

Elektrolyseblockfertigung in Baden-Württemberg

„ElyFab-BW Plan“ (Konzeptstudie: 15.04.2021 – 30.04.2022)

Herzlich Willkommen zum Industrieworkshop

„Bündelung der Industriekompetenzen und Vorbereitung der industriellen Umsetzung“

Online-Videokonferenz

Stuttgart, 8. April 2022

Elektrolyse made in
Baden-Württemberg

BW-Elektrolyse

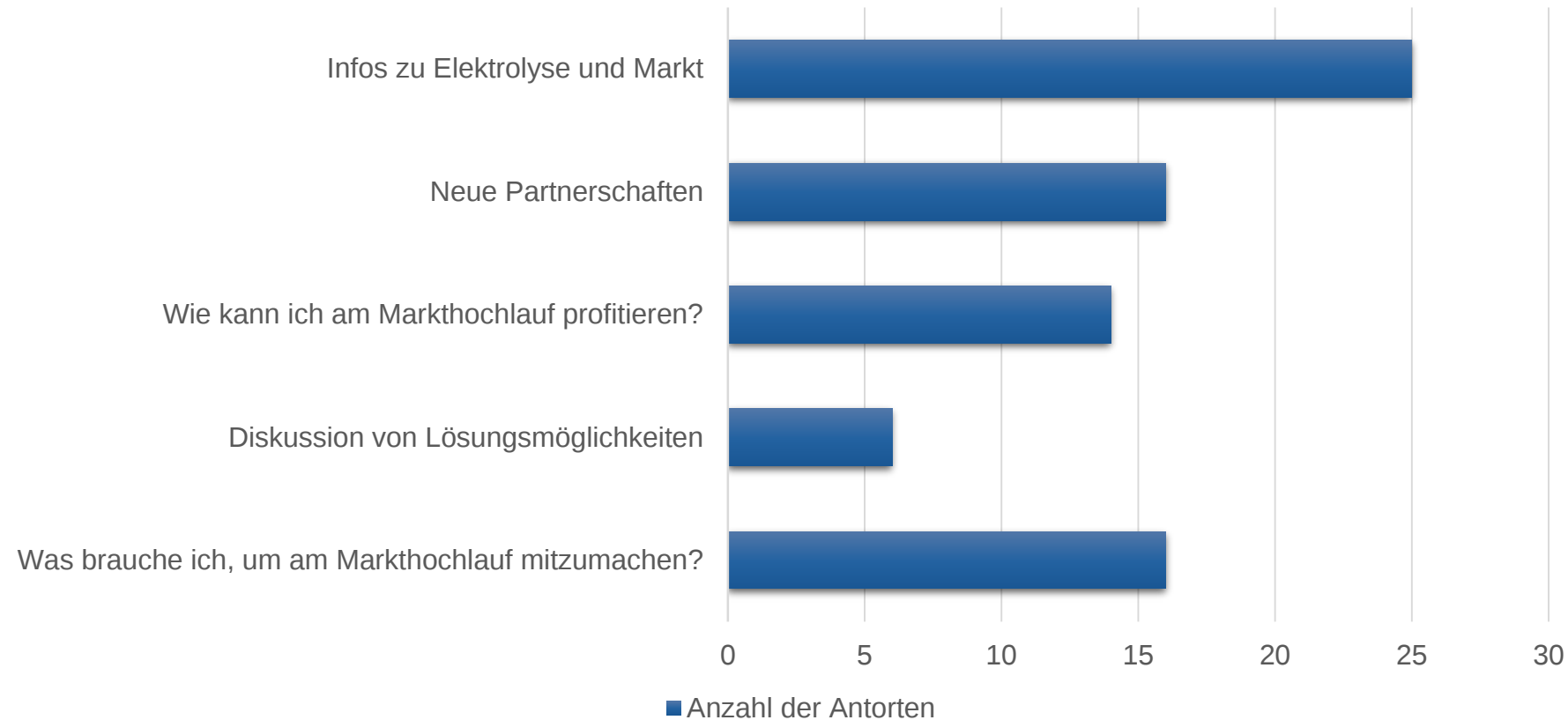


Agenda

- I. Welcome**
- II. Die Bedeutung von Wasserstoff für Baden-Württemberg**
- III. Die Elektrolyse als Technologie der Zukunft**
- IV. Made in BW: Industrialisierung der Elektrolyse-Fertigung**
- V. Gespräche, Fragen & Antworten**

Erste Umfrage

Welche Erwartungen haben Sie an diesen Workshop?





VORSTELLUNG

Das ZSW auf einen Blick

- **Gemeinnützige Forschungsorganisation: 300 Mitarbeitende, ca. 45 Mio. € Jahresumsatz, 85% Fremdfinanzierung**
- **Angewandte Forschung & Entwicklung zu neuen Energietechnologien:**
 - Batterien & Superkondensatoren: Materialien, Produktionstechnologien, Systeme, Qualifizierung
 - Wasserstoff & Brennstoffzellen: Stack-Technologie, Komponenten, Systeme, Produktionstechnologien, Testzentrum
 - Photovoltaik: Materialien, Dünnschichttechnologien (Perowskite) & Anwendungssysteme
 - Erneuerbare Brennstoffe: Wasserelektrolyse, Power-to-Gas, Biomassevergasung
 - Energiepolitik und -wirtschaft, Windenergie
- **Technologietransfer**

WINDENERGIE



PHOTOVOLTAIK



BATTERIEN



WASSERSTOFF



BRENNSTOFFZELLEN

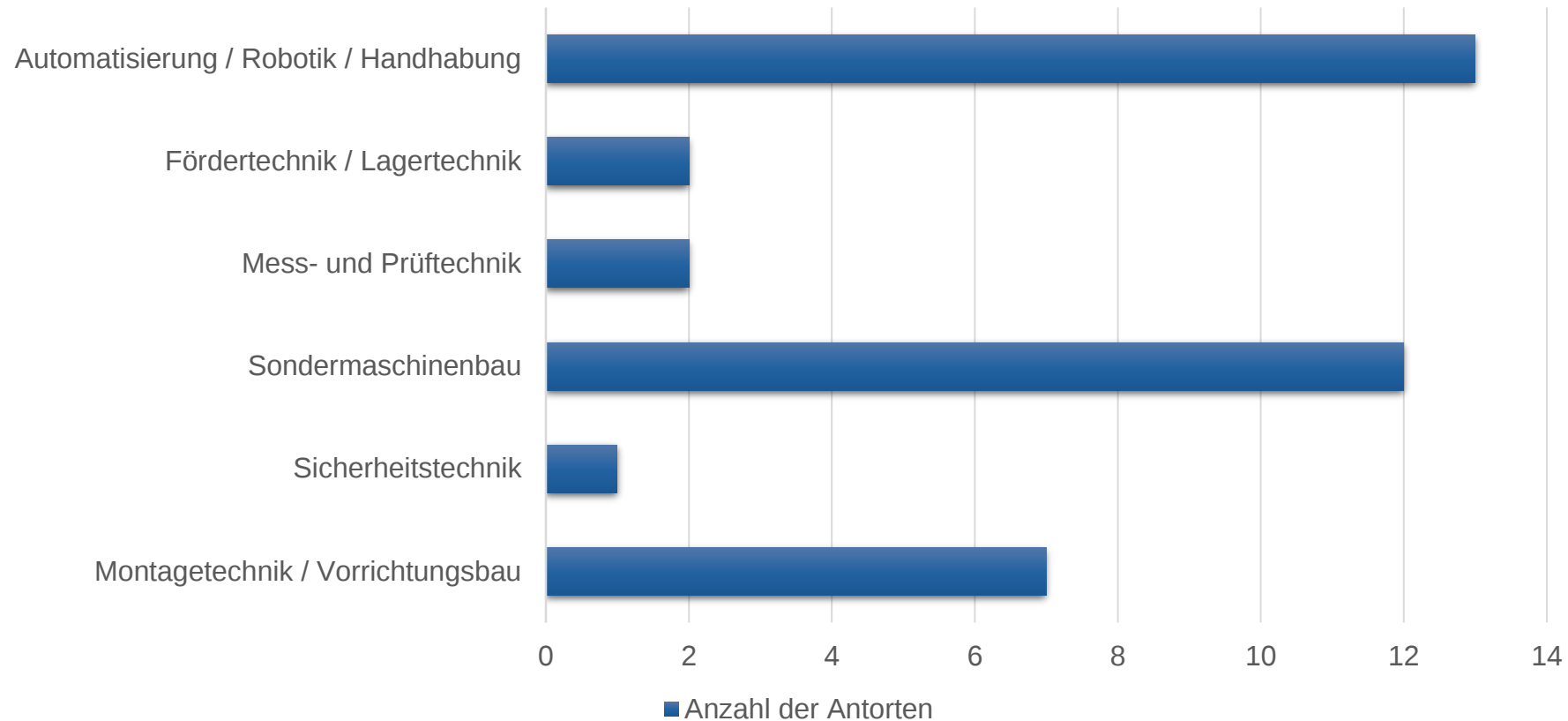


POLITIKBERATUNG



Zweite Umfrage

In welchem Bereich würden Sie Ihr Unternehmen einordnen?





MOTIVATION

Wasserstoff: Ein internationaler Innovationswettbewerb

Roadmaps zu Wasserstoff und synthetischen Energieträgern weltweit (Auswahl)

Ökonomische Treiber:

- Wirtschaftswachstum
- Industriepolitik
- Energiesicherheit
- Energieunabhängigkeit
- Energieexport/-import
- Flexibilität im Energiesystem

Ökologische Treiber:

- Treibhausgasminderung
- Klimaneutralität
- Klimaschutz/Umweltschutz
- „Green Mining“
- Luftreinhaltung

Soziale Treiber:

- Soziale Stabilität
- Wohlstand/Erhöhung des Lebensstandards
- Etablierung langfristiger Partnerschaften (z.B. Europa/Afrika)



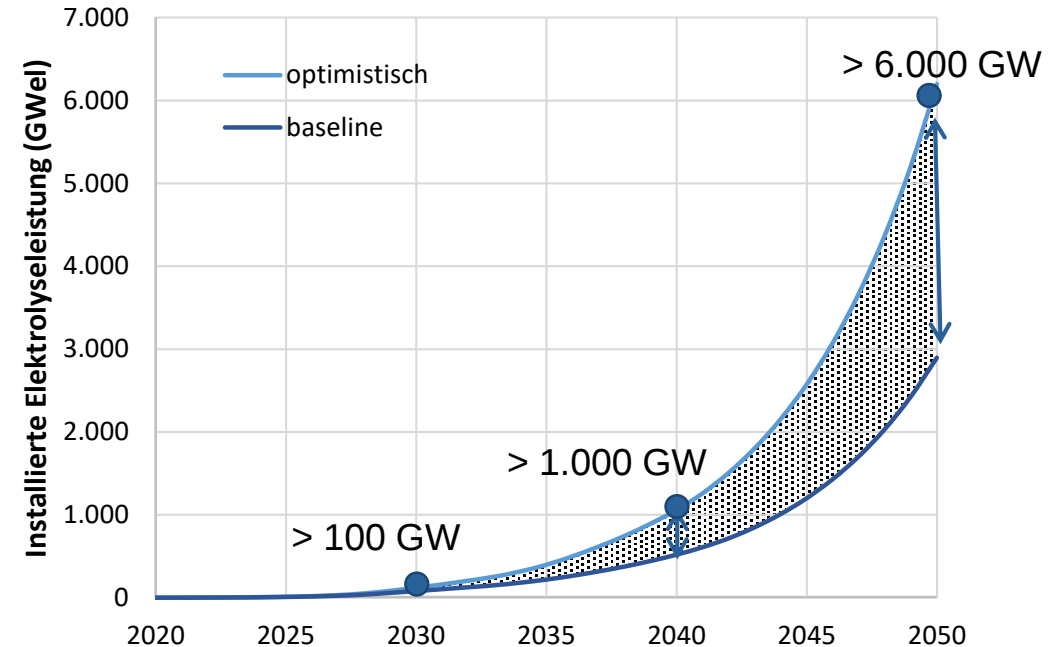
Exponentiell wachsender Elektrolysemarkt wird erwartet

Ausbauziele und Marktpotenziale in DE, EU und weltweit



	Elektrolyse installiert 2021	Elektrolyse Ausbauziele 2030	Umsatzpotenzial bis 2030 *
DE	< 0,2 GW	10 GW	ca. 9 Mrd.€
EU	< 1 GW	40 GW	ca. 35 Mrd.€

Ausbauziele bis 2030 in Deutschland und der EU



Ausbaupotenziale bis 2050 weltweit
(Projektergebnisse „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“) **

* CAPEX₂₀₂₁ 1000 €/kW mit Kostendegression auf <700 €/kW bis 2030

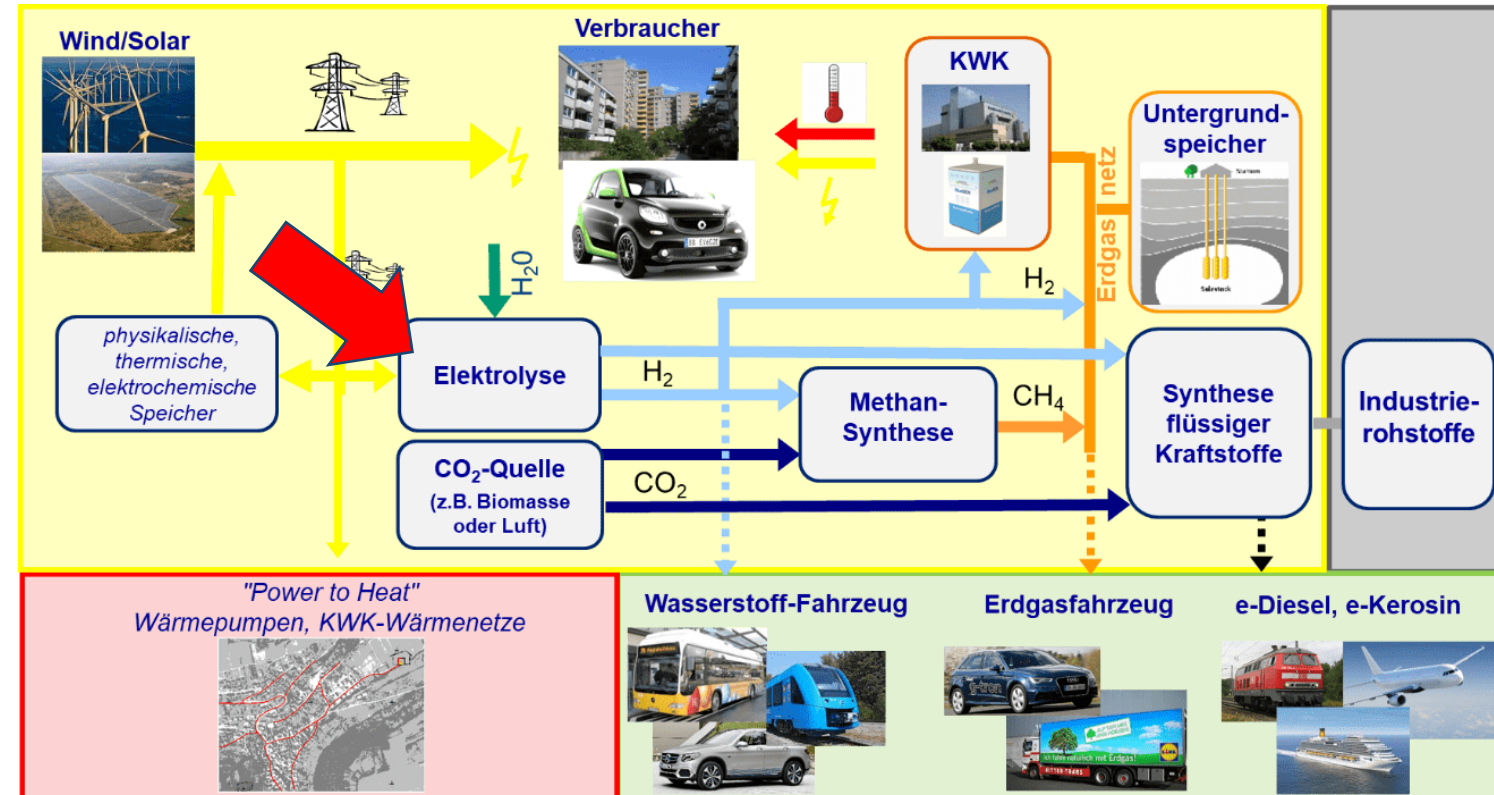
** Baseline-Entwicklung auf Basis des Sustainable Development Scenario (SDS) des IEA World Energy Outlook 2019
Optimistische Entwicklung basiert auf der Auswertung aktueller Szenarien unter Berücksichtigung des Beschlusses der Europäischen Union bis 2050 klimaneutral zu sein.

Wasser-Elektrolyse im Kontext „Power-to-X“ (P2X)

... zur Kopplung der Energiesektoren bei hohen regenerativen Stromanteilen

Neue Anforderungen an eine alte Technologie:

- Möglichkeit der dynamischen und intermittierenden Betriebsführung
 - Direktkopplung mit Wind/PV
 - Teilnahme am Regelenergiemarkt
- Wettbewerbsfähigkeit (CAPEX/ OPEX) mit konventionellen oder alternativen Brenn- und Kraftstoffen



Siemens will ca. 800 Elektrolyse-Stacks (~ 1 GW) in Chile installieren

PtX-Projekt „Haru Oni“: Windenergie erzeugt grünen Wasserstoff für e-Fuels

Baubeginn für weltweit erste integrierte kommerzielle Anlage zur Herstellung von eFuels

10.09.2021 | Der Sportwagenhersteller Porsche und Siemens Energy errichten in Punta Arenas in Chile gemeinsam mit einer Reihe von internationalen Unternehmen eine Industrieanlage zur Herstellung nahezu CO₂-neutralen Kraftstoffs (eFuel). Für dieses zukunftsweisende Projekt wurde heute im Beisein des chilenischen Energieministers Juan Carlos Jobet der erste Spatenstich gesetzt.

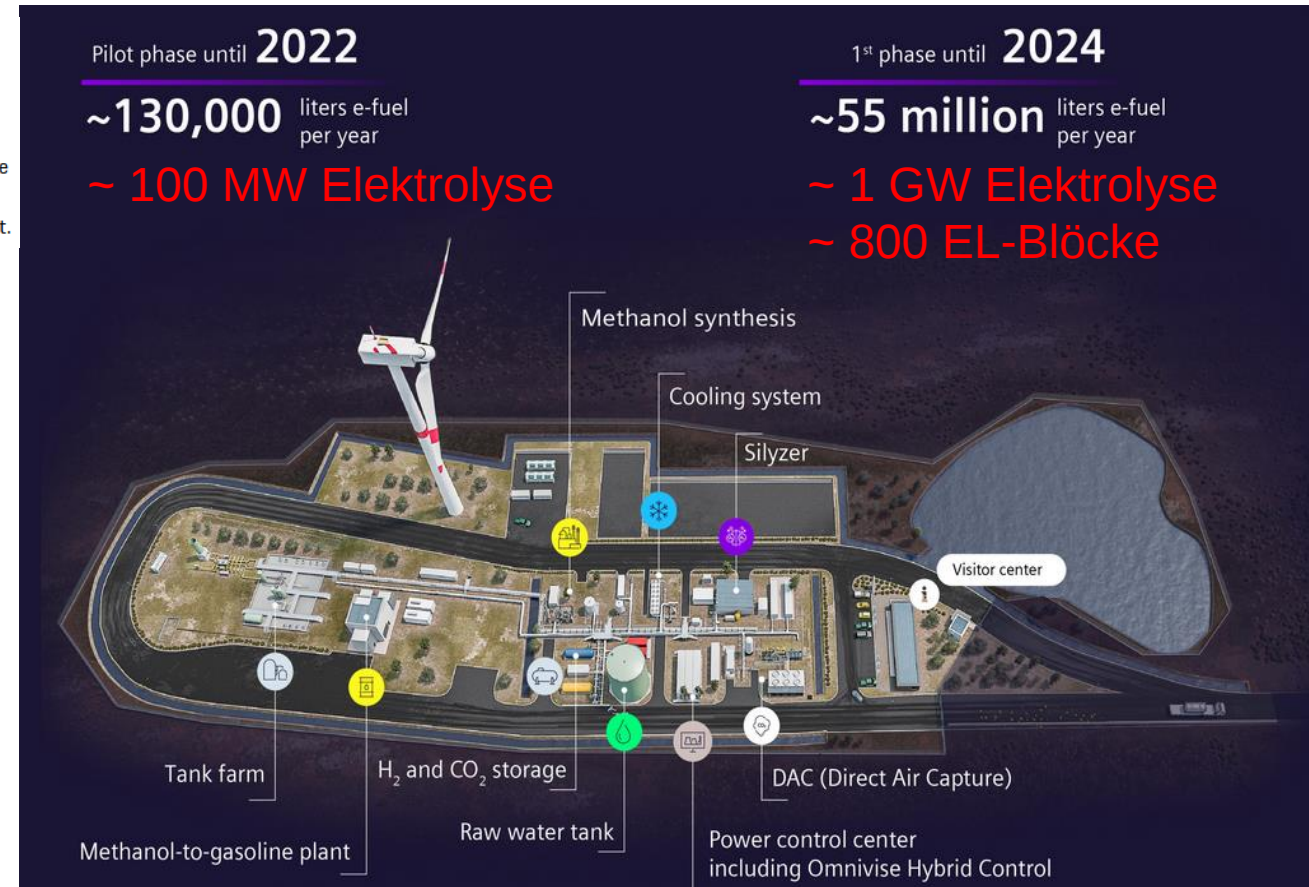
Altmaier übergibt Förderbescheid für PtX-Projekt „Haru Oni“

2. Dezember 2020 gh

Internationales Projekt für grünen Wasserstoff



Gemeinsam mit Siemens Energy und einer Reihe von internationalen Unternehmen (AME, ENAP und Enel) entwickelt die Porsche AG in Chile ein Pilotprojekt, aus dem die weltweit erste integrierte und kommerzielle Großanlage zur Herstellung synthetischer, klimaneutraler Kraftstoffe (eFuels) hervorgehen soll. Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier hat dem Vorstandsvorsitzenden der Siemens Energy AG, Christian Bruch, am 02.12.2020 einen Förderbescheid in Höhe von 8,23 Millionen Euro übergeben. Damit ist das PtX-Projekt „Haru Oni“ für grünen Wasserstoff in Chile das erste Wasserstoff-Vorhaben, das im Rahmen der Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS) aus Mitteln des Konjunkturpaketes gefördert wird. Siemens investiert selbst rund 22 Milliarden Euro.



Elektrolyse-Hersteller erhöhen bereits ihre Produktionskapazitäten.

