



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Reader zum Workshop
„Elektrolyse - Technologie mit Potenzial für Baden-Württemberg“
am 21.11.2019 in Stuttgart im Rahmen des
Strategiedialogs Automobilwirtschaft Baden-Württemberg
Themenfeld „Energie“

Redaktion: Frithjof Staiß, Maike Schmidt, Anna-Lena Fuchs, Simon Schwarz, Nico Jürß
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
Karsten Töpfer
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

Kontakt: **Maike Schmidt**
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)
E-Mail: Maike.Schmidt@zsw-bw.de
Tel.: 0711 78 70-232

Hintergrund

Baden-Württemberg hat sich mit dem Landesklimaschutzgesetz bereits im Jahr 2013 ambitionierte Klimaschutzziele gesetzt – bis zum Jahr 2050 sollen die Treibhausgasemissionen um 90 Prozent gegenüber 1990 gesenkt werden – und mit dem Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) eine systematische Zusammenstellung von Strategien und Maßnahmen zur Emissionsminderung in den verschiedenen Handlungsbereichen, wie Strom, Wärme, Verkehr, Landnutzung und Stoffströme vorgelegt. Sowohl das Klimaschutzgesetz als auch des IEKK befinden sich aktuell in der Fortschreibung, um sowohl den nationalen als auch den internationalen Entwicklungen gerecht zu werden und ambitionierte Zwischenziele für das Jahr 2030 sowie ein wirkungsvolles Maßnahmenpaket für das Erreichen dieser Ziele festzulegen.

Denn mit dem Klimaschutzabkommen von Paris im Jahr 2015 einigten sich die Unterzeichnerstaaten darauf, dass „der Anstieg der durchschnittlichen Erdtemperatur deutlich unter 2 Grad Celsius über

dem vorindustriellen Niveau gehalten wird und Anstrengungen unternommen werden, um den Temperaturanstieg auf 1,5 Grad Celsius über dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, da erkannt wurde, dass dies die Risiken und Auswirkungen der Klimaänderungen erheblich verringern würde“ (UNFCCC, 2015). Die Klimaschutzziele, die sich die Staaten bisher gesetzt haben, reichen jedoch bei weitem nicht aus, um die Erderwärmung auch nur auf unter 2 Grad Celsius zu begrenzen. Auf europäischer Ebene wird daher hochaktuell über einen „Green Deal“, diskutiert. Dieser soll die Klimaneutralität der EU-Staaten bis 2050 gewährleisten. Im Zuge dessen ist auch ein ambitionierteres Treibhausgasminderungsziel für die EU für das Jahr 2030, nämlich eine Minderung um 50 bis 55 Prozent statt 40 Prozent gegenüber 1990, in der Diskussion.

Auch ohne die diskutierte Verschärfung der Ziele auf europäischer Ebene, die zweifelsohne eine Erhöhung des Ambitionsniveaus der Ziele in den einzelnen Mitgliedstaaten – gerade auch in Deutschland – bedeuten würde, sind die im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung verankerten Sektorziele zur Treibhausgasminderung bis 2030 bereits anspruchsvoll. Dabei ist der Handlungsdruck besonders im Verkehr sehr hoch, nicht zuletzt deshalb, weil in diesem Sektor bislang kaum Minderungen realisiert werden konnten. Im Gegenteil: Im Jahr 2017 lagen die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors bundesweit fast drei Prozent über dem Wert von 1990. Auch wenn in 2018 ersten Schätzungen zufolge die Emissionen aus dem Verkehr um 2,9 Prozent gesunken sind und das Niveau von 1990 annähernd erreicht wurde, kann noch nicht von einer grundlegenden Trendwende ausgegangen werden. Das im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung formulierte Sektorziel für den Verkehr legt bis 2030 eine Minderung um 40 bis 42 Prozent gegenüber 1990 fest. Das bedeutet, dass in den verbleibenden elf Jahren bis 2030 eine Emissionsreduktion von insgesamt knapp 70 Millionen Tonnen CO₂ erfolgen muss.

Es steht außer Frage, dass die rasche Verbreitung elektrischer Antriebssysteme einen entscheidenden Teil zur Treibhausgasminderung im Verkehrssektor beitragen muss. Die hiermit verbundene Transformation der Automobilindustrie ist ein Kern des Strategiedialogs Automobilwirtschaft Baden-Württemberg. Als mögliche Optionen für CO₂-Minderungen werden neben dem Einsatz von Batterien auch vermehrt der Einsatz von mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellen und strombasierten, synthetischen Kraftstoffen diskutiert. Durch die Nutzung von erneuerbarem Strom in Elektrolyseuren kann „grüner Wasserstoff“ erzeugt werden. „Grüner Wasserstoff“ stellt angesichts seiner vielfältigen Verwendbarkeit sowohl im Verkehrs-, Wärme- und Energiesektor, aber auch zur CO₂-neutralen Produktion etwa in der Stahl- oder der Chemieindustrie eine Schlüsseltechnologie dar und kann bei der Sektorenkopplung auf nationaler wie auf internationaler Ebene langfristig große Bedeutung erlangen.

Die Entwicklung von Elektrolysetechnologien für einen globalen Wachstumsmarkt bietet erhebliche wirtschaftliche Chancen für den Export der Technologie, gerade auch für die baden-württembergische

Industrie. Denn es existiert bereits ein globaler Wasserstoffmarkt mit einem jährlichen Abnahmevolumen von circa 70 Millionen Tonnen pro Jahr (Umsatz geschätzt circa 140 Milliarden Euro pro Jahr). Dieser Wasserstoff stammt jedoch aktuell zu etwa 95 Prozent aus fossilen Quellen. Etwa 4 Prozent entstehen als Nebenprodukt in der Chlor-Alkali-Elektrolyse. Diese wird mit dem jeweiligen Strommix betrieben, so dass rein rechnerisch bei einem weltweiten Anteil der erneuerbaren Energien am Strommix von etwa 25 Prozent bisher nur rund 1 Prozent des weltweit verbrauchten Wasserstoffs als „grüner Wasserstoff“ gelten kann. Allein für die klimaneutrale Bereitstellung des heutigen Wasserstoffbedarfs (als „grüner Wasserstoff“) müsste eine Elektrolyseleistung von 500.000 Megawatt weltweit installiert werden. Schätzungen gehen von einer aktuell global installierten Elektrolyseleistung von 250 bis 500 Megawatt¹ aus, also nicht mal 1 Promille. Diese Betrachtung berücksichtigt jedoch „nur“ den Status quo, also den (fiktiven) Ersatz des bisherigen Wasserstoffbedarfs durch „grünen Wasserstoff“ und enthält noch keines der ambitionierten Wasserstoffausbauszenarien (zum Beispiel Hydrogen Roadmap Europe, Roadmap to a US Hydrogen Economy, The Future of Hydrogen, IEA), die erhebliche Steigerungsraten und Anteile „grünen Wasserstoffs“ in allen Energieverbrauchssektoren ebenso wie in Industrieprozessen bis 2050 annehmen. Mit Blick auf die sogenannten Power-to-X (PtX)-Demonstrationsprojekte, aber auch auf Elektrolyse-Hersteller weltweit, weist Deutschland eine gute Ausgangsposition für eine Technologieführerschaft auf. Ein Ziel, das zu erreichen, Wirtschaftsminister Altmaier anlässlich der „Stakeholder-Konferenz zur nationalen Wasserstoffstrategie“ ausgegeben hat. Auf Bundesebene soll im zweiten Quartal des Jahres 2020 eine Wasserstoff-Strategie vorgelegt werden.

Um mehr Klarheit über das Themenfeld Wasserstoffwirtschaft und Elektrolyse als zukünftige Schlüsseltechnologie für Baden-Württemberg zu erhalten, wurde im Rahmen der Arbeiten der Arbeitsgruppe „Systemanalyse“ im Themenfeld „Energie“ des „Strategiedialogs Automobilwirtschaft Baden-Württemberg“ als erster Schritt ein Halbtages-Workshop veranstaltet, der die unterschiedlichen Positionen und Strategien der verschiedenen Branchen und Stakeholder beleuchtete.

