

# Herzlich Willkommen am ZSW

## “Elektrolyse made in Baden-Württemberg”

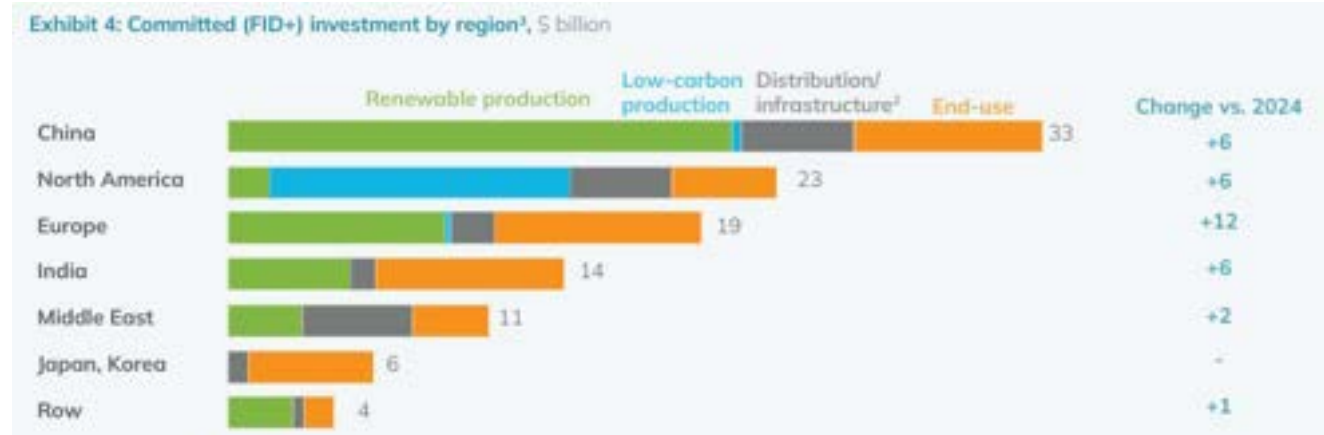
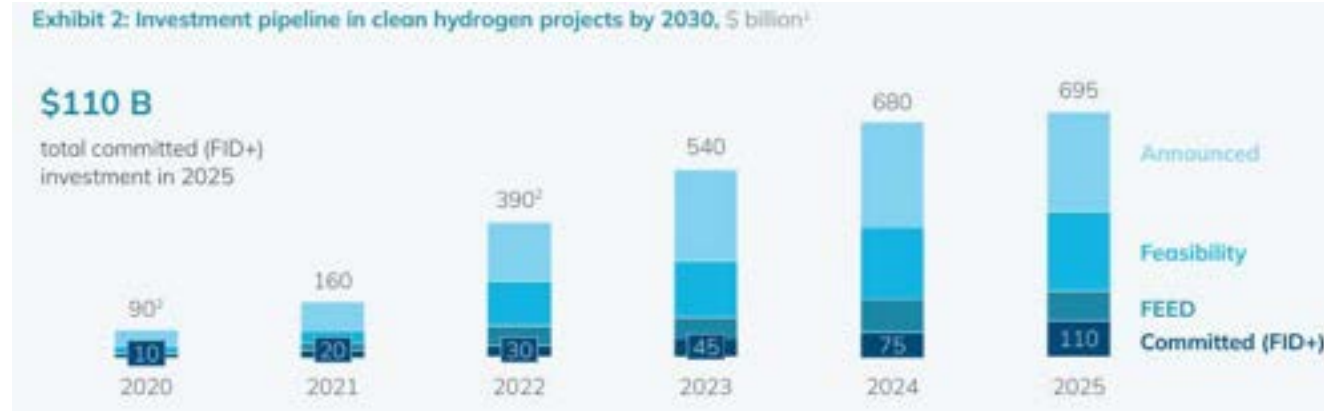
- ✓ **Stackskalierung in „MegaStack BW“**
- ✓ **3000 h Betriebserfahrung „BW Elektrolyse“**
- ✓ **Start des Referenzprojektes „HyReference“**
- ✓ **Elektrolysetestfeld ElyLab**

16. März 2026



# Globale Entwicklung von H<sub>2</sub>-Projekten

- Weltweit >500 H<sub>2</sub>-Projekte mit 110 Mrd. USD Investitionen und 6 Mt/a Produktionskapazität in Betrieb, Bau oder mit FID (davon 35 GW bzw. 3,3 Mt/a grüner Wasserstoff).
- Seit 2020 wurden über 1.700 Projekte angekündigt; aktuell findet jedoch eine Marktbereinigung statt: wirtschaftlich schwächere Projekte werden gestrichen, tragfähige Projekte erhalten Finanzierung / Genehmigungen.
- Aktuell sind ca. 3,6 Mt/a H<sub>2</sub>-Nachfrage vertraglich gesichert. Bis 2030 könnten 9–14 Mt/a Produktionskapazität entstehen (tatsächliche Realisierung abhängig von gesicherter Nachfrage).
- Für die baden-württembergische Industrie besteht weiterhin die große Chance, an diesen Wertschöpfungspotenzialen zu partizipieren.



Quelle: Global Hydrogen Compass 2025

# „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ (BW-Elektrolyse)

## Agenda


15:00 Begrüßung

15:05 Impulsvorträge

- Betriebserfahrung mit Systemdemonstrator „BW-Elektrolyse“
- HyReference: Referenzbetrieb in kommerzieller Betriebsumgebung
- MegaStack-BW: Projektvorstellung und Ergebnisse
- Unterstützungsangebote der e-mobil-BW
- ElyLab: Test- und Beratungsdienstleistung Elektrolyse

16:15 Laborbesichtigung

17:00 Come together

 Baden-Württemberg  
Ministerium für Wirtschaft,  
Arbeit und Tourismus

 Kofinanziert von der  
Europäischen Union

e-mobil <sup>BW</sup> 

*MegaStack-BW*



# „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ (BW-Elektrolyse)

## Agenda


15:00 Begrüßung

15:05 Impulsvorträge

- **Betriebserfahrung mit Systemdemonstrator „BW-Elektrolyse“**
- HyReference: Referenzbetrieb in kommerzieller Betriebsumgebung
- MegaStack-BW: Projektvorstellung und Ergebnisse
- Unterstützungsangebote der e-mobil-BW
- ElyLab: Test- und Beratungsdienstleistung Elektrolyse

16:15 Laborbesichtigung

17:00 Come together

 Baden-Württemberg  
Ministerium für Wirtschaft,  
Arbeit und Tourismus

 Kofinanziert von der  
Europäischen Union

e-mobil <sup>BW</sup> 

*MegaStack-BW*



# „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“

Die „Elektrolysewelt“ Anfang 2020



- Etwa 10 Anbieter von Elektrolyseuren weltweit mit Referenzen im MW-Maßstab.
- Keine nennenswerten Aktivitäten der Industrie in Baden-Württemberg.
- Erhebliche Potenziale in Maschinen- und Anlagenbau und Zulieferindustrie.

### Industriedialog

- Aufbau Elektrolysenetzwerk in Baden-Württemberg.
- Qualifikationsangebote.



### Demonstrator „made in BaWü“

- Nachweis: Elektrolyseure können „made in BaWü“ hergestellt werden.
- Einbindung von Komponenten und Technologien aus Baden-Württemberg.



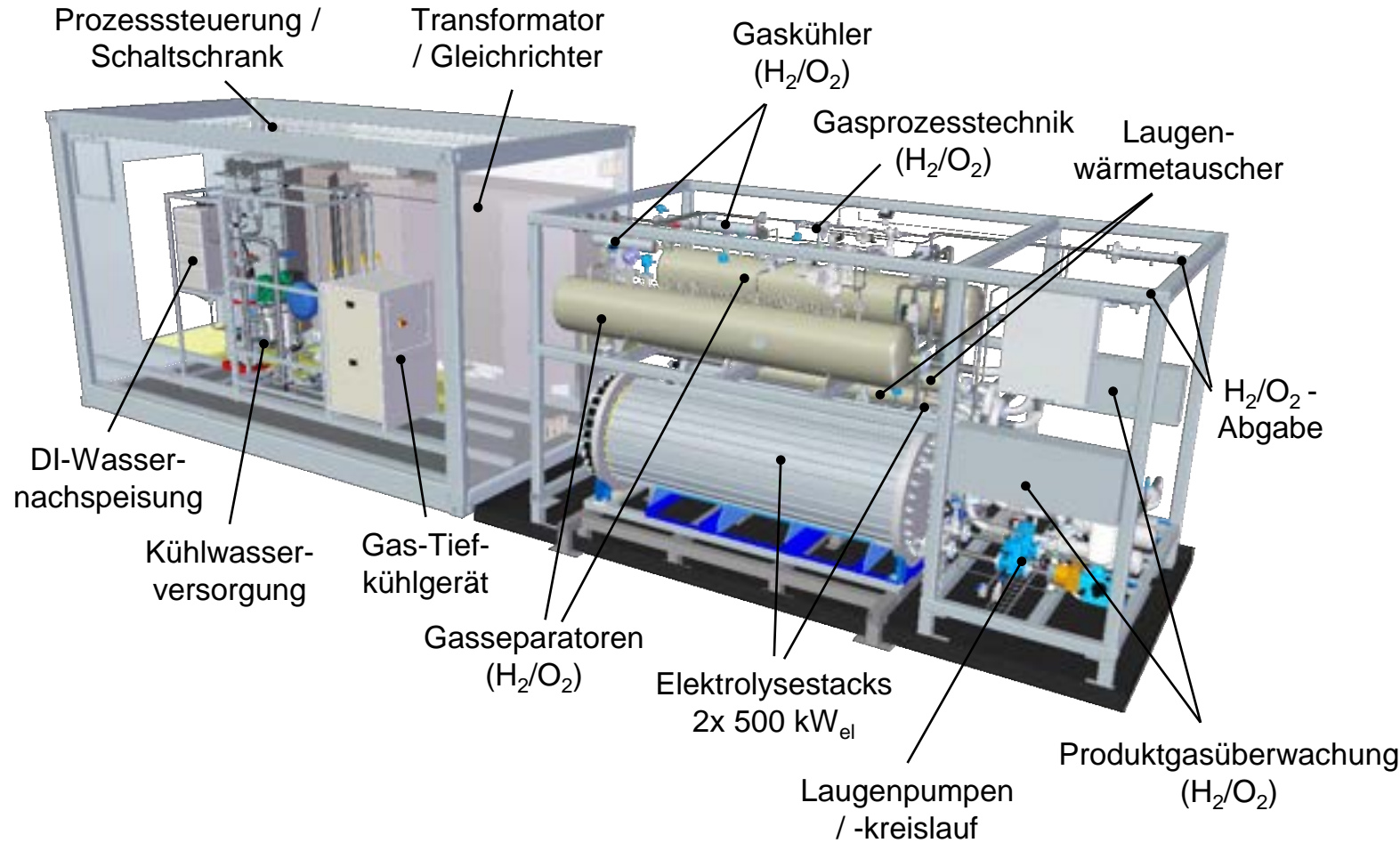
### Industrietransfer

- Initiierung von Produktentwicklungen.
- Aufbau von Fertigungskapazitäten in Baden-Württemberg.



# „Elektrolyseur made in Baden-Württemberg“

Systemdemonstrator: 1 MW<sub>el</sub> Anlage zur alkalischen Wasserelektrolyse mit 2 Stacks



# „Elektrolyseur made in Baden-Württemberg“

Systemdemonstrator: Komponentenzulieferer

**AGFA**  
Membran

**EMIS**  
AUTOMATISIERUNG  
Schaltschrank

**CARU  
TECH**  
containers  
Container

**Endplatten**

rechner gesteuert  
**EMA**  
Induction  
technology  
Gleichrichter

**samsor**  
Regelventile

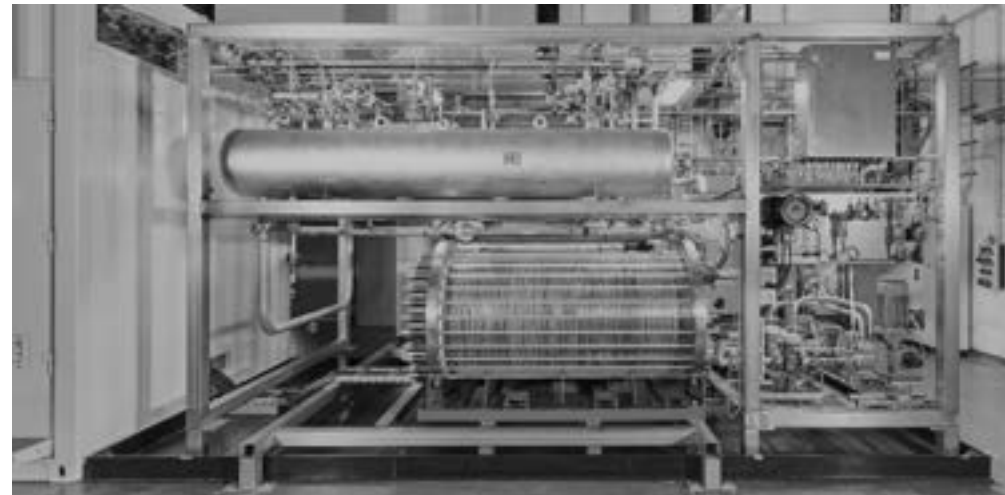
**bürkert**  
FLUID CONTROL SYSTEMS  
Pneumatik

**M&C**  
TechGroup  
Gasanalytik

**SYBANO**  
Sonderbeschichtungen  
APS Kathoden-  
Beschichtung

**K.U.K.T.**  
Kunststoff & Kunststoff Technologie GmbH  
EPDM-  
Zellrahmen

Apparatebau · Wärmetauscher  
**VIESEL**  
Behälter  
Wärmetauscher



**GEMÜ**  
Prozessventile

**inox**  
Rohrleitungsbau

**EDUR**  
Pumpen

**Sensoren**

**ECOCLEAN**  
CAD, Gestell

**Schubert & Salzer**  
Regelventile

**DEM**  
ELP-Fertigung

**LEWA**  
Leistungsaufbereitung  
Pumpen

**SIEMENS**  
Software

**Endress+Hauser**  
Sensoren

**FRIGOR TEC**  
Cooling to the point  
Kältegerät

**SKT matzion**  
Stahl- und Kunststoff-Technik  
Güterkraftwagen & Zubehör  
Auffangwanne

ELP-Fertigung

**Guggenberger-Aschenauer**  
Anoden-Beschichtung

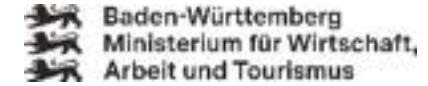
**MANKENBERG**  
Zyklon-Abscheider

**Swagelok**  
Schneidringverschraubungen

**Götze Armaturen**  
Sicherheitsventile

# „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“

[www.bw-elektrolyse.de](http://www.bw-elektrolyse.de)



## Initiierung einer Elektrolyse- & Komponentenfertigung in Baden-Württemberg

### Industriedialog

- Technologieübergreifendes Netzwerk Elektrolyse aufgebaut.
- Mehr als 90 Unternehmen beteiligen sich bislang aktiv.



### Demonstrator „made in BaWü“

- Elektrolyseure können „made in BaWü“ hergestellt werden.
- Über 40 Firmen haben Komponenten und Technologien eingebracht.



### Industrietransfer

- Zahlreiche Produktentwicklungen konnten bereits initiiert werden.
- Erste Unternehmen beginnen mit dem Aufbau von Fertigungskapazitäten.



# Success Story 1: Product development AEL system „EcoLyzer“

Cooperation ZSW / Ecoclean (Filderstadt)



Know-how  
transfer  
  
Product  
development



Outlook



*2022: ZSW system prototype*

*2024: 1<sup>st</sup> series product „EcoLyzer“*

*Series production @Ecoclean*

- <3 years from start of cooperation to commissioning of the first EcoLyzer system.
- ~30 suppliers from Baden-Württemberg in the commercial product.
- Market segment 1-20 MW<sub>el</sub>; production line up to 200 MW<sub>el</sub>/a has been designed

# Success Story 2: Product development AEL stack

Cooperation ZSW / EBZ (Ravensburg)



Know-how  
transfer  
  
Product  
development



Outlook



*2022: ZSW stack prototype*

*2025: EBZ stack ready for series  
production*

*Production line with  
automated stack assembly  
(30 x 0,5 MW<sub>el</sub> per day)*

- <3 years from start of cooperation to presentation of the first EBZ stack on Hannover fair 2025.
- Production line designed with automated stack assembly up to 30 x 0,5 MW<sub>el</sub> stack per day (up to 5 GW/y)
- Stack scaled up to ~2,5 MW<sub>el</sub> („MegaStack-BW“ project with demonstration of a short stack)