Beispiele für geplante Fabriken mit Fertigungskapazitäten im GW-Maßstab

- | | | |
|---|--|-----------|
|  | ➤ will zusätzliche Produktionskapazität in Europa aufbauen (bis 2 GW p.a., AEL) | Mrz. 2022 |
|  | ➤ erhält > 30 Mio. Euro für die Entwicklung der Serienproduktion (SOEL) | Jan. 2022 |
|  | ➤ bezieht die „größte Elektrolysefabrik der Welt“ (bis zu 1 GW p.a., PEM) | Jan. 2022 |
|  | ➤ und Sinopec planen in China 0,5 GW p. a. bis 2023 und 1 GW p. a. bis 2028 (PEM) | Dez. 2021 |
|  | ➤ plant seine dritte und größte „Gigafactory“ in Australien (2 GW p. a., PEM) | Okt. 2021 |
|  | ➤ startet Indiens grüne Wasserstoff-Elektrolyseur-Gigafabrik (bis 2 GW p. a., AEL?) | Aug. 2021 |
|  | ➤ plant eine Elektrolyse-Fabrik, um bis 2030 1 GW p. a. zu erreichen (AEL) | Jun. 2021 |
|  | ➤ wählt Belfort für die Installation seiner Elektrolyseur-Gigafabrik aus (1 GW p. a., AEL) | Mai 2021 |
|  | ➤ errichtet Elektrolyseur-Gigafabrik in Spanien (> 1 GW p. a., PEM) | Mai 2021 |
|  | ➤ baut mit Genvia eine Gigafabrik in Frankreich (SOEL) | Jan. 2021 |

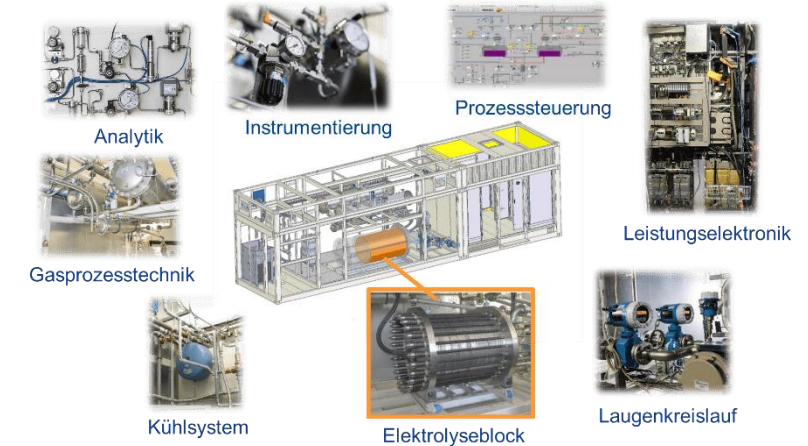
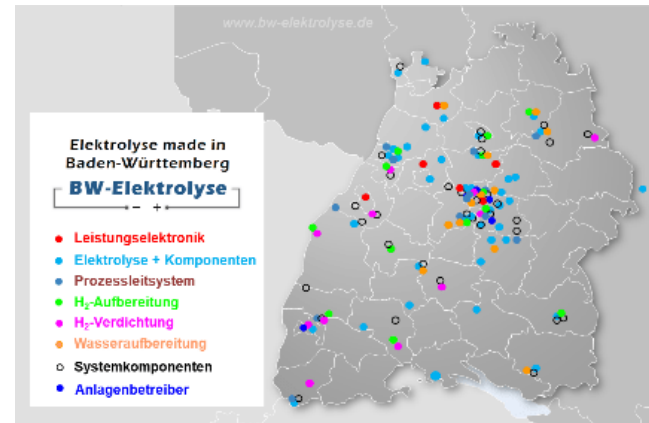
erschienen

Elektrolyse: Industriepotenziale in Baden-Württemberg

- Baden-Württemberg als mögliches **Exportland** für Elektrolysetechnologien
- Derzeit **weltweit ca. 10 Anbieter** von Elektrolyseanlagen mit Referenzen im MW-Bereich.
- Aktuell **kein kommerzieller Anbieter von Elektrolyseanlagentechnik in Baden-Württemberg**
- **Erhebliche Potenziale** in Maschinen- und Anlagenbau und Zulieferindustrie



Elektrolyseanbieter weltweit (alle Technologien und Leistungsklassen).



Unternehmenspotenziale Zulieferindustrie Elektrolyse Baden-Württemberg.

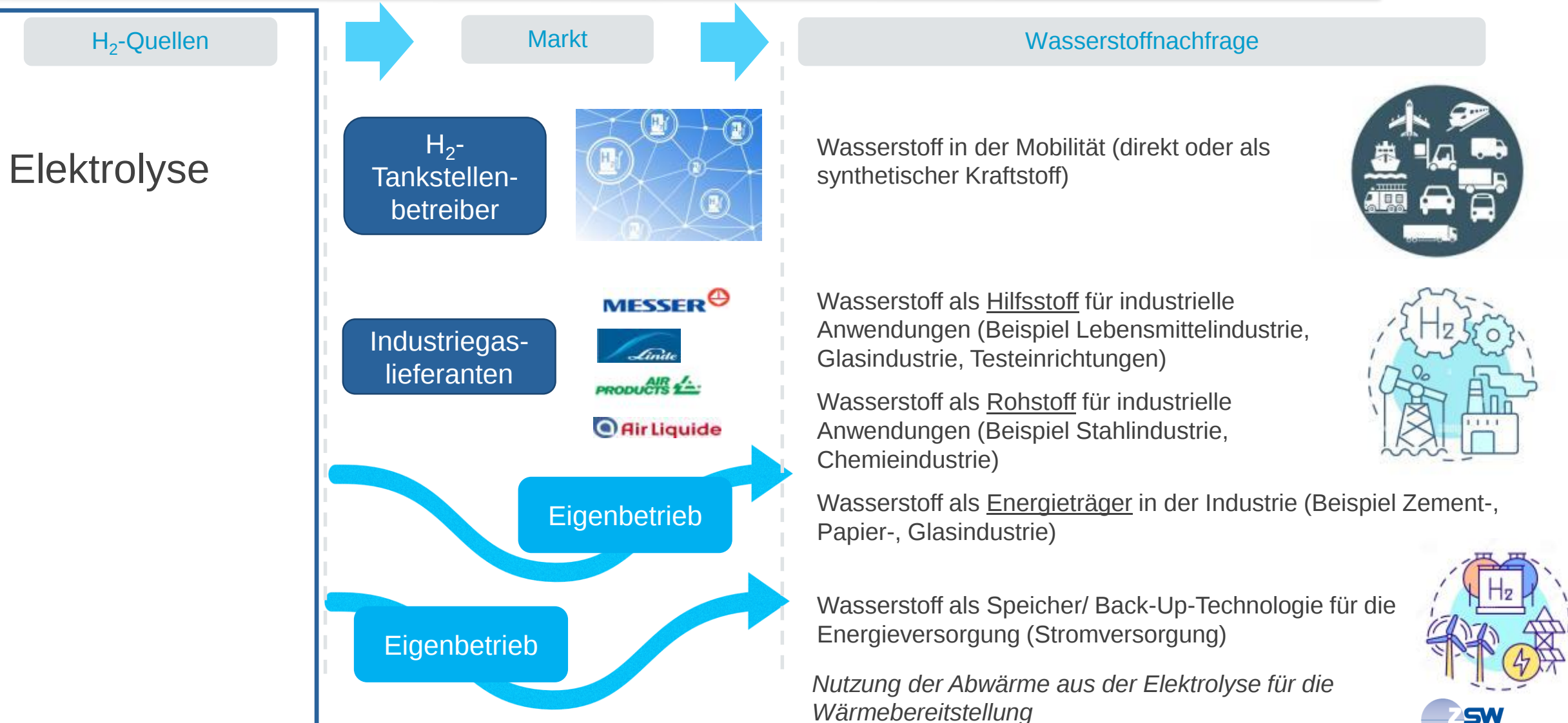


DIE BEDEUTUNG VON WASSERSTOFF FÜR BADEN-WÜRTTEMBERG

In welchen Marktsegmenten wird das Wachstum stattfinden?

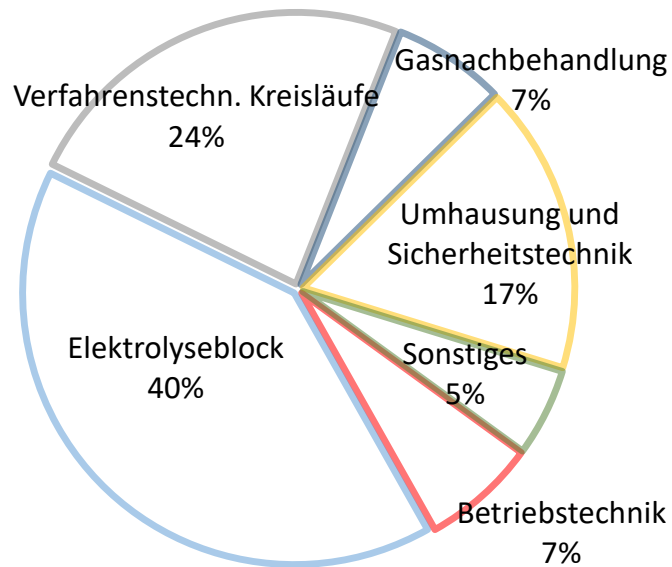


In welchen Marktsegmenten wird das Wachstum stattfinden?

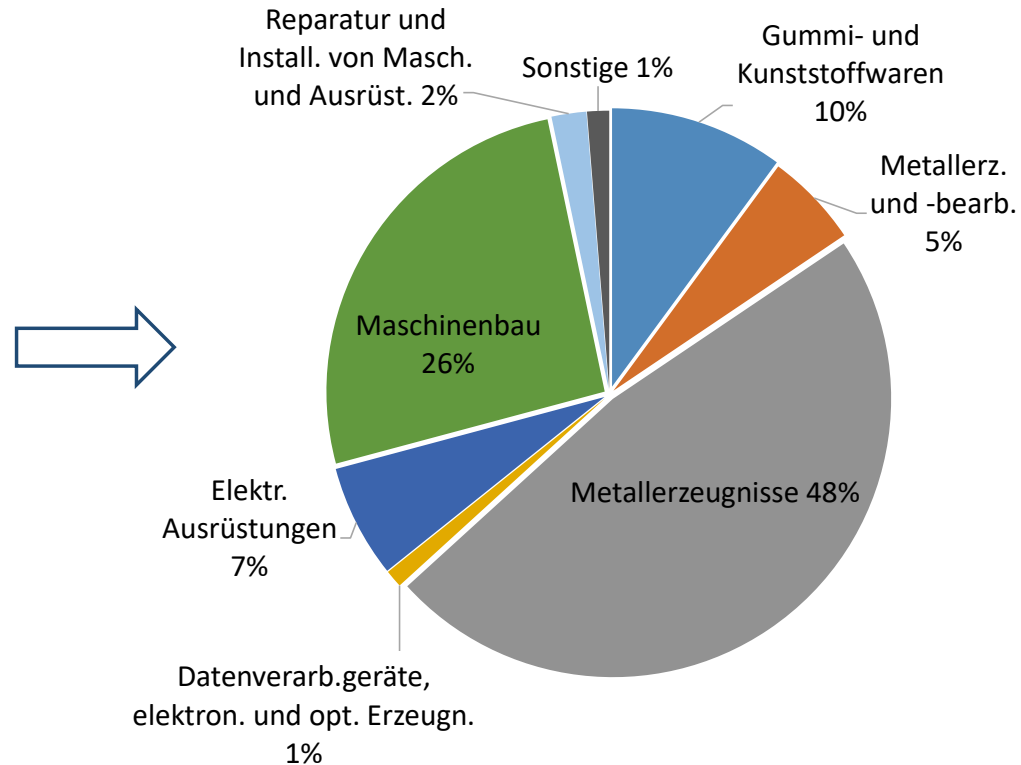


Aufteilung der Investitionskosten einer alkalischen Druckelektrolyse und Zuordnung der Komponenten zu Wirtschaftszweigen

Aufteilung nach Baugruppen

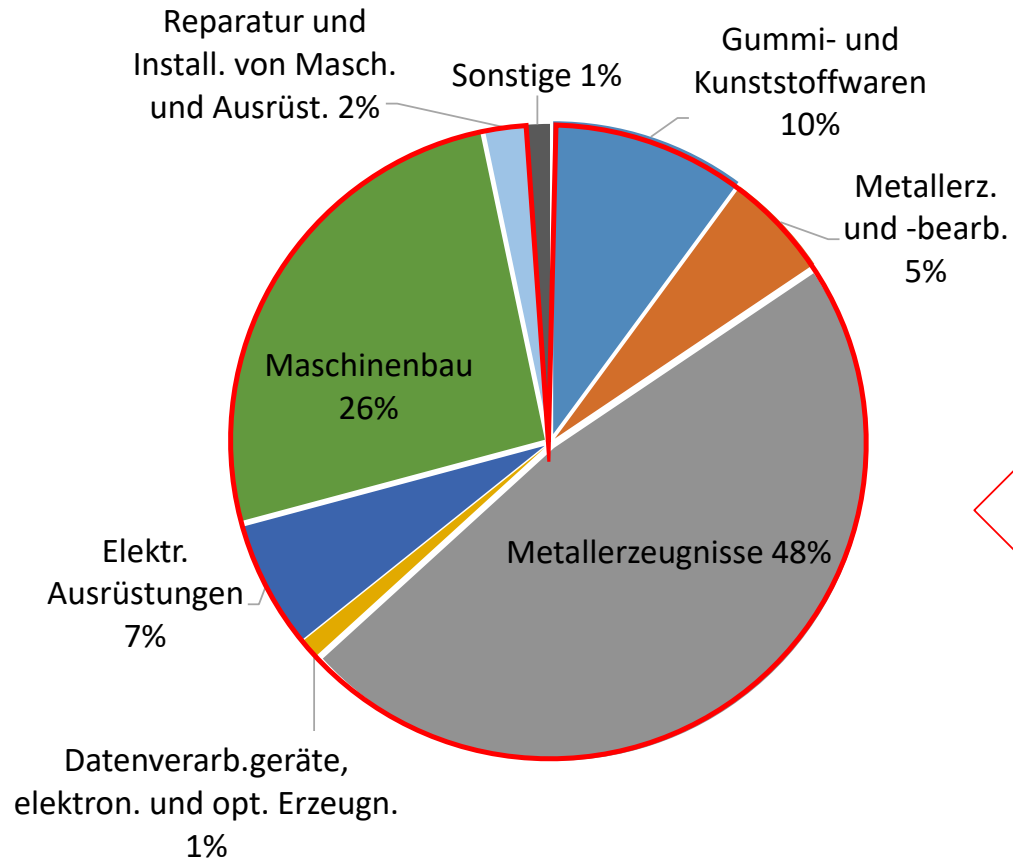


Aufteilung nach Wirtschaftszweigen



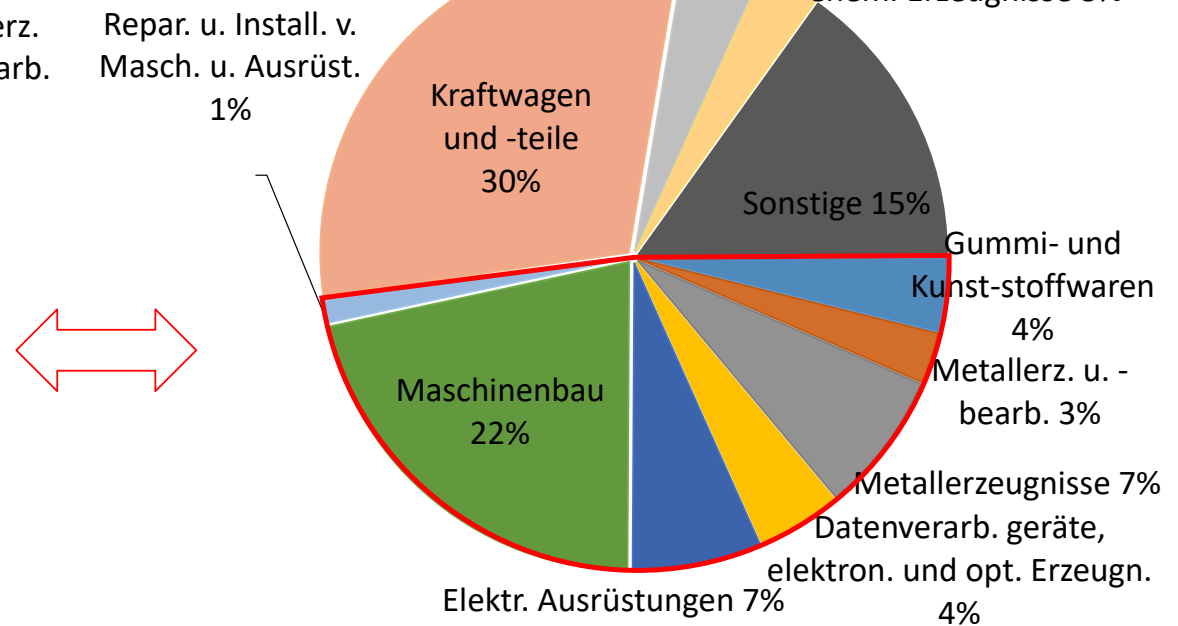
Gegenüberstellung der Wirtschaftszweigstruktur alkalische Druckelektrolyse (links) und Verarbeitendes Gewerbe in BW 2019 (rechts)

Aufteilung der Investitionskosten einer Elektrolyseanlage
nach Wirtschaftszweigen

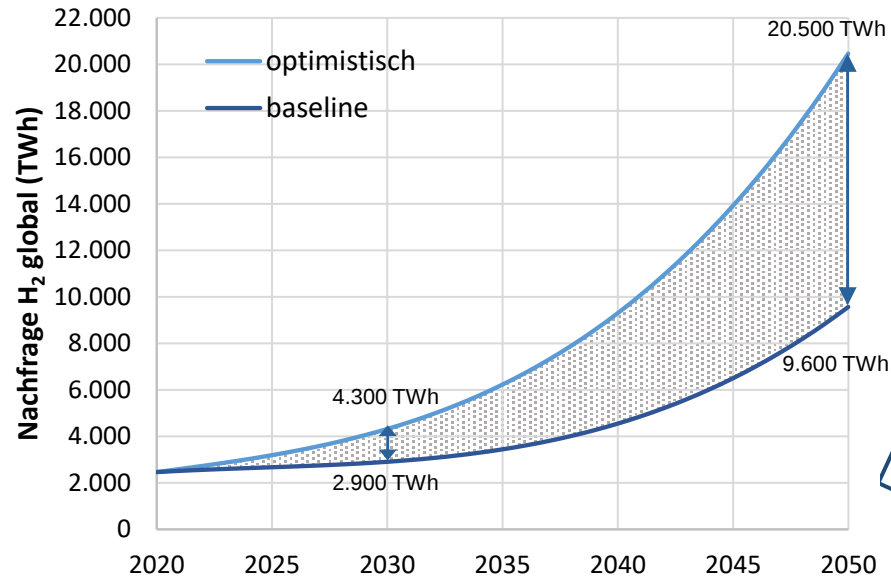


„Industrieprofil BW“

Umsatzanteile der Wirtschaftszweige im verarbeitenden Gewerbe
in Baden-Württemberg 2019



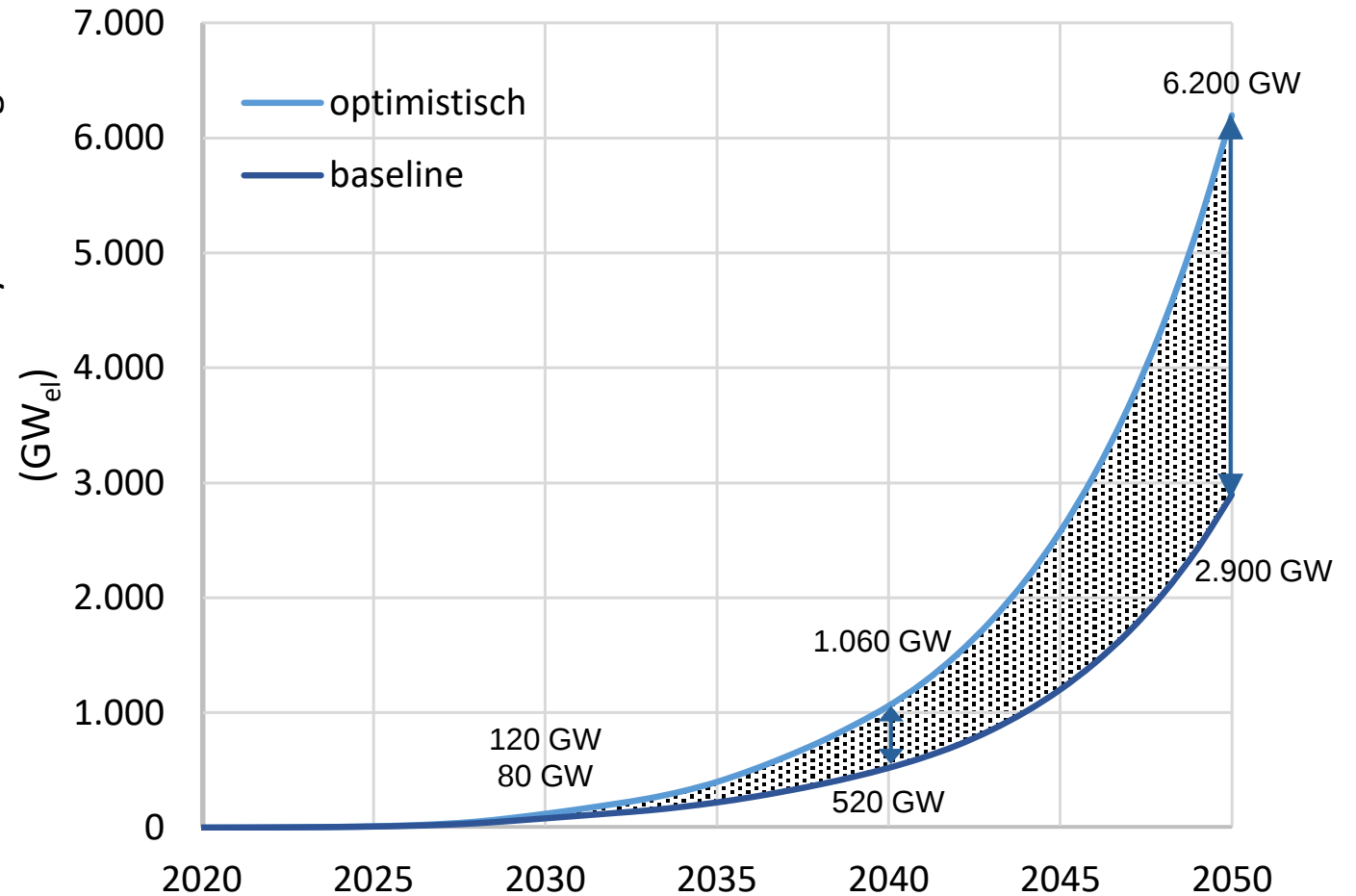
Von der Wasserstoff-Nachfrage zum Wirtschaftspotenzial für Elektrolyse: Entwicklung der installierten Anlagenleistung Elektrolyse (weltweit)



Ableitung der Anlagenleistung auf Grundlage der folgenden Annahmen:

- zunehmende Anteile grünen Wasserstoffs bis 100% 2050
- Volllaststunden 5.000 h/a
- Entwicklung Wirkungsgrad (2020 – 2050)
 - AEL, PEM: 60% - 65,9%
 - SOEC: 68,7% – 76,3%

Global installierte Elektrolyseleistung



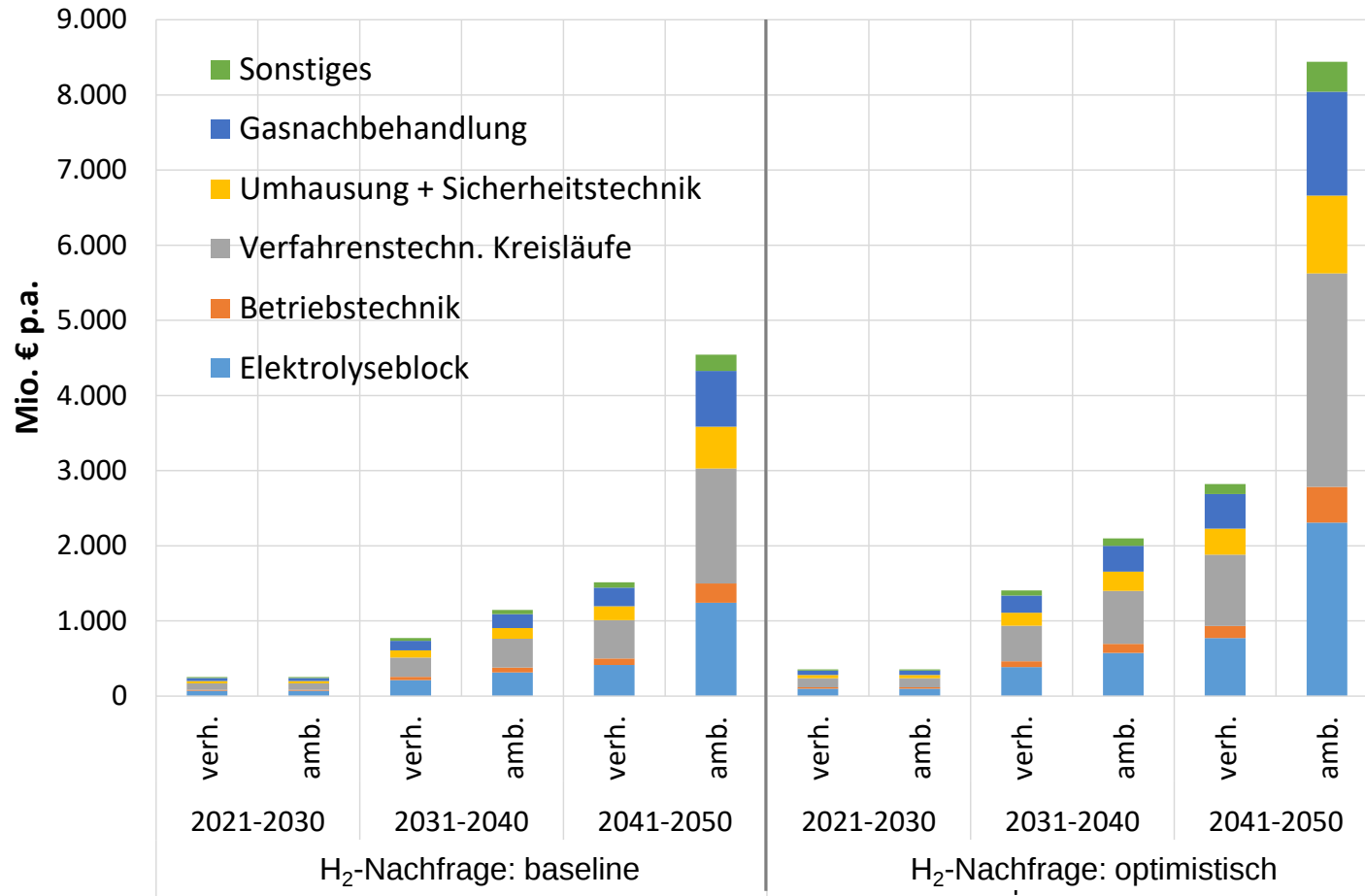
Quelle: „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS



