

# Kohlenstoff-Bipolarplatten in der PEM- Wasserelektrolyse: Flop oder unverzichtbar?

---

**Fraunhofer UMSICHT**

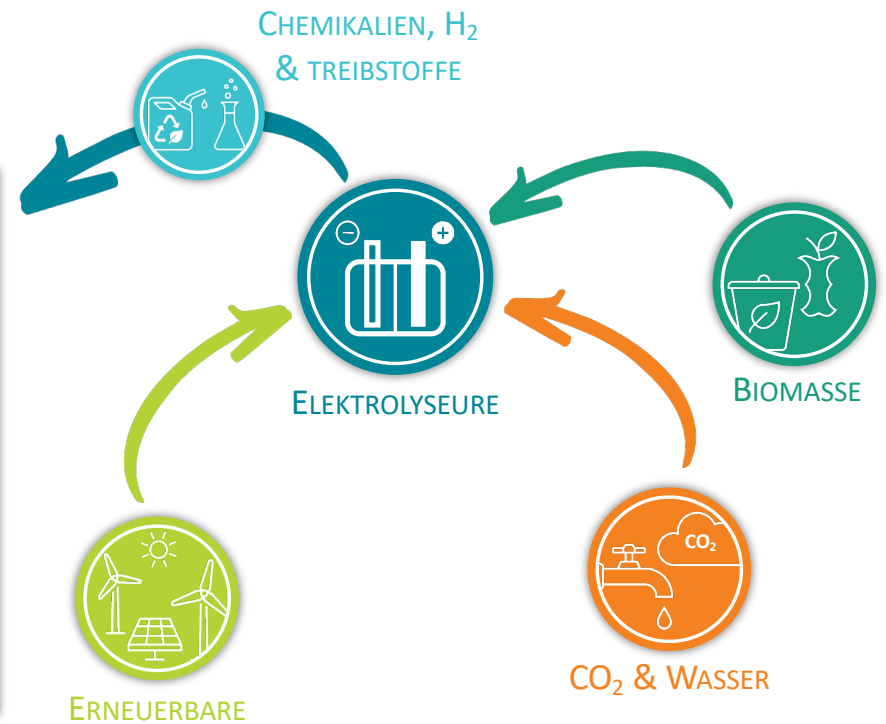
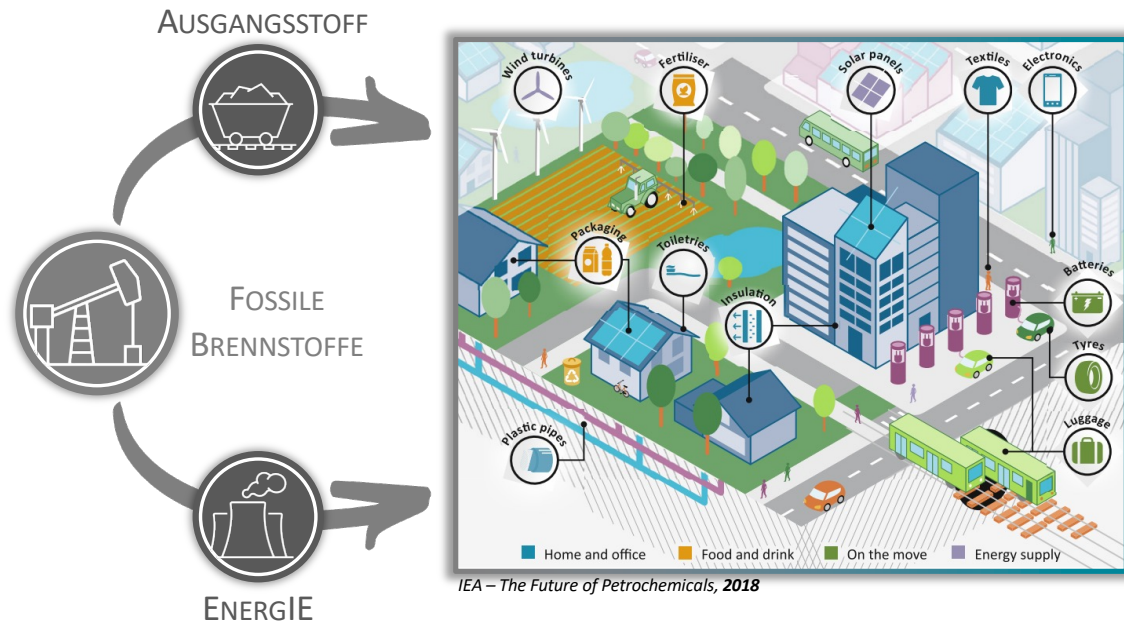
Ulf-Peter Apfel | ZBT Wasserstofftage | 5.02.2025