# Lessons learned Systembetrieb

Ca. 3000 h Betrieb in Laborumgebung

Inbetriebnahme mit Lang- & Kurzstacks



24/7-Betrieb mit Kurz- und Langstacks



# Lessons learned Systembetrieb

Ca. 3000 h Betrieb in Laborumgebung

Inbetriebnahme mit Lang- & Kurzstacks

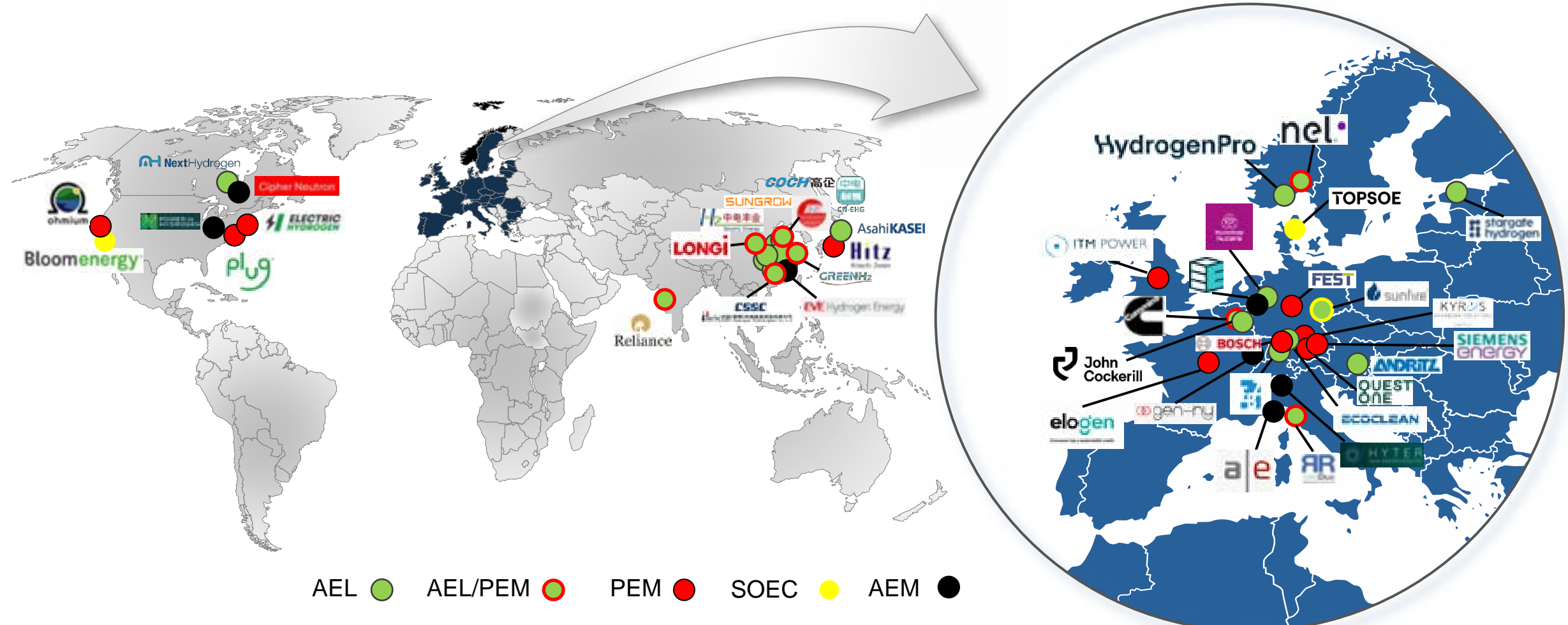


24/7-Betrieb mit Kurz- und Langstacks



1. Problemloser 24/7-Dauerbetrieb
2. BoP-Komponenten funktionieren grundsätzlich sehr zuverlässig
3. Verbesserung der Reglereinstellungen, Programmierung, Sicherheitsroutinen, ...
4. Wartungsintervall und Überprüfung Sicherheitstechnik: 1 mal / Jahr
5. Ausfall / Reparaturbedarf :
  - In Arbeit: Upgrade Gassensor Gasanalytik (SIL2) wegen N<sub>2</sub>-Empfindlichkeit und Zuverlässigkeit
  - In Arbeit: Austausch Kugelhähne (statt 3-teilige-Ausführung mit Anschweißenden: 2-teilig mit Flansch)
6. Heikle Komponenten:
  - Flansch-Dichtungen (Materialbeständigkeit; Minimierung Leckage)
  - Aerosolabscheider (Minimierung von Tröpfchenaustrag bei geringem Druckverlust)
7. Weiterentwicklung der Stacktechnologie „made in BaWü“ / Technologietransfer EBZ / Ecoclean

# Die „Elektrolysewelt“ Anfang 2026.....



# „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ (BW-Elektrolyse)

## Agenda


15:00 Begrüßung

15:05 Impulsvorträge

- Betriebserfahrung mit Systemdemonstrator „BW-Elektrolyse“
- **HyReference: Referenzbetrieb in kommerzieller Betriebsumgebung**
- MegaStack-BW: Projektvorstellung und Ergebnisse
- Unterstützungsangebote der e-mobil-BW
- ElyLab: Test- und Beratungsdienstleistung Elektrolyse

16:15 Laborbesichtigung

17:00 Come together

 Baden-Württemberg  
Ministerium für Wirtschaft,  
Arbeit und Tourismus

 Kofinanziert von der  
Europäischen Union

e-mobil <sup>BW</sup> 

**MegaStack-BW**



# Hy-Reference

Betrieb „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ in kommerzieller Umgebung



# Hy-Reference

Betrieb „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ in kommerzieller Umgebung

## Ziele

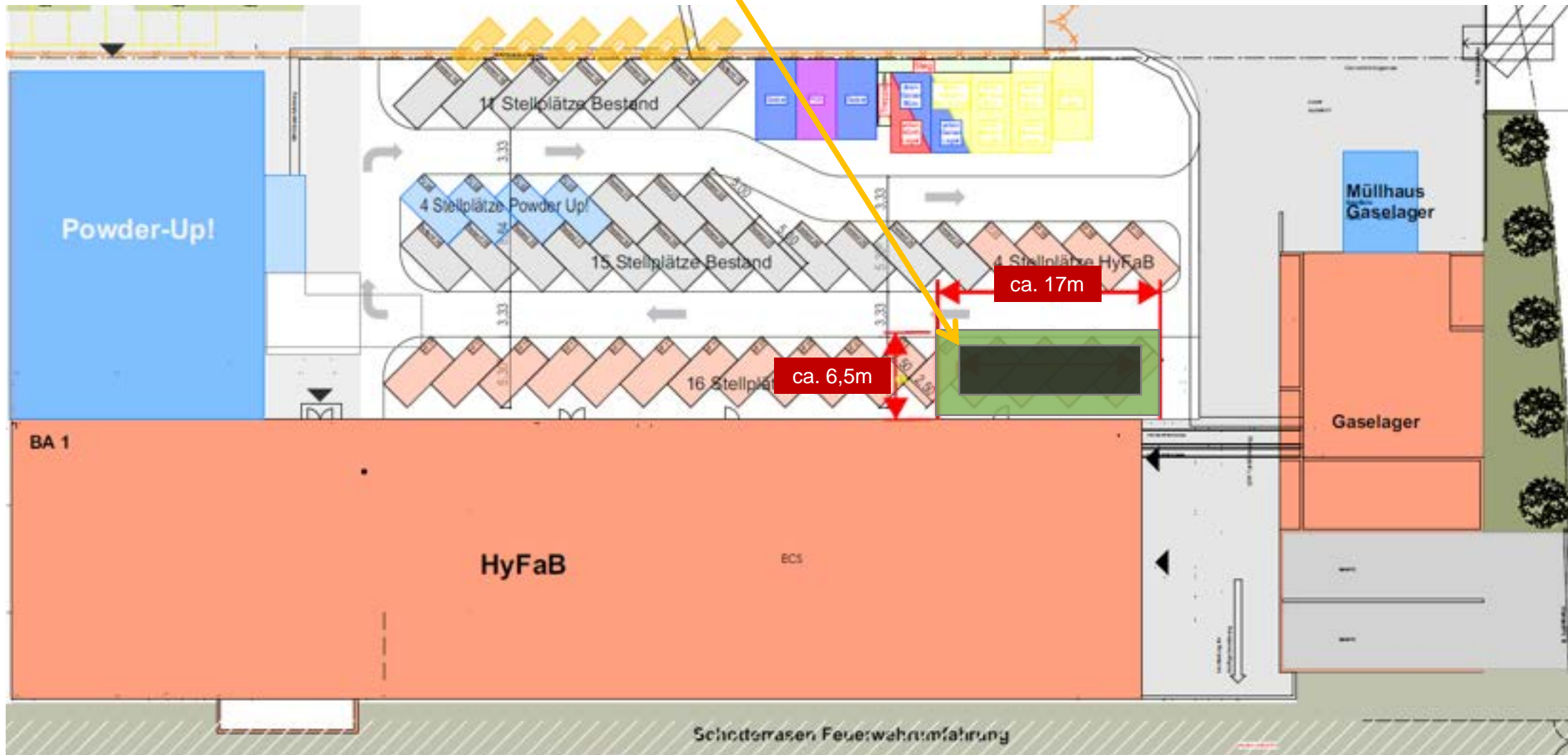
- Referenzbetrieb für Systemkomponenten & Stacks unter kommerzielle Bedingungen: Q1/2027 - Q1/2028
  - Integration „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ in ZSW-Standort Ulm (HyFab)
- Bedarfsgerechte Bereitstellung von Wasserstoff für das Brennstoffzellen-Testfeld (ca. 40 Prüfstände)



# Hy-Reference

Systemintegration in den ZSW-Standort Ulm

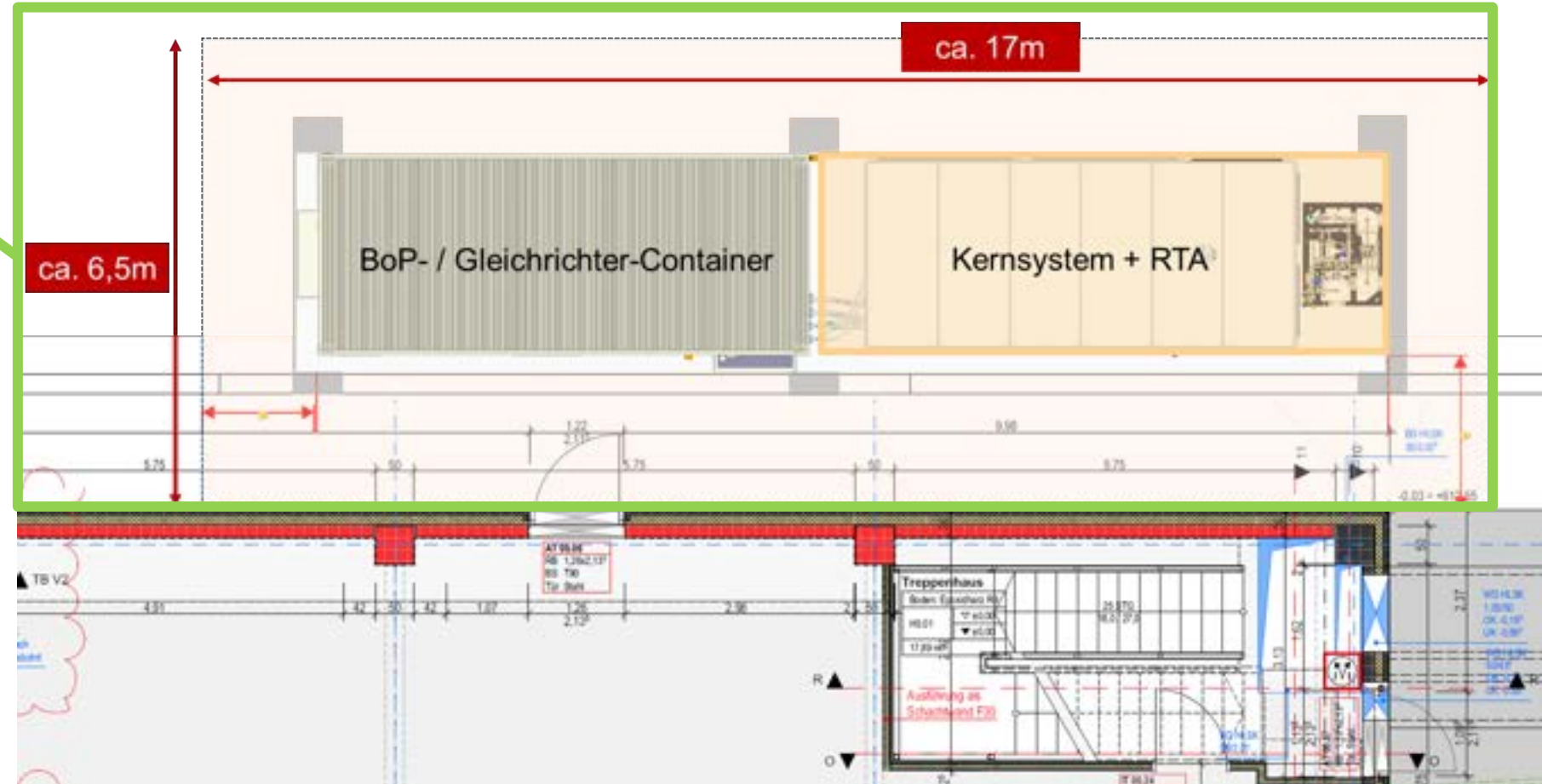
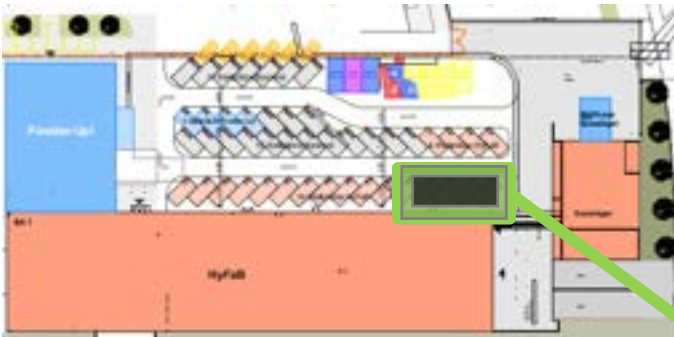
## Containerintegrierter Elektrolyseur vor HyFab



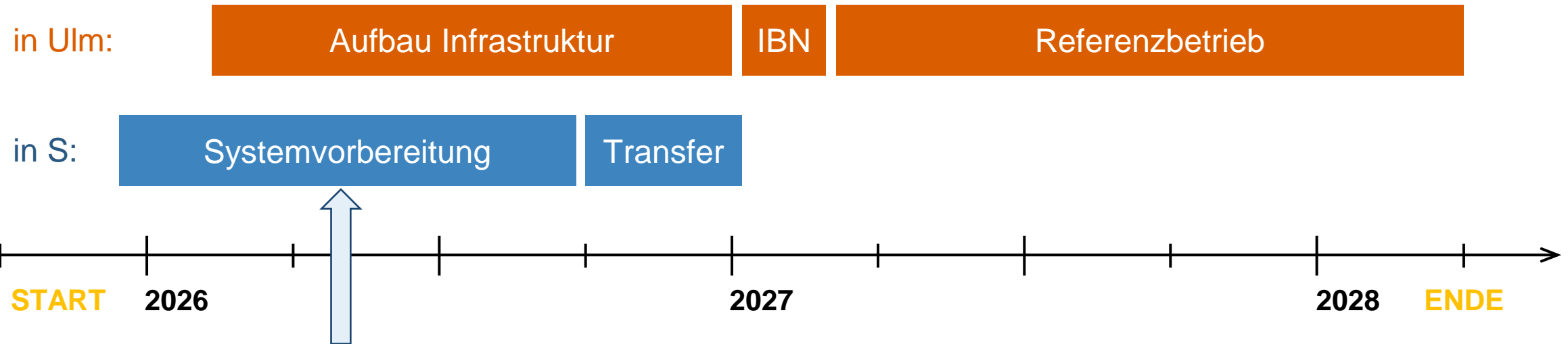
# Hy-Reference

Systemintegration in den ZSW-Standort Ulm

## Grundriss containerintegrierter Elektrolyseur vor HyFab



### Zeitplan



- Integration Reinigungs- und Trocknungsanlage (H<sub>2</sub>-GeNeSiS)
- Anpassung BoP (Kühlung; Schnittstellenanpassung)
- Anpassung Steuerung / Anlagenbetrieb für Speicherbewirtschaftung
- Integration kommerzielle Stacktechnologie
- Validierungsläufe

### „Zertifikat“: Eignungsnachweis für die Alkalische Wasserelektrolyse

- Hersteller, Kontaktdaten
- Eingesetzte Komponenten
- Referenzbetrieb am ZSW unter realen Einsatzbedingungen, z.B.:
  - Betriebsbedingungen
  - Betriebsdauer
  - Ergebnisse (ggf. Messdatenverlauf)
  - Auffälligkeiten
  - Fazit zur Eignung / Empfehlung
  - Weiteres?

### Fragebogen

- Hersteller
- Kontaktdaten
- Beteiligungsinteresse an HyReference?
- Welche Komponenten sind verbaut?
- Referenzunterlagen: was ist Ihnen wichtig?
- Sonstige Anmerkungen

→ **Link wird im Nachgang per Email an Teilnehmer / Lieferanten versendet**

# „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ (BW-Elektrolyse)

## Agenda


15:00 Begrüßung

15:15 Impulsvorträge

- Betriebserfahrung mit Systemdemonstrator „BW-Elektrolyse“
- HyReference: Referenzbetrieb in kommerzieller Betriebsumgebung
- **MegaStack-BW: Projektvorstellung und Ergebnisse**
- Unterstützungsangebote der e-mobil-BW
- ElyLab: Test- und Beratungsdienstleistung Elektrolyse

16:15 Laborbesichtigung

17:00 Come together

 Baden-Württemberg  
Ministerium für Wirtschaft,  
Arbeit und Tourismus

 Kofinanziert von der  
Europäischen Union

e-mobil <sup>BW</sup> 

**MegaStack-BW**



## Skalierung einer Elektrolysestacktechnologie durch Industrie 4.0- Methoden mit Partnern aus Baden-Württemberg

"Klimaneutrale Produktion mittels Industrie 4.0-Technologien"

**Projektlaufzeit:** 28.11.2023 – 31.12.2025

**Fördervolumen:** 898.766 €

**EBZ** SysTec GmbH, Ravensburg: Christin Herkenhoff, Jens Klein, Johann Steinhauer, Paul Wendt

Wilhelm **Kächele** GmbH Elastomertechnik, Weilheim/Teck: Georg Burkhardt, Günter Schatz

**ZSW**, Stuttgart: Wolfgang Hug, Verena Kindl, Tonja Möllenstedt, Bernd Stürmer, Frank Sehnke

- **Entwicklung kosten- und zeiteffiziente Skalierungsmethodik**
  - Simulation Zelldesign, Elektrodenbeschichtung, Rahmenfertigung
  - KI-Methoden zur Beschreibung Zelldurchströmung
- **Machbarkeit: Bau und Betrieb von Demonstrator „MegaStackBW“**
  - Skalierung bestehende Stacktechnologie um Faktor 3-4 (> 10.000 cm<sup>2</sup> Zellfläche, ausgelegt auf ca. 2-3 MW)
  - Umsetzung und Validierung als Short-Stack, ca. 0,5 MW