Der vorliegende Reader gibt ohne Anspruch auf Vollständigkeit die aus Sicht der Verfasser wichtigsten Ergebnisse der Präsentationen und Beiträge zur anschließenden Diskussion wieder, um sie allen Interessierten zugänglich zu machen. Zunächst sind die jeweiligen Positionen der Industrievertreter dargestellt, deren Präsentationen in der Anlage beigefügt sind. Die Dokumentation der Diskussionsbeiträge erfolgt ebenfalls in diesem Abschnitt. Daran schließt sich eine Zusammenfassung aus Sicht von Ministerialdirektor Helmfried Meinel vom Umweltministerium Baden-Württemberg an.

¹ IRENA, Hydrogen: A renewable Perspective, 2019.

Den Industrievertretern wurden im Vorfeld für ihre Vorträge folgende Leitfragen übermittelt:

- Welche **Industriezweige** entstehen im Bereich der Elektrolyse?
- Welche **Kostensenkungs-Potenziale** sind bei der **Elektrolyse nach dem aktuellen Stand der Technik und Studien** zur weiteren Entwicklung zu **erwarten**?
- Welche **Technologieentwicklung** ist bei der Elektrolyse **nach dem aktuellen Stand der Technik und Studien zur zukünftigen Entwicklung zu erwarten**?
- Was sind die relevanten **Realisierungserfordernisse**?
- Welche **Bedeutung** hat die Elektrolyse für die **Wertschöpfung** in Baden-Württemberg?
- Welche **sonstigen relevanten Aspekte** (wie Infrastruktur), offene **Fragen** oder **Herausforderungen** sind zu adressieren?
- Welche **Empfehlungen** würden Sie der Landesregierung geben?

Wesentliche Aussagen der Referenten – zukünftige Anwendungsfelder von grünem Wasserstoff

- Die Defossilisierung „jenseits der Stromnetze“ funktioniert nur mit Elektrolyse: Der Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung ist die Basis für die erfolgreiche Transformation des Energiesystems und die Nutzung erneuerbaren Wasserstoffs. Die Wandlung von Strom zu Wasserstoff sollte aus Effizienzgründen und unter ökologischen Gesichtspunkten in der Nutzungsabfolge nachrangig zur direkten Nutzung von erneuerbarem Strom bedient werden. Dennoch bietet die Produktion von Wasserstoff hervorragende Möglichkeiten zur Verbindung der Energiesektoren (Sektorenkopplung), gerade weil die Umwandlung von Strom in den chemischen Energieträger Wasserstoff eine zeitliche Entkopplung von Erzeugung (Strom bzw. Wasserstoff) und Nachfrage (bei Strom: saisonale Energiespeicherung; bei Wasserstoff: Lagerung eines Kraftstoffs) erlaubt bzw. ermöglicht. Darüber hinaus existieren Industriezweige (u. a. Petrochemie, Chemie, Stahlerzeugung) und Anwendungsfälle (beispielsweise Flugverkehr, Schiffsverkehr, Schwerlastverkehr), deren Dekarbonisierung nur über erneuerbare Kraft- und Brennstoffe möglich sein wird. Die möglichen positiven Beiträge der Elektrolyse beziehungsweise Wasserstoffherzeugung zur Systemtransformation müssen entsprechend berücksichtigt und gewürdigt werden.
- Ein gegenseitiges Ausspielen von batterieelektrischem Antrieb und Brennstoffzellenantrieb sollte vermieden werden. Zukünftig werden beide Antriebsarten ihren Platz im Verkehrssektor finden. Aktuell fehlt aber das Geschäftsmodell bei Brennstoffzellen-Fahrzeugen. Die Kosten sind momentan noch zu hoch.
- Die Zielsetzung einer klimaneutralen Produktion verschiedener Automobilhersteller tangiert auch die vorgelagerten Prozesse wie etwa die Stahlherstellung. Stahlhersteller sind bereits sehr aktiv und testen den Einsatz von Wasserstoff zur klimaneutralen Stahlproduktion. Die erforderlichen Investitionen sind erheblich, die Mehrkosten für „grünen“ Stahl spürbar. Bei einer freiwilligen Verpflichtung der Automobilhersteller zukünftig nur noch klimaneutralen² Stahl abzunehmen, würden die notwendigen Investitionen erfolgen.
- „Grüner“ Wasserstoff ist sehr gut in der Chemieindustrie einsetzbar. Er könnte helfen, dem Transformationsanspruch in diesem Industriesektor gerecht zu werden. Das Ziel der Klimaneutralität stellt uns vor große Herausforderungen. Elektrolyse-Wasserstoff kann hierzu erhebliche Beiträge leisten.
- Gerade im Nutzfahrzeugbereich sind durch die Einführung der EU-Flottengrenzwerte erhebliche Veränderungen in sehr kurzer Zeit erforderlich (Minus 15 Prozent Emissionsreduktion

² Beispielsweise aus Direktreduktion mit Wasserstoff

bei Neufahrzeugen bis 2025). Dies stellt eine sehr große Herausforderung dar, da die Entwicklungen von Alternativen noch am Anfang stehen. Der Einsatz von Batterien erscheint kaum möglich, der von Brennstoffzellen ist denkbar. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz von e-Fuels, also regenerativ erzeugte Kohlenwasserstoffe, als Ersatz für Dieselmotorkraftstoff, deren Realisierbarkeit im bestehenden System am Einfachsten erscheint. Dieser ist aber aktuell nicht auf die Flottengrenzwerte anrechenbar.

- Hinsichtlich der Beimischung von Wasserstoff in das Erdgasnetz bzw. des Aufbaus und Betriebs eines zusätzlichen Wasserstoffnetzes wurden in der Diskussion unterschiedliche Auffassungen vertreten. Einerseits könnte die bestehende Infrastruktur weiter genutzt werden, andererseits bedeutet eine Beimischung in das bestehende Erdgasnetz, dass das Gemisch „nur“ noch zur Energiebereitstellung genutzt werden kann. Für Nutzungspfade, die reinen Wasserstoff benötigen (Brennstoffzelle, Chemieindustrie et cetera), steht der beigemischte Wasserstoff nicht mehr zur Verfügung, weil er nicht mehr aus dem Gemisch abgetrennt werden kann. Hierzu wäre der Aufbau einer parallelen Wasserstoff-Infrastruktur erforderlich.

Aktuelle Aktivitäten und kleine (dezentrale) versus große (zentrale) Systeme

- Bei der PEM-Elektrolyse lässt sich alle 4 bis 5 Jahre eine Steigerung der maximalen Anlagenleistung um Faktor 10 erreichen (heutige Größenordnung von 1-10 Megawatt). Die Entwicklung großer Gesamtsysteme bietet Vorteile durch Skaleneffekte, wodurch die Investitionskosten gesenkt werden. Hier spielen zwei Faktoren eine Rolle: Bei der Anlagenperipherie können vor allem über Skaleneffekte Einsparungen erzielt werden. Bei den modularisierten Elektrolyseuren selbst führen vor allem hohe Stückzahlen zu Kostenreduktionen.
- Beim Fokus auf den Einsatz direkt an Tankstellen zur dezentralen Wasserstoffherstellung zeigen sich Anlagen, die 2 Tonnen Wasserstoff am Tag produzieren können, als gut geeignet.
- Es gilt vor allem Erfahrungen zum Langzeitbetrieb der Anlagen zu sammeln und zu prüfen, wie die Elektrolyseure der schwankenden Stromeinspeisung der erneuerbaren Energien folgen können. Die Nutzungszeit industriell betriebener Anlagen wird auf 10 bis 15 Jahre geschätzt. Bisher liegen aber nur Systemerfahrungen bis zu 10 Jahren vor.
- In der Schweiz wird aktuell ein Aufbau der Wasserstoffwirtschaft gefördert. Dabei ist das Ziel, eine Dekarbonisierung des Schwerlastverkehrs durch eine Entlastung von der dortigen LKW-Maut für die Nutzung von Brennstoffzellen-LKW zu erreichen. Dafür soll bis 2025 eine flächendeckende Wasserstoffinfrastruktur aufgebaut werden. Die flächendeckende Wasserstoff-

Versorgung ist durch diesen aufeinander abgestimmten Ansatz mit wenigen Erzeugungs-Anlagen an strategisch sinnvollen Standorten und der Einbindung von großen Flotten (geplant 1.600 LKW bis 2025) möglich.