# Defossilisierung der chemischen Industrie

## Elektrolyseure als Schlüsseltechnologien

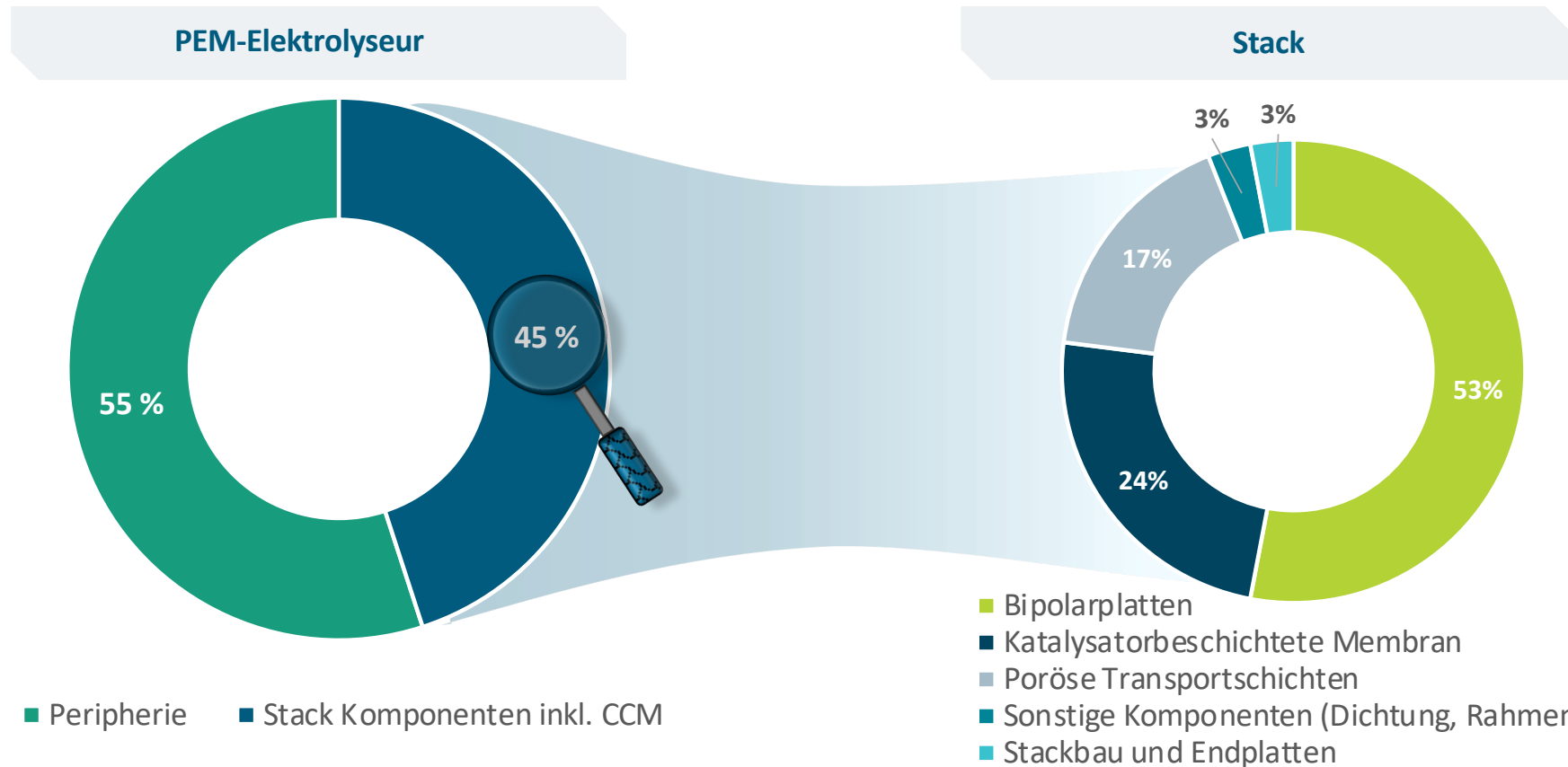
Strom = „leicht“ zugänglich aus erneuerbaren Energiequellen