Von der Wasserstoff-Nachfrage zum Wirtschaftspotenzial für Elektrolyse: Ermittelte Potenziale durch Herst. und Export von Komponenten und Anlagen



Jährliches durchschnittliches Umsatzpotenzial

2031 bis 2040: 0,8 – 2,1 Mrd. €/a

2041 bis 2050: 1,5 – 8,4 Mrd. €/a

Beschäftigungspotenzial (Anzahl Arbeitsplätze)

2031 bis 2040: 3.600 – 9.700

2041 bis 2050: 6.600 – 36.900

zum Vergleich

Auslandsumsatz von BW-Unternehmen 2019:

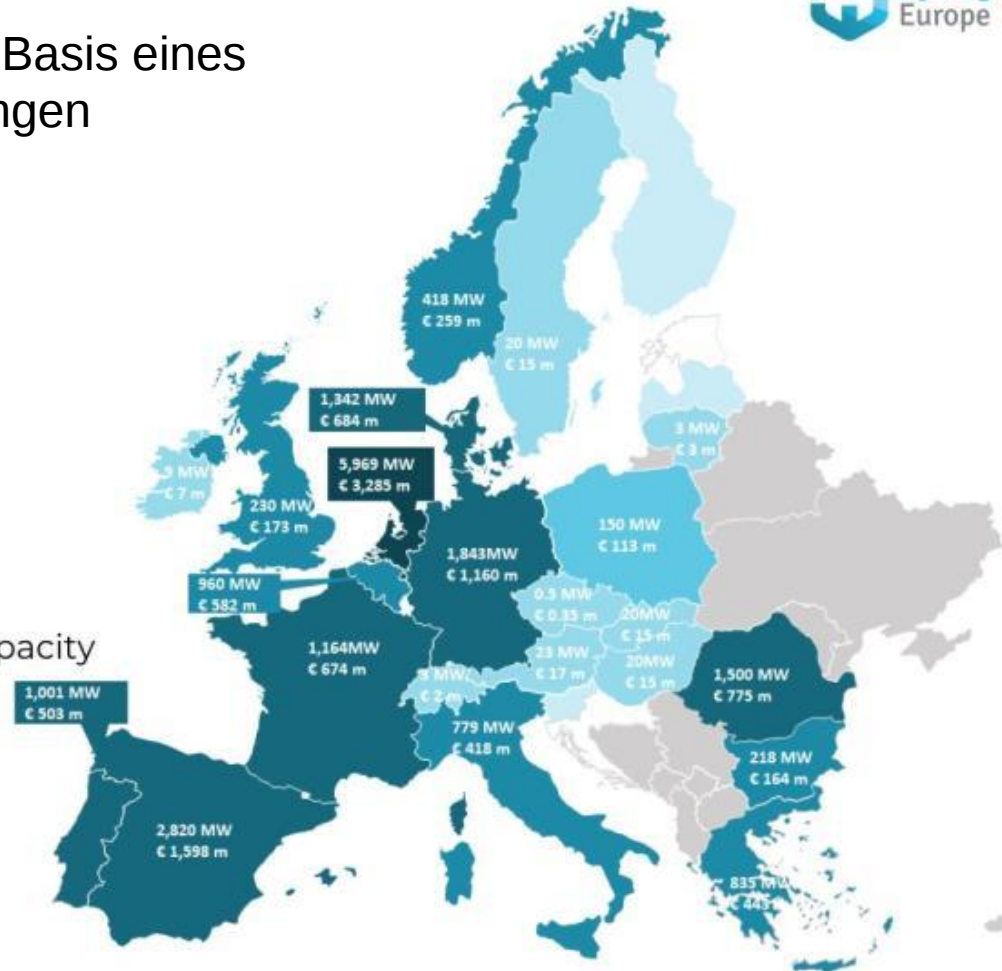
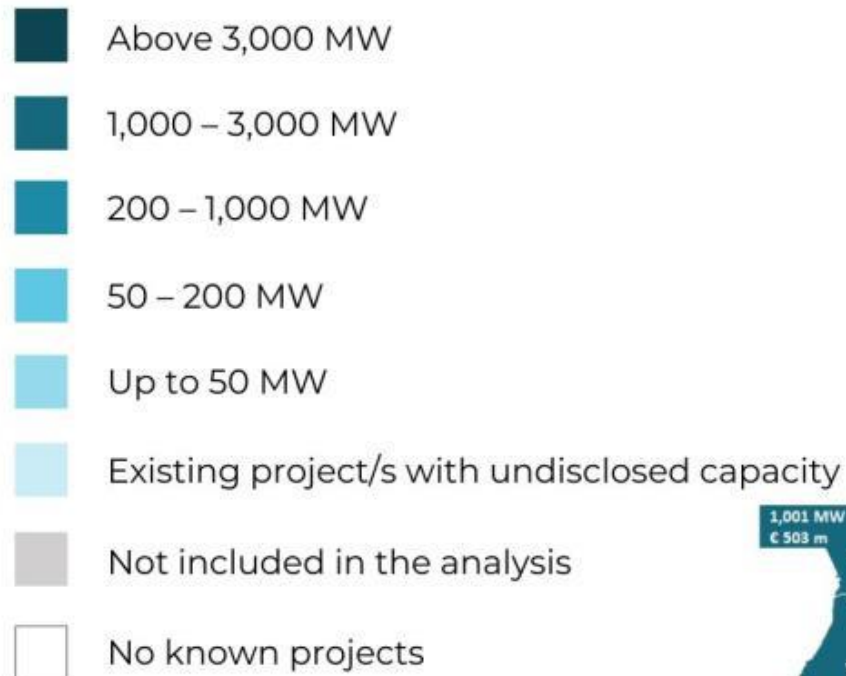
- Herstellung Metallerzeugnisse 9,1 Mrd. €
- Maschinenbau 50,2 Mrd. €

Gesamtbeschäftigte in BW-Unternehmen 2019:

- Herstellung Metallerzeugnisse 162.000
- Maschinenbau 335.000

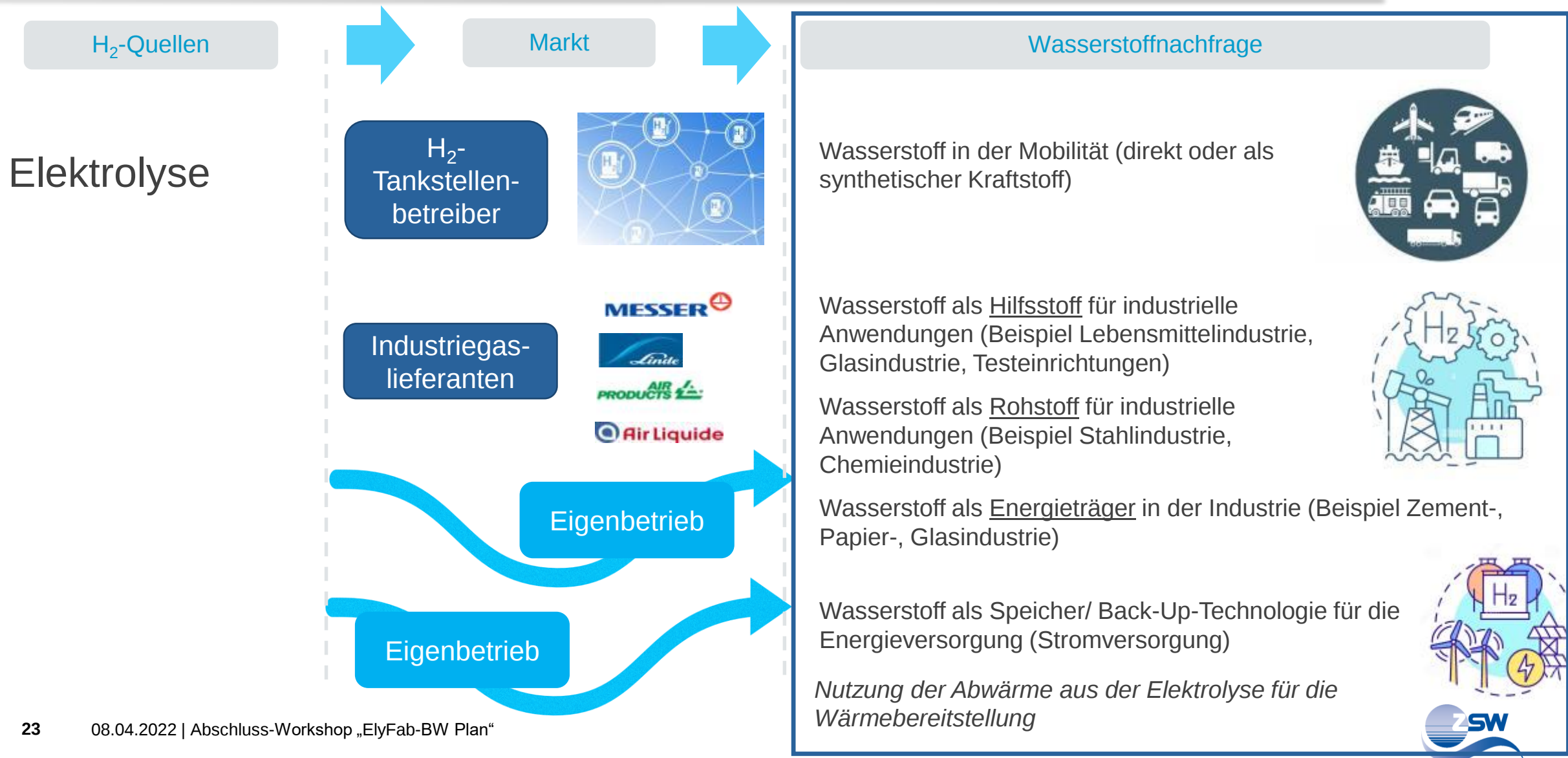
Geplante Elektrolysekapazität und Investitionen in MW und Millionen Euro

Zusammenstellung der geplanten
Investitionen und Kapazitäten auf Basis eines
Screenings der Projektankündigungen



Quelle: Hydrogen Europe 2021

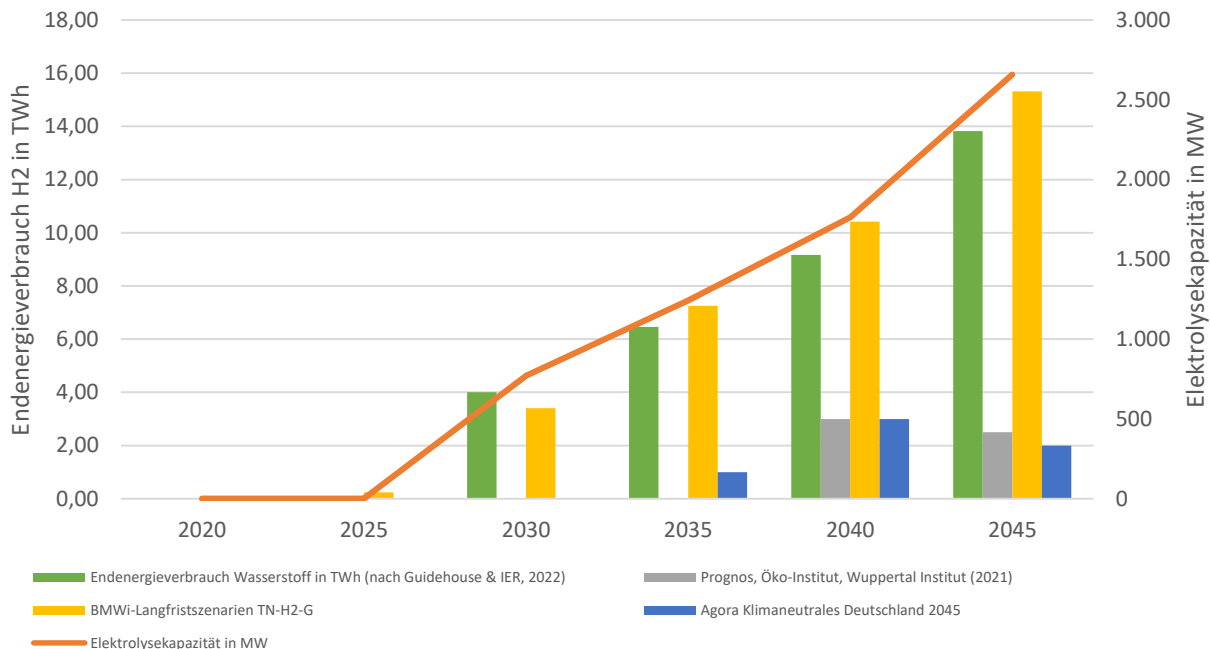
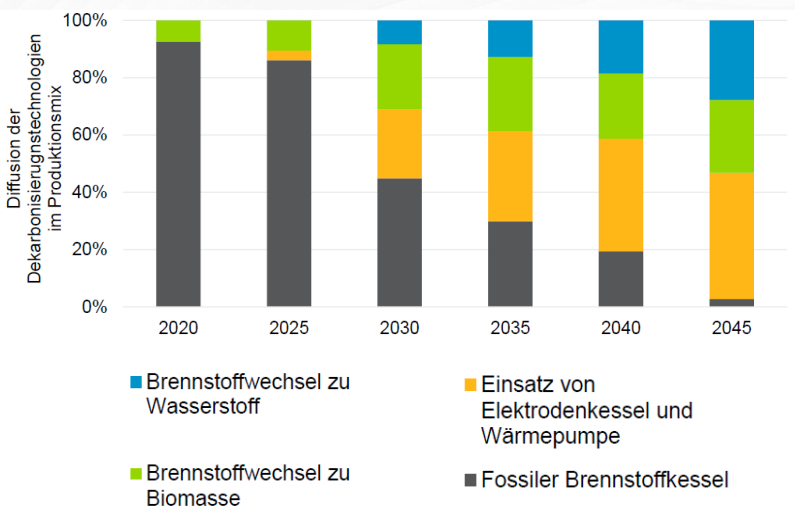
In welchen Marktsegmenten wird das Wachstum stattfinden?



Papierindustrie

Basierend auf "Energiewende in der Industrie"-Studie von Guidehouse (2022)

Papier – Transformationspfade



Wasserstoffbedarf

Aktuell: 0 TWh/a

2030: 4,0 TWh/a

2045: 13,8 TWh/a

nach Guidehouse & IER (2022)

Anzahl potenzieller Kunden

162 Akteure in der Papierindustrie
(Auswertung von energieintensiver Industrie)

282 Anlagen
(nach CO2-Potenzialatlas ZSW)

Durchschnittliche Kundengröße für Elektrolysesysteme

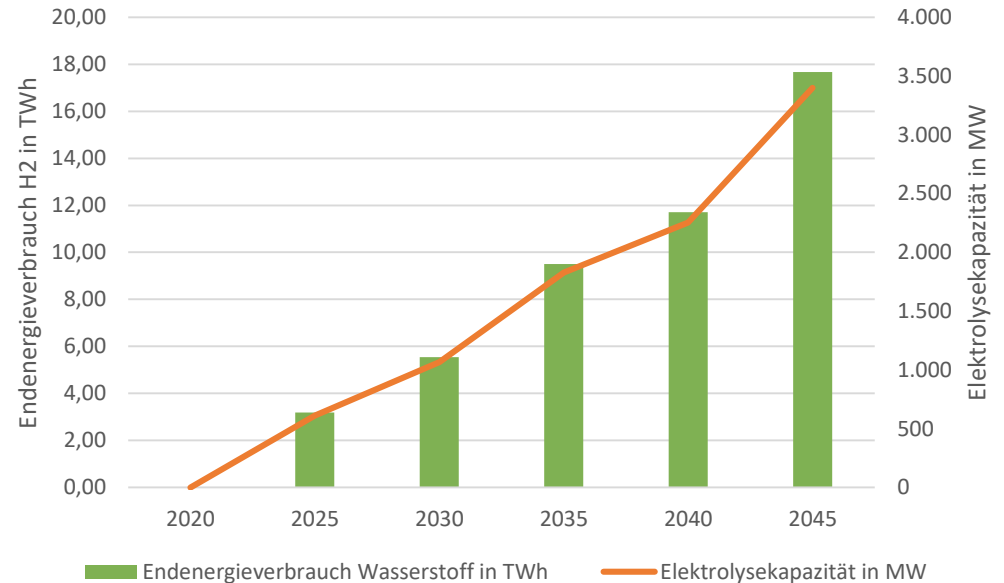
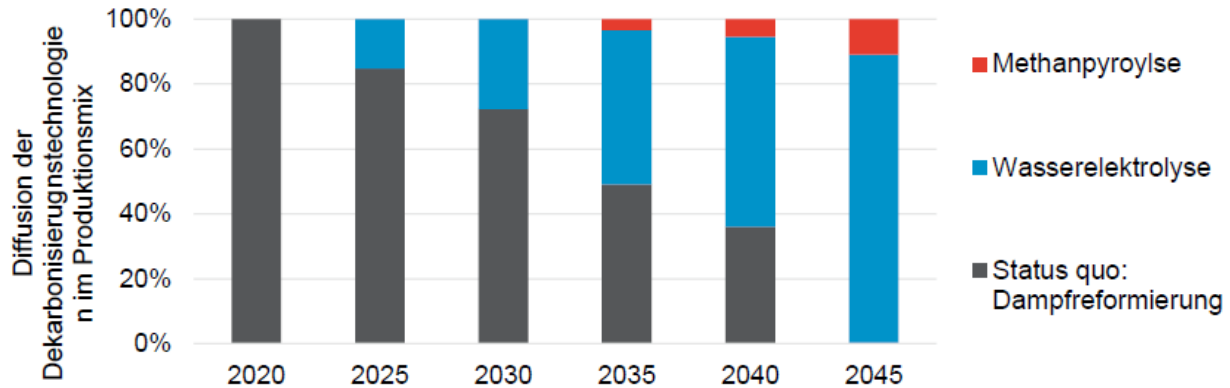
2030: ~ 3 MW

2045: ~10 MW

Quelle: ZSW-Ergebnisse aus dem Projekt „EcoLyzer“

Chemieindustrie: Ammoniak

Basierend auf "Energiewende in der Industrie"-Studie von Guidehouse (2022)



Wasserstoffbedarf

Aktuell: 0,0 TWh/a
 2030: 5,6 TWh/a
 2045: 17,7 TWh/a
 nach Guidehouse & IER (2022)

Anzahl potenzieller Kunden

6 Haber-Bosch-Produktionsstandorte (Ammonia brief study, ZSW)
 18 Anlagen
 (nach CO2-Potenzialatlas ZSW)

Durchschnittliche Kundengröße für Elektrolysesysteme

2030: ~ 100 MW
 2045: ~ 500 MW

Was ist mit einem 1 MW-Elektrolyseur bereits möglich?

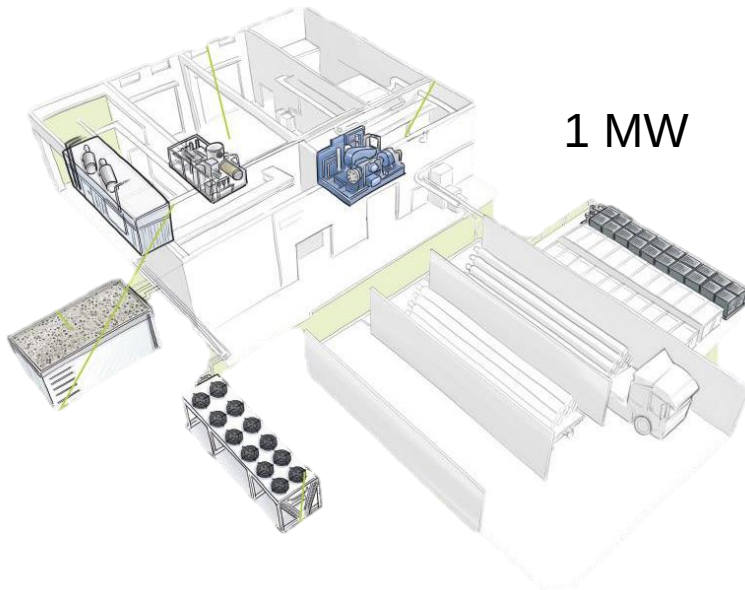
Nachfrageszenario Lkw-Flotte

Erzeugung durch 1 MW Elektrolyse

- Wirkungsgrad 65 %
 - 6000 h Volllaststunden p. a.
- 3.900 MWh H₂ pro Jahr
→ 117 t pro Jahr bzw. 321 kg pro Tag

Lkw-Flotte

- Verbrauch 8,00 kg / 100 km
 - Jahreslaufleistung von 120.000 km
- 9,6 t H₂ pro Jahr und 40 kg pro Tag (240 Tage) je Lkw
→ 12 Lkw pro 1 MW Elektrolyse



12 x

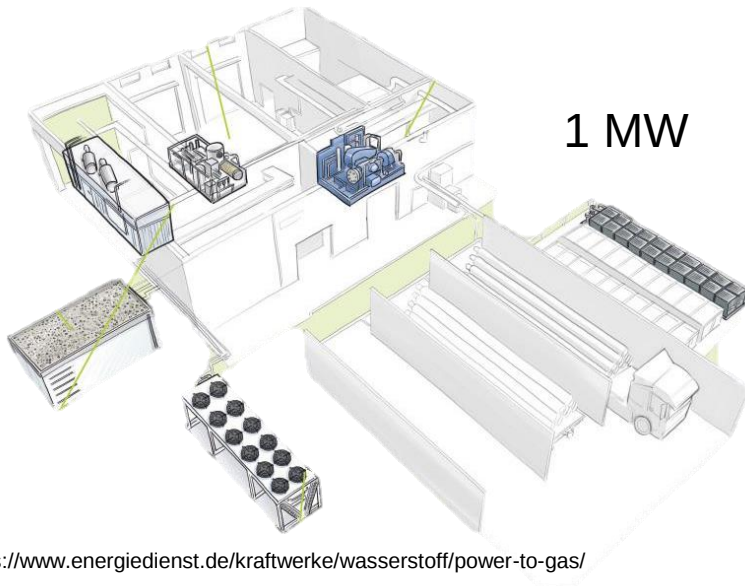


Was ist mit einem 1 MW-Elektrolyseur bereits möglich?