Wettbewerbsfähigkeit und Kosten

- Die Erzeugungskosten pro kg Wasserstoff werden als wettbewerbsfähig beschrieben, wenn kostengünstige, erneuerbare Energien zur Erreichung einer hohen Volllaststundenzahl zur Verfügung stehen. In Chile ist dies beispielsweise der Fall. Hier kann ein Herstellungspreis von 2 USD/kgH₂ (US-Dollar pro Kilogramm Wasserstoff) erreicht werden. In Deutschland liegt der Herstellungspreis dagegen bei 6 USD/kgH₂. Ein wesentlicher Grund hierfür sind deutlich günstigere Erzeugungskosten für Strom aus erneuerbaren Energien in Ländern, die über sehr hohe und sehr konstant anfallende Windgeschwindigkeiten verfügen, wie dies z. B. in Chile der Fall ist. Dazu kommt, dass in Deutschland eine hohe Abgaben- und Umlagelast für Strom anfällt, wenn er aus dem öffentlichen Netz bezogen wird. Eine diesbezügliche Umgestaltung des Abgaben- und Umlagensystems könnte hingegen den wirtschaftlichen Betrieb erlauben. Auch könnte sich die Schaffung von Anreizen zum Weiterbetrieb von EEG-Altanlagen förderlich auf die Wasserstoffbereitstellung auswirken. So beträgt der Abgabepreis für Wasserstoff an der Tankstelle aktuell rund 9,50 Euro pro Kilogramm Abzüglich Mehrwertsteuer, Kosten für Tankstellen- und Distributionsinfrastruktur sowie Marge kann im Verkehr unter geeigneten Rahmenbedingungen ein kostendeckender Betrieb (< 6 USD/kgH₂) entstehen.
- Eine Investitionskostenreduktion bei Elektrolyseuren von 30 Prozent bis 2030 gegenüber den heutigen Kosten wird erwartet.

- Die Erfahrungen mit dem Bau und Betrieb einer PtH₂ (Power-to-Hydrogen) Pilotanlage zeigen, dass die realen Investitionskosten mit knapp 6.000 Euro pro Kilowatt elektrisch weit über den in der Literatur angegebenen Werten liegen. Dies ist auch begründet durch Mehrkosten wegen der Durchführung aufwändiger Gutachten in der Genehmigungsphase. Bisher liegen bei Projektierern, Behörden und Ämtern keine Erfahrungen mit den Genehmigungsverfahren vor, weshalb eine Standardisierung der Prozesse empfohlen wird. Mehr Wettbewerb unter den Lieferanten könnten im Rahmen eines Markthochlaufs ebenfalls die Kosten senken.

Empfehlungen der Referenten an die Politik

- Die Kosten von elektrolysebasiertem Wasserstoff sind unter heutigen Rahmenbedingungen nicht wettbewerbsfähig, daher besteht auch kein entsprechender Nachfragemarkt. Die Herausforderung ist dabei weniger technisch als vielmehr politisch. Förderbedarf wird insbesondere auf der Systemebene gesehen, um die erforderlichen Erfahrungen und Referenzen aus dem Aufbau und Betrieb der Anlagen zu sammeln. Zudem wäre die Unterstützung bei der Standardisierung der Technik hilfreich. Um die internationale Technologieführerschaft zu sichern, gilt es die Entwicklung jetzt anzureizen, bevor asiatische Hersteller in etwa 2 bis 3 Jahren auf den Markt drängen. Langfristig sollte die Steuerung über marktwirtschaftliche Lenkungselemente erfolgen.
- Um das Dilemma der hohen Kosten von Brennstoffzellenfahrzeugen zu umgehen, könnte auch das Land Baden-Württemberg entsprechende Nachfrageprogramme für Brennstoffzellenfahrzeuge in Form von Modellregionen aufsetzen. Vom Land wird in diesem Zusammenhang bereits die Forschungsfabrik für Brennstoffzellen „Hyfab“ gefördert. Im Rahmen dieses Projekts soll die industrielle Fertigung von Brennstoffzellen vorangetrieben werden. Zudem sollten Synergien aus der Entwicklung von mobilen und stationären Anwendungen der Brennstoffzelle genutzt werden, indem diese Anwendungen zusammen gedacht werden.
- Der nationalen Umsetzung der Neufassung der europäischen Erneuerbaren Energien Richtlinie (RED II) kommt eine wichtige Rolle zu, da sie je nach Ausgestaltung eine erhebliche Nachfrage nach „grünem“ Wasserstoff auslösen kann, sei es für den Einsatz von „grünem“ Wasserstoff in der Raffinerie (bei entsprechender Umsetzung in deutsches Recht) oder zur Weiterverarbeitung in e-Fuels bei der Festlegung entsprechender Quoten für innovative Kraftstoffe.
- Die verschiedenen staatlich induzierten Strompreisbestandteile, insbesondere die EEG-Umlage, haben, aufgrund der Einstufung von Elektrolyseuren als Letztverbraucher erheblichen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit. Die Forderung nach einer Befreiung von der EEG-Umlage

wird allerdings nicht nur im Kontext der Wasserstoffproduktion erhoben, sondern auch von vielen anderen Akteuren, weshalb sie derzeit eher unwahrscheinlich scheint. Eine grundlegende Reform der Steuern und Abgaben im Zusammenhang mit der Einführung einer CO₂-Bepreisung könnte hier Abhilfe schaffen. Auch die Anerkennung von Elektrolyseanlagen als Netzbetriebsmittel wird vereinzelt gefordert, um weitere Geschäftsmodelle zu ermöglichen.

- Der Fokus für den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur sollte auf die Erschließung zentraler Verkehrsknotenpunkte für den Schwerlastbereich sowie die Industrie gesetzt werden, weil hier die größeren Nachfragemenge vorhanden sind. Diese führen zu einer guten Auslastung der Lade- und Transportinfrastrukturen, was deren Geschäftsmodell auskömmlich werden lässt. Damit geht ein Ladedruck von 350 bar einher, anstatt der 700 bar, die für eine Pkw-Betankung benötigt würden.
- Genehmigungsverfahren können zu erheblichen Mehrkosten bei Pilotanlagen führen, weil die notwendigen Erfahrungen fehlen. Hier ist dringend eine Standardisierung erforderlich. Bürgerinitiativen können potentiell Projekte erheblich verteuern und verzögern. Eine Aufklärung bezüglich der Nutzung und Handhabbarkeit von Wasserstoff kann zur Erhöhung der Akzeptanz in der Bevölkerung beitragen.
- Die Erarbeitung einer Strategie für Klimaneutralität ist erforderlich, damit Maßnahmen und eine finanzielle Förderung zielgerichte

Bedeutung der Elektrolyse für die Wertschöpfung in Baden-Württemberg

- Für Baden-Württemberg wird forschungsseitig und industriell eine gute Ausgangsposition für Produktion und Export der Technologie gesehen. Im Vergleich zur Batterie ist eine höhere Binnenwertschöpfung erzielbar, da die Rohstoffe einen geringeren Anteil an der Wertschöpfung ausmachen sowie der Technologieanteil höher ist. Damit einher geht ein großes Beschäftigungspotenzial für die baden-württembergische Industrie – insbesondere in Geschäftsbereichen des klassischen Verbrennungsmotors.
- Wenn ausschließlich in Deutschland auf Wasserstoff gesetzt wird, könnte die Wertschöpfung in Baden-Württemberg in 2030 bereits bei mehr als 500 Millionen Euro liegen. Werden die aktuell bekannten globalen Bestrebungen in puncto „grüner“ Wasserstoff umgesetzt, könnte die Wertschöpfung noch um ein Vielfaches höher sein.