**PEM Elektrolyse als leistungsstärkste H<sub>2</sub>-Elektrolyse**



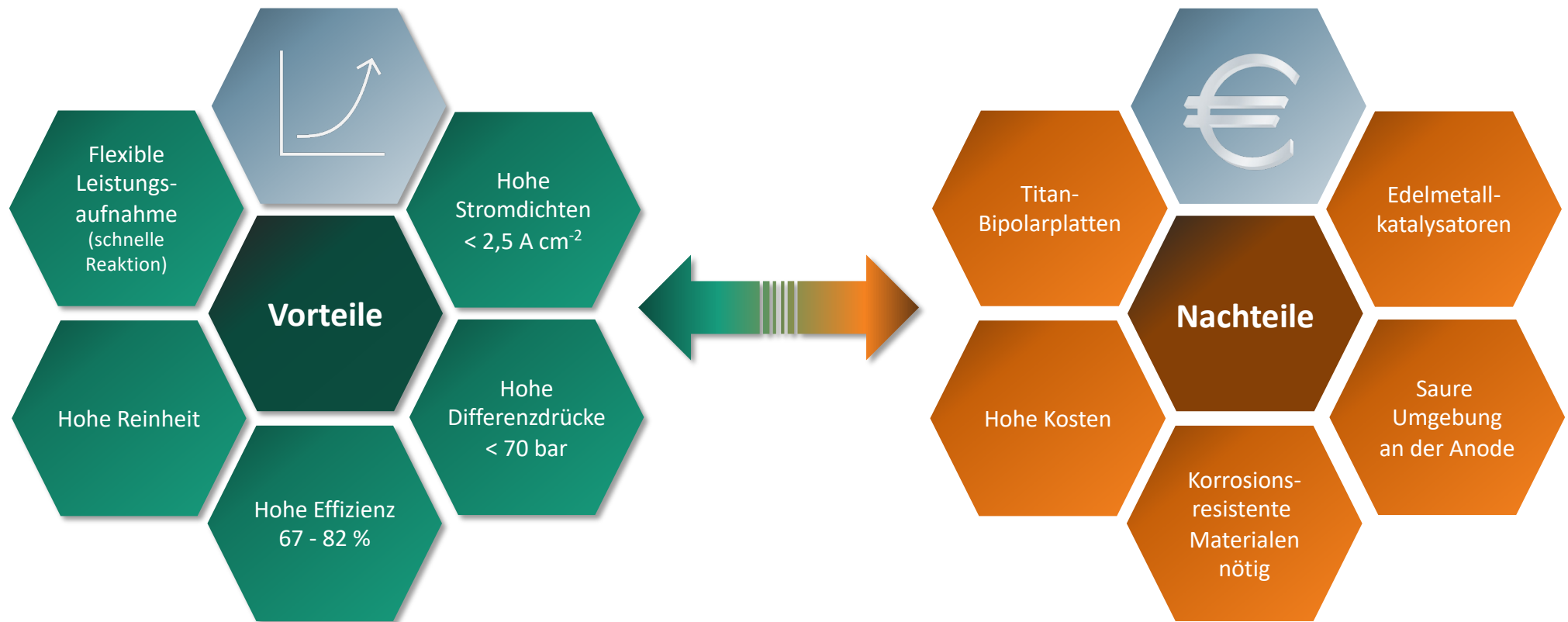
# Kostenübersicht

Bipolarplatten sind für mehr als die Hälfte der Stackkosten verantwortlich



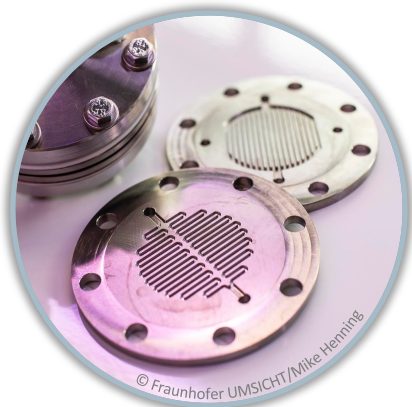
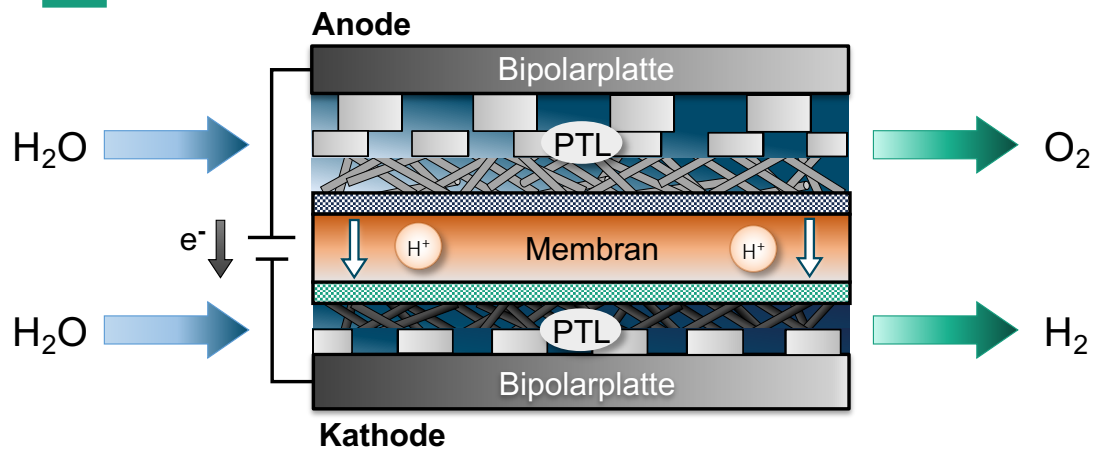
# PEM-Elektrolyse – hohe Effizienz aber noch zu teuer

## Stand der Technik Vorteile und Nachteile



# Stand der Technik PEM-Elektrolyse Zellaufbau

## Anforderungen an die Bipolarplatte

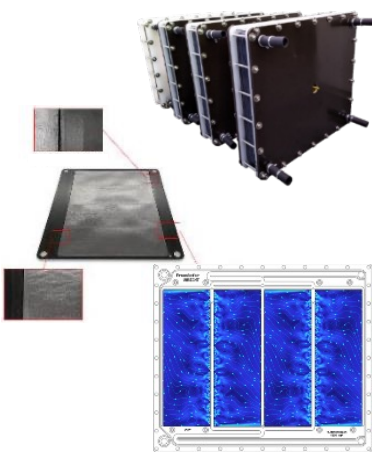

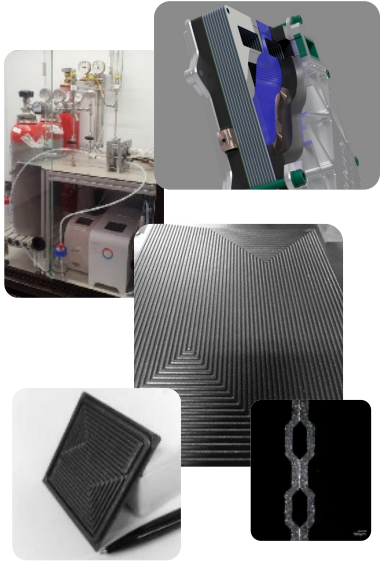
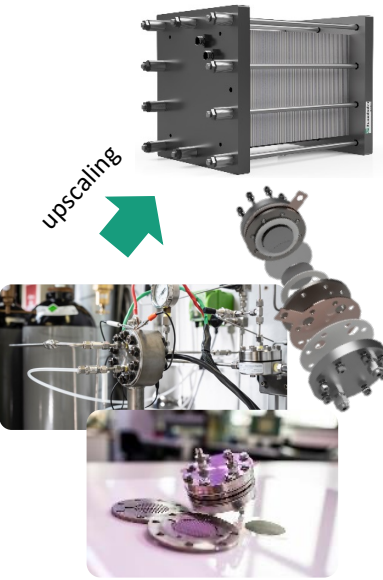
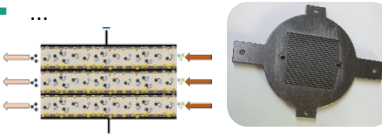


### Anforderungen an Bipolarplatten

- Elektrisch leitfähig
- Gasdicht
- Mechanisch stabil
- Korrosionsresistent

# Ultradünne bipolare Verbundfolien auf Thermoplastbasis

## Dichtungslose Stapelkonstruktionen und mehr

<u>Redox-Flow-Batterien</u> FLX <sup>®</sup> -RFB-Bipolar Platte → TRL 9	<u>Non-Flow-Batterien</u> FLX <sup>®</sup> -NFB-Bipolar Platte → TRL 5-6	<u>PEM Fuel Cells</u> FLX <sup>®</sup> -FC-Bipolar Platte → TRL 4-5	<u>PEM Elektrolyse</u> FLX <sup>®</sup> -PE-Bipolar Platte → TRL 4-5	<u>Verschiedene</u> FLX <sup>®</sup> -Materialien → TRL ≤ 4
- Gründung der Volterion GmbH im Jahr 2015 - Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2021 - Innovationspreis für Klima & Umwelt 2022 	 <p>Bipolar foil</p> <p>End plate</p> <p>Current collector</p> <p>Bipolar electrode</p> <p>Frame element</p>		 <p>upscaling</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Elektrochemische Kompressoren</li> <li>▪ Hydrierung</li> <li>▪ Wasserentsalzung</li> <li>▪ Super-Caps &amp; Post-Lithium-Batterien</li> <li>▪ Wärme-Anwendungen                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wärmetauscher</li> <li>▪ Wearables</li> <li>▪ Flächenheizung</li> <li>▪ Schrumpfbare Heischläuche</li> </ul> </li> <li>▪ Elektromagnetische Abschirmung</li> <li>▪ ...</li> </ul> 

