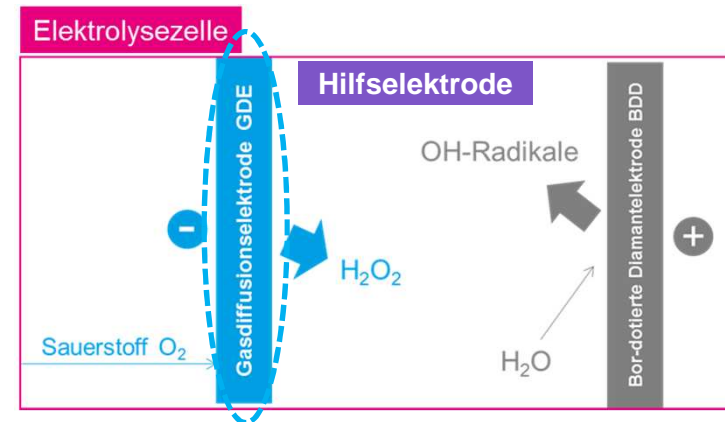


Zugtoiletten

# Entwicklungsschwerpunkte **Gasdiffusionselektrode**



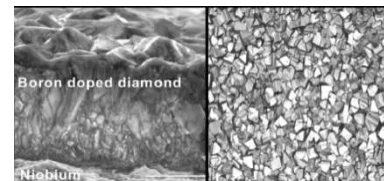
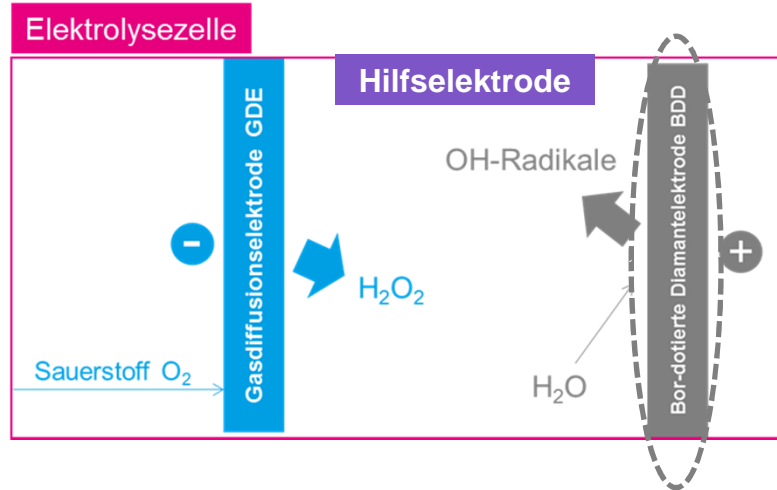
- Katalysator- und Materialentwicklung zur in-situ Wasserstoffperoxid-Herstellung
- Entwicklung eines geeigneten GDE-Designs (Additive, Trägermaterialien, Porenstruktur) zur effizienten  $H_2O_2$ -Herstellung
- Anpassung an die Abwasserleitfähigkeit
- Hohe Stromdichten ( $> 1kA/m^2$ )
- Mechanische Stabilität der GDE
- Entwicklung eines Fertigungsverfahrens zur Herstellung der neuen GDE im Labor und technischen Maßstab
- Geringe Adsorption von Partikeln und Biofilmen auf Elektroden
- Umpolbare GDE (Vermeidung Bildung Kalk- & Biofilm) erfordert funktionelle Katalysatoren (im Zusammenspiel mit BDD oder Hilfselektrode)