Fazit des Workshops von Ministerialdirektor Helmfried Meinel, Umweltministerium Baden-Württemberg

Herr Meinel bedankt sich herzlich bei allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern für den informativen Workshop, der die Möglichkeiten und Herausforderungen des Markthochlaufs der Elektrolyse, aber auch den politischen Handlungsbedarf verdeutlicht hat. Wasserstofftechnologien und hier insbesondere die Elektrolyse können langfristig einen wesentlichen Beitrag für eine erfolgreiche Umsetzung der Energiewende leisten, da mit Hilfe von sogenanntem grünem Wasserstoff kohlenstoffbasierte Energieträger ersetzt beziehungsweise klimaneutral hergestellt werden und die Sektoren Energie, Verkehr und Wärme miteinander verknüpft werden können (Sektor-Kopplung). Dies bietet erhebliche wirtschaftliche Potenziale für die baden-württembergische Industrie. Damit diese genutzt werden können, sind weitere Weichenstellungen erforderlich. Sie sollten einen Dreiklang von finanzieller Förderung, der Einführung einer Quote (zum Beispiel im Rahmen der RED II für Kraftstoffe) und Bestrebungen zur klimaneutralen Produktion beinhalten.

Kurz- und mittelfristig wird der Einsatz von „grünem Wasserstoff“ in den verschiedenen Sektoren und als Sektor-Kopplungstechnologie noch eine untergeordnete Rolle spielen. Die Verwendung von „grünem Wasserstoff“ wird zunächst in Nischen erfolgen, wo der Einsatz ökonomisch attraktiv oder zumindest möglich ist, wenige oder keine weiteren Möglichkeiten zur Dekarbonisierung verfügbar sind und infrastrukturelle Barrieren überwindbar sind. Perspektivisch wird Wasserstoff oder auf Basis von Wasserstoff erzeugte synthetische Kohlenwasserstoffe vor allem im Bereich des Luft-, Schiffs- und Schwerlastverkehrs sowie in industriellen Anwendungen (beispielsweise in der Chemie- und Stahlindustrie) zum Einsatz kommen. Da die Erzeugung von Wasserstoff und insbesondere synthetisch erzeugter Kohlenwasserstoffe einen geringeren Gesamtwirkungsgrad als die Direktnutzung von Strom aufweisen, ist, wenn möglich, Strom direkt zu nutzen (Grundsatz „Efficiency First“).

Darüber hinaus wies Herr Meinel darauf hin, dass Baden-Württemberg traditionell ein Energieimportland ist und dies aufgrund begrenzter Potenziale für die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Quellen bleiben wird. Vor diesem Hintergrund wird dem Import von regenerativ erzeugten synthetischen Kraftstoffen in Zukunft eine wichtige Rolle zukommen. Aus diesem Grund sollte Baden-Württemberg, als führender Industriestandort, die mit der Produktion und Nutzung von grünem Wasserstoff verbundenen industriepolitischen Potenziale gezielt nutzen.

Die Erzeugung von grünem Wasserstoff durch den damit verbundenen wachsenden Strombedarf darf nicht die Ziele für den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch torpedieren, weil die

angenommenen Ausbauszenarien dann nicht mehr zutreffen. Deshalb müssen im Gleichmaß mit dem Aufbau an Elektrolyseleistung zusätzliche Anlagen zur erneuerbaren Stromerzeugung errichtet werden. Dies ist energiepolitisch zwingend.

Elektrolyseure werden aktuell nahezu vollständig im Manufakturbetrieb hergestellt. Die daraus resultierenden hohen Investitionskosten gepaart mit den heutigen Stromgestehungskosten und Stromnebenkosten erlauben bisher keine Produktion von „grünem Wasserstoff“ zu wettbewerbsfähigen Kosten.

Um dies zu erreichen, muss zeitnah ein großer Teil des Marktpotentials erschlossen werden, damit die Elektrolyse durch Skaleneffekte aus dem derzeitigen Pilotstadium zur Marktreife geführt werden kann. Wettbewerbsfähige Gestehungskosten bilden die Grundlage für die vielfältigen Anwendungs- und Weiterverwendungsoptionen, die der Wasserstoff bietet.

Um die Wirtschaftlichkeit der Wasserstoff-Erzeugung zu stärken, ist es zudem erforderlich, dass die Elektrolyseanlage auf möglichst hohe Volllaststunden kommt. Dies verdeutlicht, dass die Nutzung von sog. „Überschuss-Strom“ für die Wasserstoff-Erzeugung kein wirtschaftlich tragfähiges Geschäftsmodell darstellt.

Weiterhin ist die Frage nach zukünftigen Infrastrukturen, insbesondere die Beimischung in Erdgasnetze oder die Schaffung einer separaten Wasserstoffinfrastruktur zu klären. Es erscheint wenig zielführend, heute Gasnetze stillzulegen, die zukünftig vielleicht als reine Wasserstoffnetze benötigt würden. Hier ist ein sinnhaftes Konzept für die Mitnutzung der Infrastrukturen zu entwickeln. Gleichzeitig müssen Lösungen für diejenigen Anwendungen entwickelt werden, die reinen Wasserstoff benötigen. Hier sind Nischenlösungen zur Vorort-Versorgung eine denkbare Einstiegsmöglichkeit.

Abschließend bedankt sich Herr Meinel auch für die Hinweise auf die genehmigungsrechtlichen Schwierigkeiten bei der Errichtung von Elektrolyseuren und skizziert nachfolgende Roadmap für den Markthochlauf der Elektrolyse in Deutschland:

- Der Markthochlauf in Nischenanwendungen mit Demonstrationsanlagen, die Elektrolyseure der 10-20 Megawatt-Klasse einsetzen, könnte innerhalb der nächsten zwei Jahre beginnen. Hierzu sind entweder besondere Bedingungen vor Ort erforderlich, die eine Direktabnahme des Stroms ohne Nutzung des öffentlichen Netzes ermöglichen oder es müssen nicht preissensitive Abnehmer gefunden werden, weil davon auszugehen ist, dass Netzentgelte, Steuern und Abgaben weiterhin anfallen.

- Im nächsten Schritt könnten Elektrolyseure in der Größenklasse von 100 Megawatt mit höheren Stückzahlen mit Einführung einer verpflichtenden Quote und einem hohen CO₂-Preis folgen. Bei der Hochskalierung können Skaleneffekte insbesondere im Bereich der Anlagenperipherie erschlossen werden. Gleichzeitig sollten die Kosten der Elektrolysefertigung aufgrund steigender Stückzahlen sinken.
- Durch weiteres Hochskalieren und Erschließen zusätzlicher Absatzmärkte durch sinkende Preise könnte in 10 bis 15 Jahren die Gigawatt-Klasse erschlossen werden. Voraussichtlich wird jedoch die Nutzung der Gigawatt-Klasse - von einzelnen Pilotvorhaben abgesehen - ausschließlich an windhöffigen und sonnenreichen Standorten in Südeuropa oder auf anderen Kontinenten erfolgen.

Stuttgart, im März 2020

Workshop

„Elektrolyse - Technologie mit Potenzial für Baden-Württemberg“ im Themenfeld 3 „Energie“ des Strategiedialogs Automobilwirtschaft

Frithjof Staiß, Maike Schmidt

**Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg
www.zsw-bw.de**

Stuttgart 21. November 2019



„Wir wollen, dass Deutschland bei den Wasserstofftechnologien Nr. 1 in der Welt wird!“

(Peter Altmaier, 5.11.2019)

BM Altmaier, BM Scheuer, BM Müller,
PSt Meister, 5.11.2019, Quelle: youtube

Der mittel- und langfristige Ersatz fossiler Energieträger durch CO₂-freien Wasserstoff und daraus erzeugte Folgeprodukte ist für das Erreichen der Klimaziele erforderlich.