# Bipolarplatten entwickelt am Fraunhofer UMSICHT

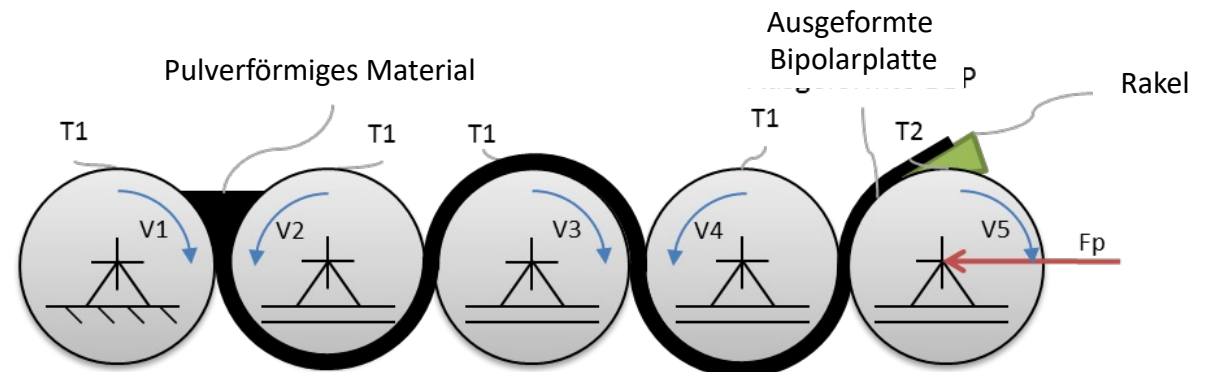
## Kohlenstoff-Compound-Bipolarplatten für PEM-Elektrolyse



© Fraunhofer UMSICHT

Material	Massenanteil / %
Polymer	20
Graphit	80

- Produziert in einem **Pulver-zu-Rolle** Verfahren



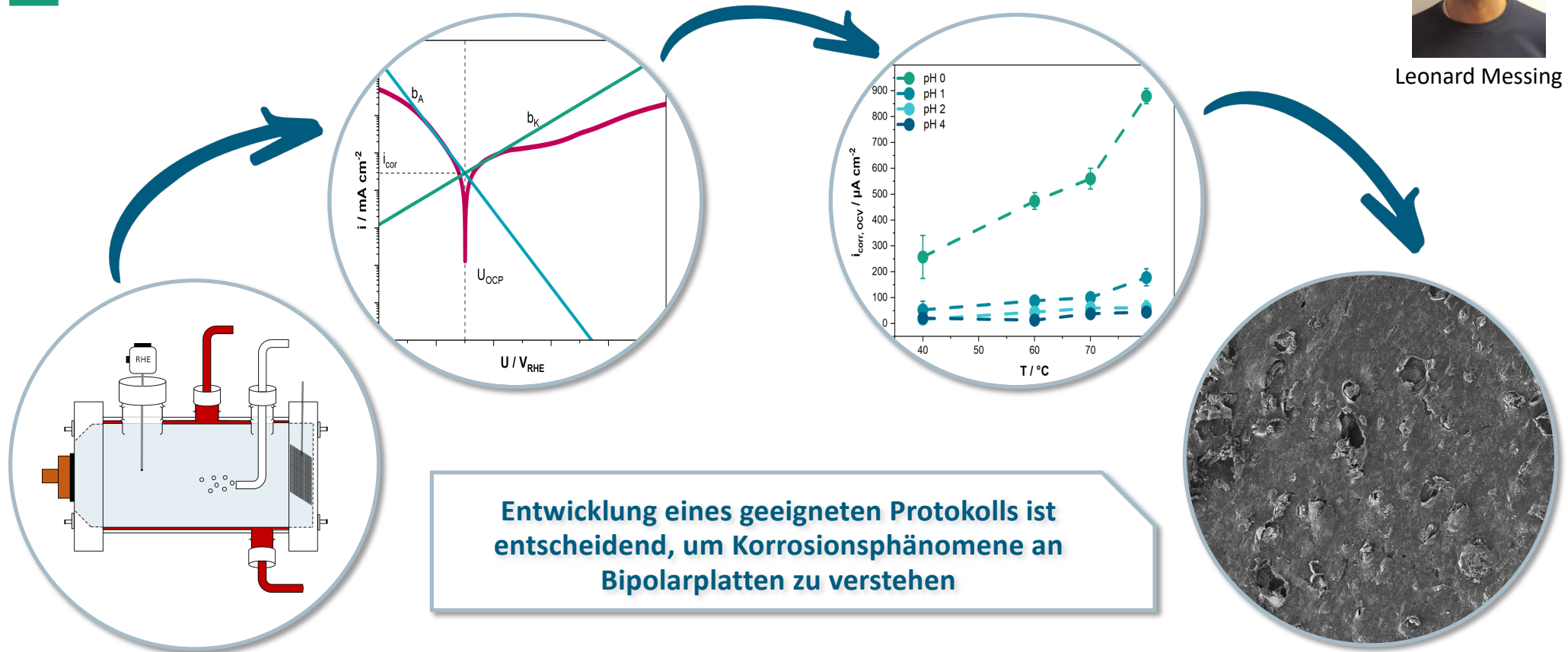
- Verschiedene Dicken möglich (0,2 – 0,8 mm)
- Stoffschlüssig verschweißbar mit anderen Polymeren  
➔ **dichtungsfreie neue Zelldesigns** sind möglich