# Entwicklungsschwerpunkte Elektroden

## Bor-dotierten Diamantelektrode, BDD

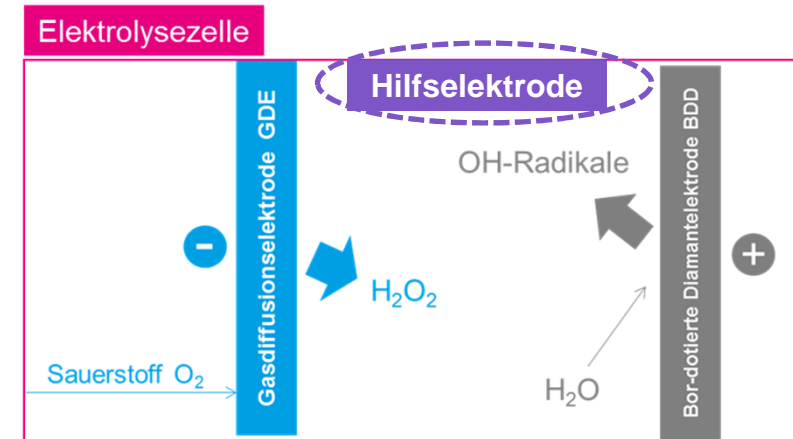
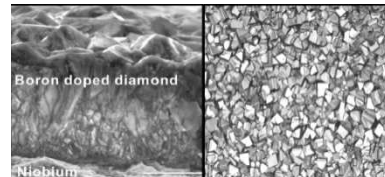
- Entwicklung von BDD-Elektroden sowie Scale-up des Fertigungsverfahrens zur Herstellung von Elektroden im technischen Maßstab



# Entwicklungsschwerpunkte Elektroden

## Bor-dotierten Diamantelektrode, BDD

- Entwicklung von BDD-Elektroden sowie Scale-up des Fertigungsverfahrens zur Herstellung von Elektroden im technischen Maßstab



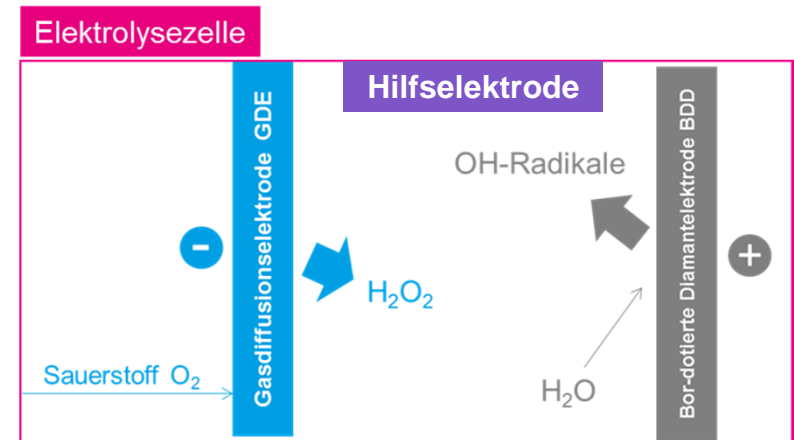
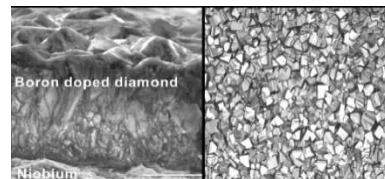
## Hilfselektrode zur Vermeidung von Biofilmen / Kalkablagerungen

- Entwicklung von Materialien / Herstellung von Hilfselektroden / biegsamen Elektroden
- Integration / Positionierung der Hilfselektroden im Zelldesign

# Entwicklungsschwerpunkte Elektroden

## Bor-dotierten Diamantelektrode, BDD

- Entwicklung von BDD-Elektroden sowie Scale-up des Fertigungsverfahrens zur Herstellung von Elektroden im technischen Maßstab