Ambitionsniveau der neuen EU-Kommission:

„1. Ein europäischer Grüner Deal

Ich will, dass Europa noch mehr erreicht, indem es zum ersten klimaneutralen Kontinent wird.

Die Botschaft der europäischen Wählerinnen und Wähler – und auch derer, die noch zu jung zum Wählen sind – ist unmissverständlich: Sie wollen konkrete Maßnahmen, um den Klimawandel zu bekämpfen, und sie wollen, dass Europa dabei eine Vorreiterrolle übernimmt...

Um unser Ziel zu erreichen, werde ich in den ersten 100 Tagen meiner Amtszeit einen europäischen Grünen Deal vorschlagen. Dazu gehört das erste europäische Klimagesetz, mit dem das Ziel der **Klimaneutralität bis 2050 gesetzlich verankert werden soll.“**

"Ich werde einen Legislativvorschlag vorlegen, der uns helfen wird, die **Emissionen [bis 2030] um mindestens 50 Prozent zu senken – oder noch besser sogar um 55 Prozent", sagte Timmermans. Offiziell hat sich die EU bisher vorgenommen, eine Reduzierung von 40 Prozent zu schaffen. Quelle: ZEIT ONLINE 9.10.2019**

Eine Union, die mehr erreichen will

Meine Agenda für Europa

Von der Kandidatin für das Amt der Präsidentin der Europäischen Kommission

Ursula von der Leyen



POLITISCHE LEITLINIEN FÜR DIE KÜNFTIGE
EUROPÄISCHE KOMMISSION 2019-2024

Ich fühle mich von der Leidenschaft, der Überzeugung und der Energie der Millionen junger Menschen inspiriert, die ihrer Stimme auf unseren Straßen und in unseren Herzen Gehör verschaffen. Es ist die Pflicht unserer Generation, ihnen Ergebnisse zu präsentieren.



„Wir wollen, dass Deutschland bei den Wasserstofftechnologien Nr. 1 in der Welt wird!“

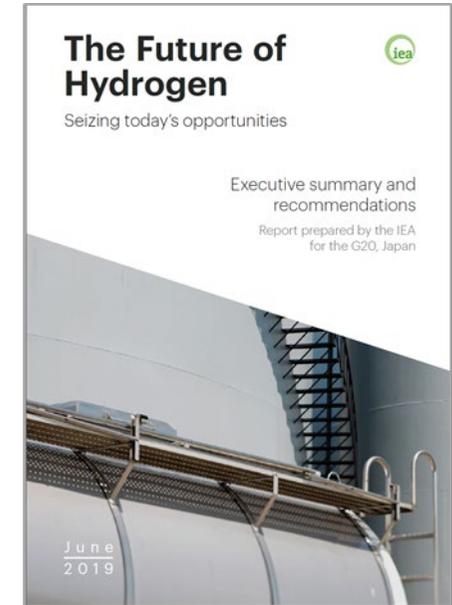
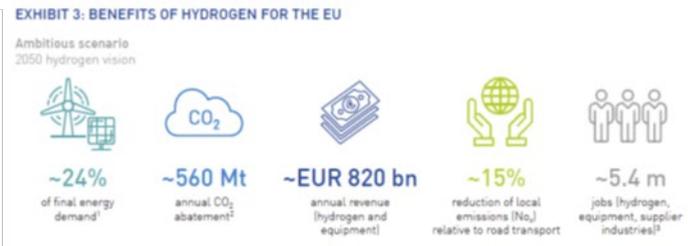
(Peter Altmaier, 5.11.2019)

BM Altmaier, BM Scheuer, BM Müller,
PSt Meister, 5.11.2019, Quelle: youtube

Der mittel- und langfristige Ersatz fossiler Energieträger durch CO₂-freien Wasserstoff und daraus erzeugte Folgeprodukte ist für das Erreichen der Klimaziele erforderlich.

Daraus ergeben sich wirtschaftliche Chancen durch den Export der Technologien.

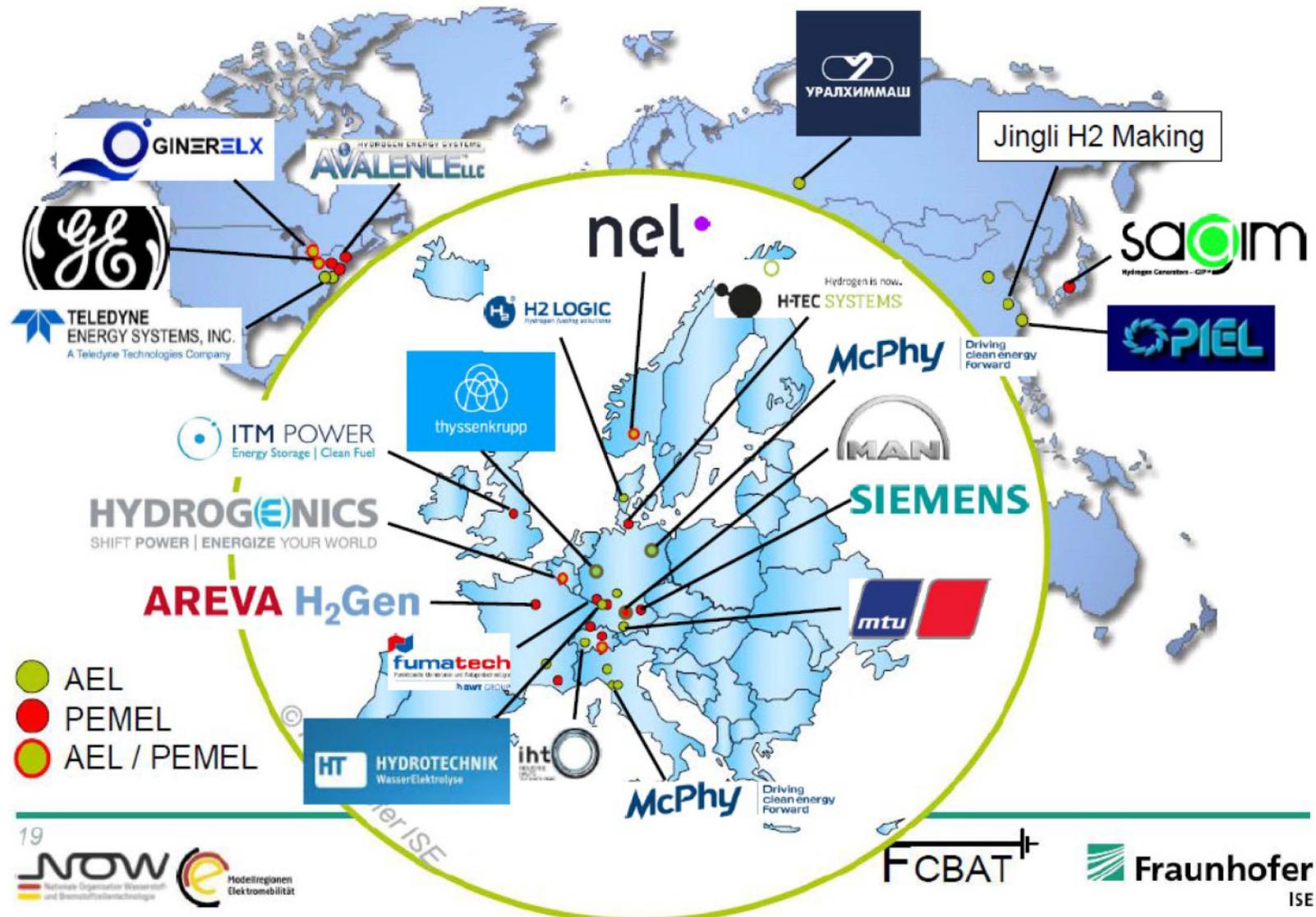
Der bestehende Weltmarkt für Wasserstoff und Roadmaps 2019