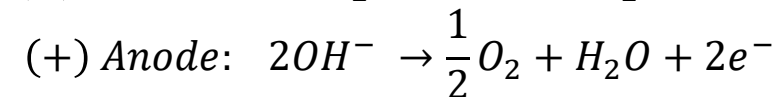
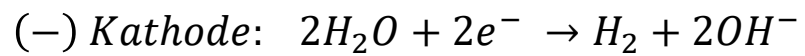
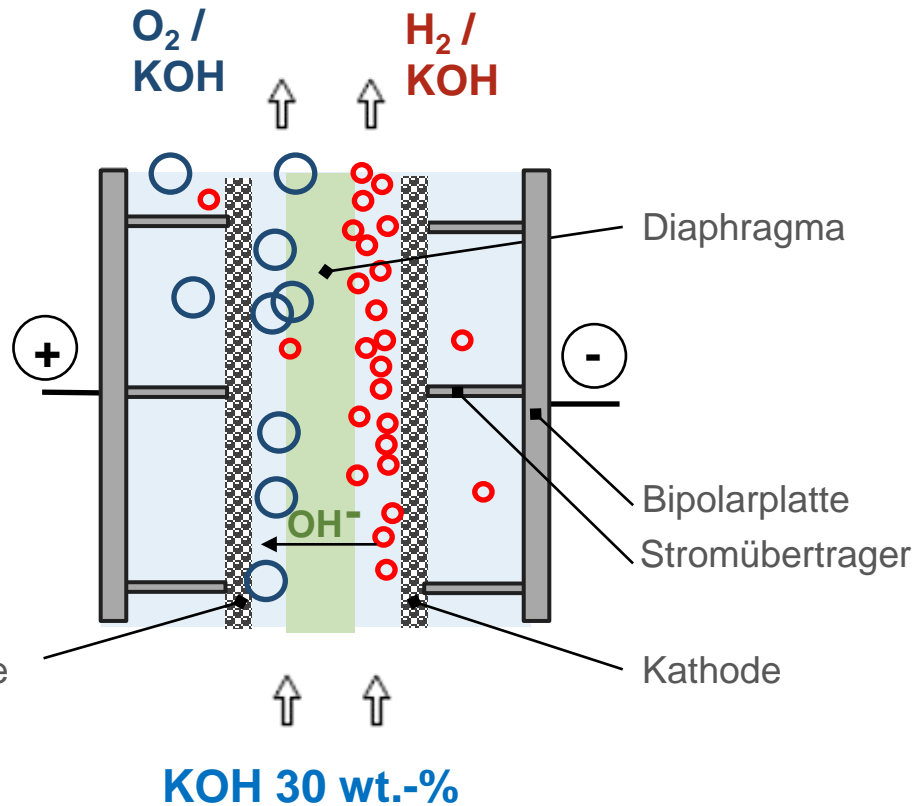
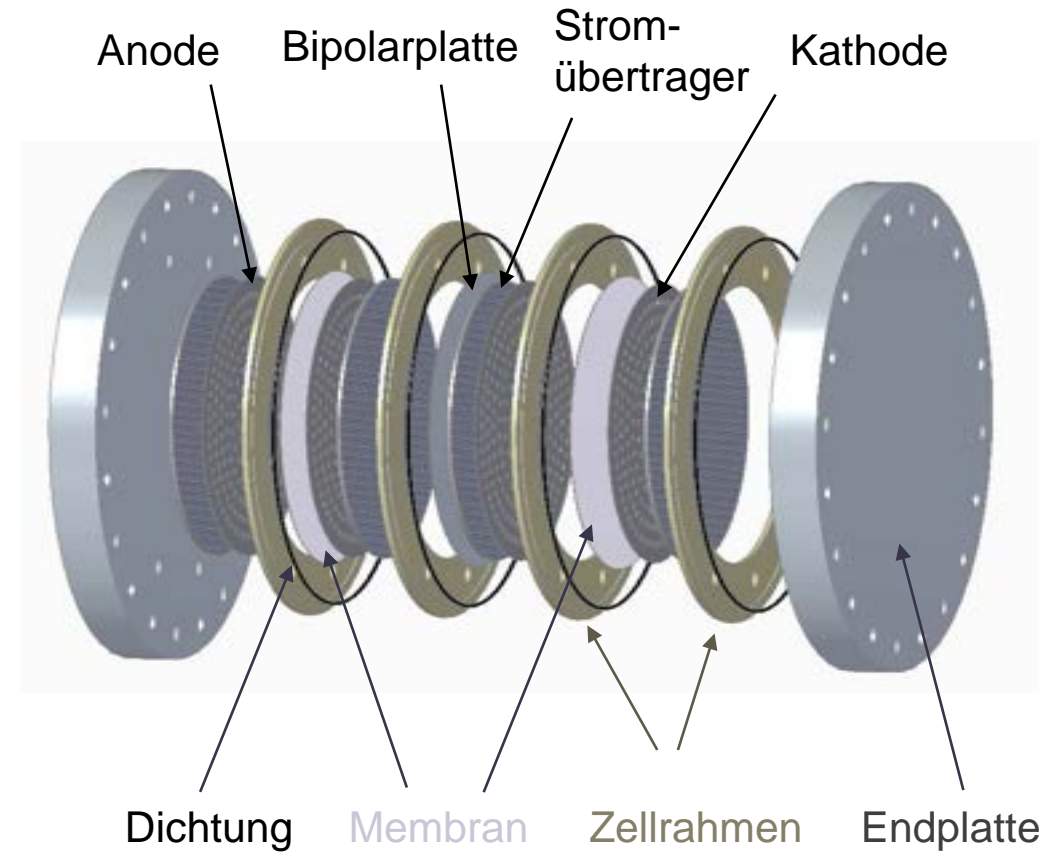


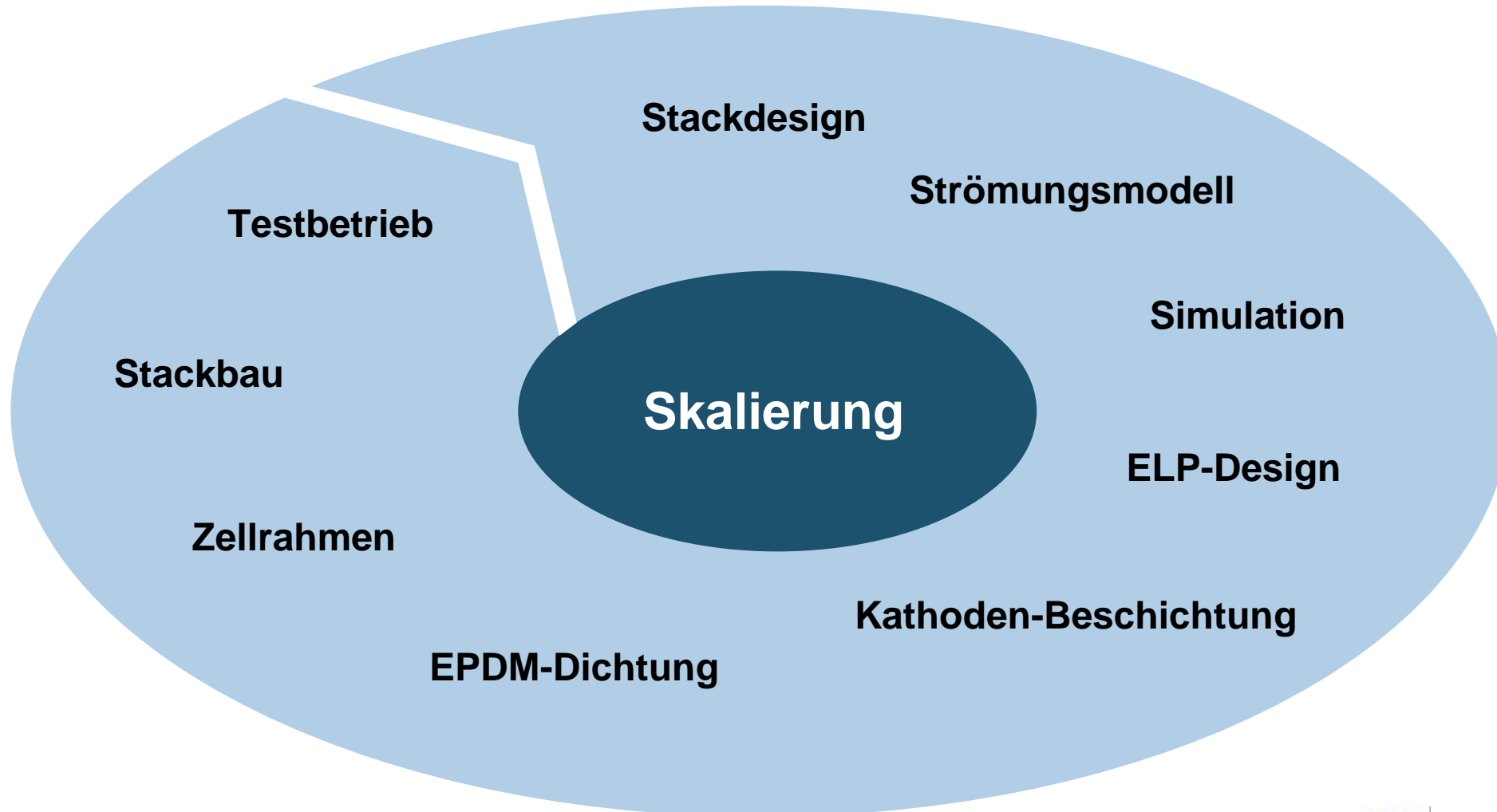
**Skalierung Zellfläche:**  
3.000 cm<sup>2</sup> → 14.000 cm<sup>2</sup>

# MegaStack-BW

## Einführung in den Aufbau eines Alkalischen Elektrolysestacks

### Schematischer Aufbau eines 2-Zeller-Stacks



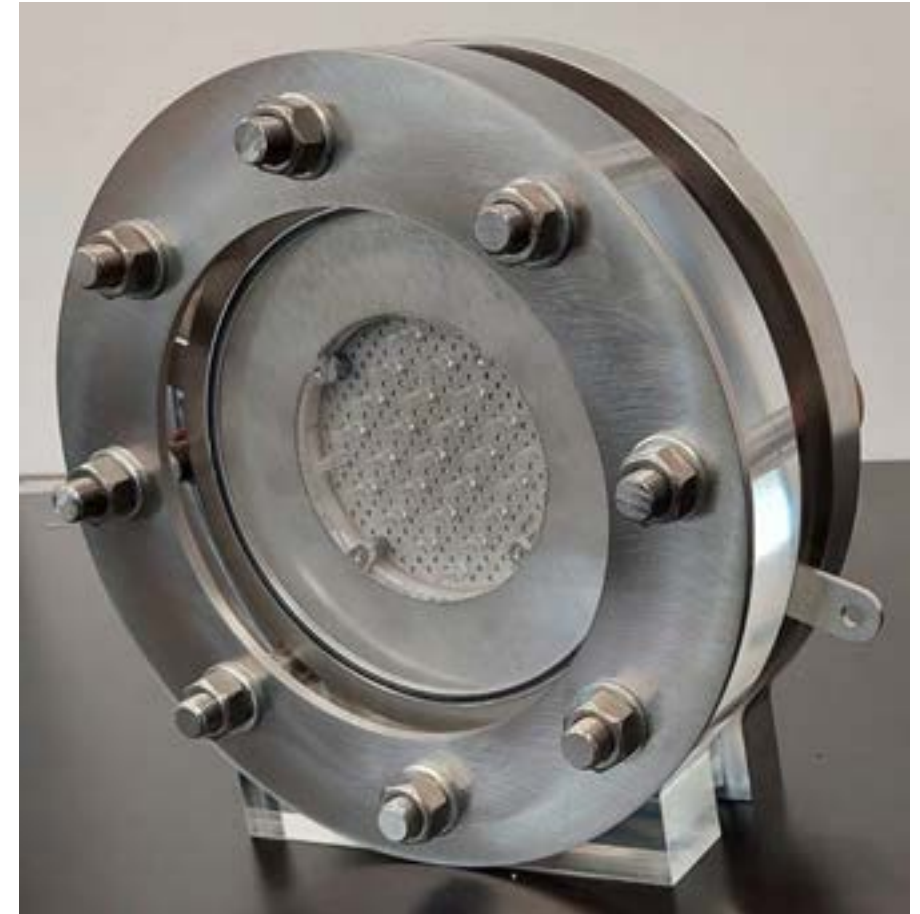


### Motivation

Einfluss der Kontaktierung (Geometrie und Anordnung) auf die Durchströmung der Zelle & auf die Effizienz der Elektrolyse

### Durchführung

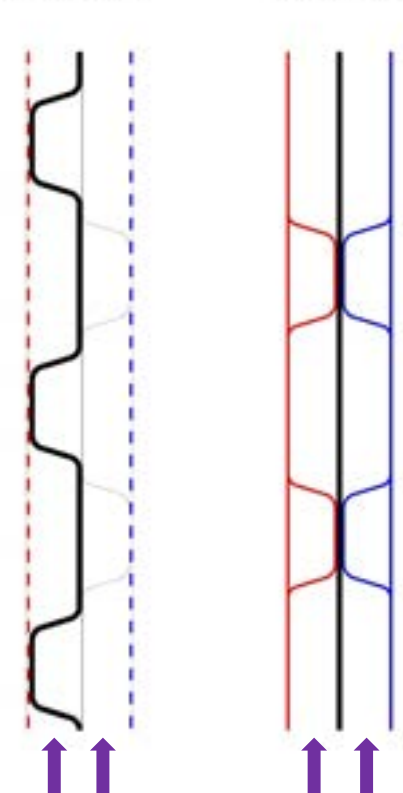
1. Design, Bau und Testbetrieb eines Modellstacks
2. Visualisierung der Strömung
3. Auswertung des aufgezeichneten Bild- und Filmmaterials
4. Visualisierung der Zweiphasenströmung im Elektrolysebetrieb



Einzeller (Zellfläche: 100cm<sup>2</sup>)

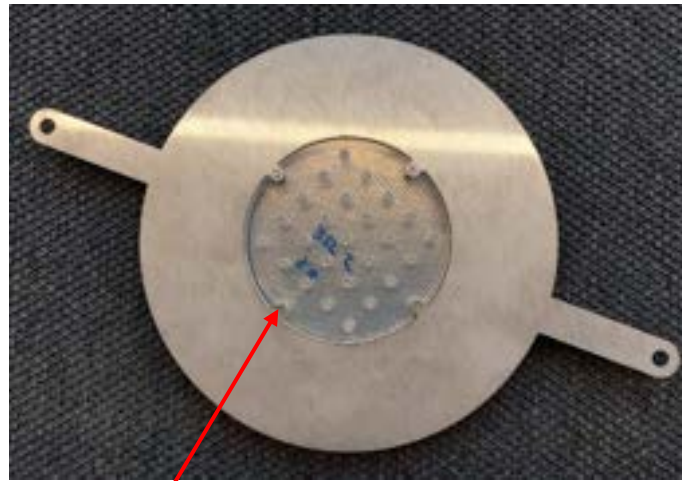
### Technischer Elektrolyseur

A BIP K      A BIP K



Stromübertrager sind  
Strömungshindernisse

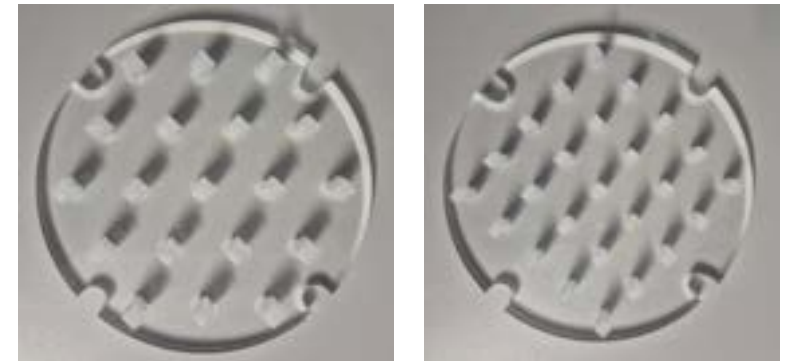
### Modellstack



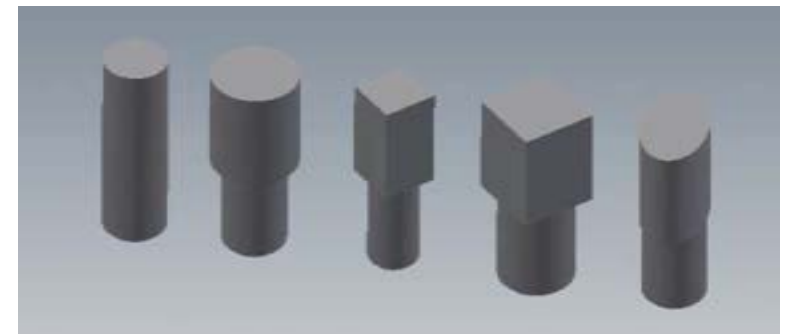
Kontaktierung Elektrode

Funktionstrennung:

- Stromübertragung durch Randkontaktierung
- variable Flowfields als Strömungshindernisse