Nachfrageszenario Bus-Flotte

Erzeugung durch 1 MW Elektrolyse

- Wirkungsgrad 65 %
 - 6000 h Volllaststunden p. a.
- 3.900 MWh H₂ pro Jahr
→ 117 t pro Jahr bzw. 321 kg pro Tag



Quelle: <https://www.energiesdienst.de/kraftwerke/wasserstoff/power-to-gas/>

Bus-Flotte

- Verbrauch 13,30 kg / 100 km (Gelenkbus 18-m; SORT 2 leicht Stadtzyklus)
 - Tägliche Laufleistung von 210 km; 215 Tage im Einsatz
- 6,0 t H₂ pro Jahr je Bus
→ 20 Busse pro 1 MW Elektrolyse

20 x



Quelle: ZSW-Ergebnisse aus dem Projekt „EcoLyzer“

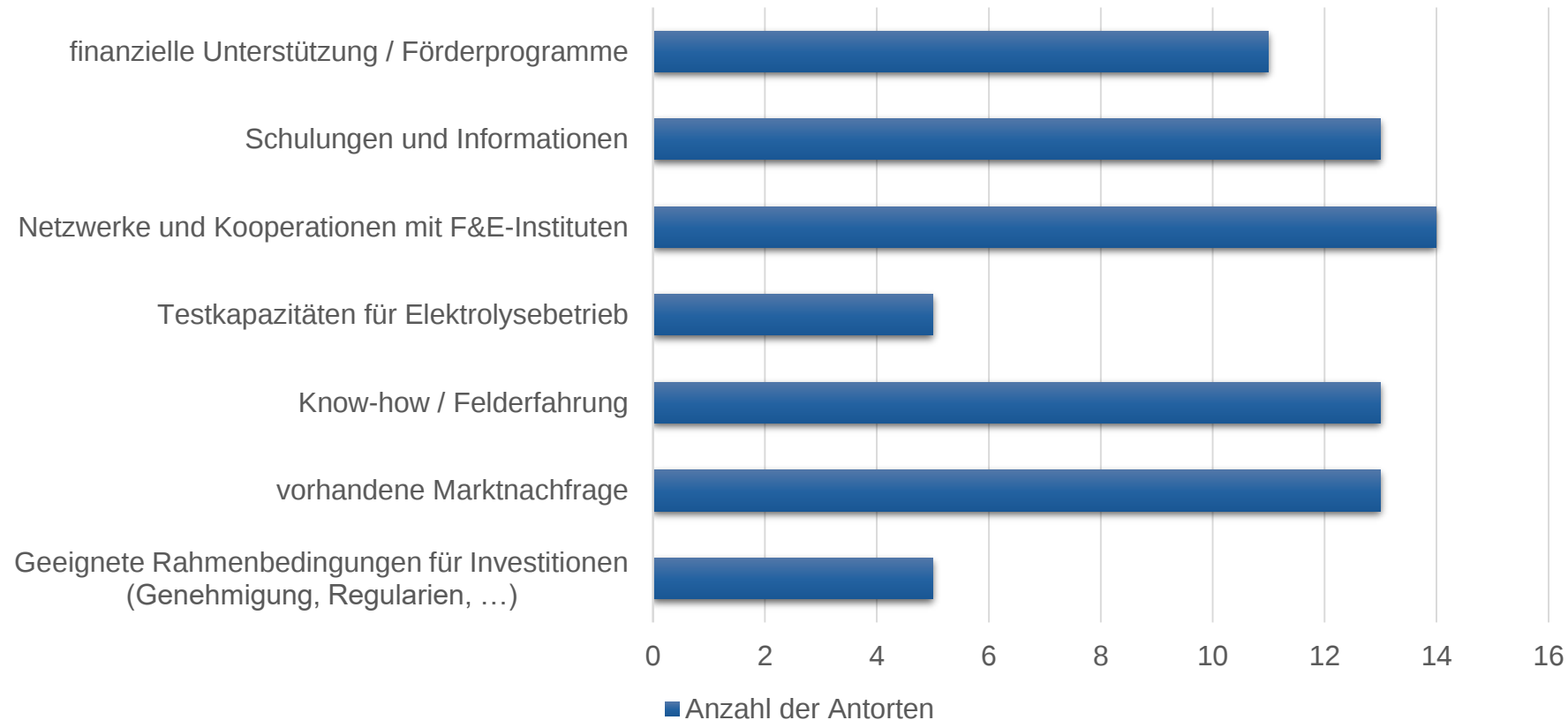


Ministerium für Umwelt, Klima und
Energiewirtschaft Baden-Württemberg



Dritte Umfrage

Was benötigen Sie für Ihre Beteiligung am Elektrolysemarkt?





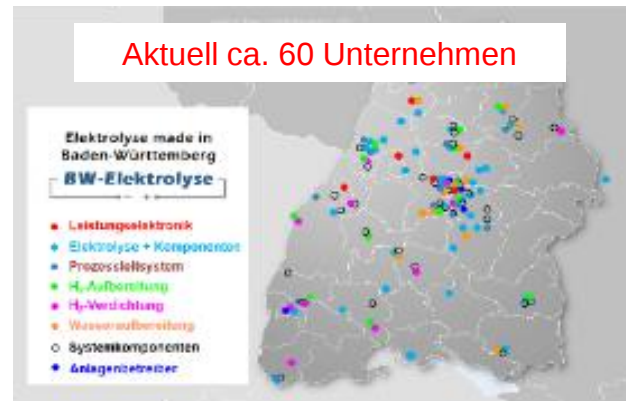
DIE ELEKTROLYSE ALS TECHNOLOGIE DER ZUKUNFT

„Elektrolyse Made in Baden-Württemberg“

Bisher erreichte Highlights

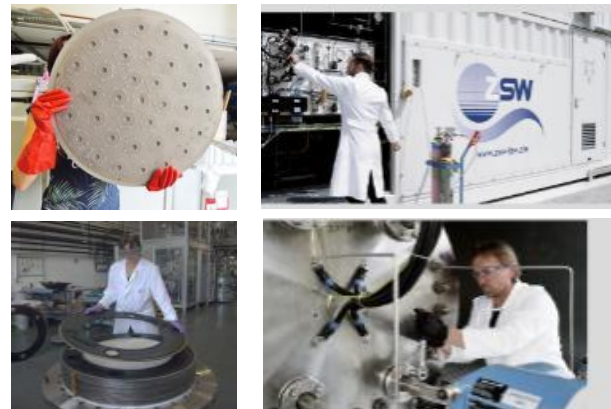
Industriedialog

- Ansprache relevanter Unternehmen.
- Technische Qualifizierung.
- Aufbau Industriernetzwerk.



Elektrolyseur „made in BW“

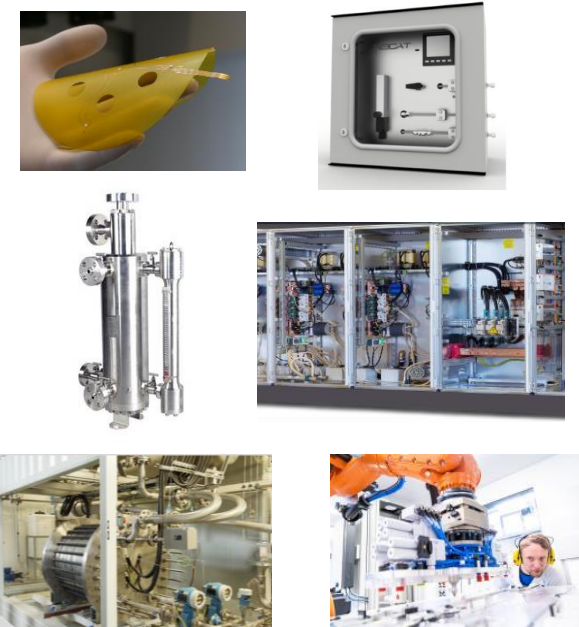
- Produktnaher Systemdemonstrator (IBN Q3/2022).
- Industrialisierung Schlüsselkomponenten.
- Schaufenster Wertschöpfungspotenziale in BW.



Bildquellen: EMA, KMP, Hydac, Hahn-Schickard, ZSW

Industrietransfer

- Initiierung von Produktentwicklungen.
- Vorbereitung einer Komponenten- und Systemfertigung in Baden-Württemberg.



Projekthomepage www.bw-elektrolyse.de

→ Infos zum Projekt, teilnehmende Firmen, EL-Markt, F&E, Informationsmaterial, Veranstaltungen



KONTAKT



HOME

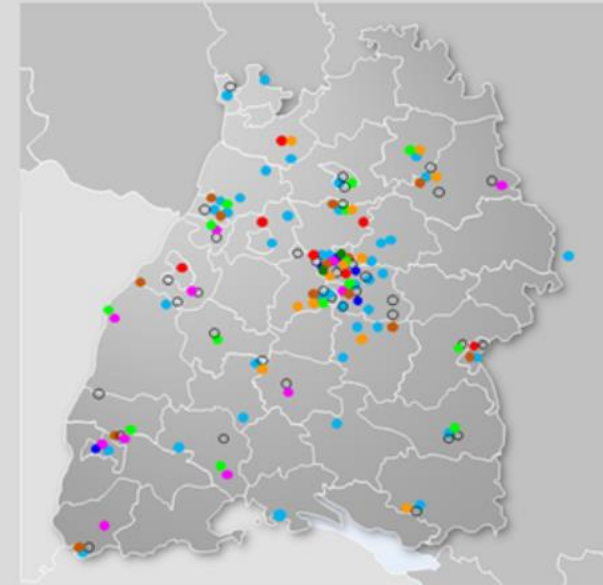
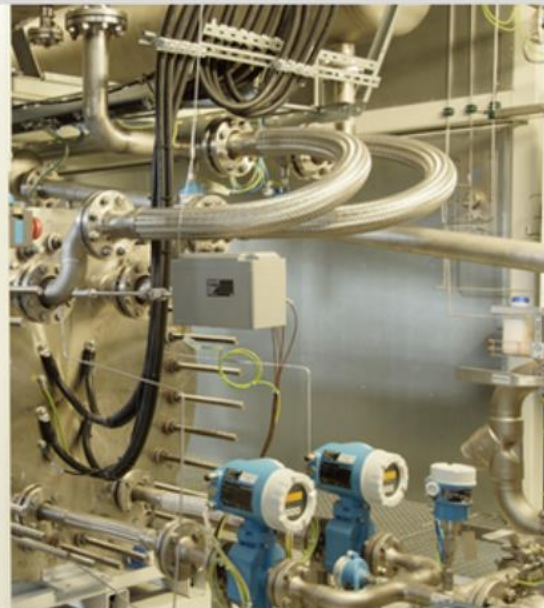
INDUSTRIEDIALOG

MÄRKTE

INNOVATION

VERANSTALTUNGEN

DOWNLOADS



// Zukunftsmarkt Elektrolyse: So nutzen Mittelständler ihre Chancen

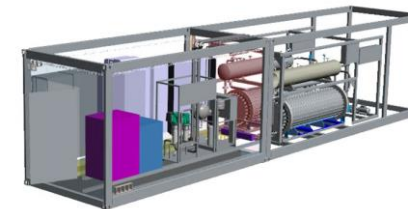
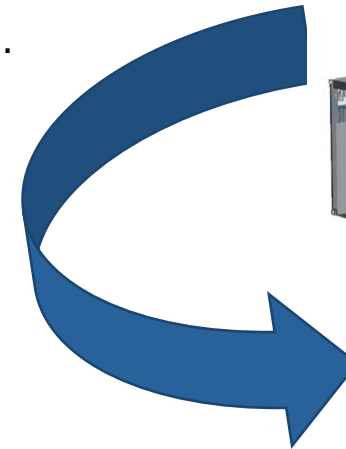
„EcoLyzer-BW“ – Beispiel für den erfolgreichen Industrietransfer

Serienproduktion von Elektrolysesystemen in Baden-Württemberg

- Technologietransfer vom validen Demonstrator zum serientauglichen Industrieprodukt (Alkalische Druckelektrolyse, bis 30 bar Betriebsdruck).
- Entwicklung eines kundenorientierten, modular aufgebauten Systemdesigns im Baukastensystem
 - Modulgrößen im Leistungsbereich ca. 1-10 MW_{el}.
 - Flexible Anpassungs- und Erweiterungsmöglichkeiten abhängig von Einsatzzweck und Standortgegebenheiten.
- Aufbau von Zulieferketten in Baden-Württemberg, Fortführung des in „BW Elektrolyse“ begonnenen Industriedialogs mit der Zulieferindustrie.
- Produktion erster Anlagen ab 2023 geplant.
- Vorbereitung einer Serienfertigung für bis zu ca. 80 Systeme jährlich am Ecoclean-Standort in Dettingen.



CE-zertifizierter Prototyp des ZSW
1 MW_{el} Alkalische Druckelektrolyse



Serientaugliches Design
im Baukastensystem

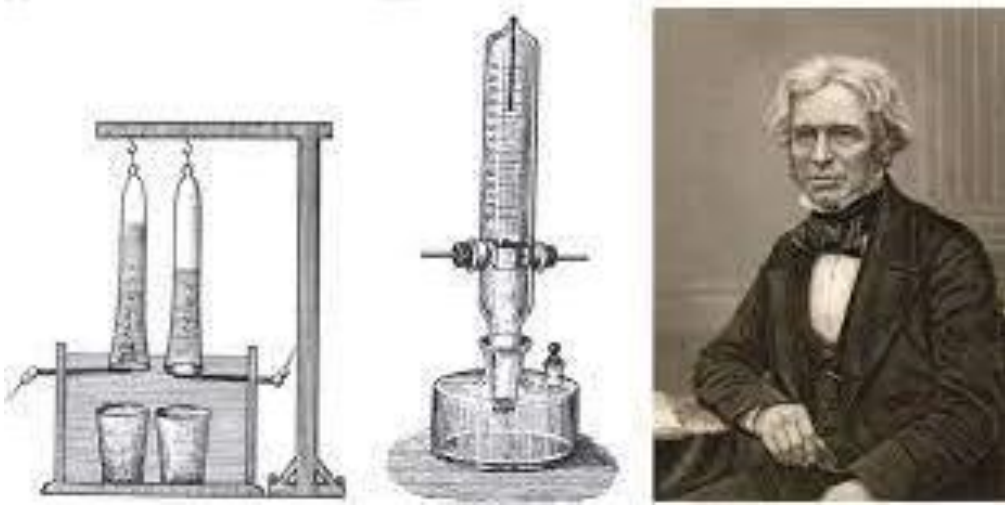




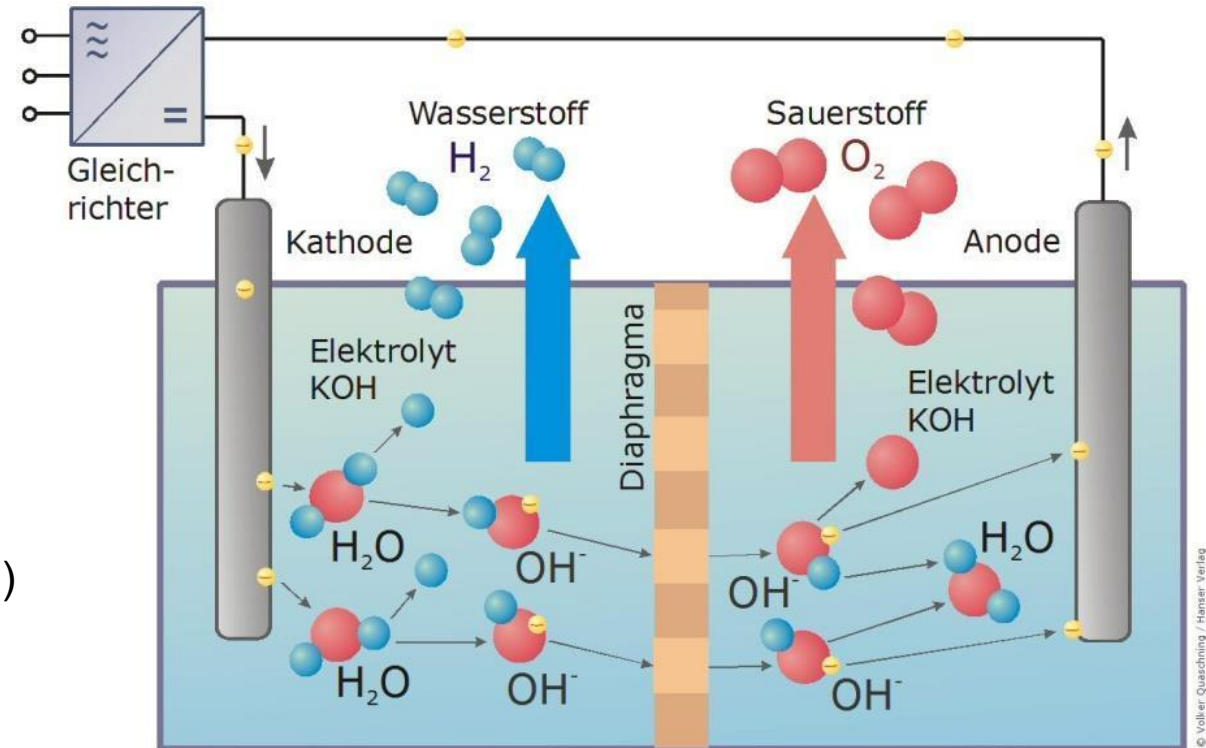
KURZE EINFÜHRUNG IN DAS THEMA ELEKTROLYSE

Einführung Alkalische Elektrolyse:

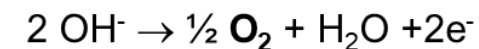
Idee und Funktionsprinzip



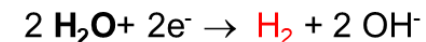
- Unter Wasser-Elektrolyse (griech. „mittels Elektrizität trennen“) versteht man die Aufspaltung von Wasser unter Einwirkung des elektrischen Stroms.
- Um 1800 gelingt dem deutschen Chemiker Johann Wilhelm Ritter als einem der ersten die Elektrolyse von Wasser; er konnte durch die Knallgasprobe und mittels weißen Phosphors nachweisen, dass die beiden Gase Wasserstoff und Sauerstoff entstanden waren.



Anode:

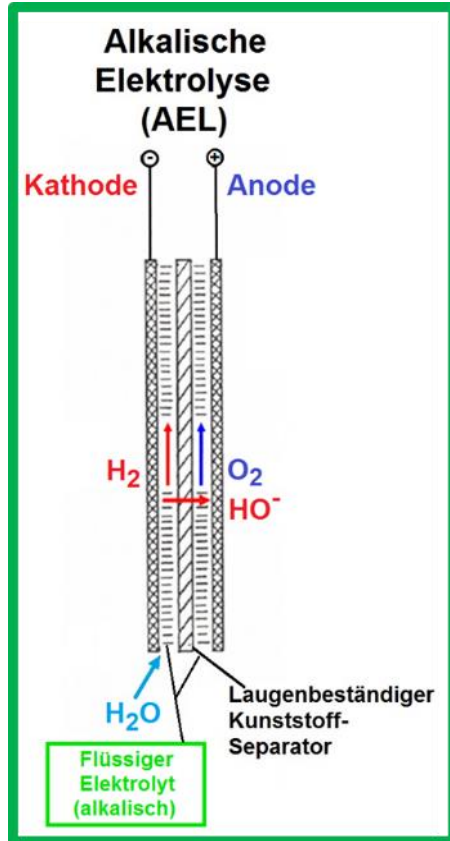


Kathode:

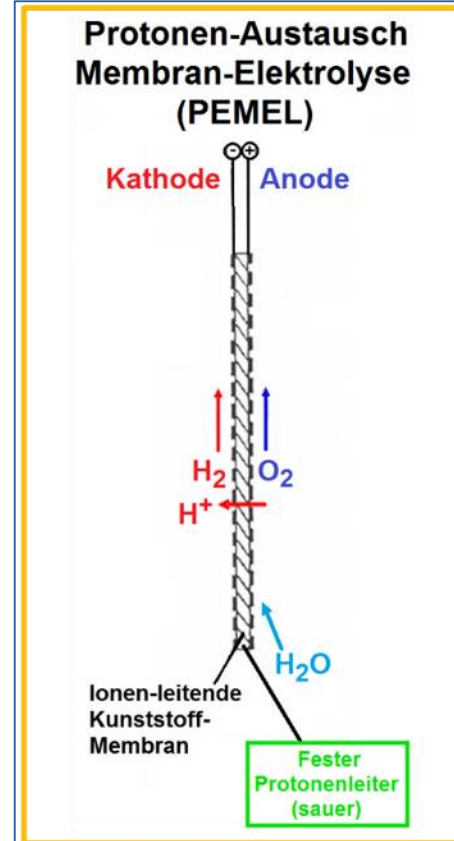


Konventionelle Grundprinzipien der Elektrolyse

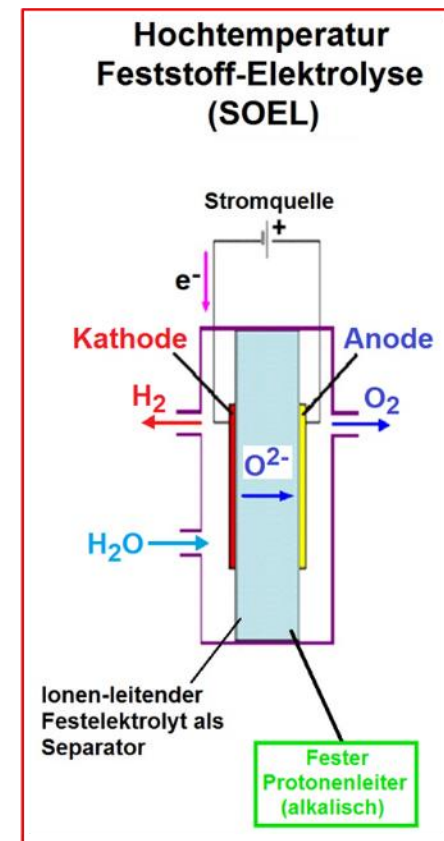
Fokus: Alkalische Elektrolyse (AEL)



Nach Quelle:
B. Neumann; TU
Hamburg-Harburg



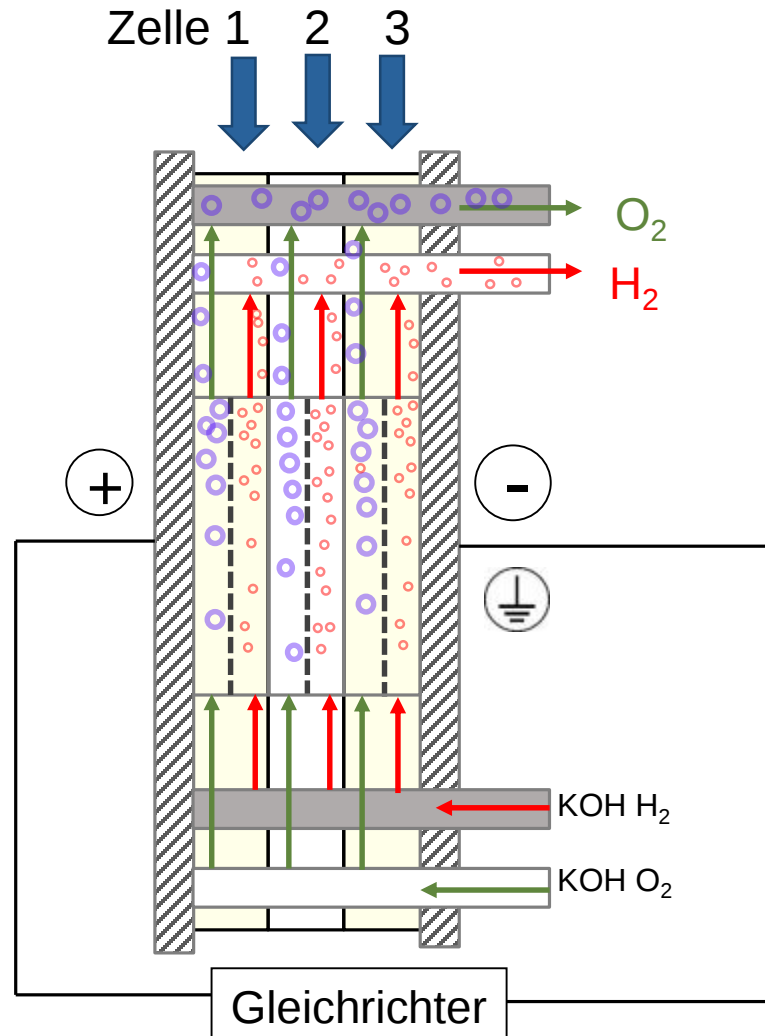
Nach Quelle:
B. Neumann; TU
Hamburg-Harburg