## Hilfselektrode zur Vermeidung von Biofilmen / Kalkablagerungen

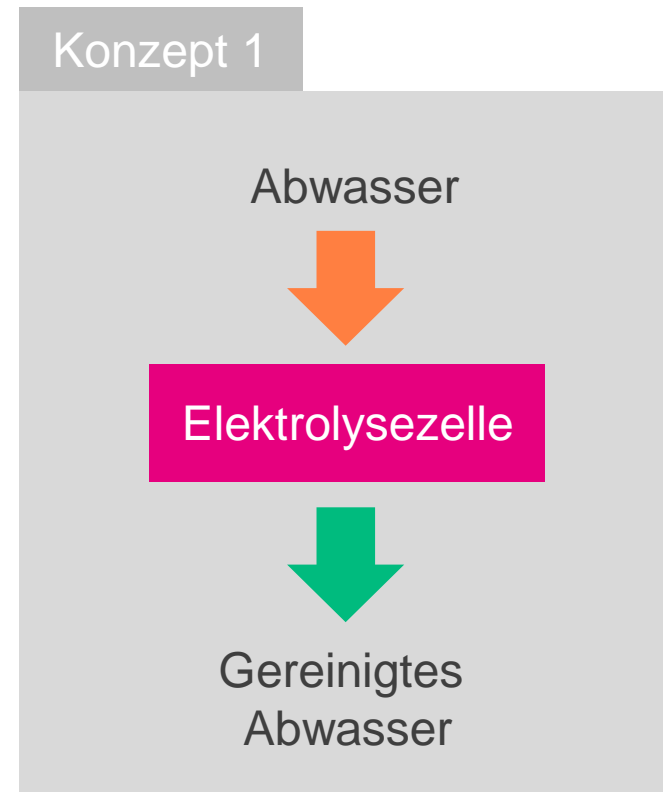
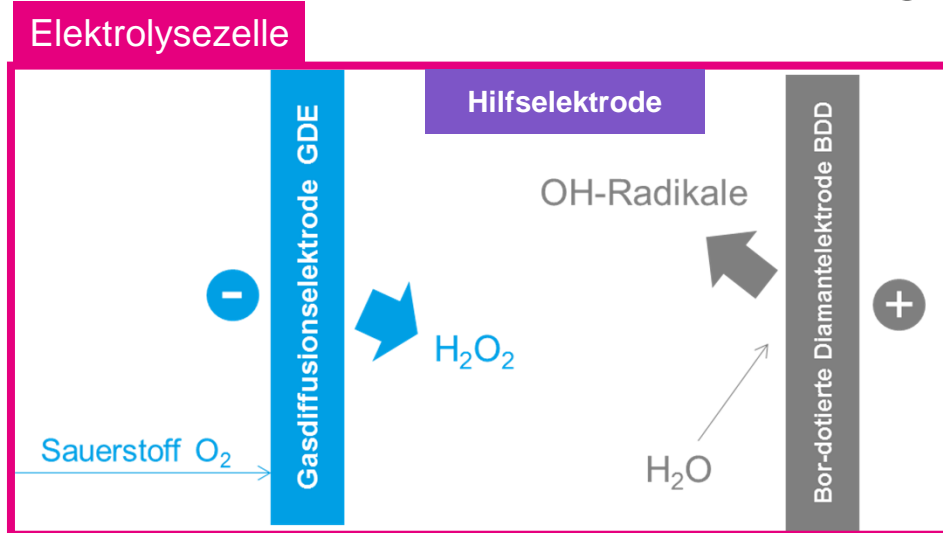
- Entwicklung von Materialien / Herstellung von Hilfselektroden / biegsamen Elektroden
- Integration / Positionierung der Hilfselektroden im Zelldesign

## Herausforderungen für die Elektrodenentwicklung:

- Undefinierte Abwasserzusammensetzung, schlechte Leitfähigkeit
- Geringer Gehalt an Verunreinigung
- Vermeidung von Ablagerungen auf den Elektroden (Kalk- / Biofilm Bildung)