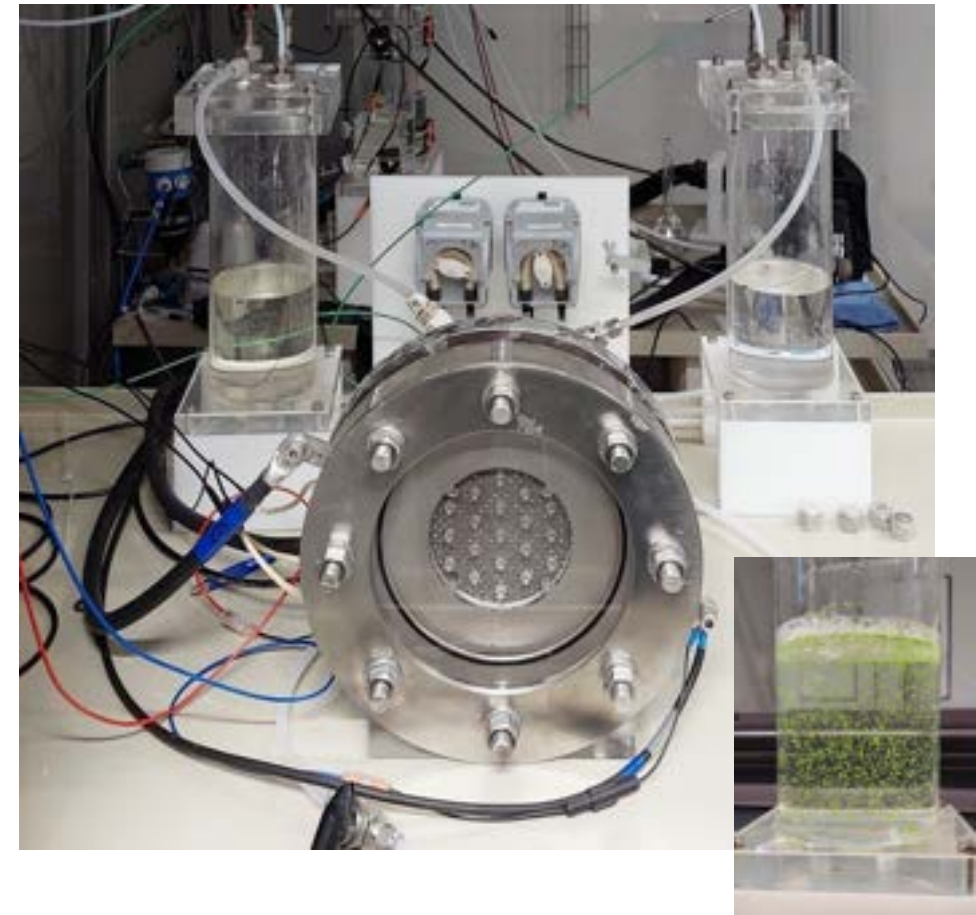
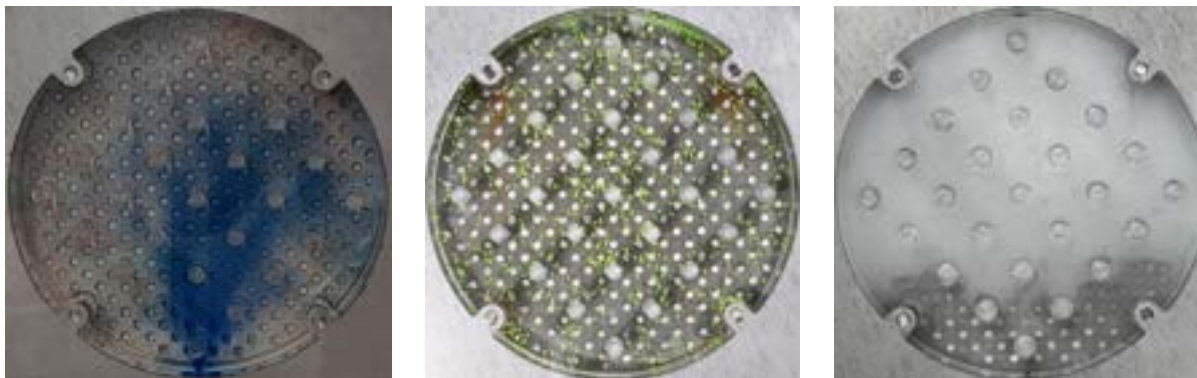
Variable Anzahl / Anordnung



Variable Profilgeometrie

### Untersuchung der Strömungsvorgänge in der Elektrolysezelle:

1. Einfärbung des Elektrolyten mit Tinte lieferte erste Eindrücke über den Strömungsverlauf, aber keine quantitative Auswertung möglich
2. Partikelströmung mittels Filmaufnahmen (120fps) kann die jeweilige Strömung orts aufgelöst quantitativ ausgewertet werden (Strömungsgeschwindigkeit und Richtung)
3. Elektrolysebetrieb Eine quantitative Auswertung ist im Elektrolysebetrieb nicht möglich (Schaumbildung)



### Partikelströmung: Einfluss von Orientierung, Anzahl und Profilgeometrie

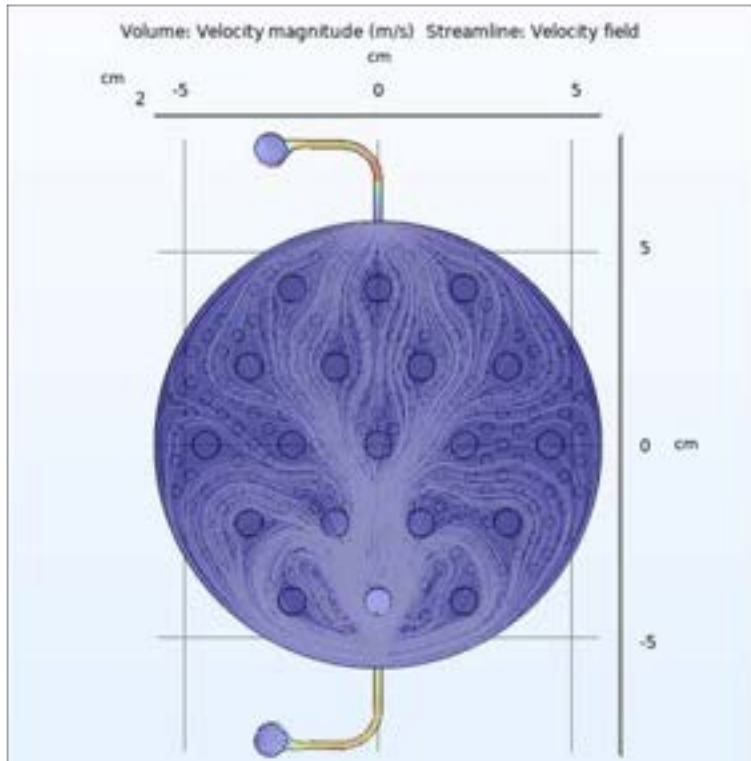
S8	2,9 ml/cm <sup>2</sup> /min		S8	2,9 ml/cm <sup>2</sup> /min		S8	2,9 ml/cm <sup>2</sup> /min	
		<b>viereckig_1_u</b>			<b>viereckig_25</b>			<b>rund_25</b>
		A19 Layout			B25 Layout			A25 Layout
		Raute Profil			Raute Profil			rund Profil
		6,1 KL			6,1 KL			5 ø / KL
		7,4 Basis			7,5 Basis			Basis
		◆ Anordnung			◆ Anordnung			◆ Anordnung
		<b>viereckig_3_u</b>			<b>viereckig_25_kl</b>			
		A19 Layout			B25 Layout			
		Raute Profil			Raute Profil			
		6,1 KL			4,38 KL			
		7,4 Basis			7,5 Basis			
		■ Anordnung			◆ Anordnung			

### Ergebnisse (weitere Versuche in Arbeit)

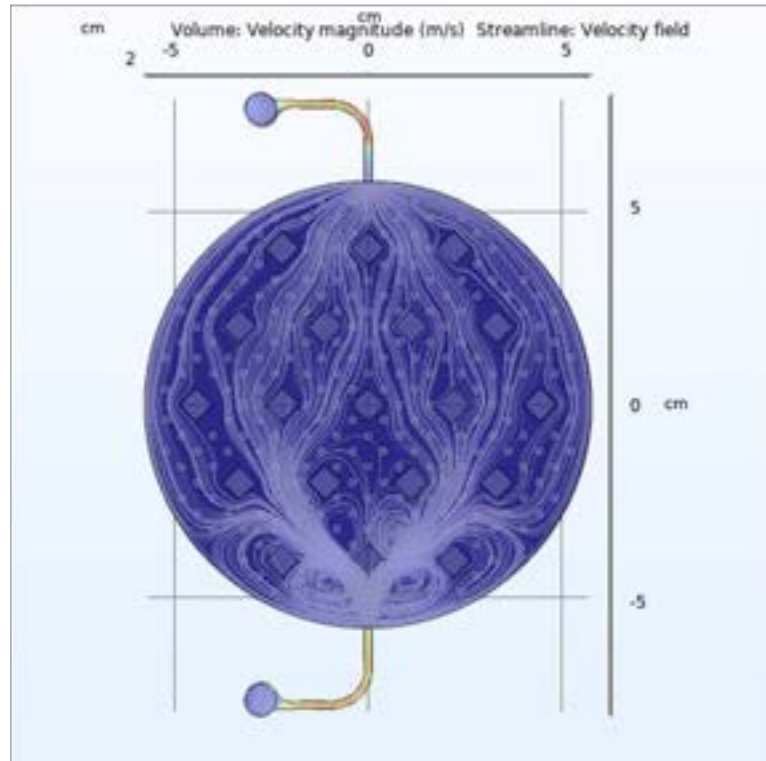
1. Die Anordnung der Strömungskörper und das jeweilige Profil beeinflussen die Durchströmung durch die Zellen (Kernströmung, Randströmung) - entscheidend sind die Hindernisse in unmittelbarer Nähe zum Eingangskanal.
2. Die Zellspannung und damit die Effizienz der Zelle hängt in erster Linie vom Volumenstrom durch die Zelle und weniger von den Flowfields ab (Orientierung und Profilquerschnitt). Mit zunehmender Durchströmung konnte ein Absinken der Zellspannung festgestellt werden.
3. Die Modellzelle ist vergleichsweise klein und hat symmetrische Ein-/Ausströmkanäle. Bei deutlich größeren Zellflächen und asymmetrischen Zu- / Abflüssen in bzw. aus der Zelle wird erwartet, dass lokal größere Gaspolster in Randbereichen auftreten können, die durch die Gestaltung der Stromübertrager beeinflusst werden können.

Wie ist Durchströmung der Zelle von der Geometrie der Stromübertrager (Hindernisse) abhängig?

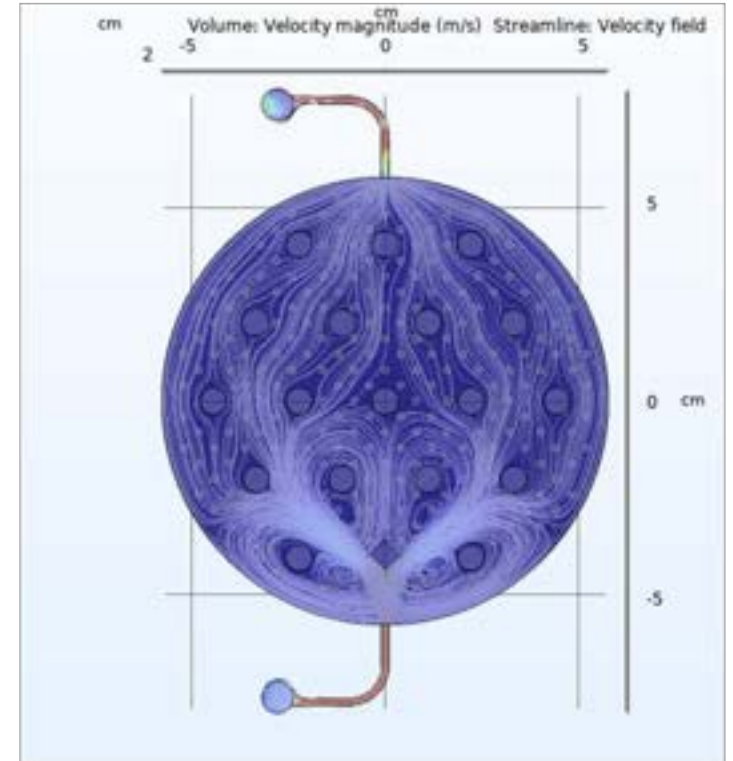
Zylinder



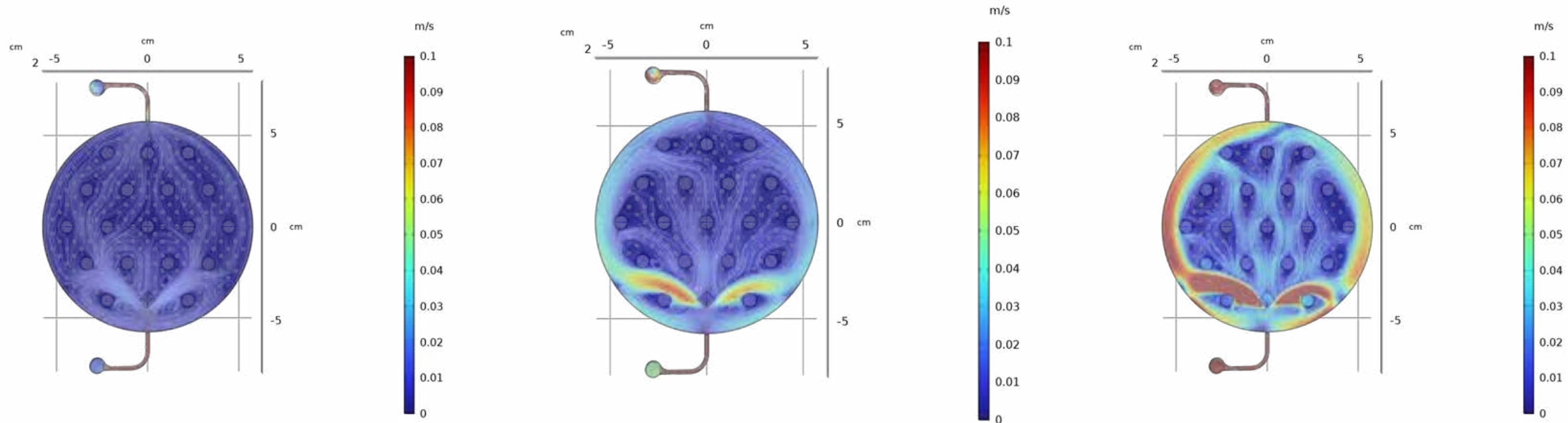
Rauten



Kombination

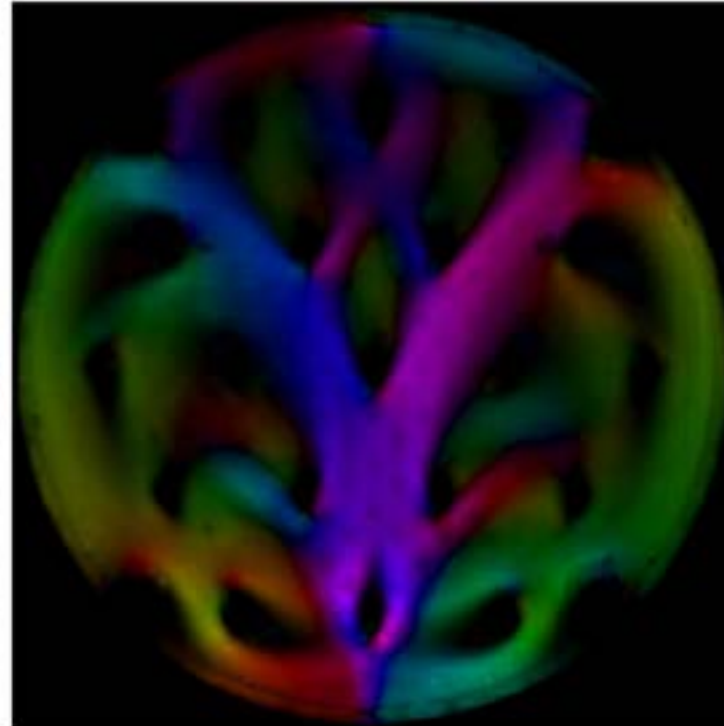
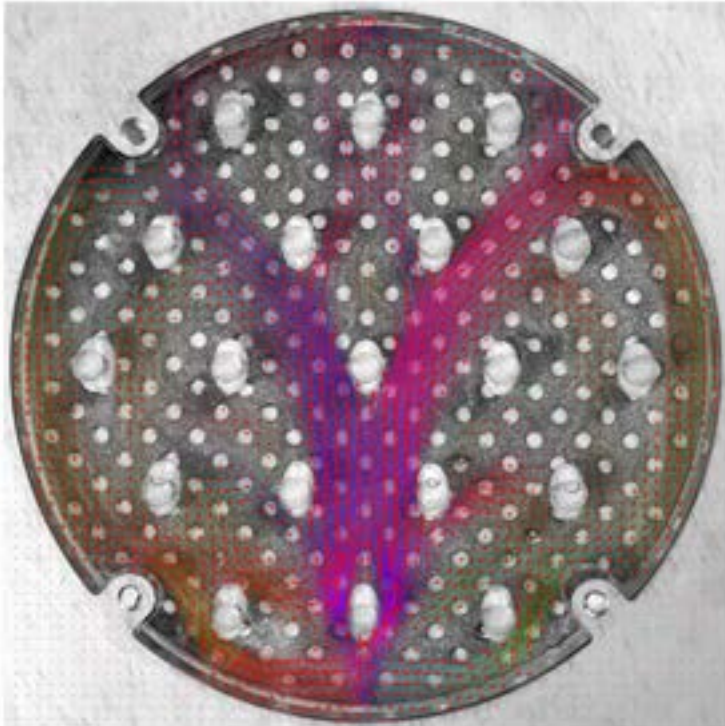


Wie ist die Durchströmung einer Elektrolysezelle vom Durchfluss abhängig?