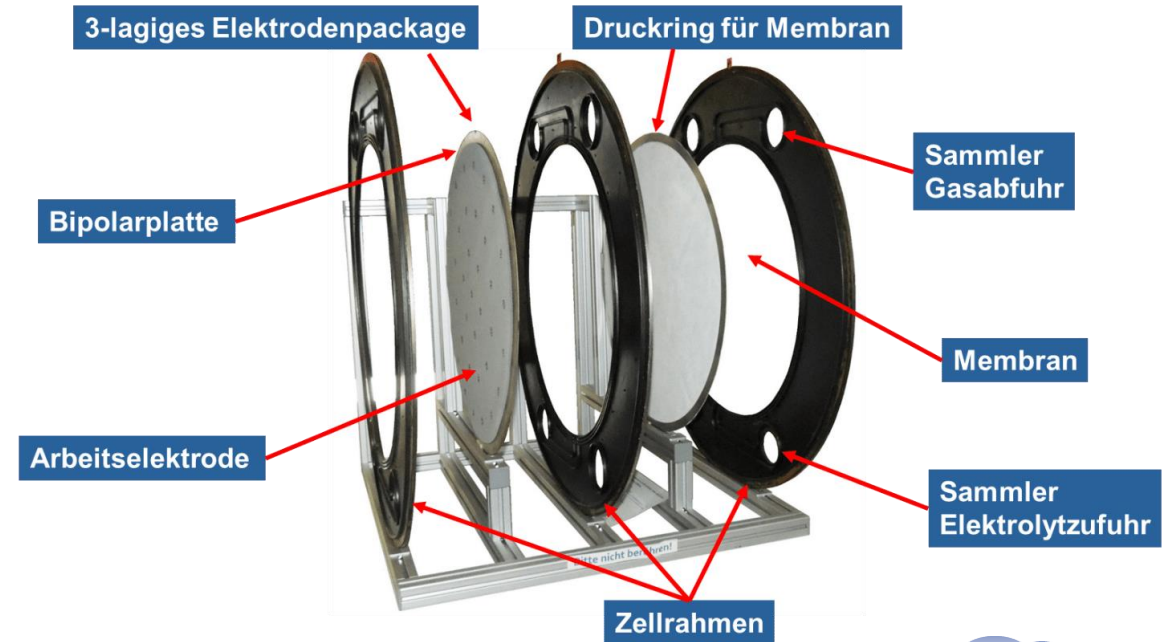
Nach Quelle:
T. Iihara;
Kyushu University

- Loser Verbund aus Elektroden und Membran
- Wasserzufuhr auf H_2 -Seite
- Fester Elektrodenschichten-Membran-Verbund
- Wasserzufuhr auf O_2 -Seite
- Keramikmembran-Platte mit Beschichtungen
- Wasserzufuhr auf H_2 -Seite

Von der Elektrolysezelle zu einem Elektrolyseblock

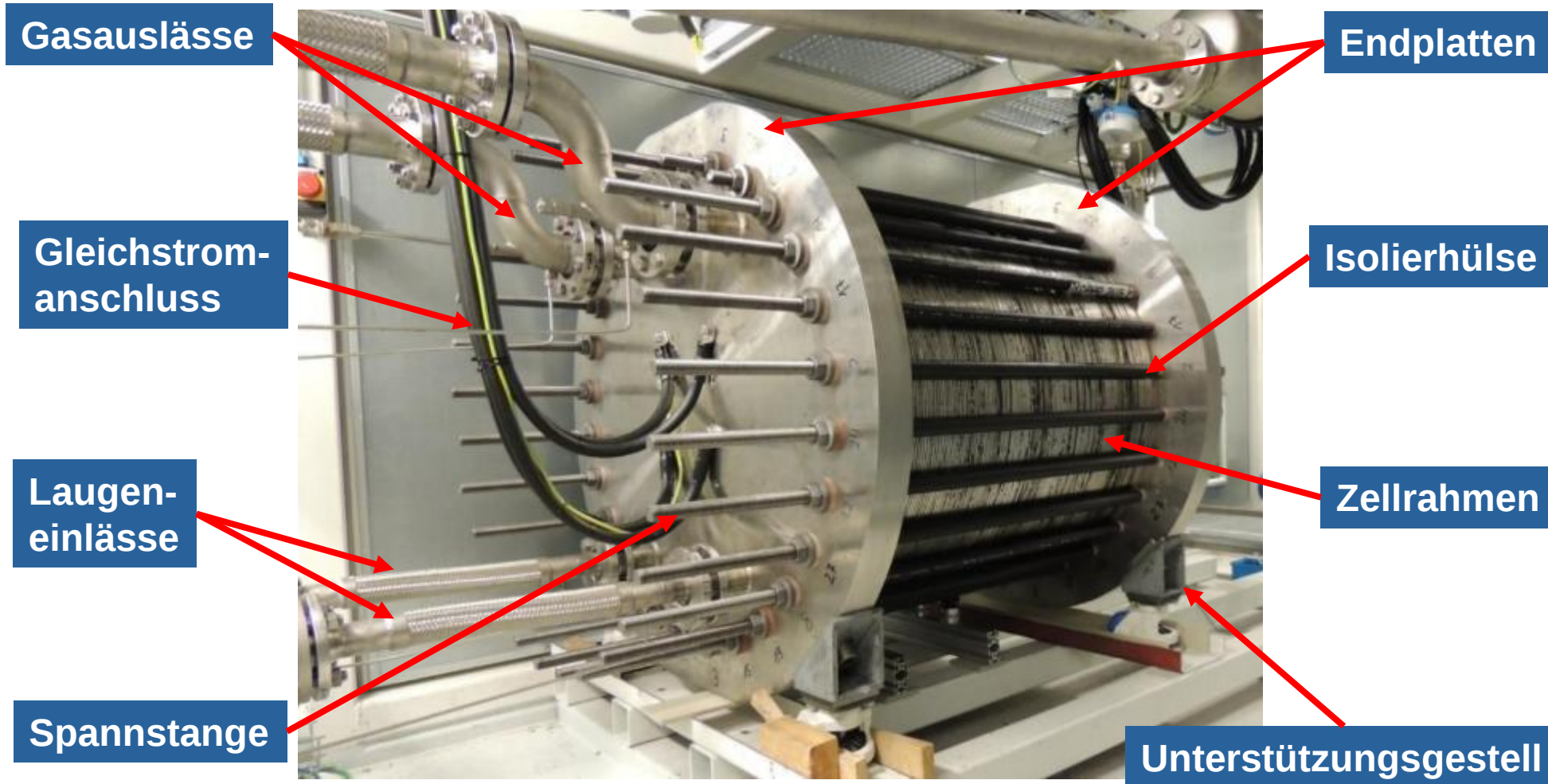


- Blockmasse ca. 3,5 t (Bandbreite: 0,5 – 15 t)
- Blocklänge ca. 2,5 m (Bandbreite: 0,6 – 7,5 m)
- Durchmesser ca. 1,2 m (Bandbreite: 0,6 – 2 m)



Prototyp eines alkalischen Druckelektrolyseblocks

P2G-Elektrolyseblockdesign des ZSW (hier: 0,3 MW_{el})

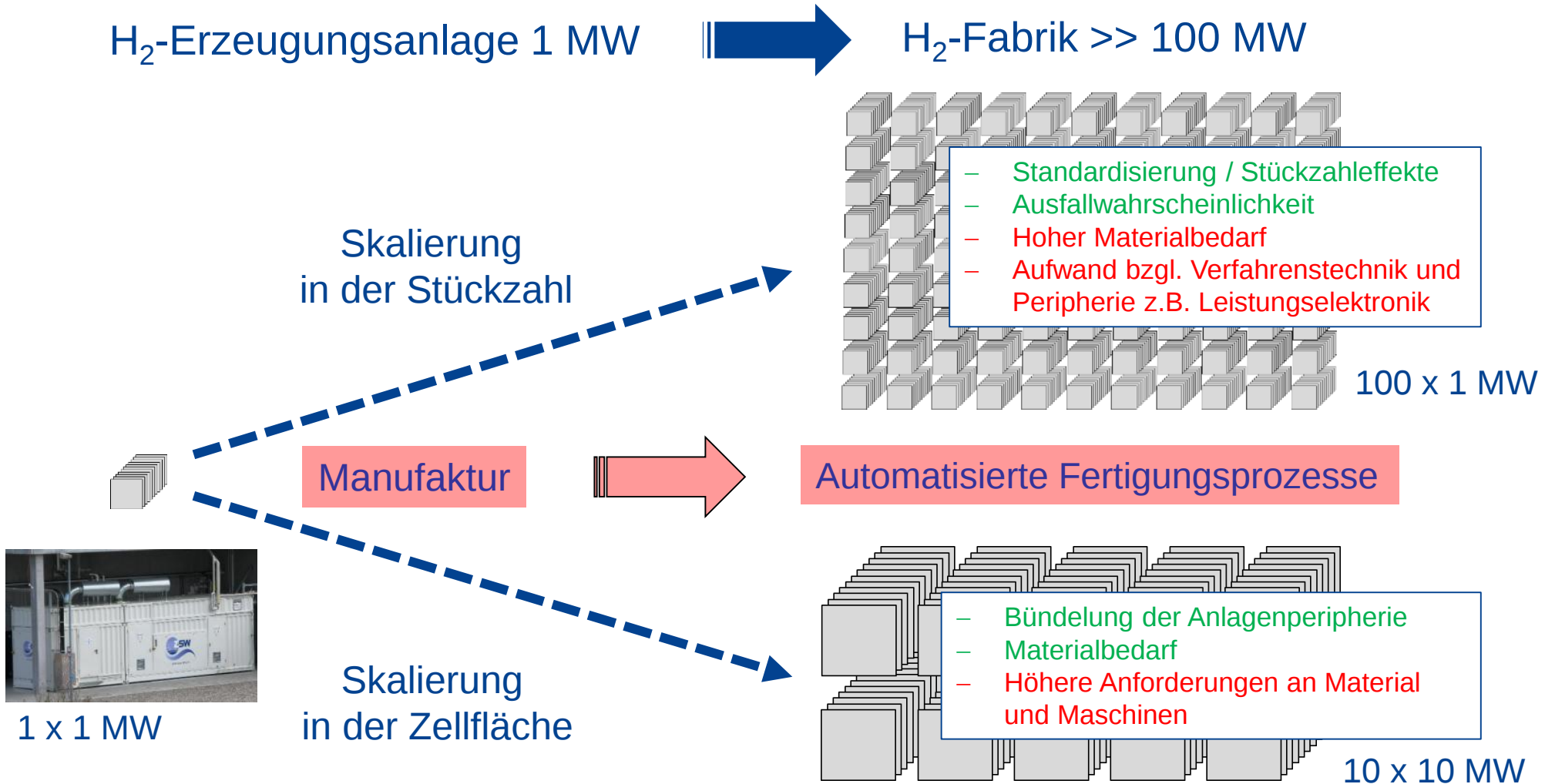




MADE IN BW: INDUSTRIALISIERUNG DER ELEKTROLYSE-FERTIGUNG

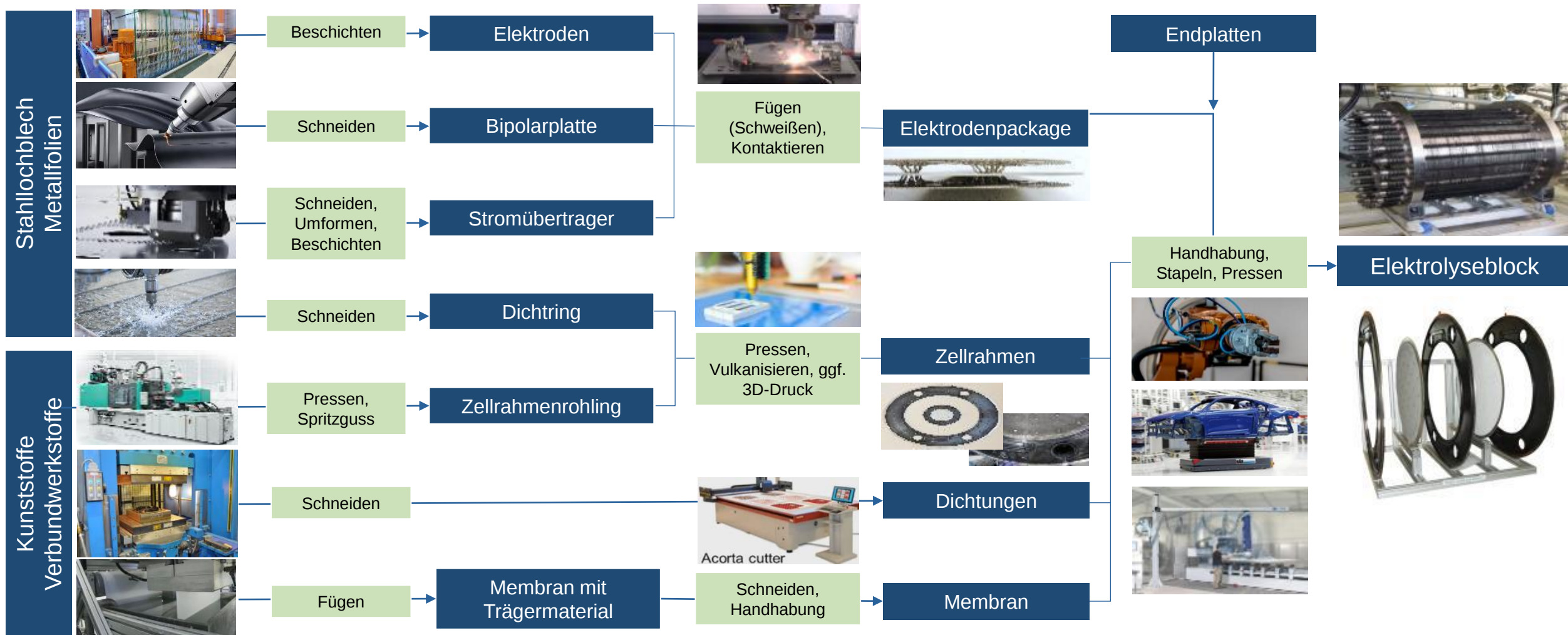
Der Weg zur Wasserstoff-Fabrik („Gigafactory“)

Skalierung der Elektrolyse-Technologie



Automatisierungspotenzial entlang der gesamten Prozesskette

Skalierung in der Stückzahl: Einsatz neuer Materialien und Fertigungsverfahren



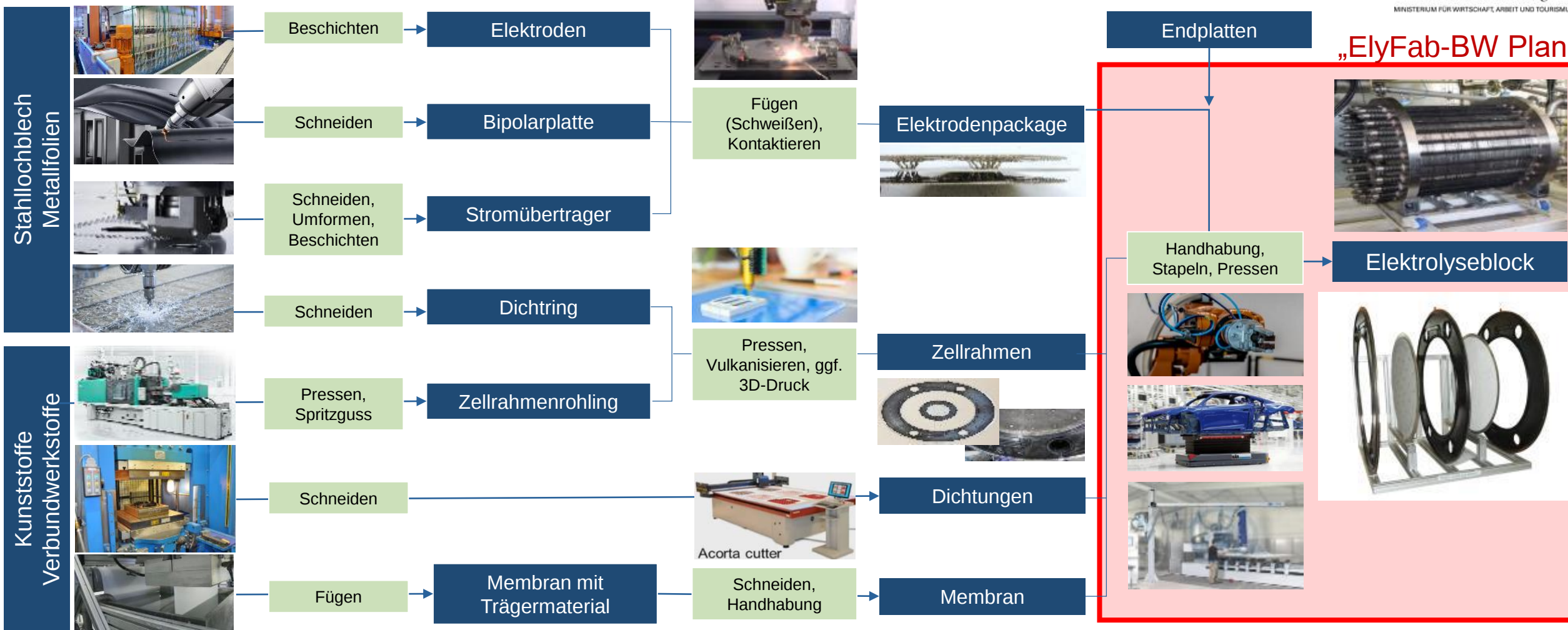
Automatisierungspotenzial entlang der gesamten Prozesskette

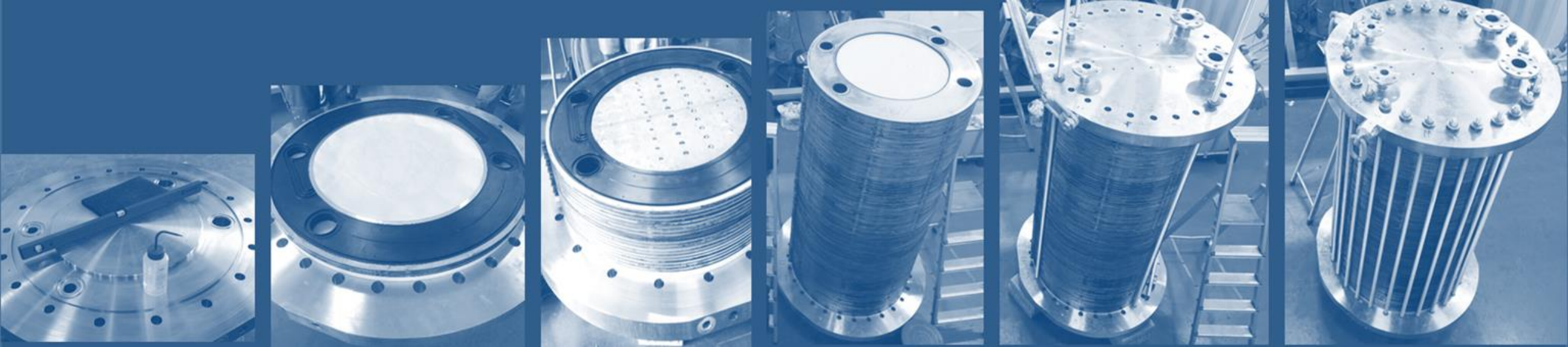
Status Quo: Blockaufbau in Manufakturbauweise



Baden-Württemberg
MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND TOURISMUS

„ElyFab-BW Plan“

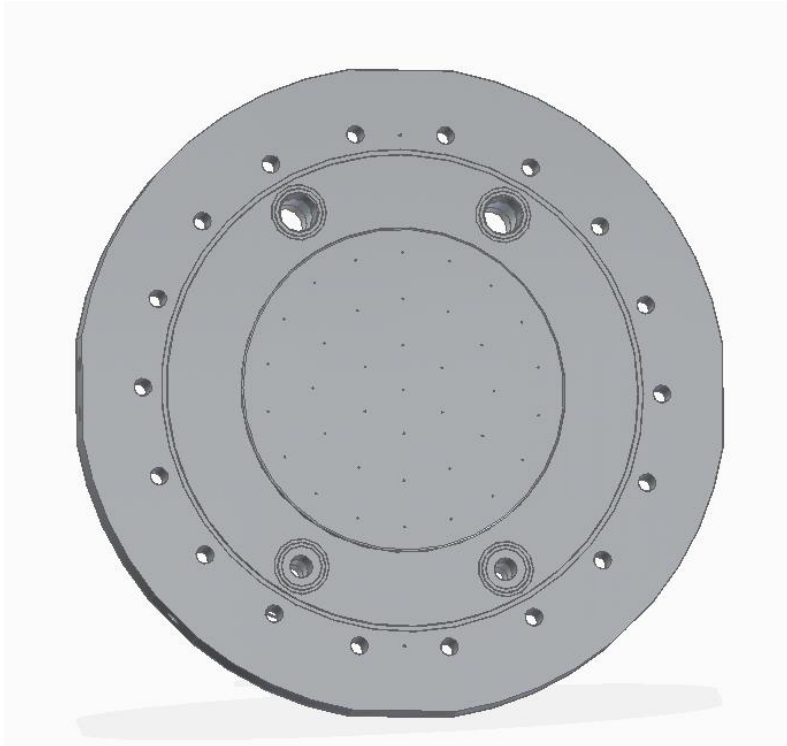
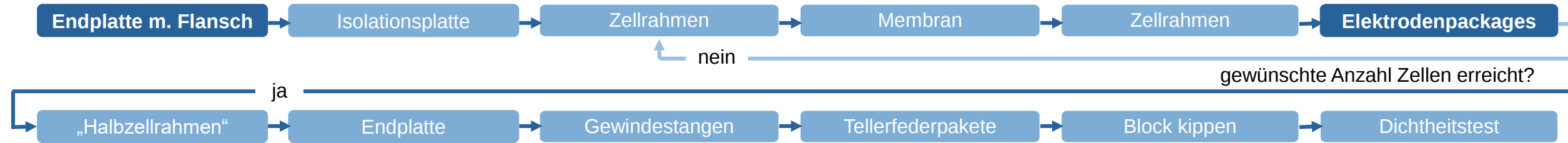




MONTAGE-ABLAUF FÜR ELEKTROLYSEURE

Status Quo: manuelle Blockmontage am ZSW

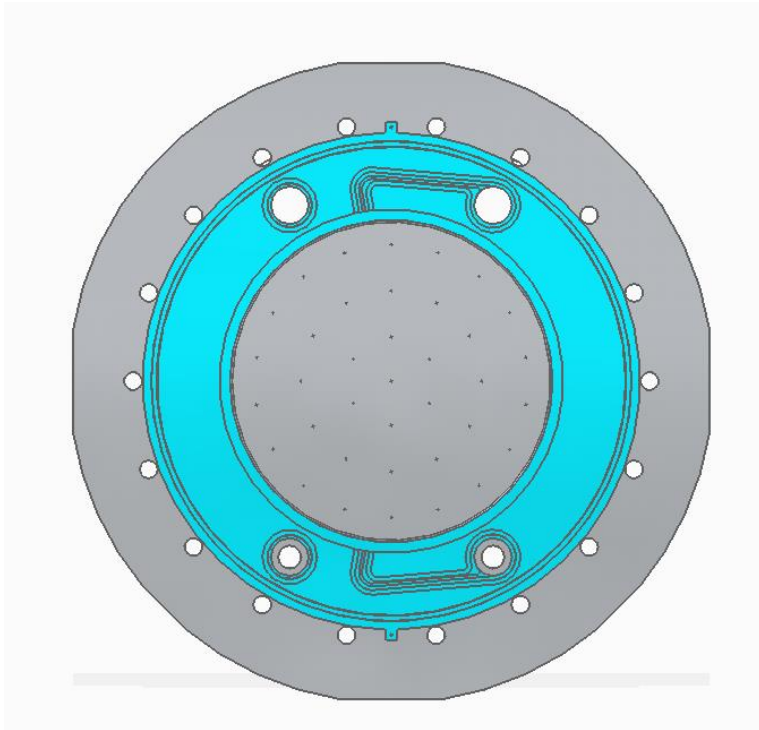
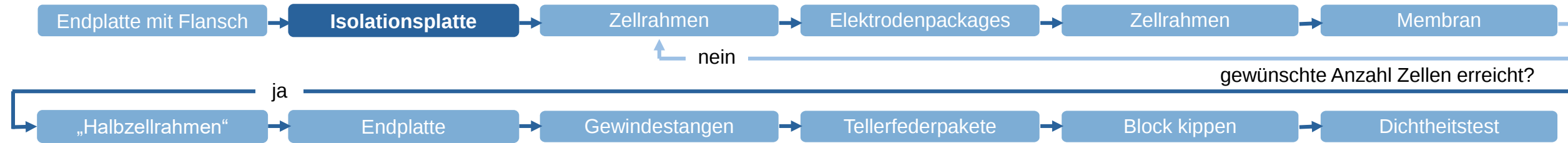
Prozessschritte