# Abwasserbehandlungskonzept I

„Abwasser wird direkt durch die Zelle geleitet und gereinigt“

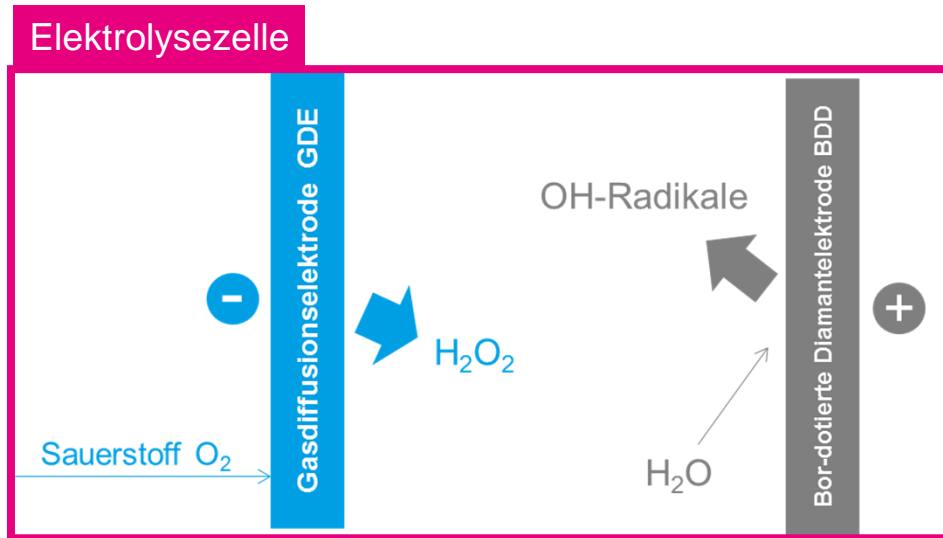


- Design Elektrolysezelle / Prozessparameter
- Skalierbar bis 1000 m<sup>3</sup>/h
- Großflächige elektrische Kontaktierung
- Entwicklung bipolarer Zellstapel
- Kühlsystem
- Hilfselektrode zur Vermeidung von Scaling notwendig



# Abwasserbehandlungskonzept II

„Zelle erzeugt eine „Reinigungslösung“, die dem Abwasser in einem Reaktor zugeführt wird“