Übersicht über nationale Roadmaps weltweit
<https://www.iea.org/topics/hydrogen/resources/>

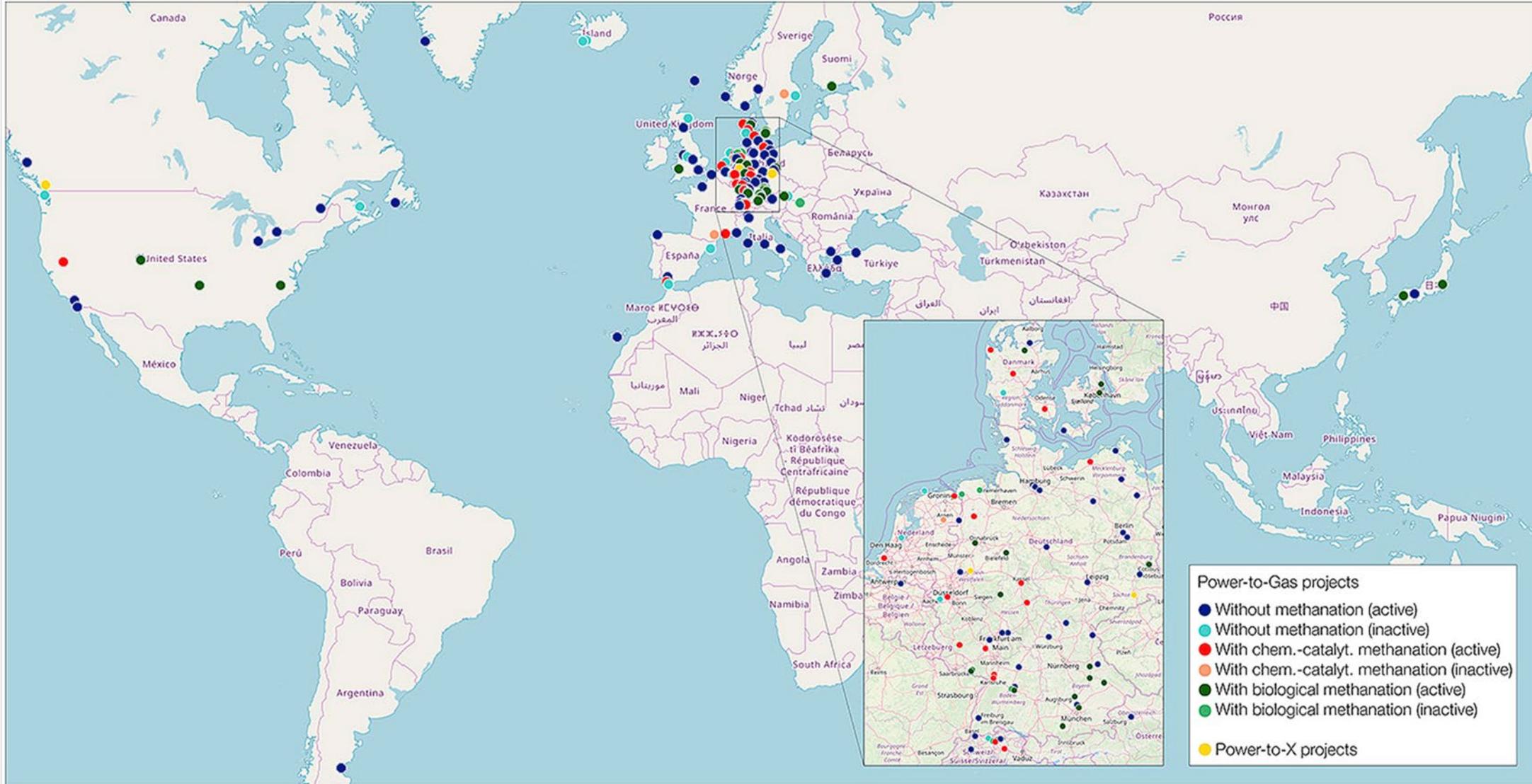
- Der weltweite Wasserstoffverbrauch liegt aktuell bei ca. 70 Mio. t/a (ca. 140 Mrd. €/a bei 2 €/kg).
- Der Energiebedarf entspricht 1,4% des Weltenergiebedarfs.
- Die Erzeugung erfolgt zu > 99% aus fossilen Quellen (ca. 95%) und Chlor-Alkali Elektrolyse (ca. 4%).
- **Um allein den bestehenden Wasserstoffbedarf klimaneutral zu ersetzen, würde eine Elektrolyseleistung von ca. 500.000 MW_{el} benötigt** (bei einer Auslastung von 6.000 h/a).

Elektrolysehersteller weltweit



19

PtX-Projekte weltweit



Quelle: M. Thema, F. Bauer, M. Sterner: Power-to-Gas: Electrolysis and methanation status review. in: Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 112, September 2019; <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403211930423X>



BM Altmaier, BM Scheuer, BM Müller,
PSt Meister, 5.11.2019, Quelle: youtube

„Wir wollen, dass Deutschland bei den Wasserstofftechnologien Nr. 1 in der Welt wird!“

(Peter Altmaier, 5.11.2019)

Der mittel- und langfristige Ersatz fossiler Energieträger durch CO₂-freien Wasserstoff und daraus erzeugte Folgeprodukte ist für das Erreichen der Klimaziele erforderlich.

Daraus ergeben sich wirtschaftliche Chancen durch den Export der Technologien.

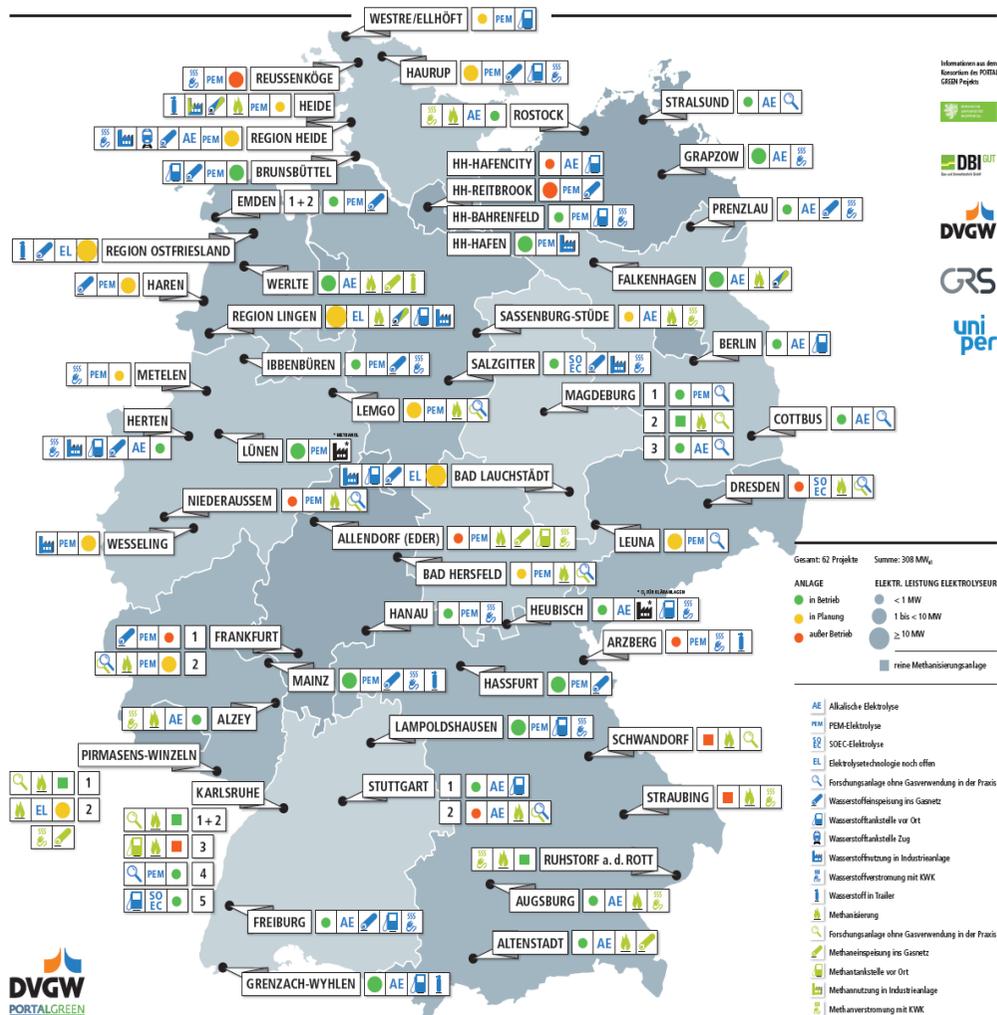
Wir wollen die internationale Technologieführerschaft behaupten durch Forschung und Innovation sowie den Aufbau eines inländischen Wasserstoffmarktes, um schnell in die Anwendung sowie die Umsetzung im industriellen Maßstab zu gelangen.