# Ex-situ Korrosionsuntersuchung von Bipolarplatten

## Verschnellte Stresstests zur Vorhersage der Einsatzfähigkeit



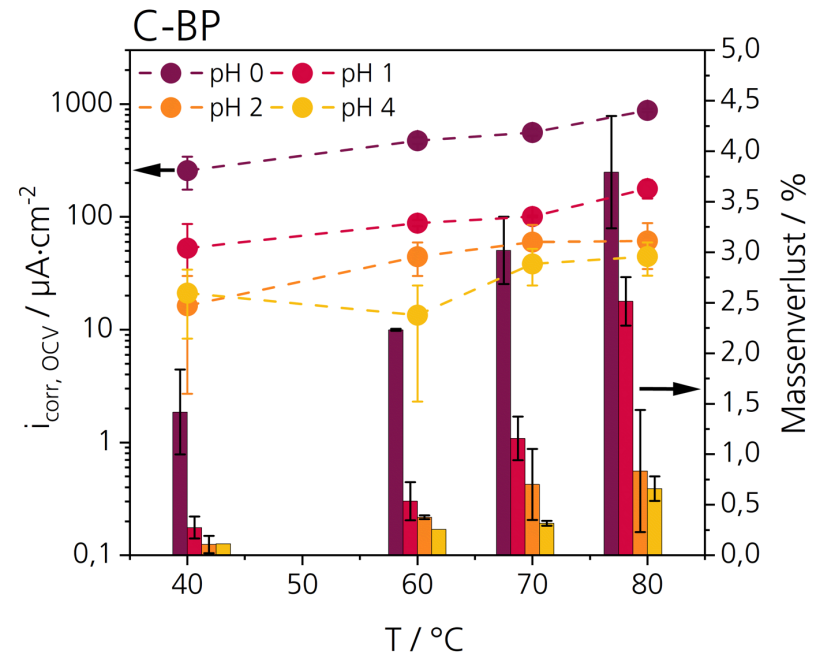
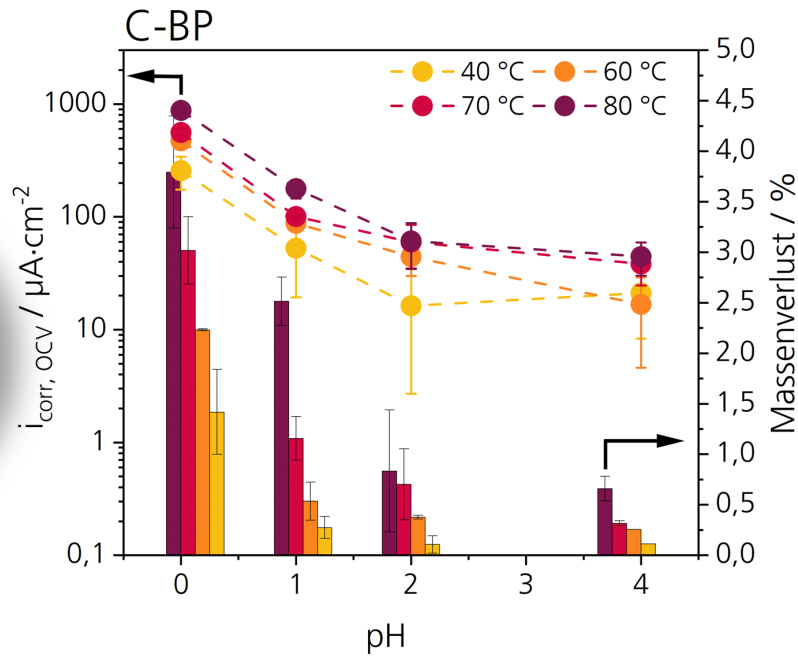
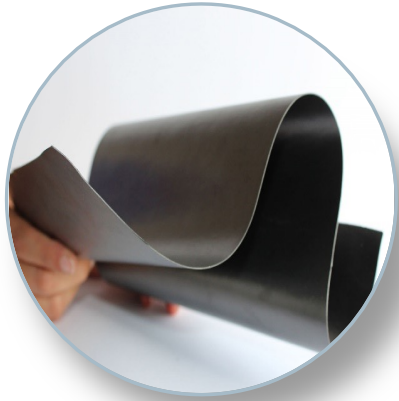
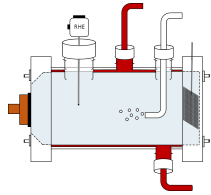
Leonard Messing