- Elektrode (Kathode) festschrauben
- Dichtungen einlegen
- ggf. Nivellieren für ein senkrechtes Stapeln

Status Quo: manuelle Blockmontage am ZSW

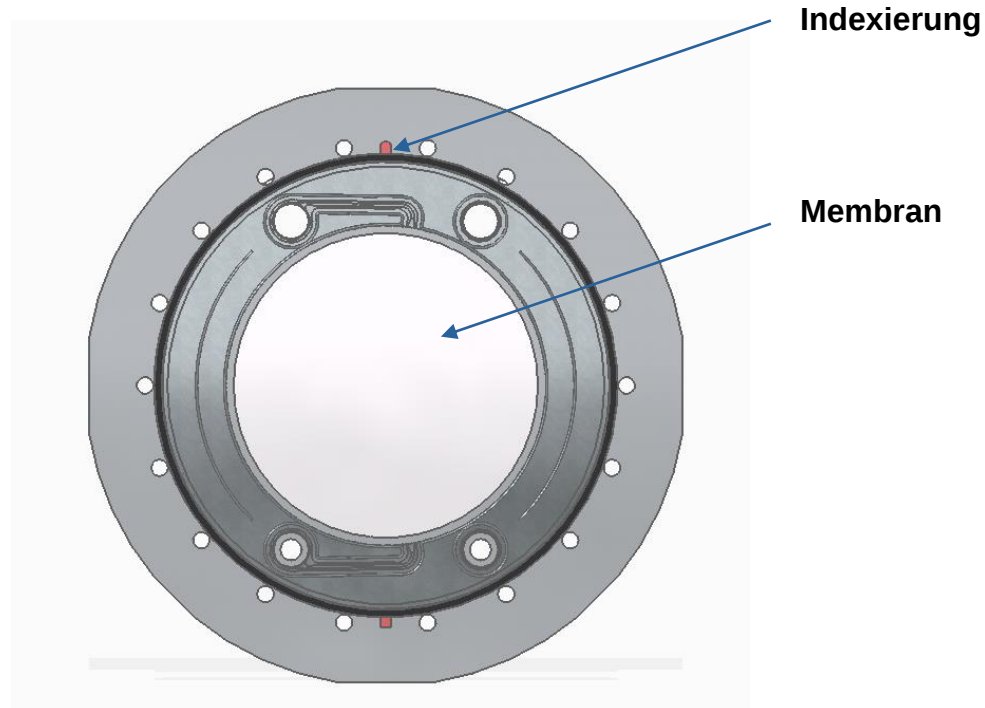
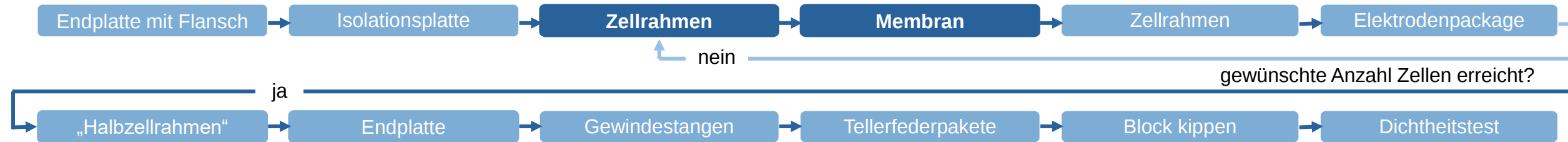
Prozessschritte



- Isolationsplatte positionieren und auflegen

Status Quo: manuelle Blockmontage am ZSW

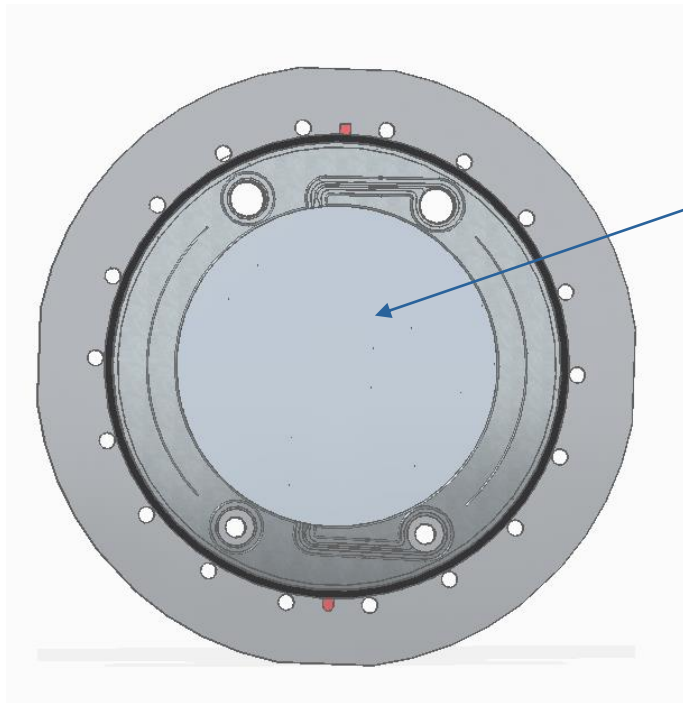
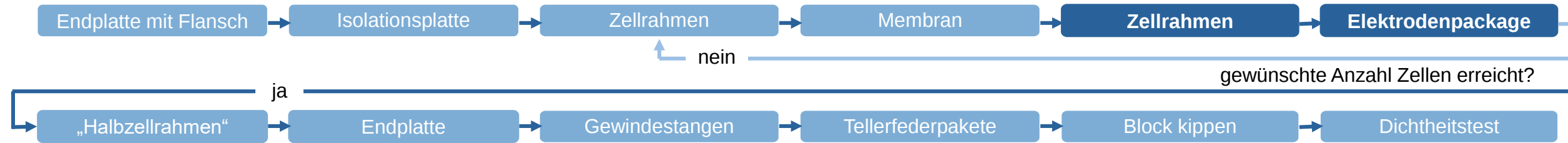
Prozessschritte



- Zellrahmen positionieren und auflegen
- Membran positionieren und einlegen
- Membran ggf. fixieren
- Membran feucht halten

Status Quo: manuelle Blockmontage am ZSW

Prozessschritte

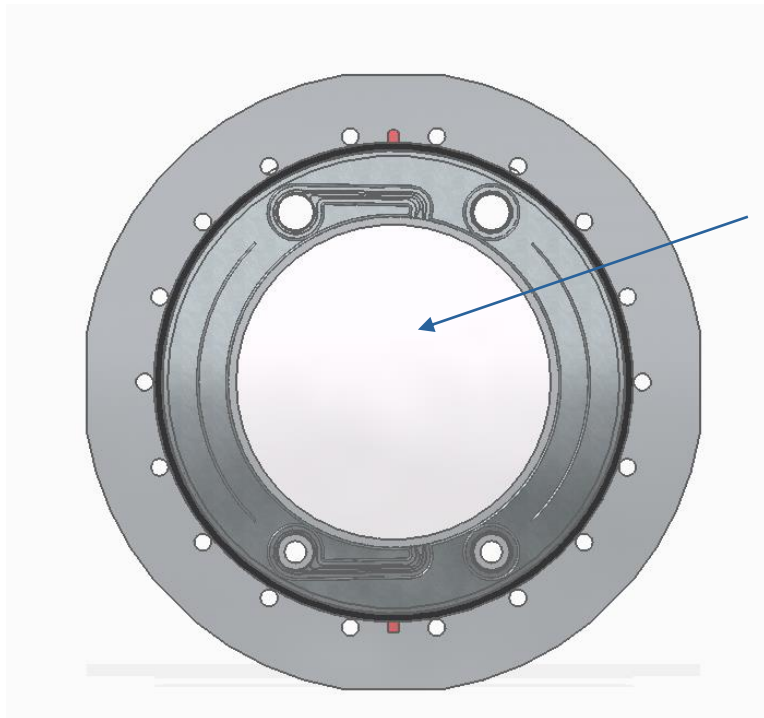
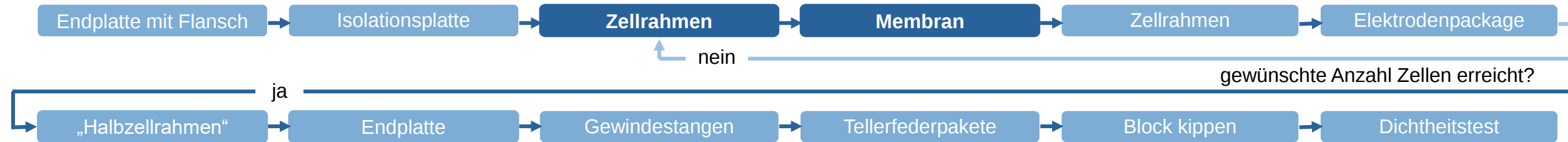


Elektrodenpackage

- Zellrahmen positionieren und auflegen
- Kathoden- und Anodenseite ist zu berücksichtigen
- ggf. Elektrodenpackage wenden
- Elektrodenpackage positionieren und einlegen

Status Quo: manuelle Blockmontage am ZSW

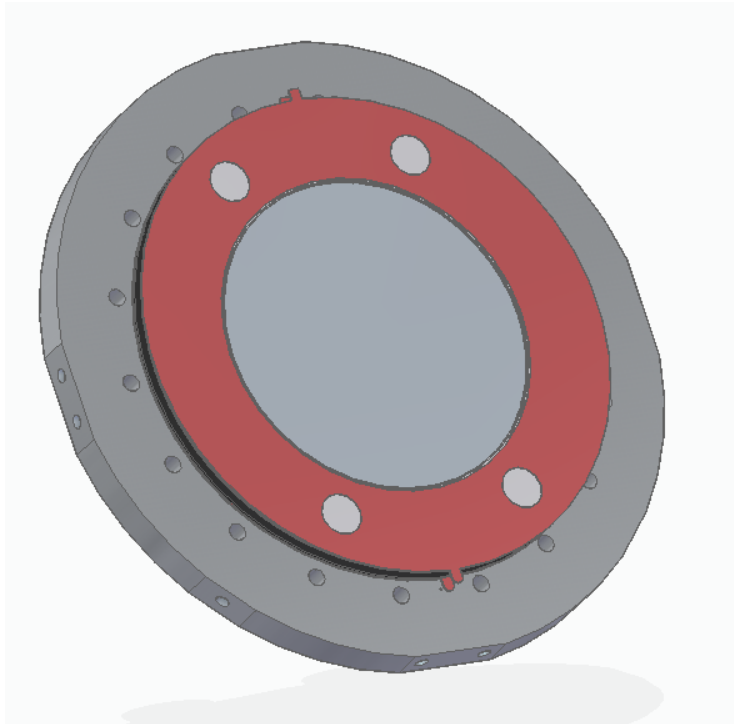
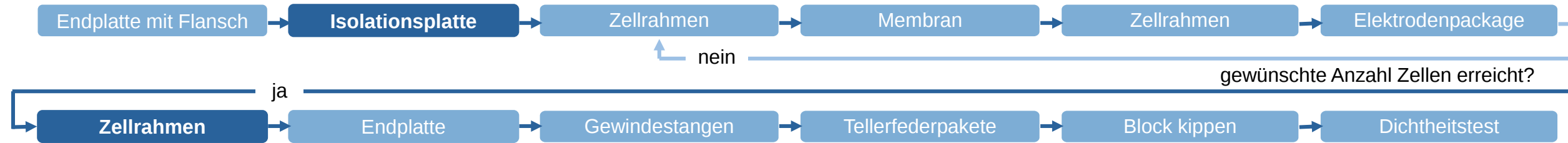
Prozessschritte



- Stapeln fortsetzen, bis Zellenanzahl erreicht
- Membran positionieren und einlegen
- Membran ggf. fixieren
- Membran feucht halten

Status Quo: manuelle Blockmontage am ZSW

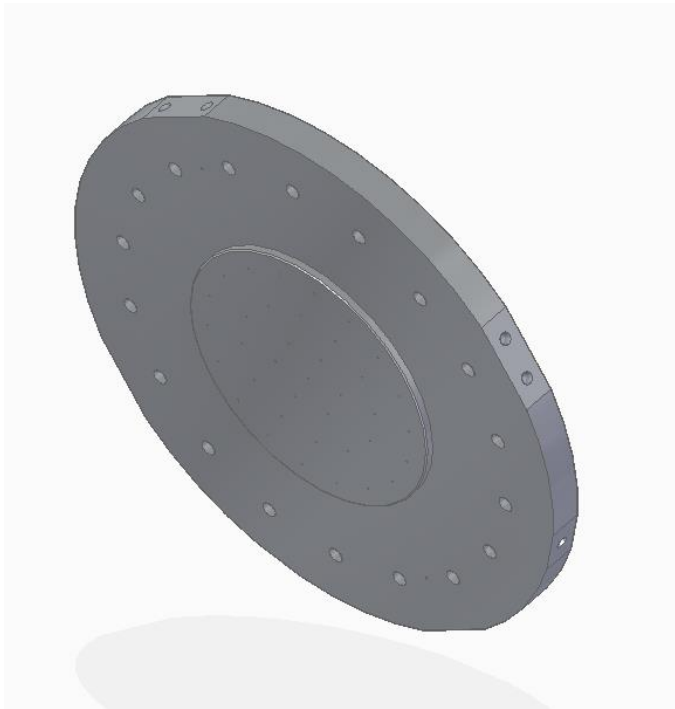
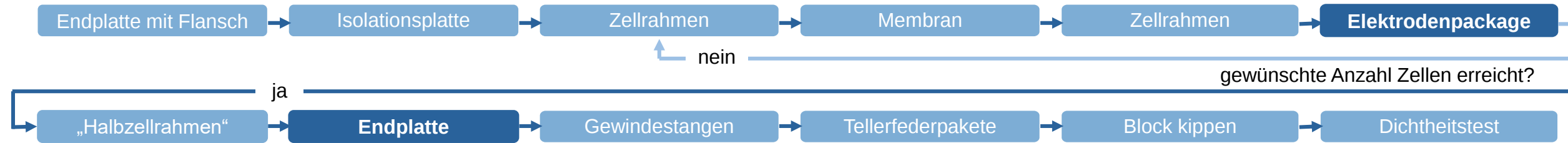
Prozessschritte



- „Halbzellrahmen“ positionieren und auflegen
- Isolationsplatte schließt den Stapel ab

Status Quo: manuelle Blockmontage am ZSW

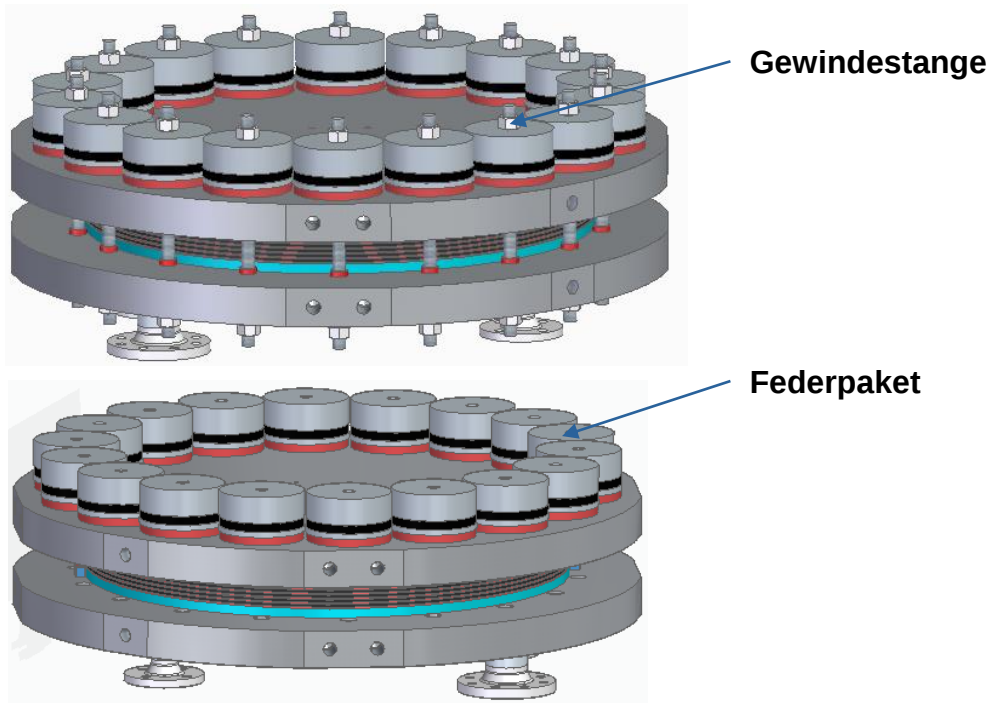
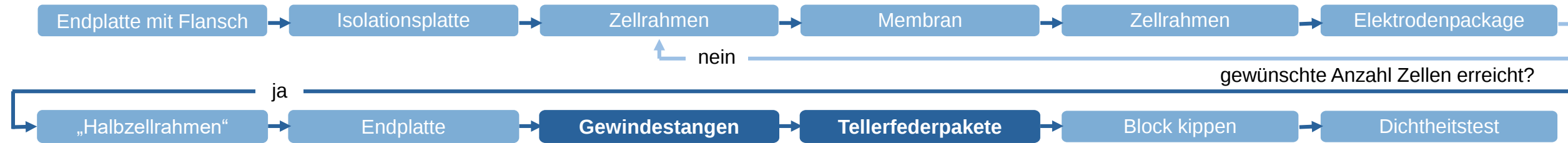
Prozessschritte



- Elektrode (Anode) festschrauben
- Dichtungen einlegen
- Endplatte wenden
- Endplatte positionieren und auflegen

Status Quo: manuelle Blockmontage am ZSW

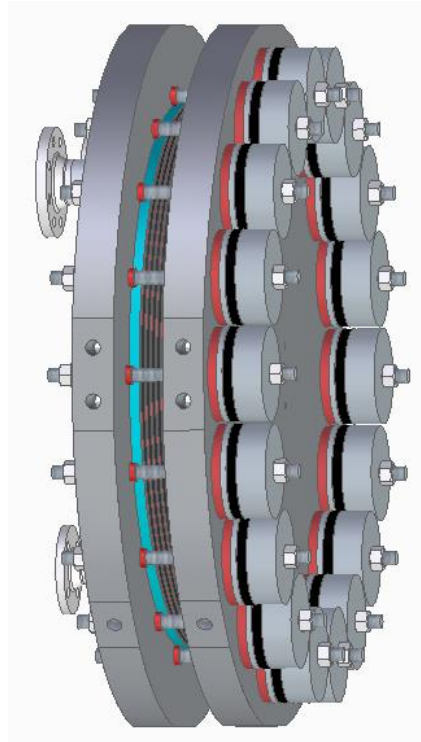
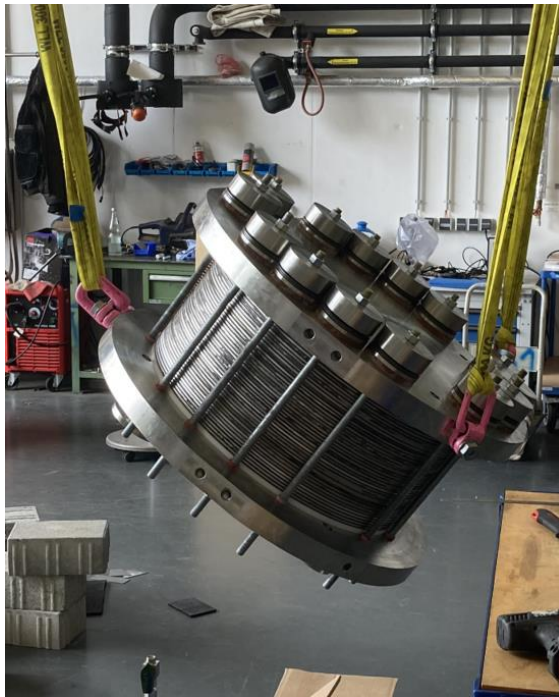
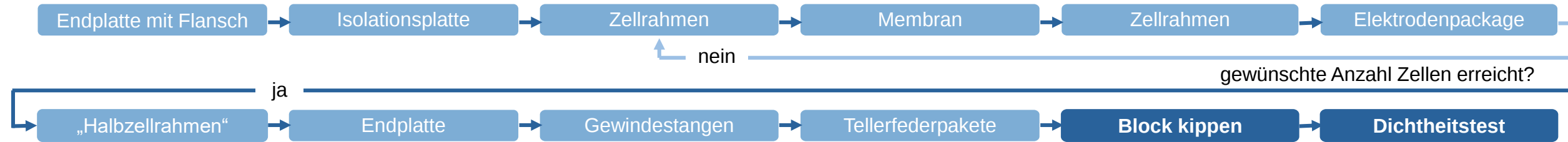
Prozessschritte



- Gewindestangen durchführen
- Gewindestangen und Federpakete fetten
- Federpakete aufsetzen
- Endplatten zueinander mittels Muttern verspannen
- Block auf Drehmoment anziehen

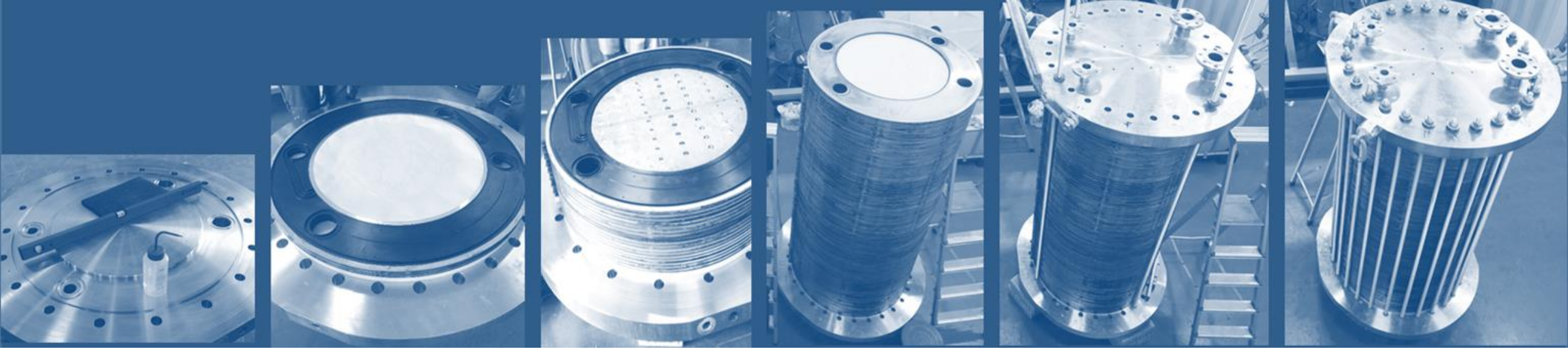
Status Quo: manuelle Blockmontage am ZSW

Prozessschritte



- Block um 90° kippen
- Pumpe anschließen
- Dichtheits- und Drucktest mit Wasser, bis bspw. 20 bar und 12 h



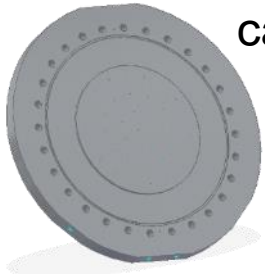


ANFORDERUNGEN AN DIE MONTAGE VON ELEKTROLYSEUREN

Die Anforderungen an die automatisierte Montage sind vielseitig

Komponenten eines alkalischen Druckelektrolyseblocks

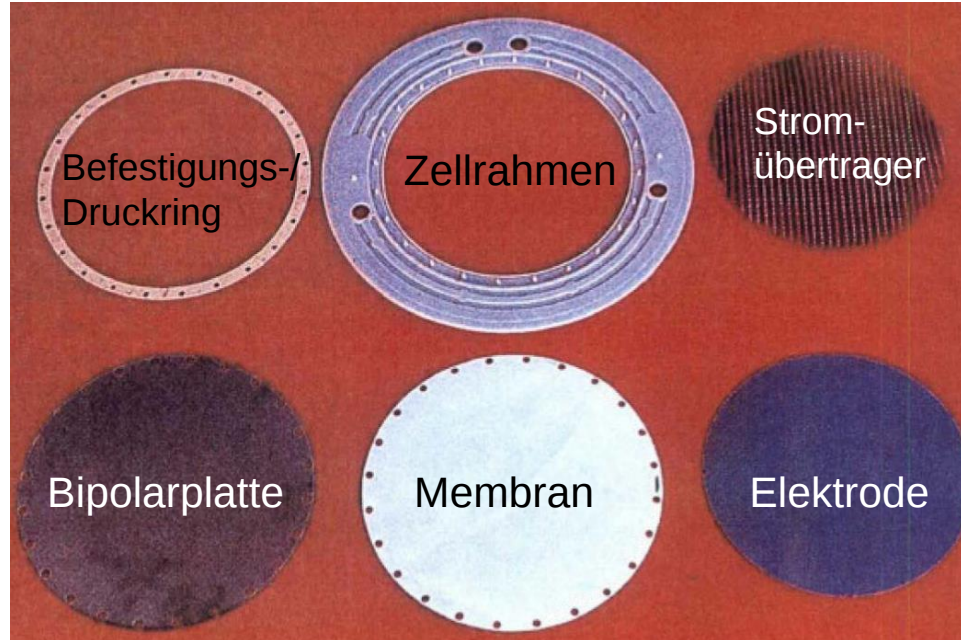
Endplatte: **hohe Masse**,
ca. 600 kg, ...