PtX-Projekte in Deutschland und neue Reallabore

ca. 30 bestehende Pilotprojekte mit insgesamt ca. 40 MW Elektrolyse-Leistung

WO AUS WIND UND SONNE GRÜNES GAS WIRD ...

EINE ÜBERSICHT DER POWER-TO-GAS-PROJEKTE IN DEUTSCHLAND



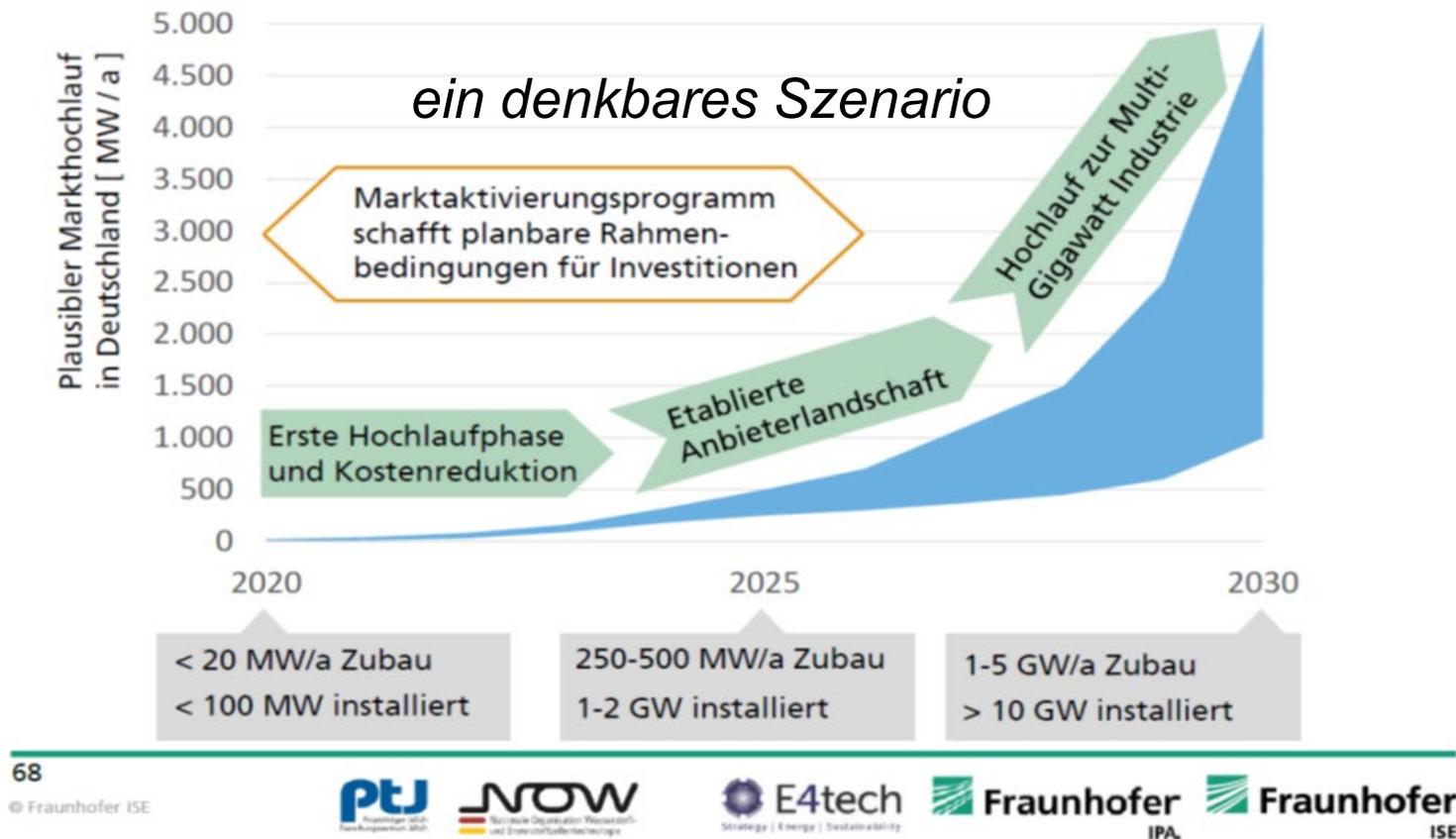


„Wir wollen, dass Deutschland bei den Wasserstofftechnologien Nr. 1 in der Welt wird!“

(Peter Altmaier, 5.11.2019)

BM Altmaier, BM Scheuer, BM Müller, PSt Meister, 5.11.2019, Quelle: youtube

Die Weichen für den Markthochlauf von Wasserstofftechnologien sollen „jetzt“ gestellt werden! (Veröffentlichung der Wasserstoff-Strategie vorauss. 13.12.)





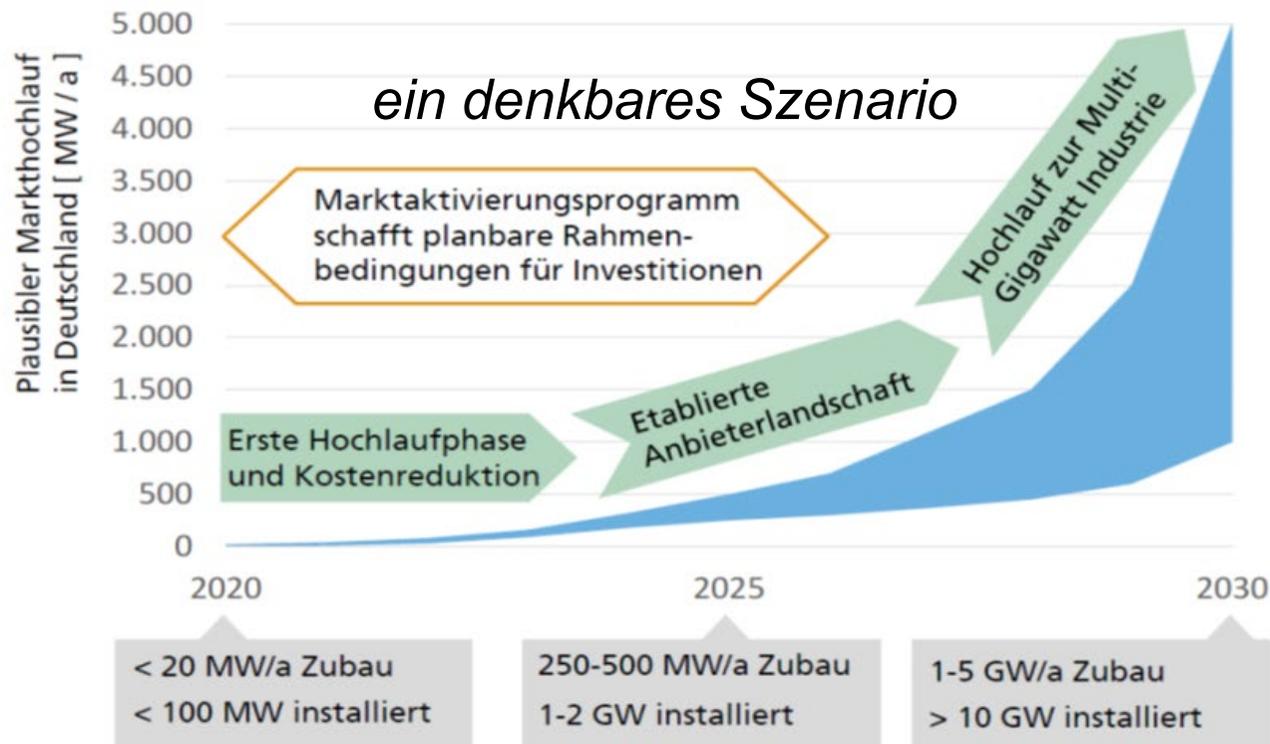
„Wir wollen, dass Deutschland bei den Wasserstofftechnologien Nr. 1 in der Welt wird!“