# Ex-situ Korrosionsuntersuchung von Kohlenstoff-Compound-Bipolarplatten

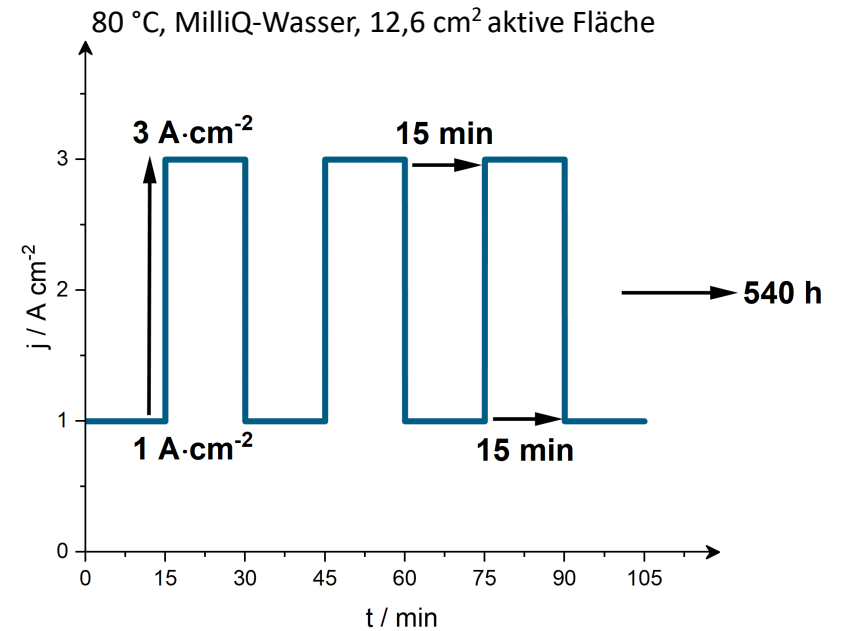
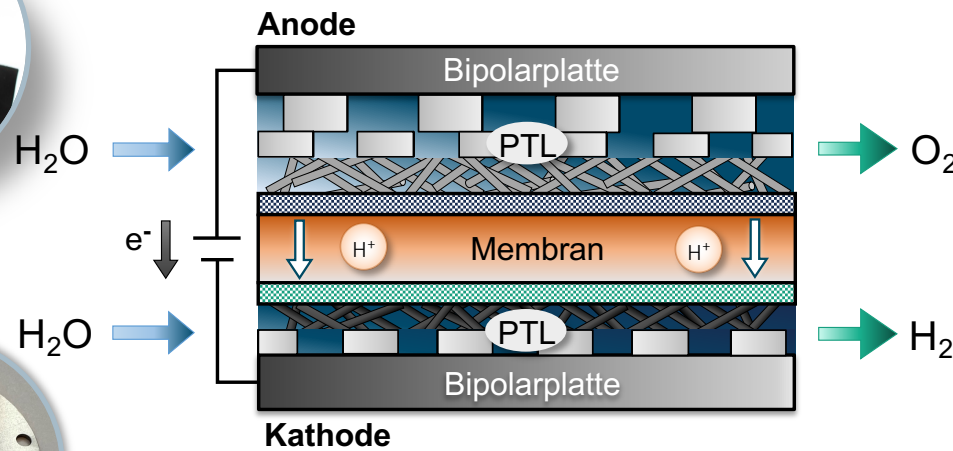
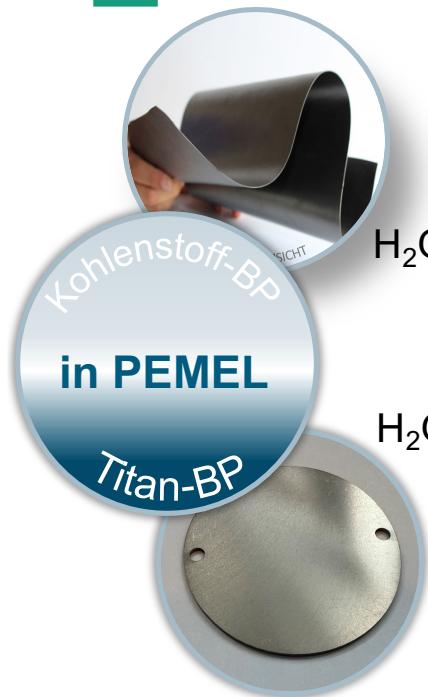
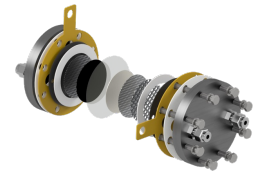
## Analyse des Einflusses des pHs und der Temperatur



- Verringerung des pH-Werts auf 0 verursacht sichtliche Korrosion der Bipolarplatte
- Durch Verringerung der Temperatur auf 60 °C kann Korrosion deutlich reduziert werden

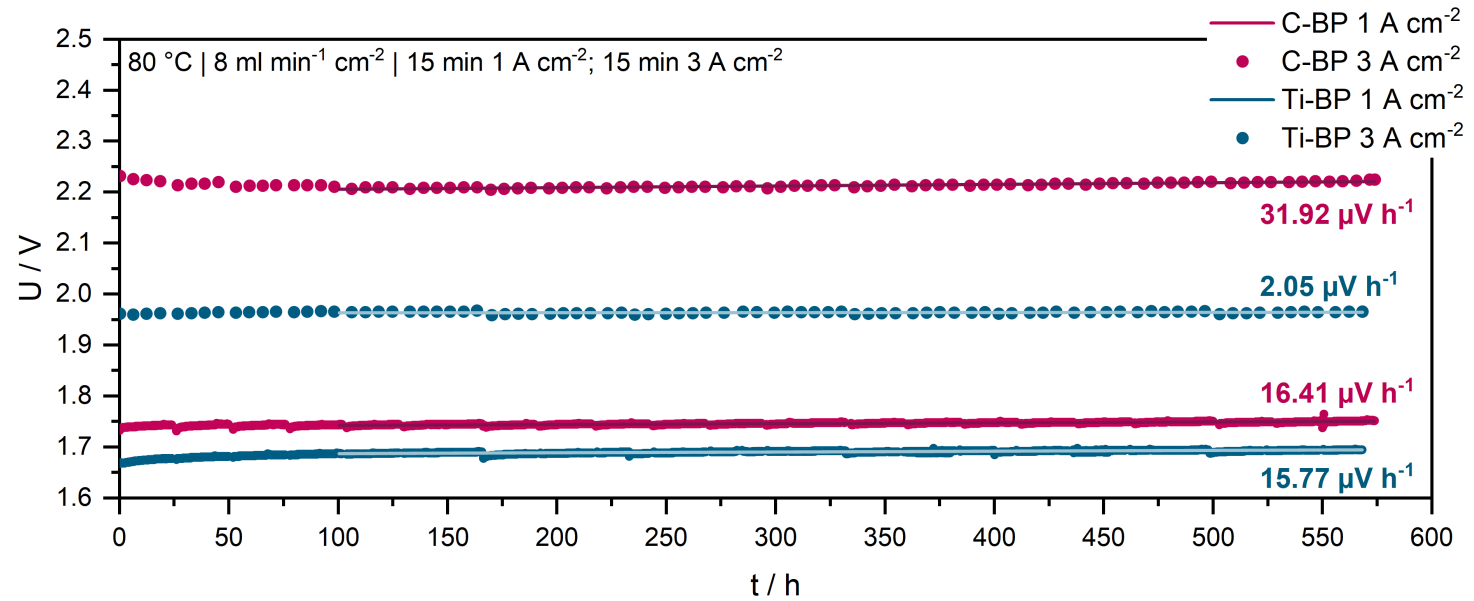
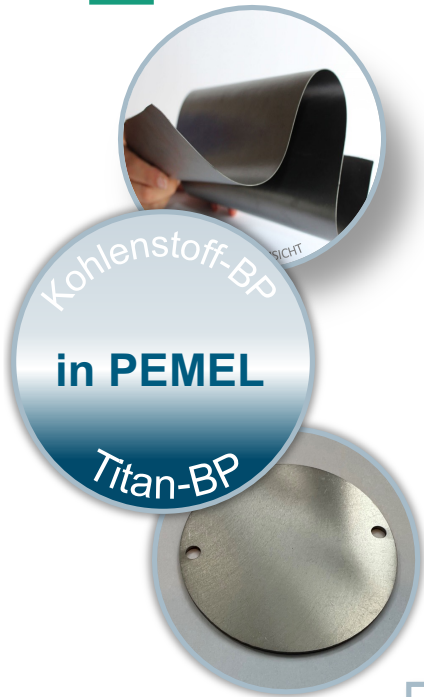
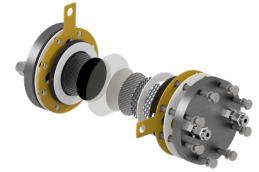
# In-situ Untersuchung der Korrosionsstabilität