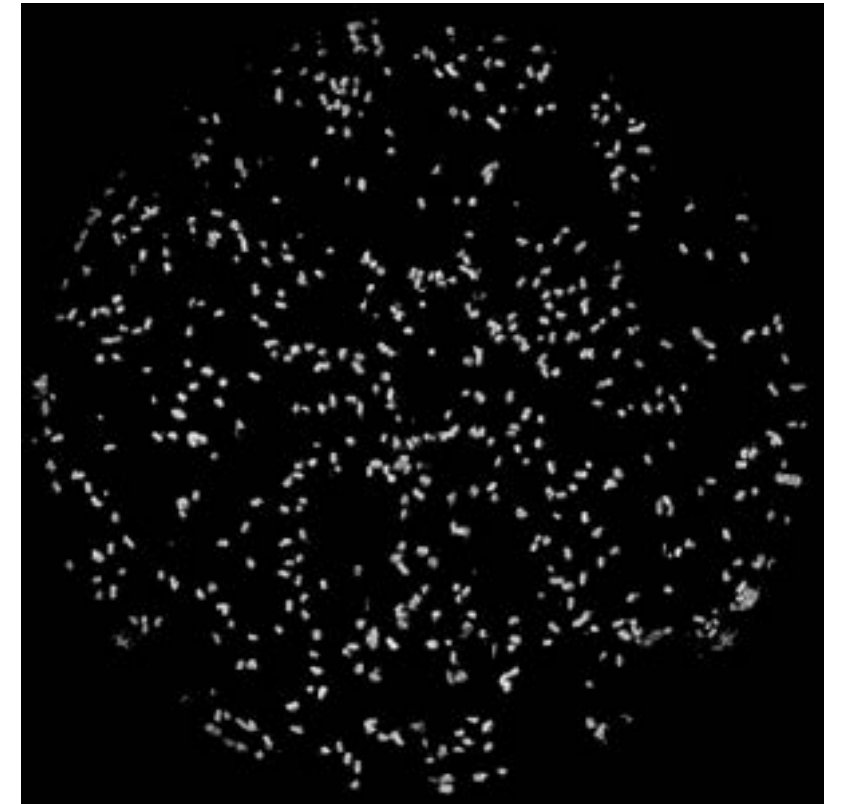
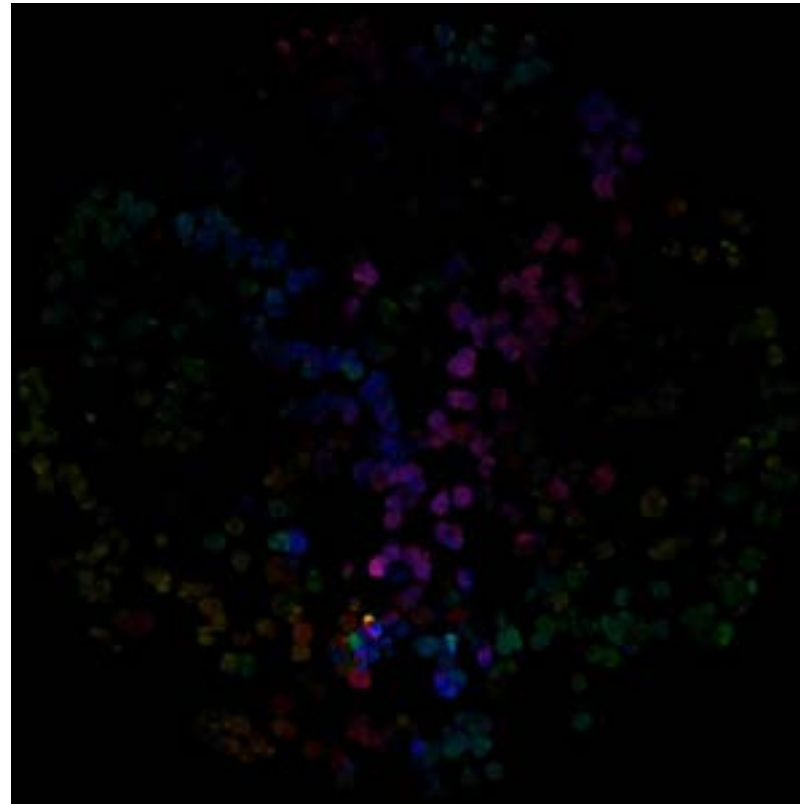
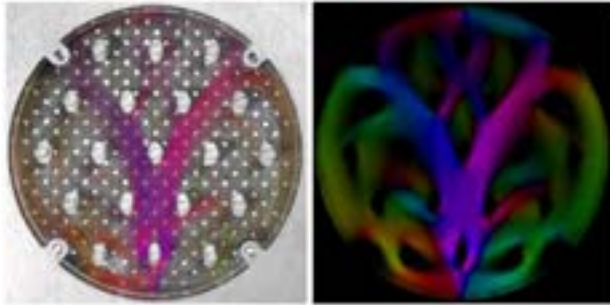


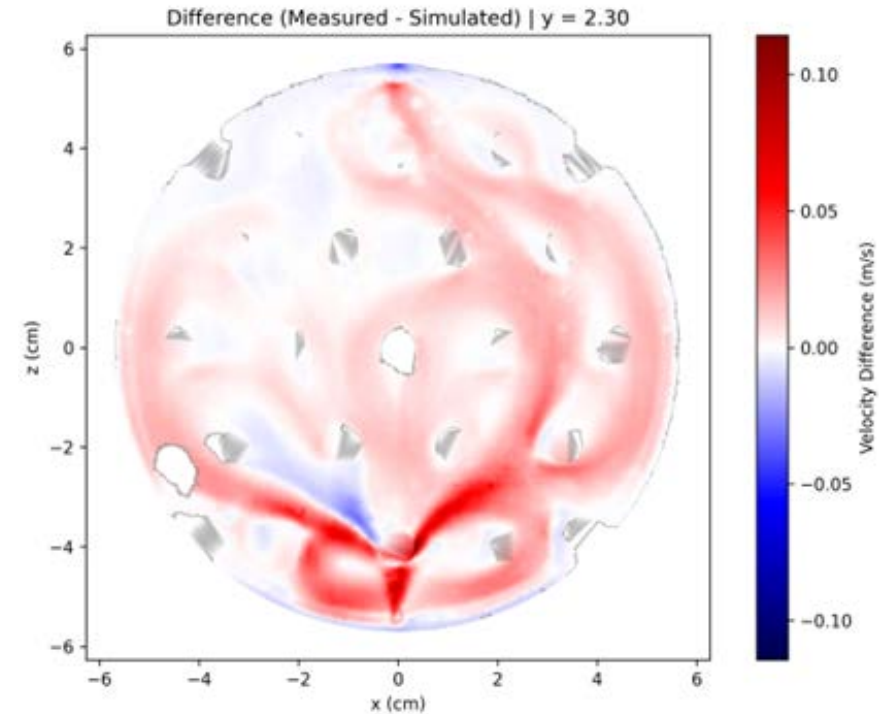
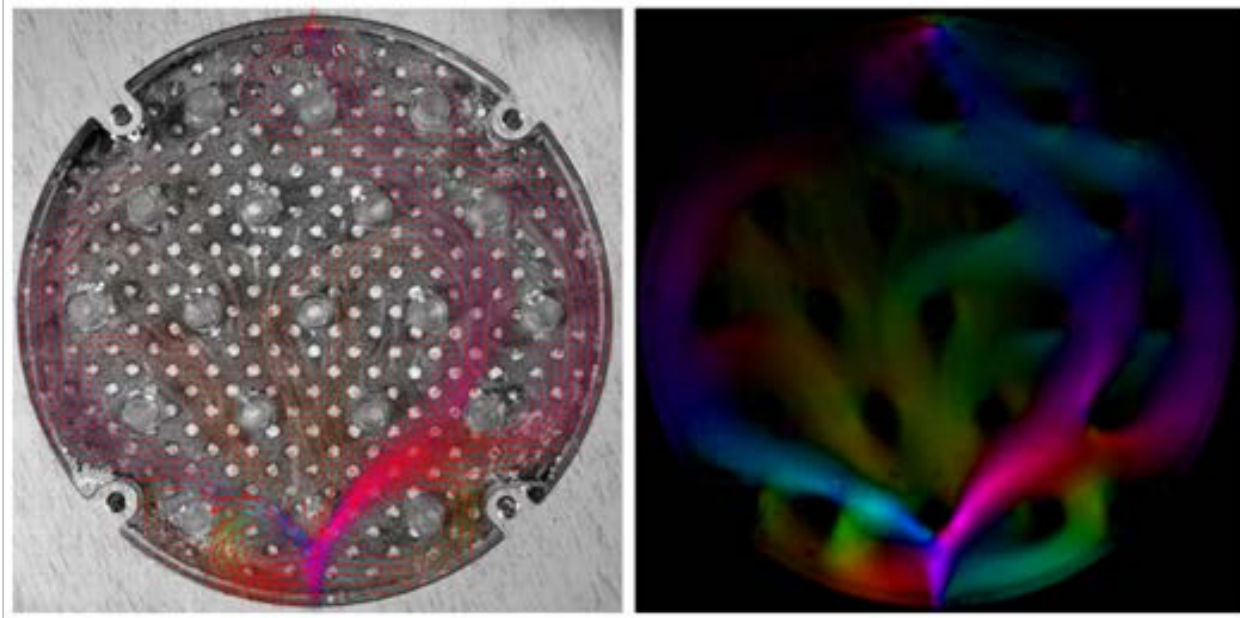
Größere Durchflussrate

### Auswertung der Filmdaten der Modellversuche zur Strömungsvisualisierung mittels Partikel



### Auswertung der Filmdaten der Modellversuche zur Strömungsvisualisierung mittels Partikel





- Simulation gibt Realität gut wieder
- Lokale Abweichungen im Einströmbereich von ca. 0,05 m/s, v.a. aufgrund Fehler bei der Partikeldetektion
- Lokale Abweichungen in der Zelle von ca. 0,02 m/s, da im Versuch die Strömung nicht so symmetrisch ist wie in der Simulation aufgrund von Einbau-Ungenauigkeit und daher leicht asymmetrische Eintrittsströmung (Schmetterlingseffekt)

### Zusammenfassung & Ausblick

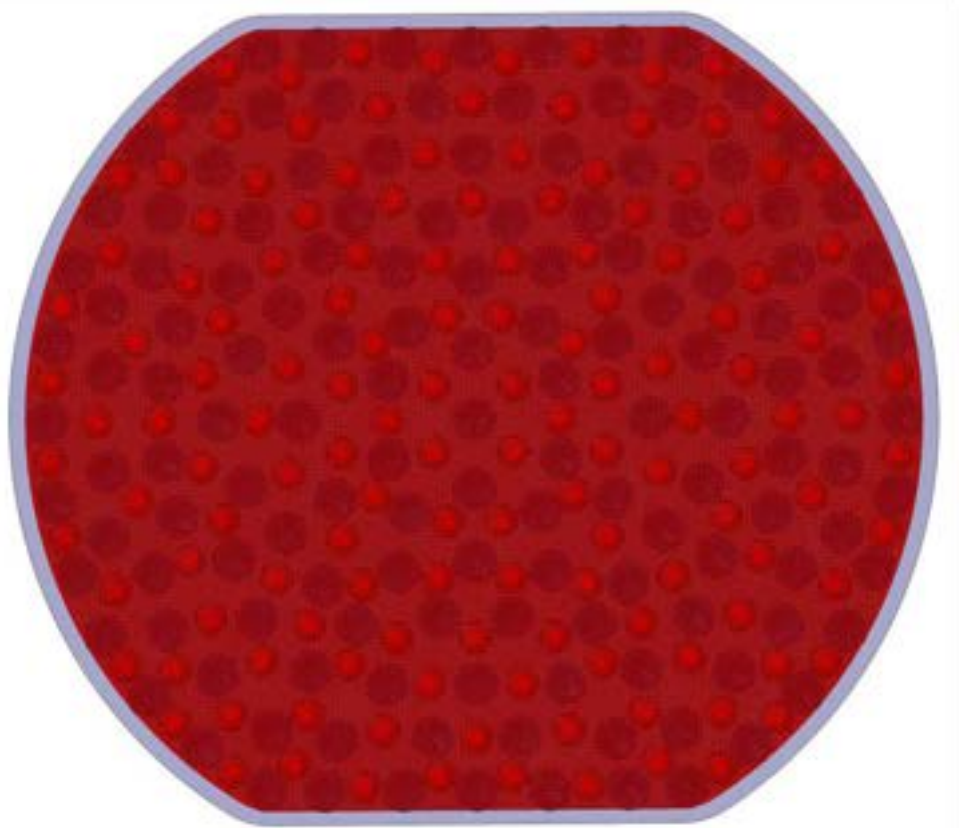
1. Modellversuch zur Strömungsvisualisierung und Auswertung :
  - mit Partikeln in Flüssigkeit (einphasig): sehr gut
  - bei AEL-Betrieb (zweiphasig) anhand Bläschen: nicht mögl. wegen „Schaumbildung“
2. Simulation Zelldurchströmung ohne und mit Elektrolysebetrieb:
  - Einphasig: sehr gut; validiert mit Experimenten
  - AEL-Betrieb: wegen hoher Rechenleistung begrenzt auf Zellausschnitte; bisher keine Validierung

### Verwertung – Wie geht es weiter?

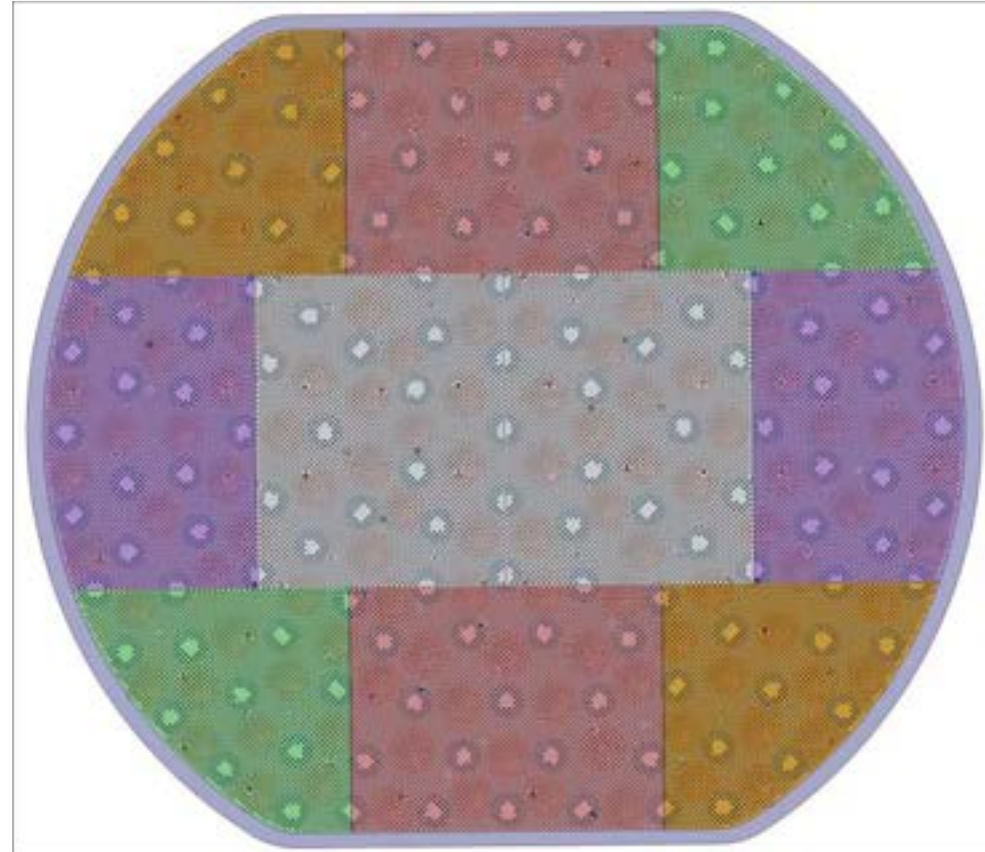
1. Simulationstool geeignet für Designoptimierung der Elektrolysezelle
2. Stacksimulation ist mit Betriebsdaten validiert. Dies wird die Basis eines Digitalen Zwillings, der perspektivisch eine KI-gestützte Anlagenüberwachung (Performance Monitoring) & Betriebsoptimierung ermöglicht.

### Skaliertes Design ELP

Anode

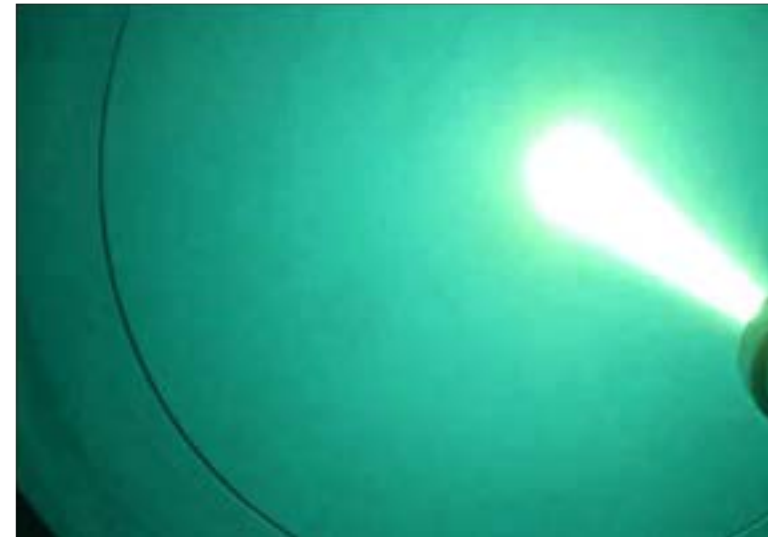
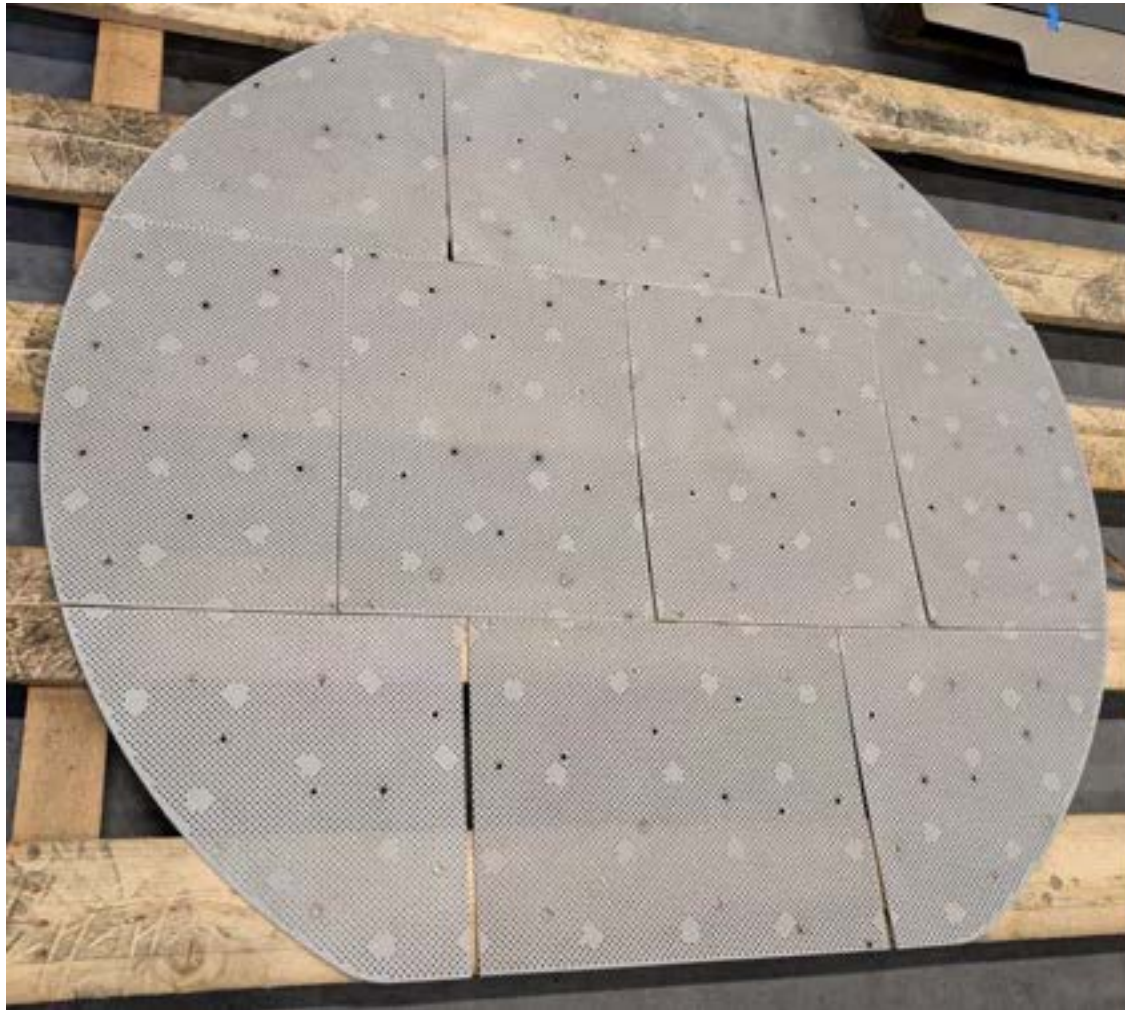