Gewindestangen:
große Länge, ca. 2,5 m
teilw. bis 7,5 m, bei Montage **zu fetten**, ...

Herausforderungen:

- präziser Umgang mit schweren, sperrigen, teils biegeschlaffen Bauteilen
- Standardisierung, Qualitätssicherung, Zertifizierung, Automatisierung



Quelle: Rafael di Berruezo, Universidad di Gerona Italien

Membran: rissempfindlich,
biegeschlaff, feucht und
dunkel zu lagern, ...



Dichtungen: **empfindliche**
Oberflächen, ...



Die Gigafabrik erfordert eine Blockmontage in unter 45 min.

Arbeitshypothese: Fertigungskapazität bis 2,5 GW p. a.

Zielstellung 10 – 20 Blöcke pro Tag

Entspricht einer Fertigungskapazität von 5 – 10 MW pro Tag bzw. **bis zu ca. 2,5 GW p. a.**

(Annahmen: 1 Block á 120 Zellen = ca. 500 kW_{el}, 250 Arbeitstage p. a.)

Taktzeiten in [min]	1-Schicht-	2-Schicht-	3-Schicht-Betrieb
– Nettoarbeitszeit pro Tag	432	756	1134
➤ 10 Blöcke pro Tag	43,2	75,6	113,4
➤ 20 Blöcke pro Tag	21,6	37,8	56,7

➤ Anforderung: 1 Elektrolyseblock in max. 45 min bzw. jede Zellrahmenkomponente in < 4,32 s (bei ca. 5 Komponenten pro Zelle [Membran, Elektroden, Dichtungen, ...] und 120 Zellen)

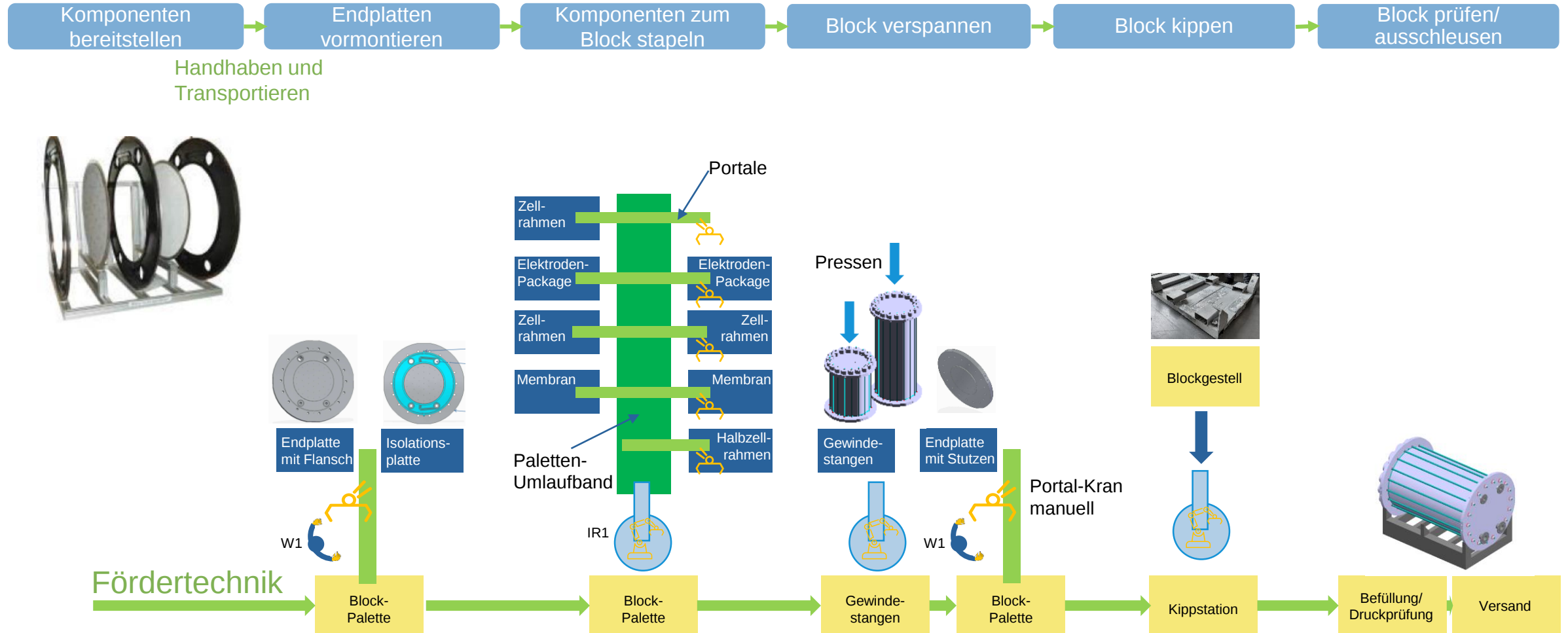


ELEKTROLYSEBLOCK-FERTIGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

– GROBKONZEPT

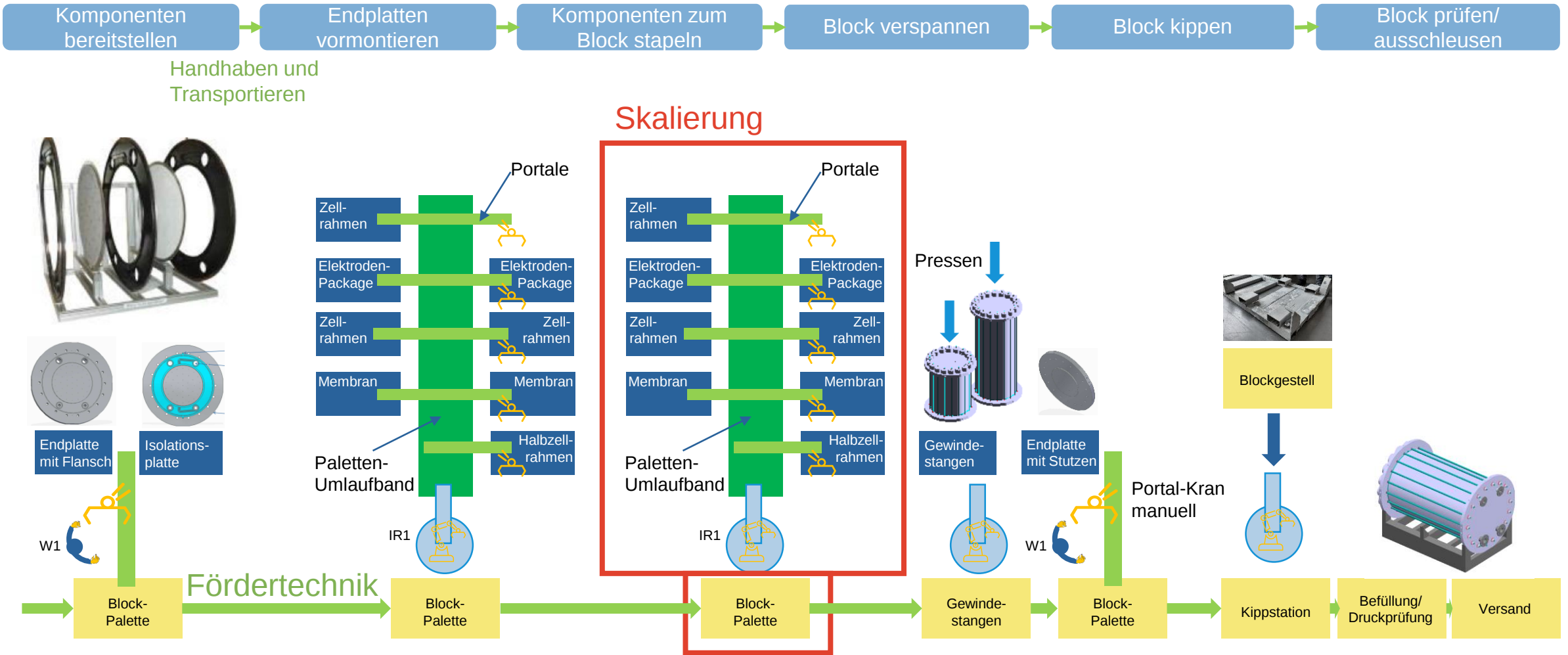
Erstellung eines Grobkonzepts anhand der Prozesskette

Blocklayout



Die Ausbringungsmenge ist durch zusätzliche Stationen skalierbar

Blocklayout



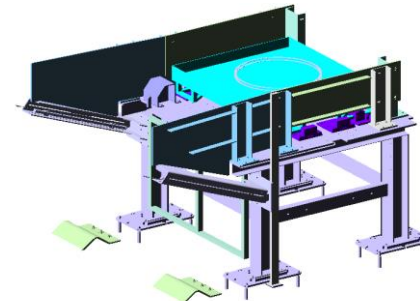
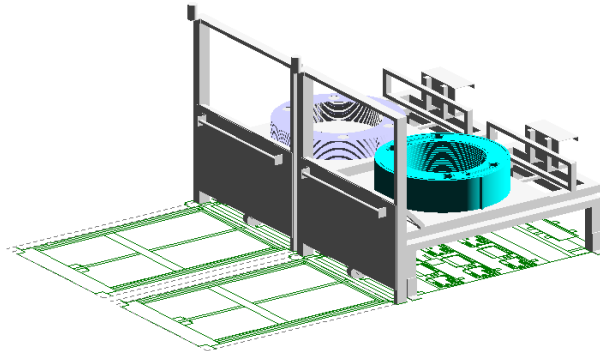
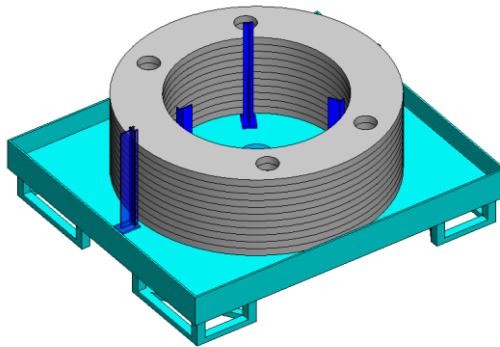
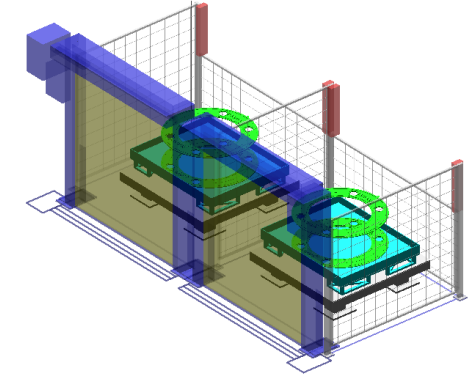
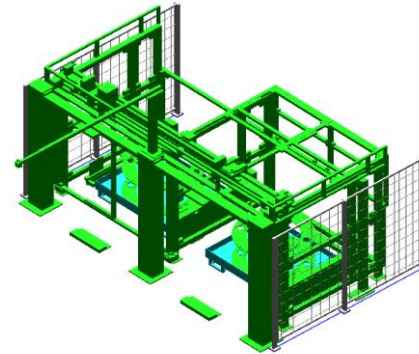
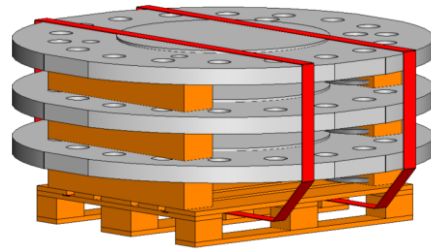
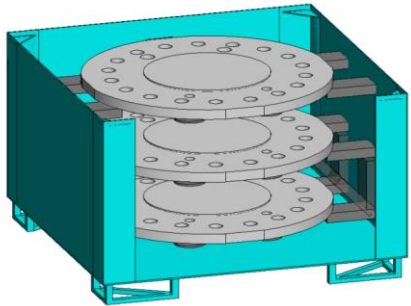
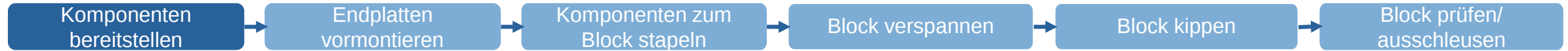


ELEKTROLYSEBLOCK-FERTIGUNG IN BADEN-WÜRTTEMBERG

– FEINKONZEPT

Jede Zellkomponente wird voraussichtlich separat bevorratet werden

Lagertechnik und Bauteilbereitstellung



➤ Auswahl geeigneter Ladungsträger und geeigneter Beladestationen / Behälterbahnhöfe.

Herausforderungen

- **Stapelbarkeit, Vereinzelung, ...**
ggf. Vorkonfektionierung der Komponenten
- **Spezielle Lagerbedingungen**
- Abgrenzung des Arbeits- und Automatikbereichs

Es steht eine Vielzahl an Fördertechniken zur Auswahl

Fördertechnik

Komponenten
bereitstellen

Endplatten
vormontieren

Komponenten zum
Block stapeln

Block verspannen

Block kippen

Block prüfen/
ausschleusen

Handhaben und
Transportieren



Manuelles Flurförderfahrzeug: Hanselifter



Kettenförderer: Hub Tec



Krananlagen: KS Kran-Technik



Fahrerlose Transportfahrzeuge: BÄR Automation

Herausforderungen

- Große Bandbreite an Massen zu bewegen (**200 g bis > 3,5 t**)
- Sperrige Abmessung (Ø bis 2 m, Höhen-spektrum von **Flachgut bis h > 2,5 m**)
- **Hoher Durchsatz bei geringer Beschleunigung**

➤ Auswahl geeigneter Lastaufnahmemittel und Transportmechanismen.

Unterschiedliche Greifer für die verschiedenen Teile und Aufgaben.

Handhabungs- und Greifertechnik

Komponenten
bereitstellen

Endplatten
vormontieren

Komponenten zum
Block stapeln

Block verspannen

Block kippen

Block prüfen/
ausschleusen

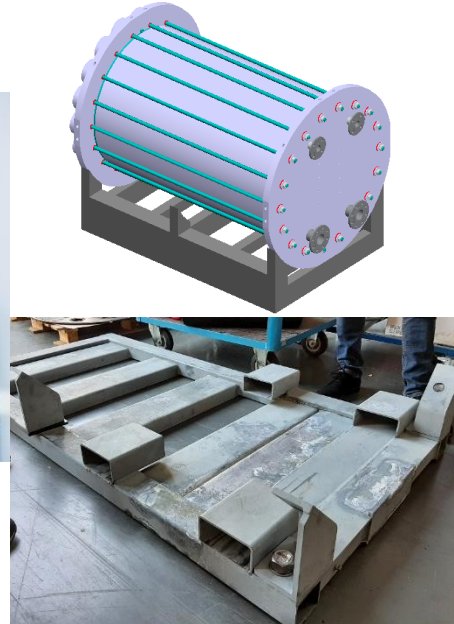


Abb. zeigt Greifer mit Lastgut

Tiger-Lastaufnahmemittel: Kurschildgen GmbH



Vakuumgreifer: J. Schmalz GmbH



Blockgestell für Containerintegration



Kipptisch: BÜTER Hebetchnik GmbH

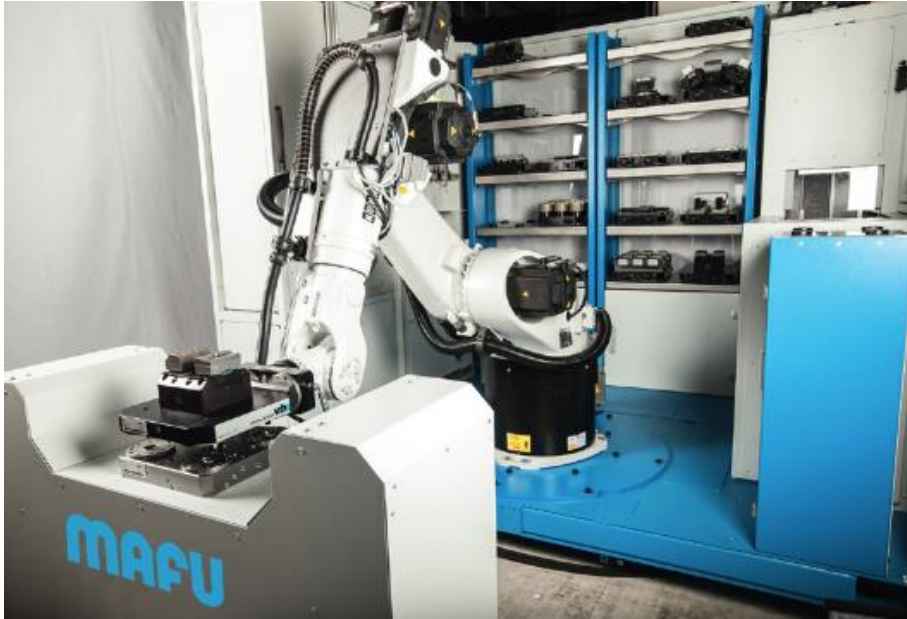
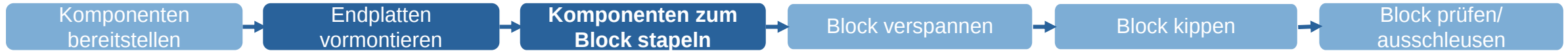
Herausforderungen

- Große Bandbreite an Massen zu bewegen (**200 g bis > 3,5 t**)
- Sperrige Abmessung (Ø bis 2 m, Höhen-spektrum von **Flachgut bis h > 2,5 m**)
- Lageerkennung und Positioniergenauigkeit 1 mm, 0,5°

➤ Auswahl geeigneter Lastaufnahmemittel und Manipulatoren.

Robotik insbesondere bei der Zellmontage zielführend!

Automatisierungstechnik



Roboterzelle: MAFU GmbH Automation



Schaltschrank: Wied GmbH & Co. KG

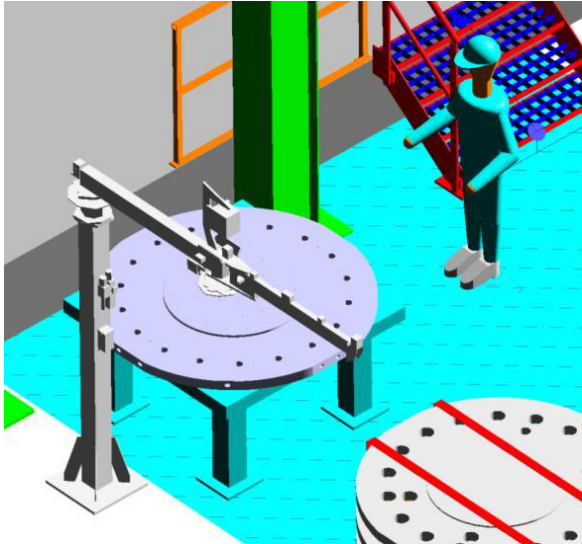
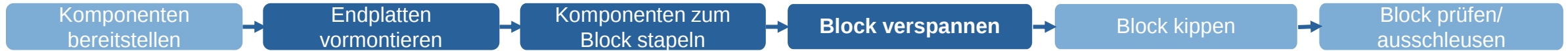
Herausforderungen

- Große Bandbreite an Massen zu bewegen (**200 g bis > 3,5 t**)
- Unterschiedliche Taktraten / Wirtschaftlichkeit
- Lageerkennung und Positioniergenauigkeit 1 mm, 0,5°

➤ Auswahl geeigneter Automatisierungslösungen.

Wie lassen sich auch manuelle Tätigkeiten unterstützen?

Montagetechnik und Vorrichtungsbau



Handarbeitsplatz: Endplatten-Vormontage: EBZ



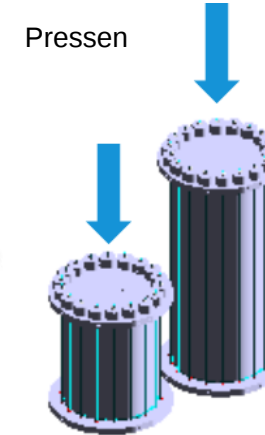
Schlagschrauber:
Festool GmbH



Automat. Schraubeinheit:
WEBER Schraubautomaten GmbH



Werkstattpresse: Welsch GmbH



Pressen

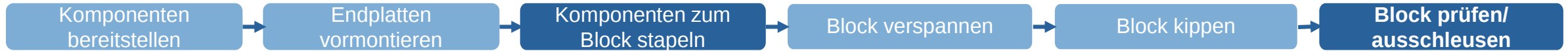
Herausforderungen

- Wirtschaftlichkeit / Automatisierbarkeit
- Bedienbarkeit
- Funktionsintegration

➤ Auswahl geeigneter Werkzeuge und Vorrichtungen für manuelle Montageschritte.

Dichtheits- und Druckprüfung zur Endabnahme von Druckblöcken

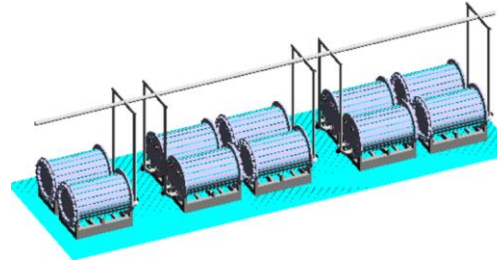
Mess- und Prüftechnik



Radar-Füllstandssensoren für Flüssigkeiten: SICK AG



Industriekameras / Bildverarbeitung: Baumer AG



Herausforderungen

- Standardisierung
- Qualitätssicherung für jeden Block
- Rückverfolgbarkeit von Fehlern
- Befüllung mit Wasser, Lauge, Gas?

➤ Auswahl von Sensoren für Automatisierungsaufgaben und zur Qualitätssicherung.