## Hält die Kohlenstoff-Compound-Bipolarplatte in verschleunerten Stresstests stand?



- **Verschnellertes Stresstest durch Wechsel der Stromdichte zwischen 1 und 3 A cm<sup>-2</sup>**
- **Stresstest über 540 h (ca. 41 Tage) mit beiden Bipolarplatten-Typen**

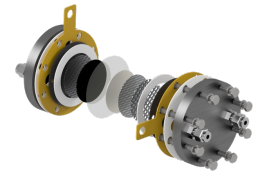
# In-situ Untersuchung der Korrosionsstabilität Verschnellte Stresstest-Protokolle



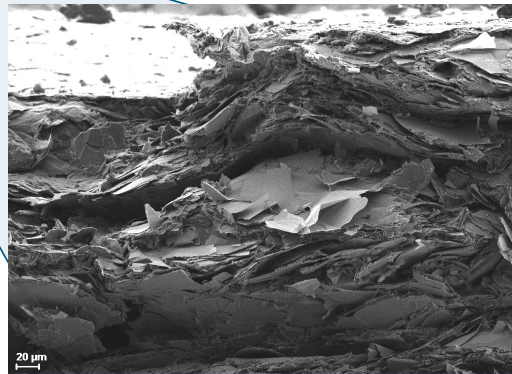
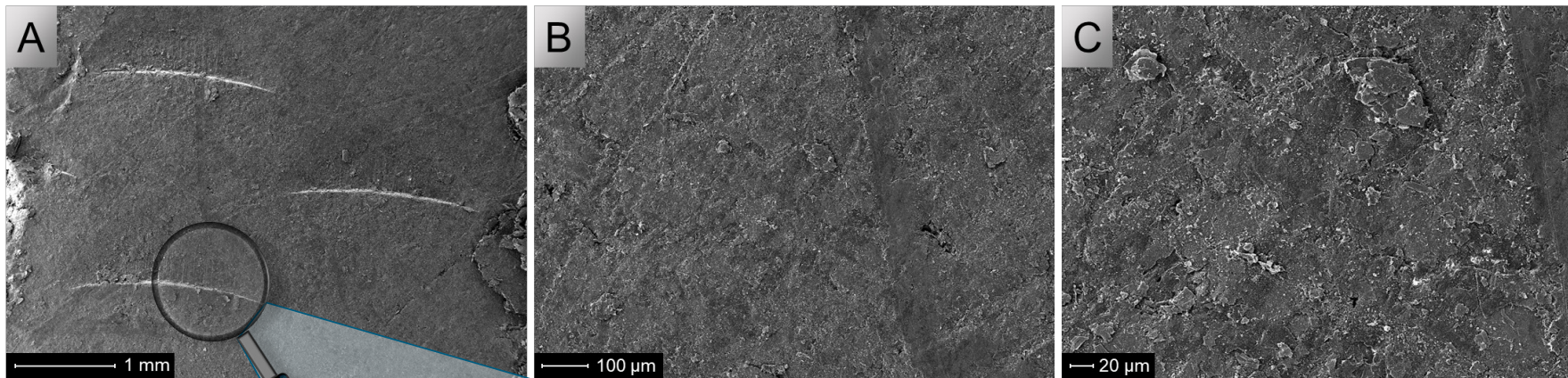
- Sehr konstante Spannungsverläufe der Kohlenstoff-Compound-Bipolarplatte
- Geringe Degradationsraten