Kathode



# MegaStack-BW

## Kathodenbeschichtung



# MegaStack-BW

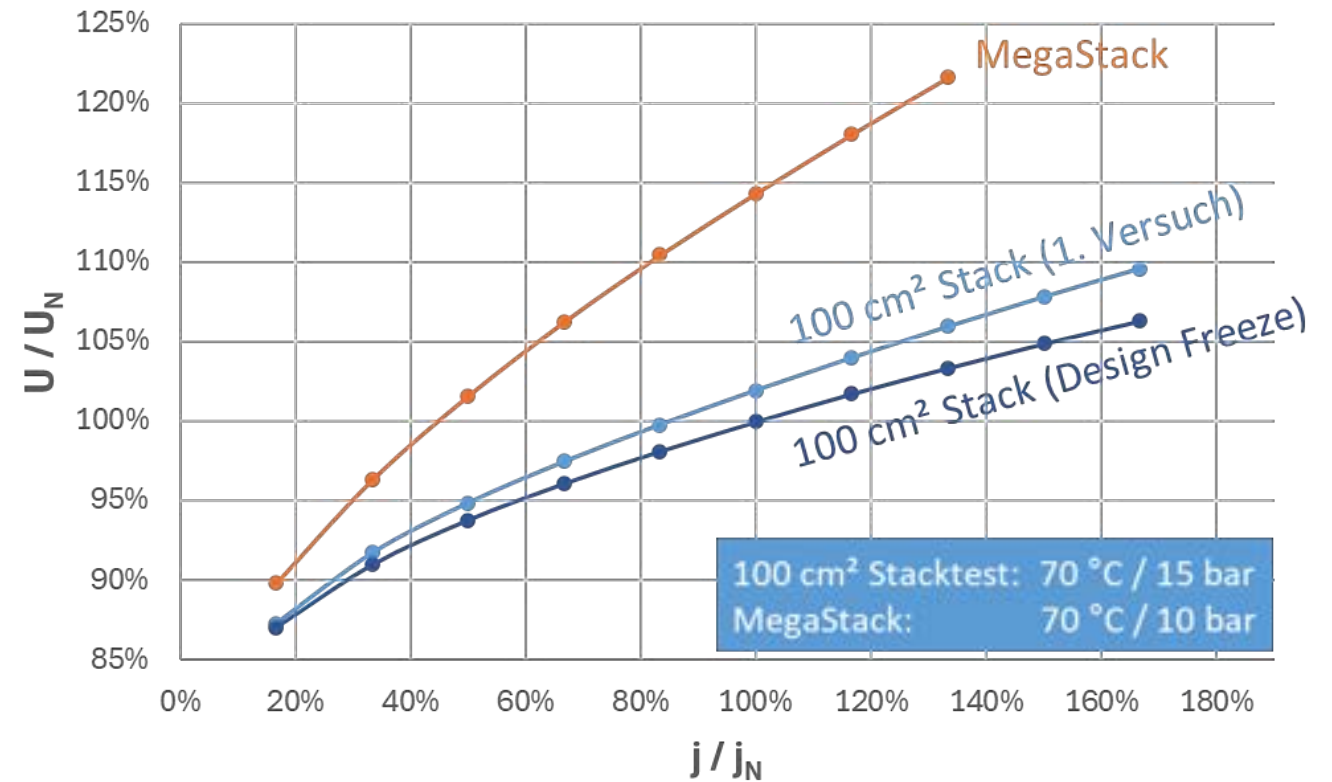
## Entwicklung Kathodenbeschichtung

Experimentelle Untersuchung von beschichteten Kathoden in 100 cm<sup>2</sup> Stack bei ZSW

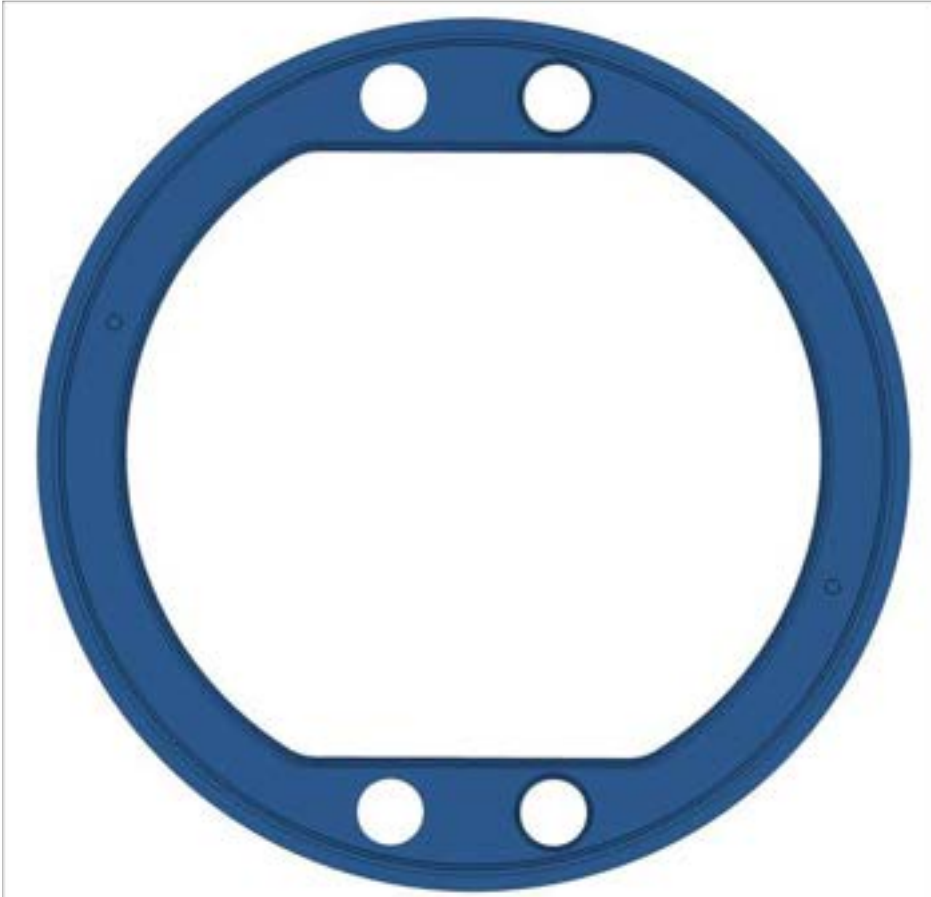
→ Elektrolysebetrieb für 500 h (davon ca. 200 h bei 1.000 mA·cm<sup>-2</sup>)



ZSW Stacktests



### Skaliertes Design Zellrahmen (Kunststoff)

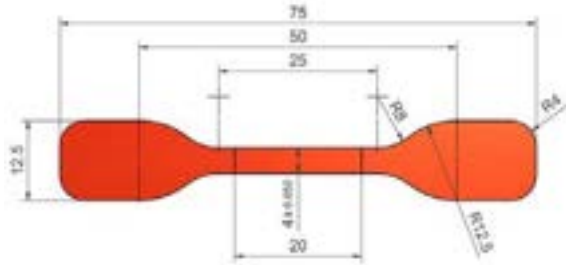


- Getrennte H<sub>2</sub>- & O<sub>2</sub>-Laugenkreisläufe
- Herstellung:
  - Kunststoff-Plattenmaterial verschweißt
  - Gefräst
- Dichtungen:
  - O-Ringe an Sammelkanälen
  - O-Ringe außen als Hauptdichtung
  - O-Ringe am Innendurchmesser
- Messzellrahmen für Potenzialabgriff

### Themen und Ziele

- **Entwicklung eines Fertigungskonzepts** für einen Elektrolyse-Zellrahmen mit integriertem Stützblech und einer Ummantelung auf Basis EPDM.  
Die Herstellung großer Zellrahmen würde ein entsprechend großes und teures Vulkanisationswerkzeug erfordern, weshalb die Umsetzung im Rahmen dieses Projektes nicht vorgesehen war sondern theoretisch erfolgte.
- **Werkstoffentwicklung** erfolgte praktisch, indem EPDM-basierte Materialien sowohl unter Laborbedingungen als auch unter AEL-Bedingungen erprobt wurden.  
Bei der Werkstoff-Entwicklung müssen die Elektrolysebedingungen bedacht sowie die Herstellbarkeit großer Zellrahmen berücksichtigt werden.

### Beständigkeitsuntersuchung unter alkalischen Elektrolysebedingungen



Prüfkörper

- EPDM-Zellrahmenmaterial  
5 versch. Rezepturen
- Prüfkörper  
(z.B. S2 nach DIN)



Probeneinlagerung

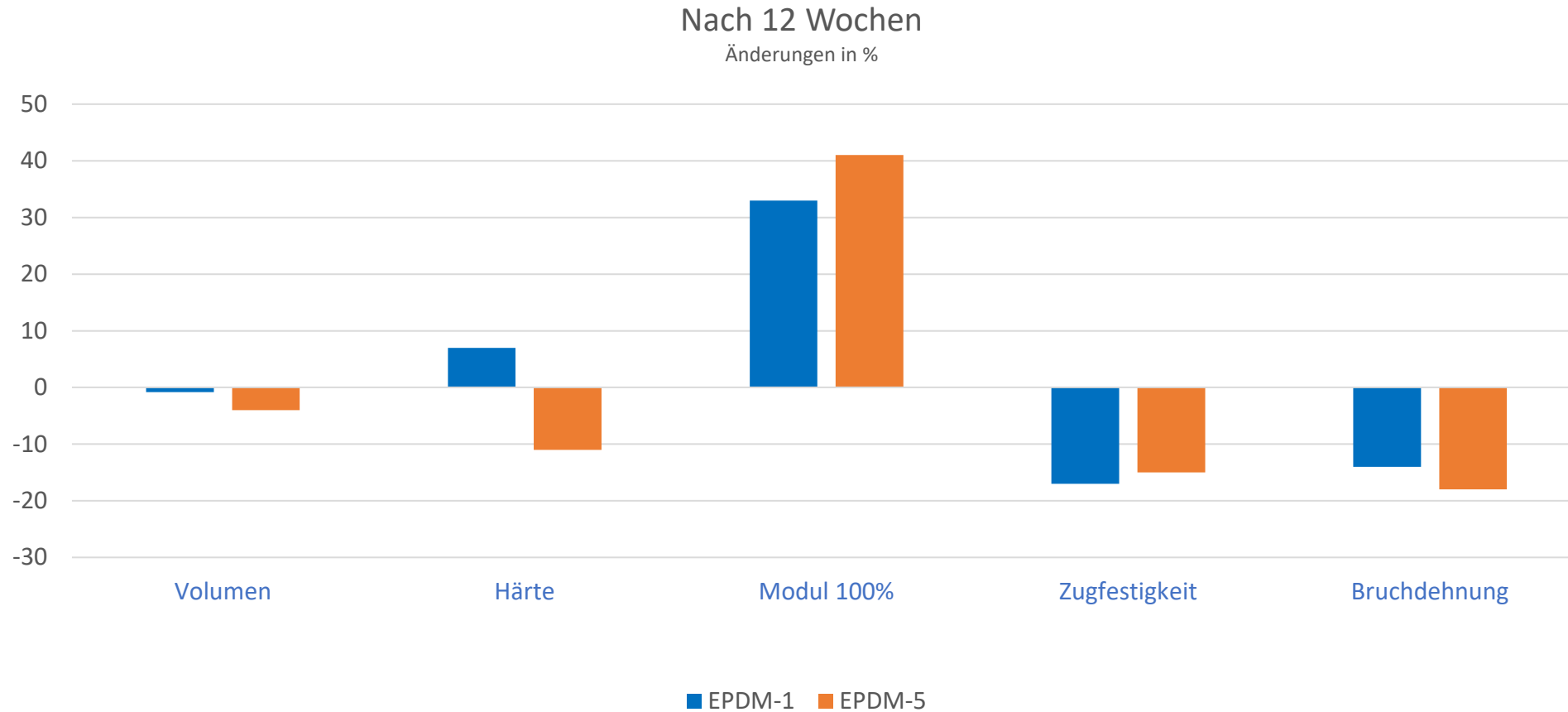
- ZSW-Autoklav  
oszillierend, 30 bar bei 80°C,  
30 w-% KOH-Lösung + O<sub>2</sub>
- Laboreinlagerung



Materialprüfung

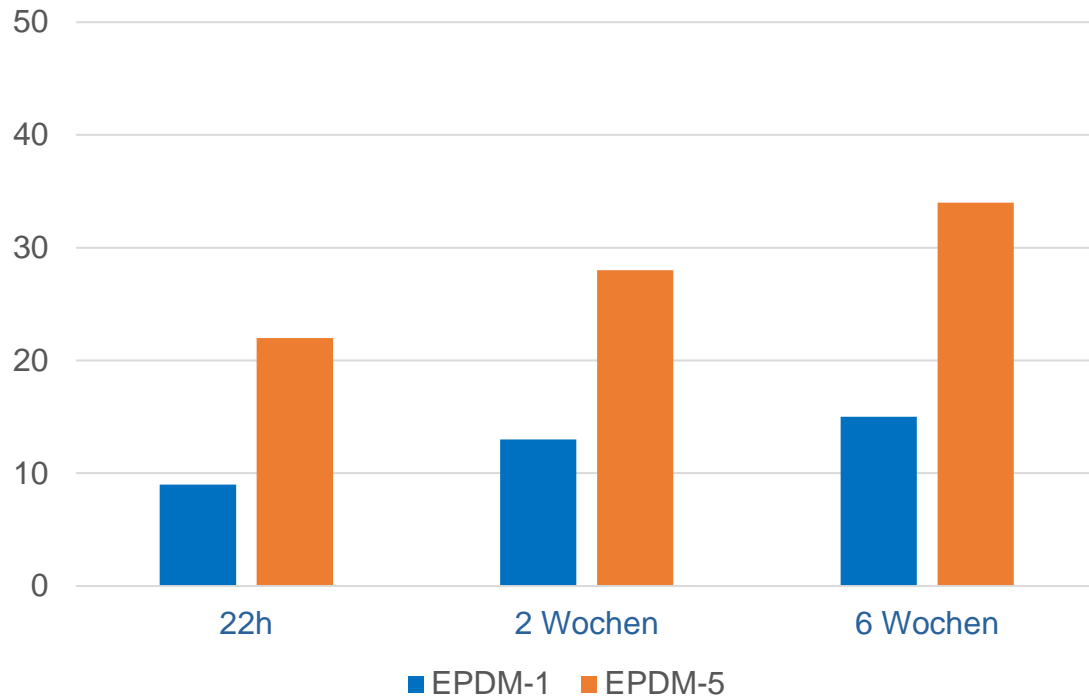
- Sichtprüfung
- Beständigkeitsprüfung, bis 2000h
- Druckverformungsrest
- Kennwertermittlung

### Materialkennwerte der unter AEL-Bed. am ZSW eingelagerten EPDM-Proben (EPDM-1 im Vgl. zu EPDM-5)

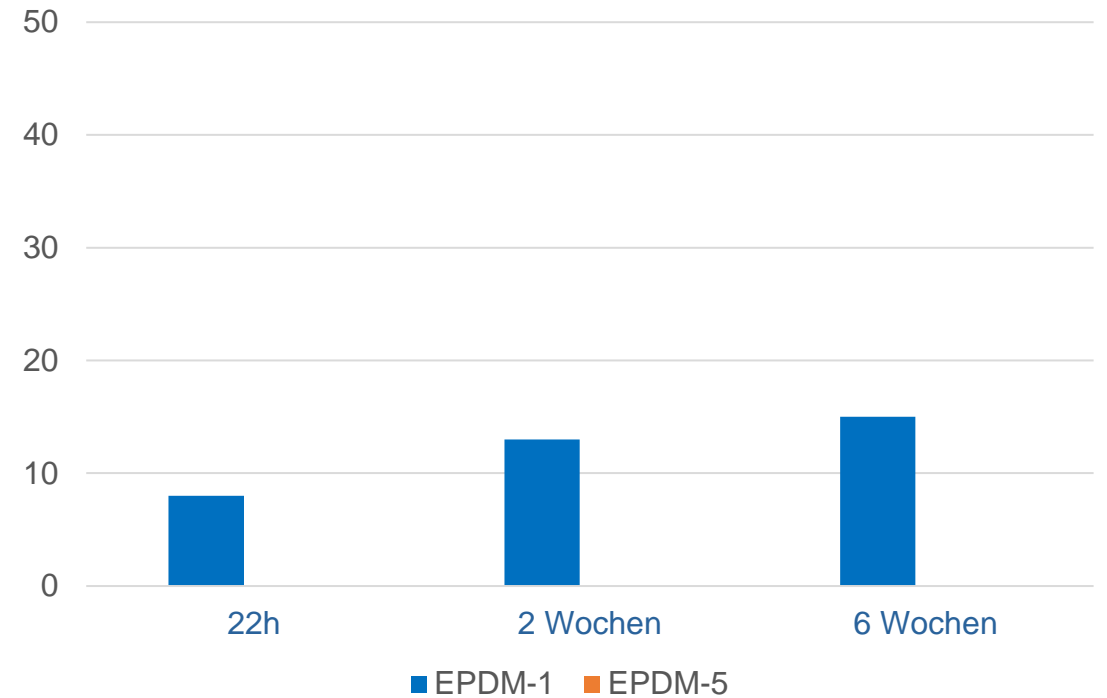


### Materialkennwerte der bei Kächele eingelagerten EPDM-Proben (EPDM-1 im Vgl. zu EPDM-5)

Druckverformungsrest in Luft  
in %



Druckverformungsrest in KOH (30%ig)  
in %



### Zusammenfassung:

- EPDM-2, EPDM-3 und EPDM-4 wurden aufgrund ihrer Ergebnisse schon frühzeitig aus der Untersuchungsreihe genommen
- EPDM-1 und EPDM-5 wurden bis zum Prüfende untersucht

### Ergebnis:

EPDM-1 schneidet vor allem beim Druckverformungstest besser ab als EPDM-5

EPDM-1 wurde außerdem als „Flachdichtung“ im AEL-Versuchsstack am ZSW eingesetzt und zeigte nach 300 Betriebsstunden keine auffälligen Veränderungen.