Systeme für Materialfluss und Roboter für eine sichere Produktivität

Sicherheitstechnik



Hubtor für Schutzzaunsysteme: F.EE GmbH



Tür im Schutzzaun / Funktionsgriffe: Rohde AG



Sicherheits-Laserscanner / Sicherheits-Lichtgitter: SICK AG



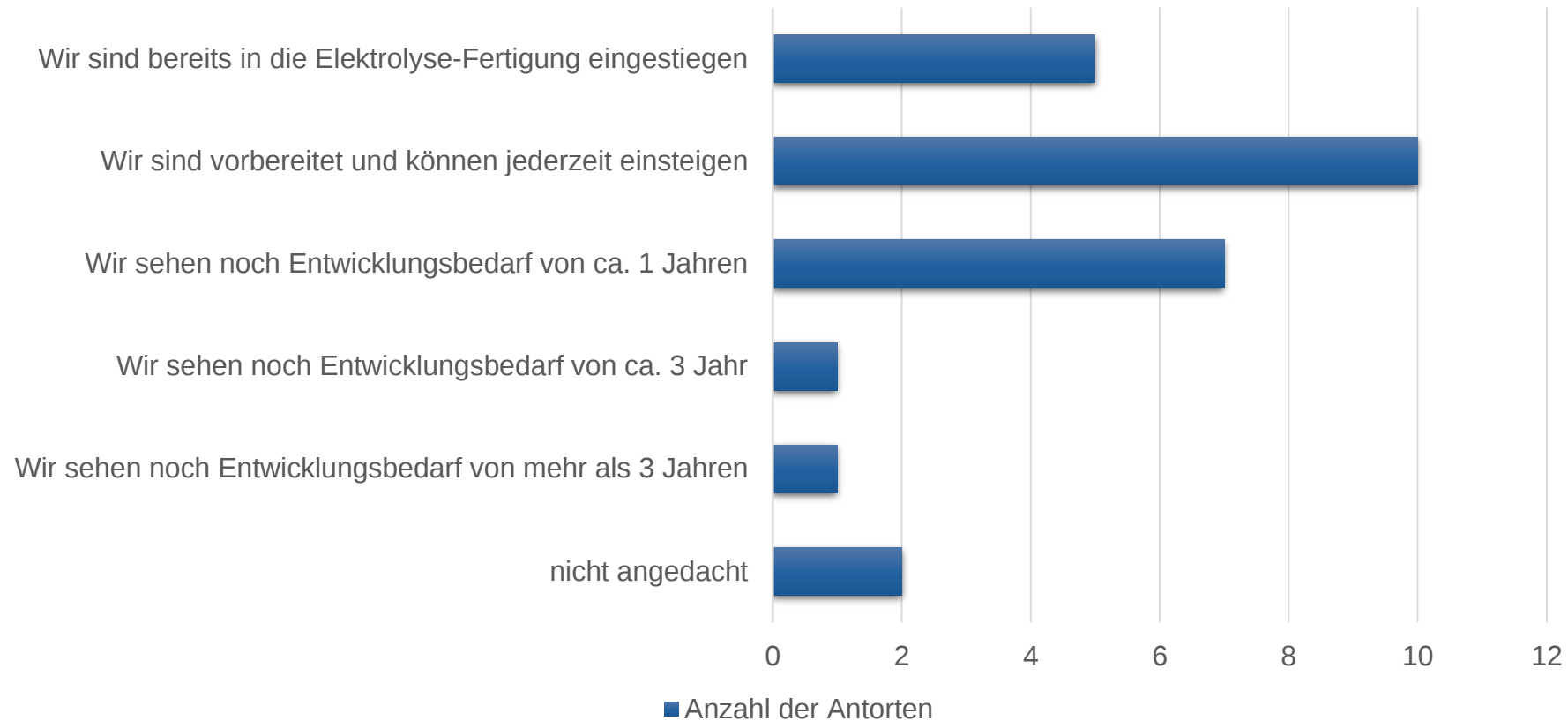
Herausforderungen

- Sicherheit
- Zugänglichkeit / Bedienbarkeit
- Wirtschaftlichkeit

➤ Zugangsabsicherung und Ein- und Ausschleusen von Vorrichtungen, Transportgestellen etc. zur Abgrenzung zum Automatikbereich.

Vierte Umfrage

Wann könnten Sie in den Elektrolysemarkt einsteigen?

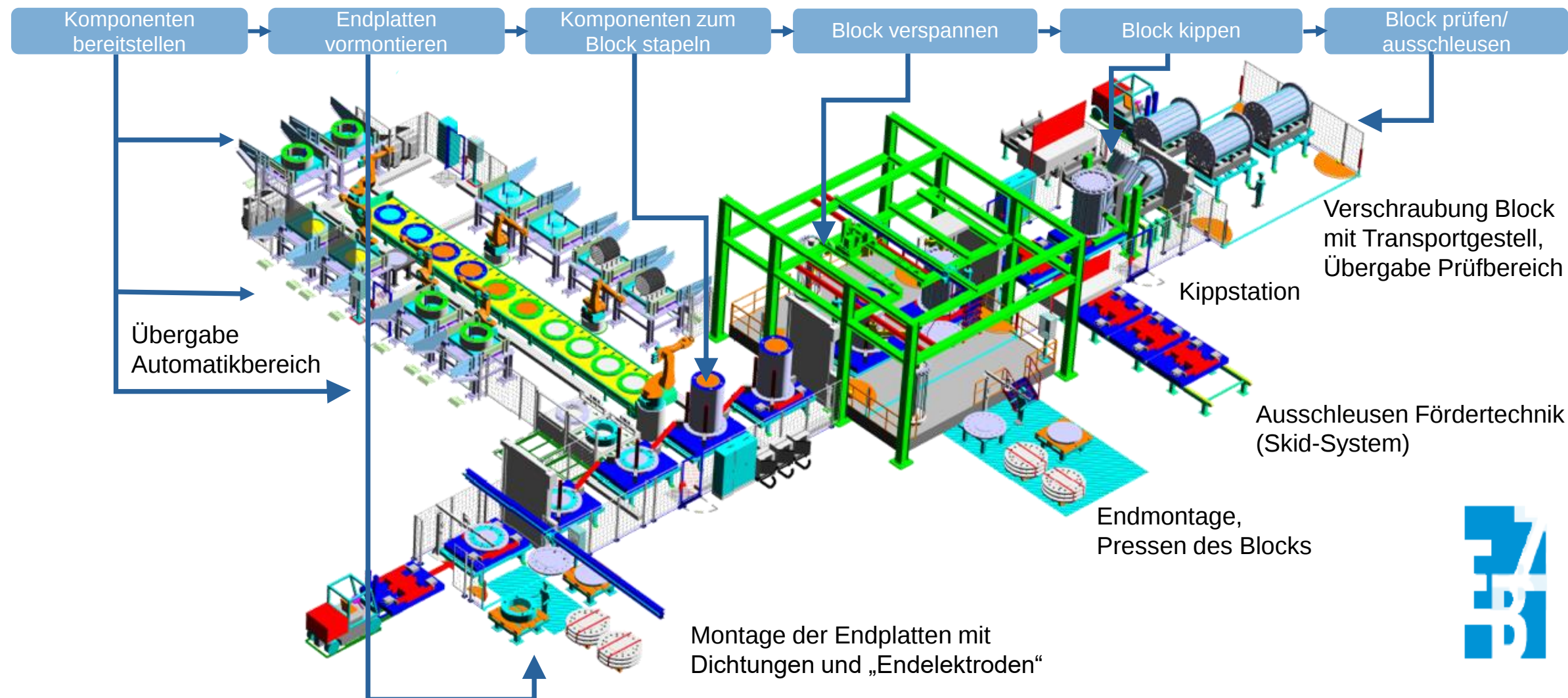




EXEMPLARISCHES FABRIK-LAYOUT

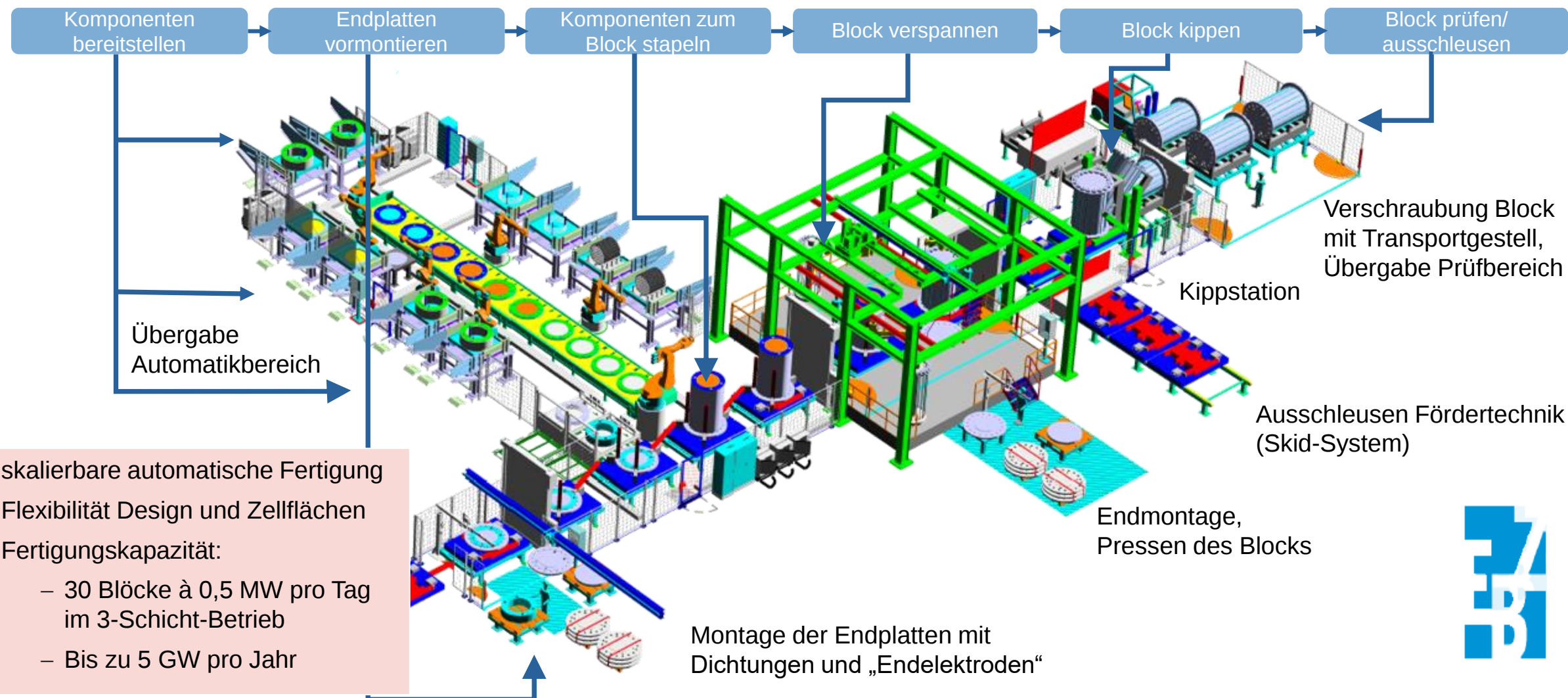
Konzept zur Serienfertigung von Elektrolyseblöcken

„ElyFab-BW Plan“: Layout einer Elektrolyseblockfertigung in Baden-Württemberg (Entwurf)



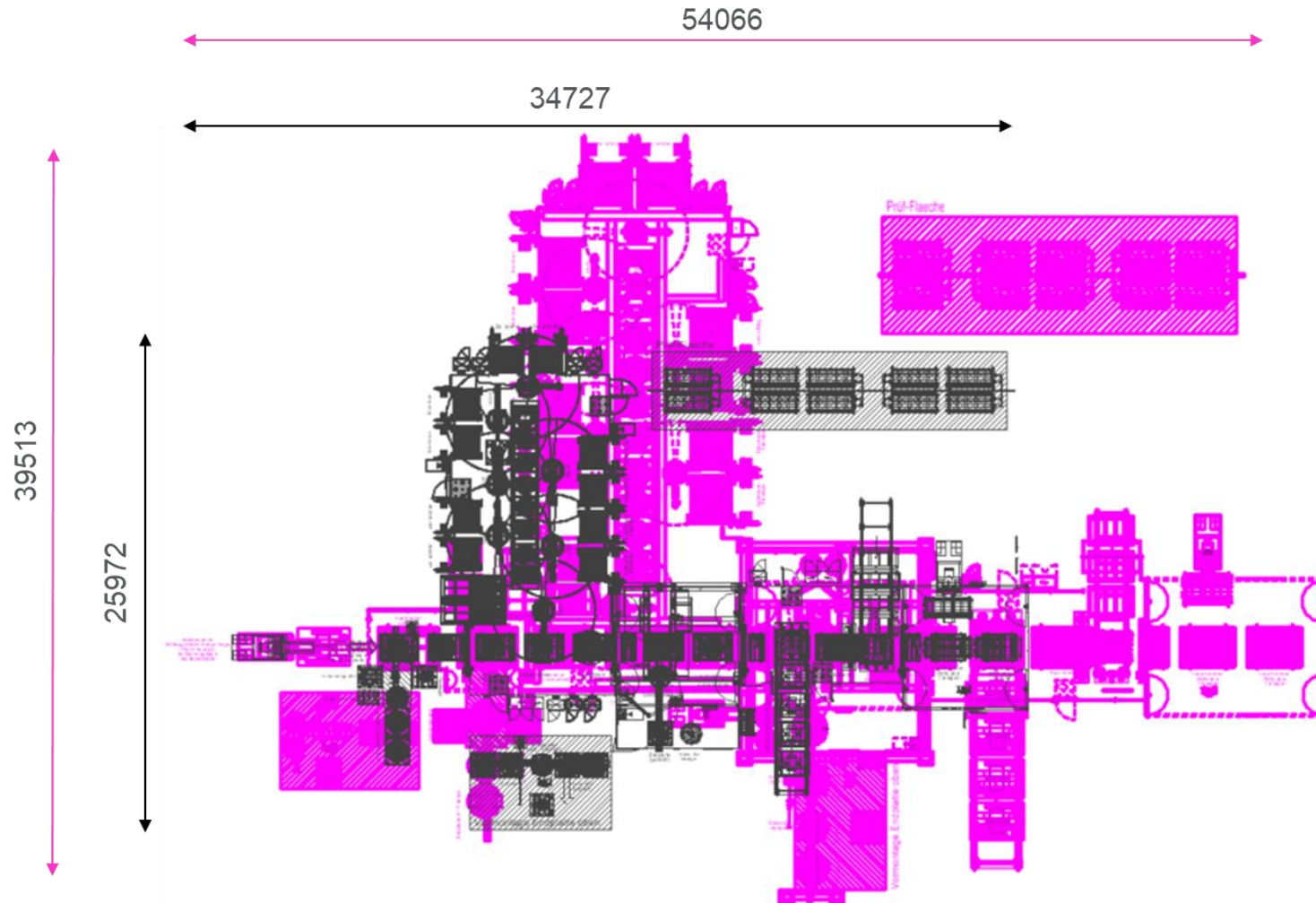
Konzept zur Serienfertigung von Elektrolyseblöcken

„ElyFab-BW Plan“: Layout einer Elektrolyseblockfertigung in Baden-Württemberg (Entwurf)



Skalierung der fertigbaren Blockgröße

Sensitivitätsanalyse Flächenbedarf

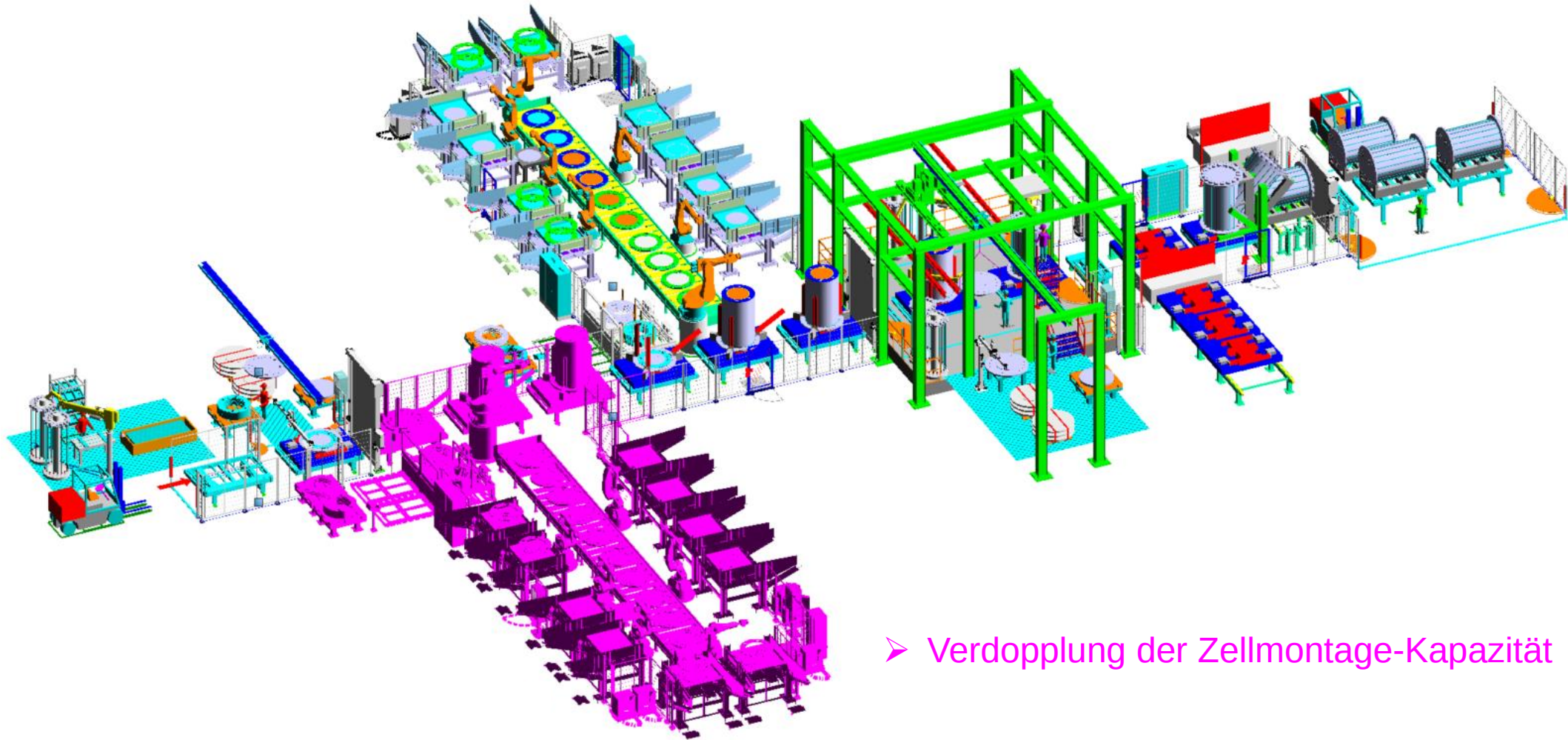


Legende:

- Anlage zur Produktion von Blöcken mit **ca. 3.000 cm²** aktive Zellfläche.
- Anlage zur Produktion von Blöcken mit **min. doppelter** aktiven Zellfläche.

Skalierung der Ausbringungsmenge

Sensitivitätsanalyse Taktzeiten



➤ Verdopplung der Zellmontage-Kapazität



ZUSAMMENFASSUNG

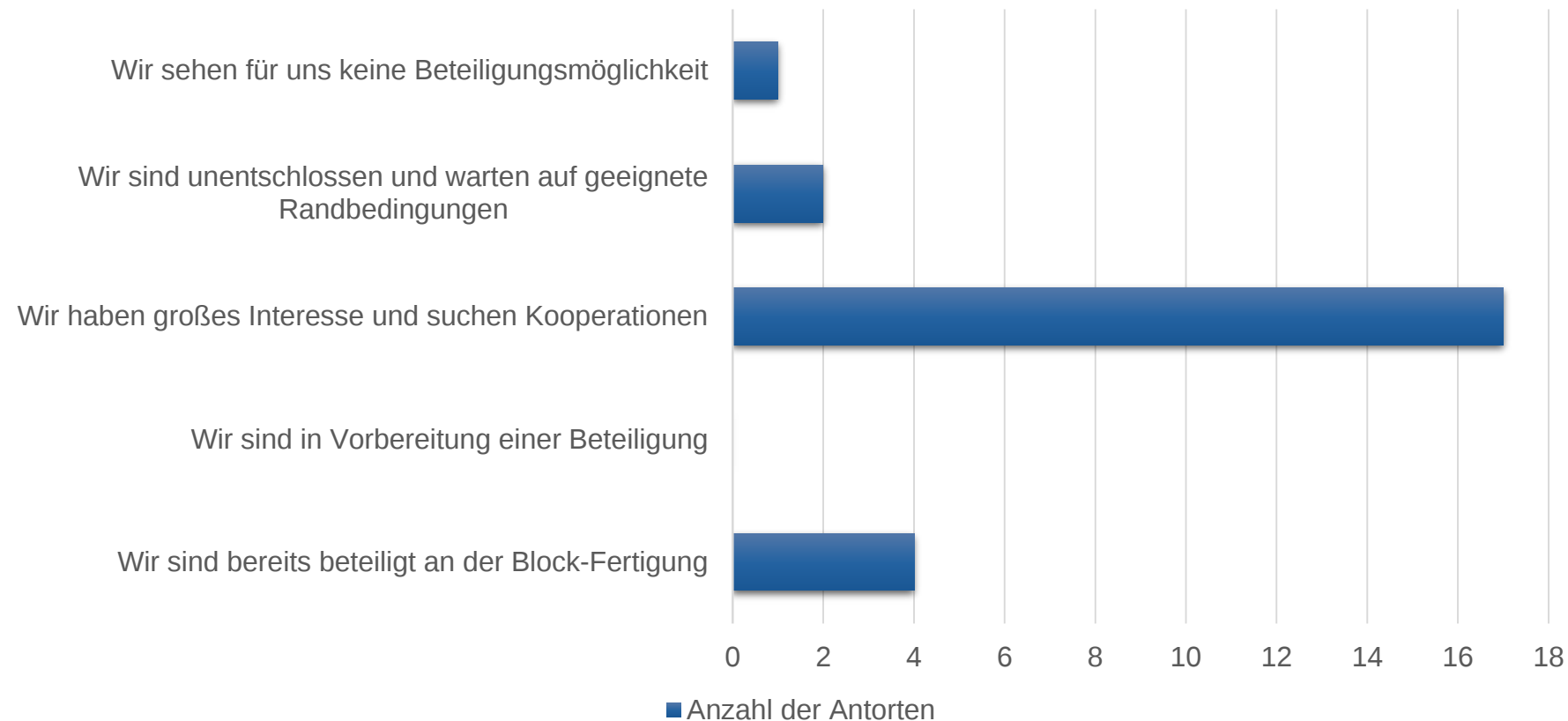
Die Elektrolyse bietet großes Potenzial für Klima und Wirtschaft!

Zusammenfassung

- Wasserstoff (H_2) ist der Schlüssel der Energiewende – in allen Energiesektoren nutzbar.
- Elektrolyse für Power-to-X-Anwendungen vielfach **erfolgreich in der Praxis demonstriert**.
- Gerade entsteht weltweit ein **Markt für Elektrolyseure** zur Produktion von grünem Wasserstoff.
- Wesentliche Herausforderung: **Technologieskalierung** und Übergang in die **Serienfertigung**.
- Baden-Württemberg ist mögliches **Exportland** für Elektrolysetechnologien mit **erheblichen Potenzialen** im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Zulieferindustrie.
- Ein mögliches Layout für die **automatisierte Fertigung** von Elektrolyseuren wird hier vorgestellt.
- **Sehen Sie Möglichkeiten, sich und Ihre Produkte zielführend einzubringen?**

Fünfte Umfrage

Wie groß ist Ihr Interesse an einer Beteiligung?



WIR FREUEN UNS AUF IHRE FRAGEN!

Dr. Ben Haugk, Tonja Marquard-Möllenstedt, Andreas Püttner
Fachgebiet Regenerative Energieträger und Verfahren (REG)
Stuttgart, April 2022

Kontakt

Dr. Ben Haugk
ben.haugk@zsw-bw.de
Tel. +49(0)711 7870-165
www.zsw-bw.de