# In-situ Untersuchung der Korrosionsstabilität

## Post-mortem Analyse der Oberfläche



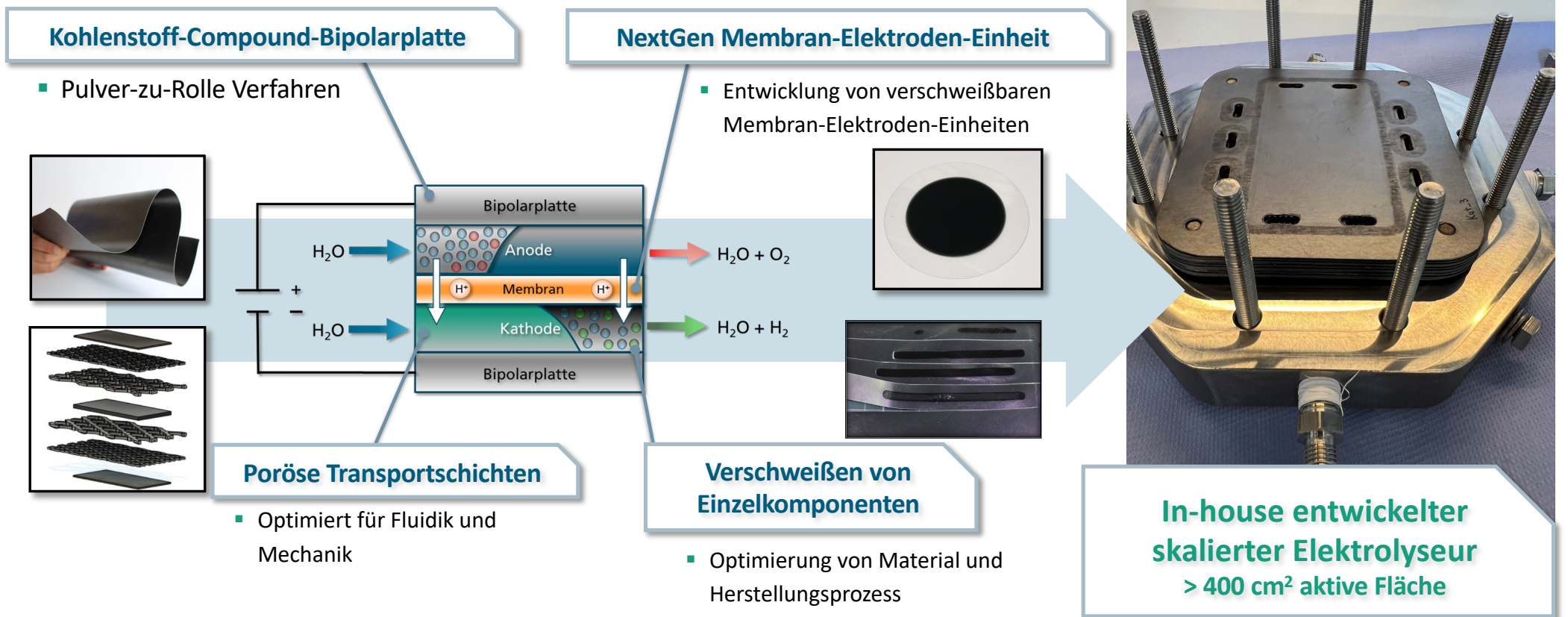
### Anode



- Eindrücke in Bipolarplatte durch angrenzendes Streckmetall
- Keine Korrosion in der Oberfläche der Bipolarplatte zu erkennen

# PEM-Elektrolyseur mit Kohlenstoff-Compound-Bipolarplatten

## Projekt »H<sub>2</sub>GIGA-PEP.IN«: The design of tomorrow for PEM electrolyzers

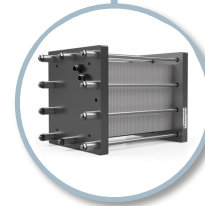
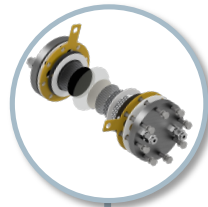
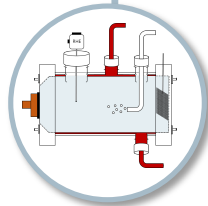
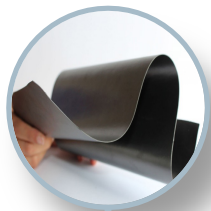


# Kohlenstoff-Compound-Bipolarplatten in PEM-Elektrolyse möglich?

## Zusammenfassung und Ausblick

**Einzigartiges Pulver-zu-Rolle Verfahren**

- Im Stresstest besteht die Kohlenstoff-Compound-Bipolarplatten
- Höhere Überspannung durch höhere ohmsche Widerstände



- **Starke pH-Wert Abhängigkeit von der Korrosion**
- **Wie realistisch sind diese harschen Bedingungen?**

- **Durch Einsatz von „Kunststoff-Bipolarplatten“ rücken Themen wie Mechanik und Fluidik in den Vordergrund**
- **Kosten können erheblich gesenkt werden**

# Danksagung



as well as former and new coworkers



Gefördert durch  
**DFG** Deutsche  
Forschungsgemeinschaft



Ministerium für Wirtschaft, Innovation,  
Digitalisierung und Energie  
des Landes Nordrhein-Westfalen



Ministerium für  
Kultur und Wissenschaft  
des Landes Nordrhein-Westfalen



EUROPEAN UNION  
Investing in our Future  
European Regional  
Development Fund

Thank you for your attention!

## Contact



Prof. Dr. Ulf-Peter Apfel  
Head of Department Electrosynthesis @ UMSICHT &  
Chair of „Activation of Small Molecules/Technical Electrochemistry“ @ RUB  
Phone: +49 (0)208/8598-1571  
E-Mail: [ulf.apfel@rub.de](mailto:ulf.apfel@rub.de) or  
[ulf-peter.apfel@umsicht.fraunhofer.de](mailto:ulf-peter.apfel@umsicht.fraunhofer.de)



Prof. Dr. Anna Grevé  
Head of Department Electrochemical  
Energy Storage @ UMSICHT  
Phone: +49 (0)208/8598-1271  
E-Mail: [anna.greve@umsicht.fraunhofer.de](mailto:anna.greve@umsicht.fraunhofer.de)



Dr. Michael Joemann  
Head of Department Electrochemical  
Energy Storage @ UMSICHT  
Phone: +49 (0)208/8598-1436  
E-Mail: [michael.joemann@umsicht.fraunhofer.de](mailto:michael.joemann@umsicht.fraunhofer.de)

**Fraunhofer Institute for Environmental,  
Safety and Energy Technology UMSICHT**  
Osterfelder Straße 3  
46047 Oberhausen, Germany  
[www.umsicht.fraunhofer.de](http://www.umsicht.fraunhofer.de)

**Ruhr-University Bochum, Inorganic Chemistry I**  
Universitätsstraße 150  
44801 Bochum, Germany  
[www.rub.de/smallmolecules](http://www.rub.de/smallmolecules)