### Fazit:

Unter Berücksichtigung aller Ergebnisse sowie von Umwelt-, Kosten- und Verarbeitbarkeitsaspekten erwies sich EPDM-1 als das geeignetste Dichtungsmaterial für diese Anwendung.

# MegaStack-BW

„MegaStackBW“, realisiert als Kurzstack

## Von der Konstruktion zur Umsetzung:

1. Design & Vorversuche POM-C Messzellrahmen
2. Konstruktion Endplatten & Verspannsystem
3. TÜV-Prüfung Stackdesign
4. Beschaffung Stackkomponenten
5. Stackmontage und Dichtheitstest
6. Aktivierung Stack
7. Vorbereitung Prüfstand
8. Einbau Stack in Prüfstand
9. IBN und Testbetrieb

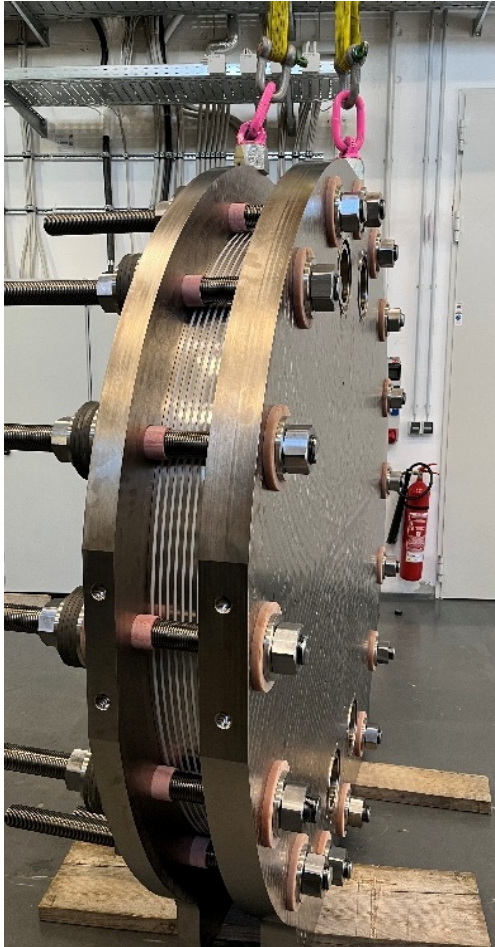


<b>Anzahl Zellen</b>	5
<b>Zellfläche</b>	13 650 cm <sup>2</sup>
<b>Abmessungen</b>	1.95 x 1.95 x 0.8 [m]
<b>Gewicht (inkl. Lauge)</b>	ca. 5.3 t
<b>Laugeninhalt</b>	ca. 280 l



# MegaStack-BW

„MegaStackBW“, realisiert als Kurzstack



## Stack-Auslegung:

- Zellfläche: 13.650 cm<sup>2</sup>
- Designdruck: 11 barg
- Temperatur: 80°C
- Nennlast: 600 mA/cm<sup>2</sup>

## Realisierung als Kurzstack:

- Zellanzahl: 5
- Einzelzellspannungsmessung

## Material Stackkomponenten:

- Kathode: Raney-Nickel
- Diaphragma: Agfa UTP500
- Zellrahmen: POM-C
- Endplatten: Stahl, vernickelt
- Dichtung: EPDM

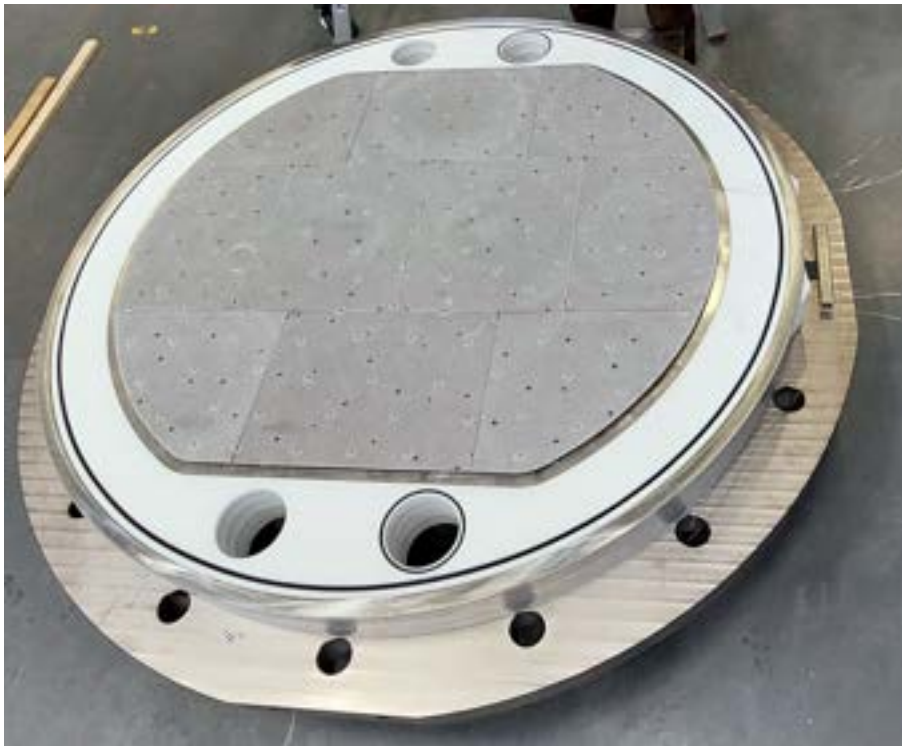
## Demo-Betrieb

- Bei Nennlast, Teil- & Überlast
- Störungsfrei für insg. 500h

# MegaStack-BW

„MegaStackBW“, realisiert als Kurzstack

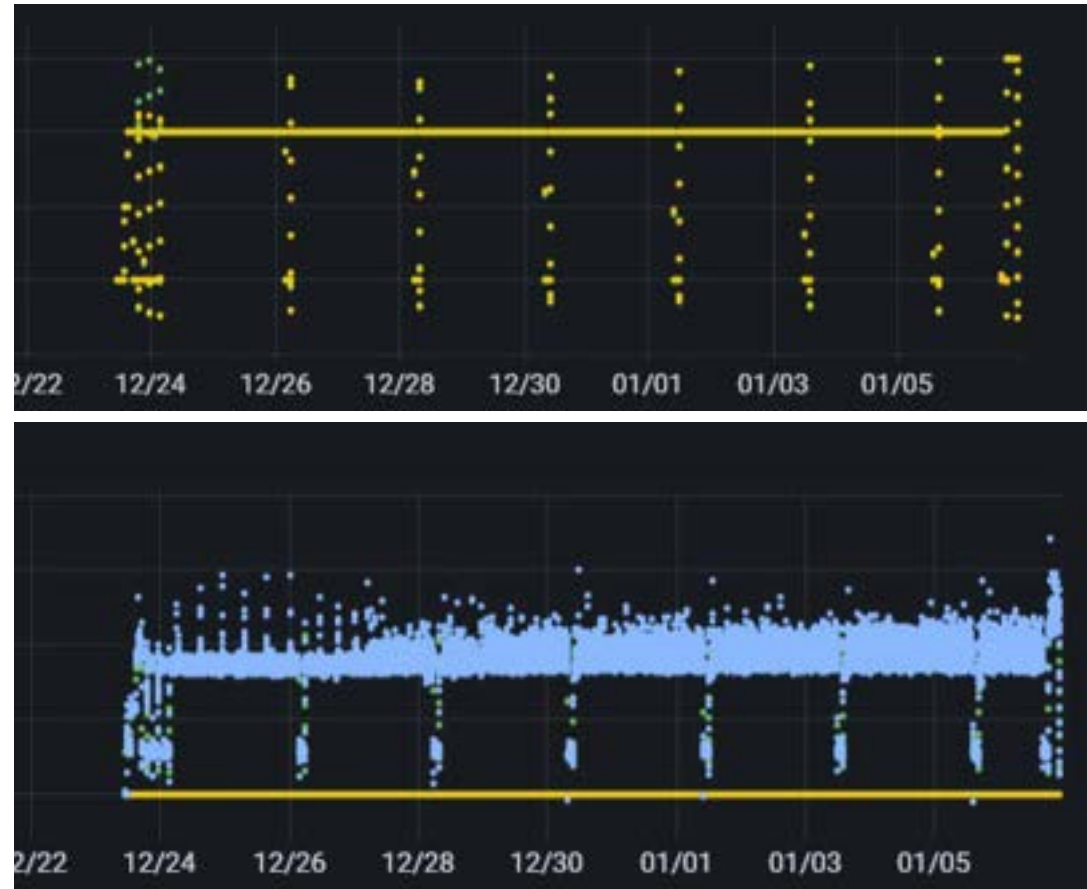
## Stackmontage



# MegaStack-BW

„MegaStackBW“, erprobt als Kurzstack störungsfreier Dauerbetrieb für 22 Tage (500h)

Betrieb @ 10 barg, 70°C, 30% KOH; 0,5 ml KOH<sub>in</sub>/(cm<sup>2</sup> min)



## Stromdichte

- Nennlast: 600 mA/cm<sup>2</sup>
- Überlast: 800 mA/cm<sup>2</sup>
- Teillast: 200 mA/cm<sup>2</sup>
- Ui-Kennlinien

H2-Produktion

→ Störungsfreier Dauerbetrieb für 500 h

→ gute Gasqualität: < 0,5 vol.% H<sub>2</sub>-in-O<sub>2</sub>; < 0,3 vol.% O<sub>2</sub>-in-H<sub>2</sub>

### Projekthighlights:

- Realisierung MegaStack-BW „made in Baden-Württemberg“ (Ausnahme: Membran von agfa)
  - Skalierung der Zellfläche um Faktor 5: → 13.650 cm<sup>2</sup>
  - Störungsfreier Dauerbetrieb mit Zellspannungsmessung: 500h (ZSW)
  - Reduzierung CAPEX um ca. 30%
- Thermischer Beschichtungsprozess für Kathoden: Raney-Nickel (EBZ)
- EPDM-Entwicklung: vielversprechendes Dichtungsmaterial mit hoher Beständigkeit (Kächele)
- Industrie 4.0 - Methoden für kosteneffiziente Stackentwicklung

### Wie geht es weiter?

- Einsatz „MegaStackBW“ zur Erprobung neuer Elektroden
- Weiterentwicklung Digitaler Zwilling zur KI-gestützten Betriebsoptimierung & Anlagenüberwachung
- Weiterentwicklung Kathodenbeschichtung: Effizienz, CAPEX-OPEX-Optimierung
- Weitere Design-Optimierung vor Investitionsentscheidung für große Werkzeuge zur Serienfertigung in Spritzgießprozess, Umform- und Fügeprozesse

# „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ (BW-Elektrolyse)

## Agenda


15:00 Begrüßung

15:05 Impulsvorträge

- Betriebserfahrung mit Systemdemonstrator „BW-Elektrolyse“
- HyReference: Referenzbetrieb in kommerzieller Betriebsumgebung
- MegaStack-BW: Projektvorstellung und Ergebnisse
- **Unterstützungsangebote der e-mobil-BW**
- ElyLab: Test- und Beratungsdienstleistung Elektrolyse

16:15 Laborbesichtigung

17:00 Come together

 Baden-Württemberg  
Ministerium für Wirtschaft,  
Arbeit und Tourismus

 Kofinanziert von der  
Europäischen Union

e-mobil <sup>BW</sup> 

*MegaStack-BW*



e-mobil BW  
Cluster H2BW & Plattform H2BW

# Unterstützungsangebote der e-mobil BW für H2-Technologien an Industrie und Forschung

Stuttgart, 16.03.2026  
Dr. Volker Banhardt



# e-mobil BW

## Major networks and activities in Baden-Württemberg



Industrialisation of innovative and electric mobility solutions and their components



Orientation for medium-sized companies in the transformation process of the automotive industry



Business, science, politics and civil society are jointly shaping the transformation process in this intersectorial format



The implementation of the drive turnaround requires the introduction of innovative technologies in cooperation with various actions from politics, business, science and society



Market launch and industrialisation of hydrogen technologies and fuel cells in mobile and stationary applications



The H2BW platform bundles the state's diverse competencies and hydrogen activities



The network looks at the topics of digital vehicles, digital infrastructure, digital services and the encompassing digital ecosystem,



The FOSS-LÄND Community

Promotes open-source collaboration and strengthens the software competence of the automotive industry in Baden-Württemberg.

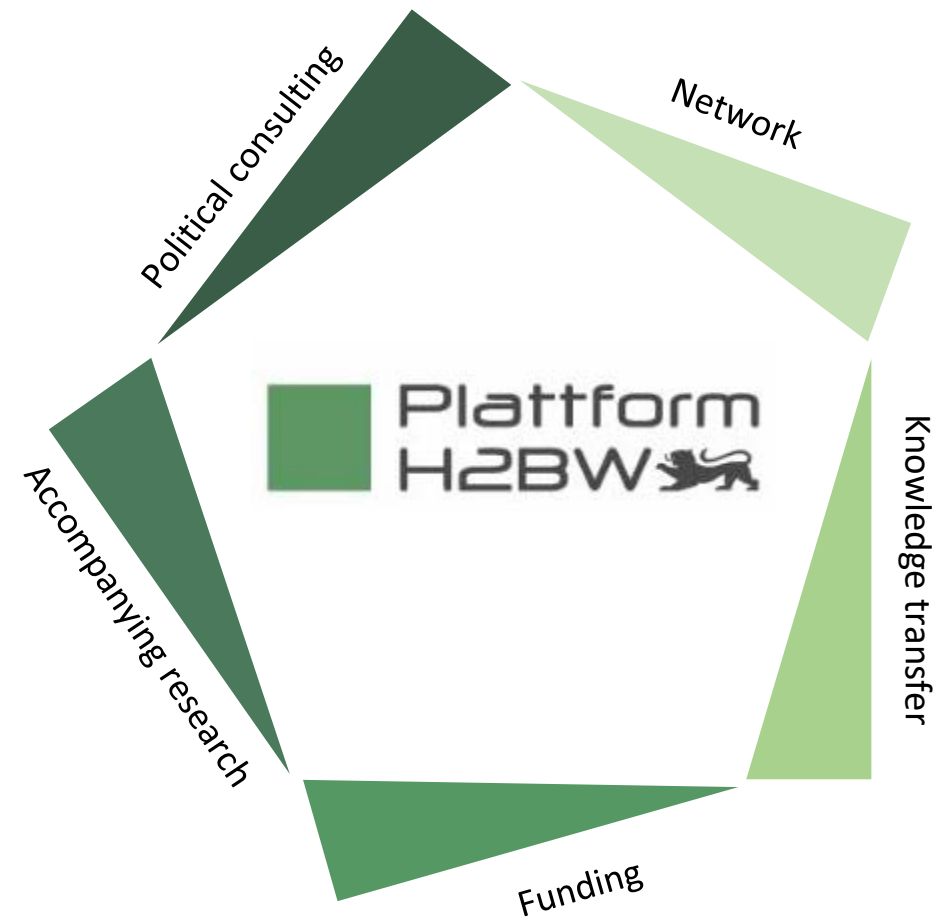
# Das Cluster H2BW

eine Auswahl der Mitglieder



aktuell ca. 280 Clustermitgliedern  
entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Wasserstoffwirtschaft  
aus Industrie, Forschung und Politik

- An der **Schnittstelle von Wirtschaft, Wissenschaft und öffentlicher Hand** ist die Plattform H2BW die **zentrale Anlaufstelle für Akteure** rund um den Energieträger Wasserstoff
- Die Plattform H2BW **bündelt Informationen** über die Maßnahmen der Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg
- Unterstützt Akteure **bei der Umsetzung Ihrer Vorhaben**
- Fördert den **Wissenstransfer** u.a. zwischen den laufenden Projekten
- Dabei unterstützt die Plattform H2BW die Landespolitik, Wirtschaft und Wissenschaft über alle Sektoren der Wertschöpfungskette



# Wasserstoffaktivitäten in Baden-Württemberg

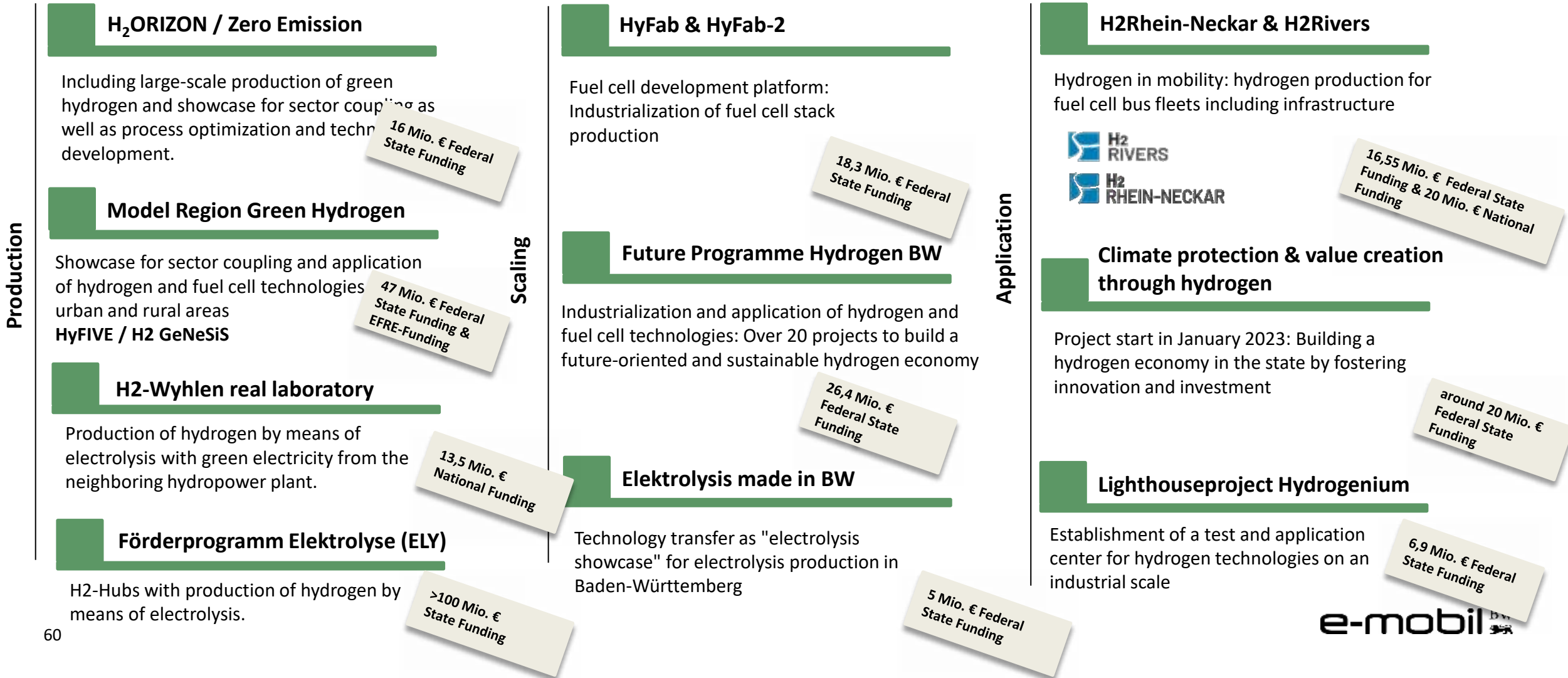
Handlungsfelder der Wasserstoffstrategie von Baden-Württemberg