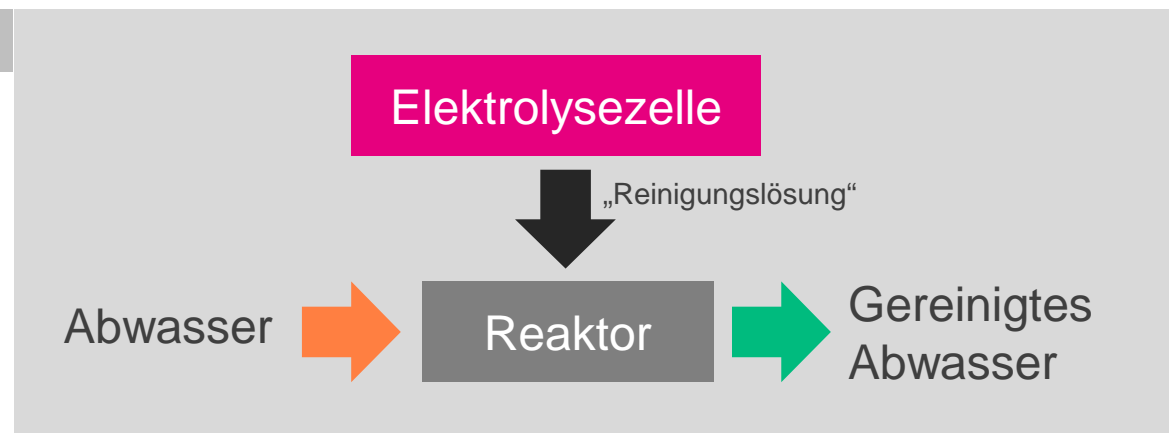


Vorteil: Kein Scaling in der Elektrolysezelle

## Konzept 2

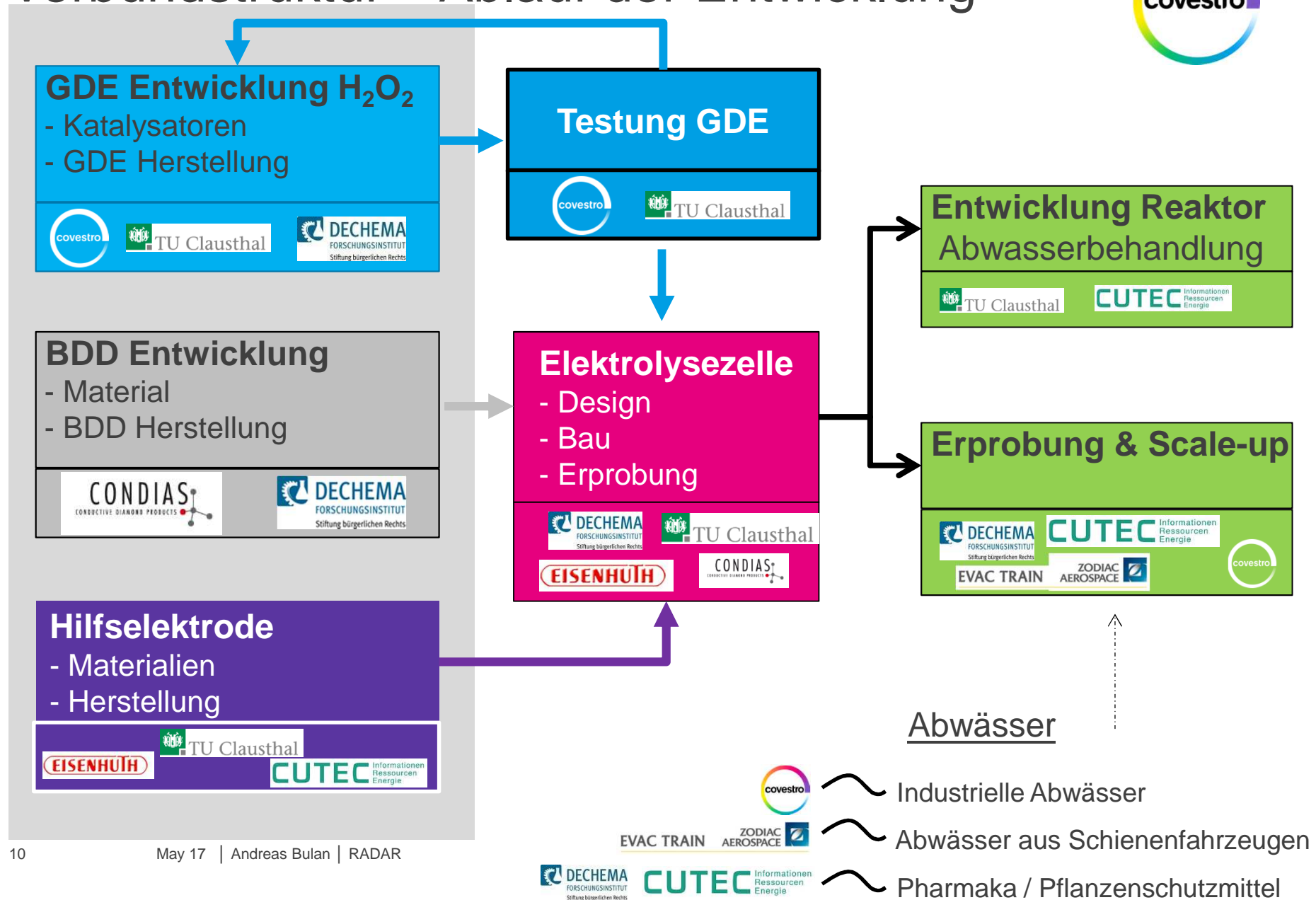
### Entwicklung:

- Design Elektrolysezelle
- Dosierkonzept
- Reaktordesign





# Verbundstruktur – Ablauf der Entwicklung





# Thank you for your kind attention

## Andreas Bulan

Contact

[andreas.bulan@covestro.com](mailto:andreas.bulan@covestro.com)

Telephone +49 214 6009 5765

Mobile +49 175 30 57657

Covestro Deutschland AG

COV-IO-BC-TC&PD-PRD

R17, R 102

51365 Leverkusen

Germany

[covestro.com](http://covestro.com)