Quelle: Darstellung der Sektoren und Handlungsfelder der Wasserstoff-Roadmap 2023, Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, 2023

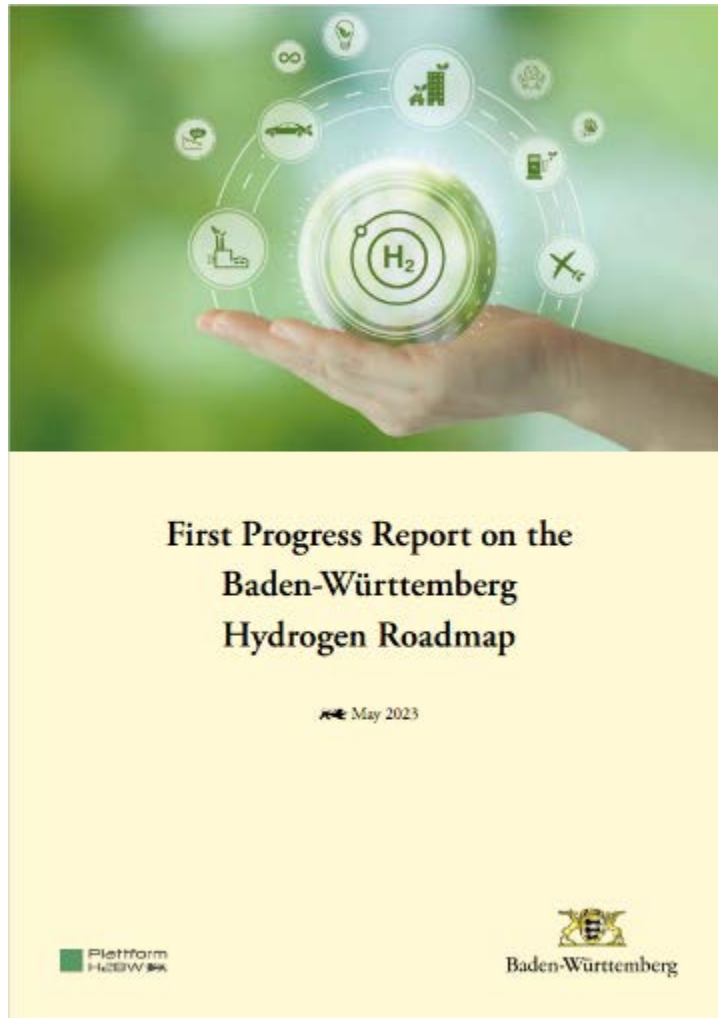
# Auswahl aktueller Projekte in Baden-Württemberg

Gefördert durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft



# Erster Fortschrittsbericht zur Wasserstoffstrategie von Baden-Württemberg

Mai 2023



## Weiterentwicklung der relevanten Handlungsfelder der Wasserstoff-Roadmap BW (2020)

- Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff (Erzeugung & Import) und Infrastrukturausbau
- Mobilität
- Industrie
- Stromerzeugung
- Querschnittsthemen: Technologie, Forschung, Bildung, Gesellschaft

## Fokus:

- **Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur** und der **Bereitstellung von Wasserstoff vor dem Hintergrund der hohen prognostizierten Wasserstoffbedarfe des Landes** sowie veränderte **Energieversorgungssituation** und **Rahmenbedingungen**
- **Skalierung und serielle Fertigung** von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien und damit mögliche **Exportpotentiale**
- Anwendung von Wasserstofftechnologien im **Mobilitätsbereich (Schwerlastverkehr)**, Aufbau der Wasserstofftankinfrastruktur



# Nationwide hydrogen infrastructure by 2032: the approved core hydrogen network

## The H2 start-up network in Baden-Württemberg

- **RHYn Interco: Line from the French border to Freiburg (end of 2029)**
- **South German natural gas pipeline (SEL):**
  - Repurposing of the pipeline from Lampertheim to Stuttgart (end of 2030)
  - New construction of the extension from Stuttgart towards Bavaria (end of 2032)
  - **The SEL via Mannheim, Heilbronn, Stuttgart, Esslingen to Bavaria will become the central supply route for hydrogen in BW**

## ■ H2@Hochrhein

Source: terranets bw, 2025



— Wasserstoff-Kernnetz Umstellungsleitung  
- - - - - Wasserstoff-Kernnetz Neubauleitung

# Kompetenzatlas der Cluster H2BW und Elektromobilität Süd-West

The screenshot displays the 'Kompetenzatlas' website interface. On the left, there is a navigation sidebar with the title 'Kompetenzatlas' and a sub-header 'Gebündelte Expertise aus Baden-Württemberg'. Below this, there is a descriptive paragraph and a 'Filter' section with dropdown menus for 'Querschnittsbereichen', 'Sektor', 'Tätigkeitsfeld', and 'Cluster'. A 'Suchbegriff' search bar is also present. The main content area shows a grid of nine company profiles, each with a header image, company name, cluster affiliation, and contact information. The profiles include: 1. Abfallwirtschaft und Stadtreinigung Freiburg GmbH (Cluster Brennstoffe BW), 2. ADS-TEC Energy (Cluster Elektromobilität Süd-West), 3. AIT Goebner GmbH (Cluster Brennstoffe BW and Cluster Elektromobilität Süd-West), 4. Akkodis Germany Consulting GmbH (Cluster Brennstoffe BW and Cluster Elektromobilität Süd-West), 5. Amperfed GmbH (Heidelberger Druckmaschinen AG) (Cluster Elektromobilität Süd-West), 6. Antech Polymertechnik GmbH (Cluster Elektromobilität Süd-West), 7. A partial profile for 'Engineering a Smarter Future Together' by AKKODIS, and 8. A partial profile for 'Injecting new ideas for e-mobility - with silicone and thermoplastic'.

Schnell & einfach den richtigen Partner aus BW finden:



[kompetenzatlas.e-mobilbw.de/](http://kompetenzatlas.e-mobilbw.de/)

# Sichtbarkeit & Öffentlichkeitsarbeit

- **Gemeinsamer Auftritt auf Fachmessen im In- und Ausland**

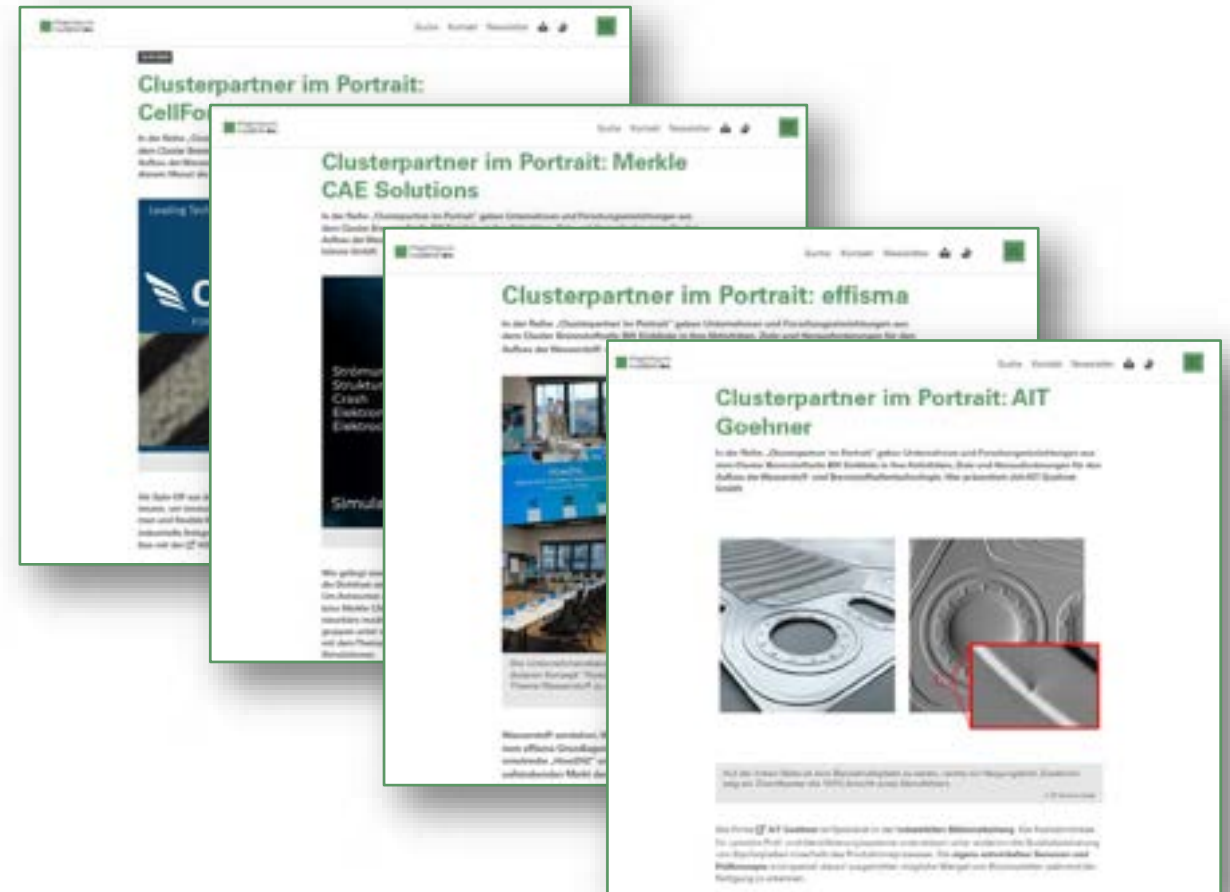


Hydrogen Technology Expo, Okt 2025



European H2 Congress, März 2026

- **Clusterpartner im Portrait: Unternehmen und Forschungseinrichtungen berichten über ihre Aktivitäten**



# Veröffentlichungen zum Thema Wasserstoff



**Alle Publikationen unter:**  
[Publikationen, Studien und Broschüren - e-mobil BW GmbH](#)

# Beispiel - aktuelle BMV-Förderausschreibung für H2-Tankstellen und LKW

## Hintergrund

- das **Bundesministerium für Verkehr** hat ein Kombi-Förderaufruf für H2-Tankstellen und H2-LKW gestartet ([BMV - BMV fördert klimafreundlichen Schwerlastverkehr](#))
- für einen Antrag müssen Tankstellen und LKW abgestimmt und gemeinsam beantragt werden

## Herausforderungen

- kurze Antragszeit bis 31.05.2026
- schwierige finanzielle Situation der Logistik
- geringes LKW-Angebot seitens der Hersteller

## Unterstützung e-mobil BW

- Identifikation interessierter Log.-Teilnehmer
- Information von Logistik (z.B. Tankstellennetzwerk, LKW Vermieter)
- Unterstützung mit TCO-Berechnungen
- Koordination über Ländergrenzen (z.B. Routenidentifikation in BW, BY, HE, NRW)



Quelle: H2Mobility

# Beispiel – Kooperation zu Elektrolyseuren mit Nord-Brabant

## Hintergrund

- langjährige Kooperation zw. BW & Nord-Brabant
- genAEM Projekt von ZSW und HOLST zur Entwicklung eines generischen AEM-Elektrolysestacks

## Herausforderungen

- hoher Transformationsdruck der klassischen Industrie
- Neue Technologien, aber unzureichendes Wissen über regionale Akteure (hier Elektrolyse)
- Ansatz mit ausschl. Akteuren aus einzelnen Regionen / Bundesländer ist unzureichend im internationalen Wettbewerb

## Unterstützung e-mobil BW

- Beschreibung der Akteurs-Landschaft
- Abstimmung mit der Wirtschaftsförderung Nord-Brabant und Netzwerken anderer Bundesländer (hier BY, Sachsen)
- Organisation von Workshops
- (Identifikation von Kooperationsansätzen: technologisch & geschäftlich)
- (Einbeziehung von potenziellen Abnehmern)



Quelle: Peter van Overdijk, BOM, 26.02.2026

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

© AdobeStock/Jonathan Baer



**Dr. Volker Banhardt**  
Senior Manager  
Industrienetzwerk & H2BW

**e-mobil** <sup>BW</sup> 

Landesagentur für neue Mobilitätslösungen  
und Automotive Baden-Württemberg

# „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ (BW-Elektrolyse)

## Agenda


15:00 Begrüßung

15:05 Impulsvorträge

- Betriebserfahrung mit Systemdemonstrator „BW-Elektrolyse“
- HyReference: Referenzbetrieb in kommerzieller Betriebsumgebung
- MegaStack-BW: Projektvorstellung und Ergebnisse
- Unterstützungsangebote der e-mobil-BW
- **ElyLab: Test- und Beratungsdienstleistung Elektrolyse**

16:15 Laborbesichtigung

17:00 Come together

 Baden-Württemberg  
Ministerium für Wirtschaft,  
Arbeit und Tourismus

 Kofinanziert von der  
Europäischen Union

e-mobil <sup>BW</sup> 

*MegaStack-BW*



# Testzentrum ElyLab

bietet Unterstützung mit unabhängigen Testmöglichkeiten:

- Alkalische Elektrolyse (AEL), AEM, PEM-EL
- Von Komponententest im Labor bis zu Stacktests im Megawattbereich
- Elektrodencharakterisierung mit Datenerfassung auf Einzelzellenebene (U/I, EIS, LSV, CV, ...)
- Materialanalysen (SEM, EDX, künstliche Alterung...)
- Entwicklung von beschleunigten Stresstests
- 15 Prüfstände für Short- und Fullstacks
  - Bis 30 bar, bis 20.000 A
  - Online-Zugriff auf Messdaten in Echtzeit
  - Automatisiertes Abfahren von Lastprofilen
  - 24/7-Betrieb



# Testzentrum ElyLab

bietet Unterstützung mit unabhängigen Testmöglichkeiten:

- Alkalische Elektrolyse (AEL), AEM, PEM-EL
- Von Komponententest im Labor bis zu Stacktests im Megawattbereich
- Elektrodencharakterisierung mit Datenerfassung auf Einzelzellenebene (U/I, EIS, LSV, CV, ...)
- Materialanalysen (SEM, EDX, künstliche Alterung...)
- Entwicklung von beschleunigten Stresstests
- 15 Prüfstände für Short- und Fullstacks
  - Bis 30 bar, bis 20.000 A
  - Online-Zugriff auf Messdaten in Echtzeit
  - Automatisiertes Abfahren von Lastprofilen
  - 24/7-Betrieb

	Elektroden- charakterisierung	Validierung von Zellkomponenten und kleinen Stacks	Short- und Fullstacktests
Anzahl Prüfstände	6 (inkl. Testarrays für 8-16 parallele Zellen)	3	6 (mit unterschiedlichem Fokus Von 0,1 m <sup>2</sup> to 4 m <sup>2</sup> Elektrodenfläche)
Technologien	AEL, PEM und AEM	AEL, PEM und AEM	AEL
Max. Strom	10 A	250 A - 1.500 A	3.000 A – 20.000 A
Max. Spannung	5 V	60 V - 100 V	25 V - 300 V
Max. Leistung	up to 20 kW	10 kW - 75 kW	100 kW - 500 kW
Max. Druck	0 barg – 30 barg	30 barg	15 barg - 30 barg
Max. Temperatur	80 °C	80 °C - 90 °C	80 °C
Besonderheiten	Automatisierter 24/7-Betrieb, flexible Lastprofile, Online-Zugang zu Echtzeitdaten, Galvanostatik, CV, LSV, Elektrochemische Impedanz Spektroskopie (EIS), Einzelzellspannungsmessung direkt auf den Elektroden, Unterschiedliche Auslaugungsbedingungen möglich		

# Unterstützung des Markthochlaufs der Elektrolyse

Das ZSW bietet Technologie-, Beratungs- und Testdienstleistungen



## Know-how als Sprungbrett in den Markt

- Alkalische Systemtechnik (1 MW, 30 bar)
- TRL 5-6 inkl. Software (Siemens-basiert)
- Komplette Systemdokumentation
- CE-Zertifizierung
- Patentiertes Stackdesign (0,5 MW)

ElyLab: Beratungsleistungen für System-, Stack- und Komponentenentwicklung

ElyLab: Testdienstleistungen für Stacks und Komponenten: AEL, AEM, PEM-EL

F&E-Förderprojekte

Netzwerk "www.bw-elektrolyse.de"

1. **Elektrolyse made in Baden-Württemberg (BW-System)**
2. „MegaStackBW“, realisiert als Kurzstack (5 Zellen) und  
**Prüfstand für großflächige Elektrolysestacks: 20.000A Gleichrichter**
3. **Blick in den AEL-Grundlagenraum: Modellstack, Testarray, Versuchsstack**



# HERZLICHEN DANK FÜR'S ZUHÖREN!

# JETZT SIND SIE GEFRAGT – DISKUTIEREN SIE MIT!