(Peter Altmaier, 5.11.2019)

BM Altmaier, BM Scheuer, BM Müller, PSt Meister, 5.11.2019, Quelle: youtube

Die Weichen für den Markthochlauf von Wasserstofftechnologien

sollen „jetzt“ gestellt werden! (Veröffentlichung der Wasserstoff-Strategie vorauss. 13.12.)



68

© Fraunhofer ISE



Aber: Stimmen dafür die Rahmenbedingungen?





Workshop

„Elektrolyse - Technologie mit Potenzial für Baden-Württemberg“

- Welche **Industriezweige** entstehen im Bereich der Elektrolyse?
- Welche **Kostensenkungspotenziale** sind bei der **Elektrolyse nach dem aktuellen Stand der Technik und Studien** zur weiteren Entwicklung zu erwarten?
- Welche **Technologieentwicklung** ist bei der Elektrolyse **nach dem aktuellen Stand der Technik und Studien zur zukünftigen Entwicklung** zu erwarten?
- Was sind die relevanten **Realisierungserfordernisse**?
- Welche **Bedeutung** hat die Elektrolyse für die **Wertschöpfung** in Baden-Württemberg?
- Welche **sonstigen relevanten Aspekte** (wie Infrastruktur), offene **Fragen** oder **Herausforderungen** sind zu adressieren?
- Welche **Empfehlungen** würden Sie der Landesregierung geben?

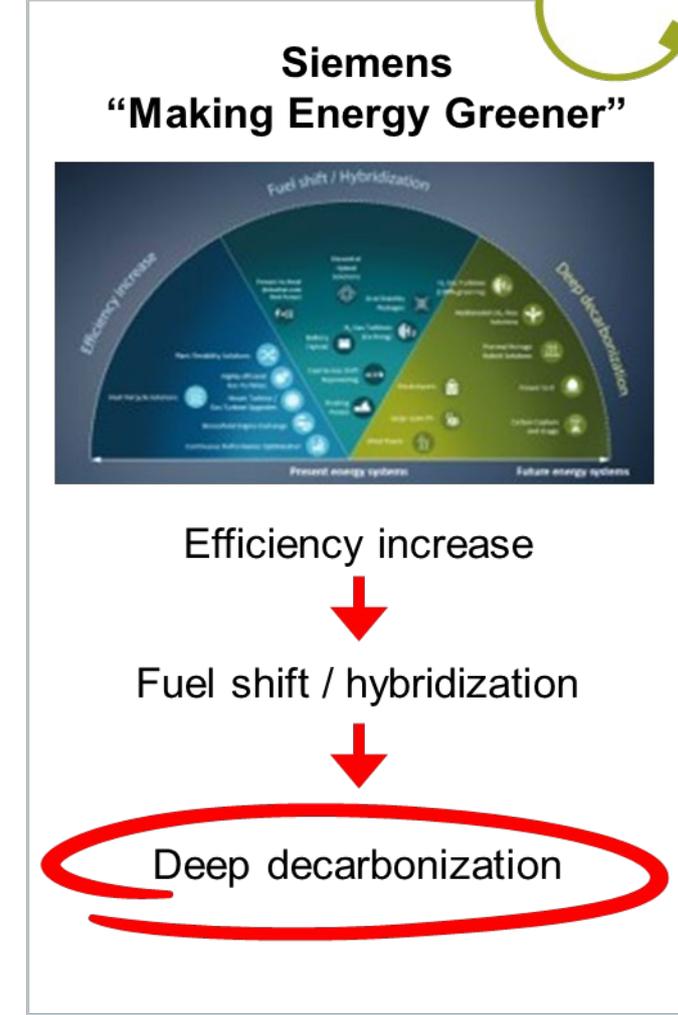
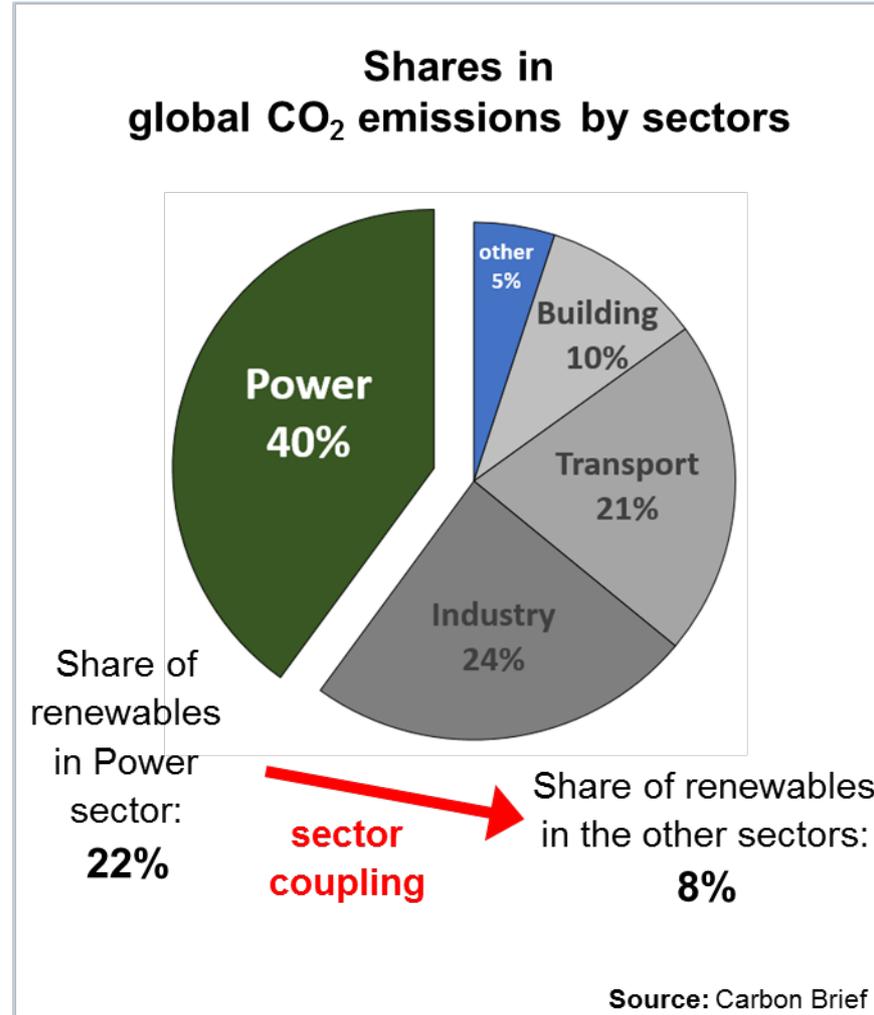
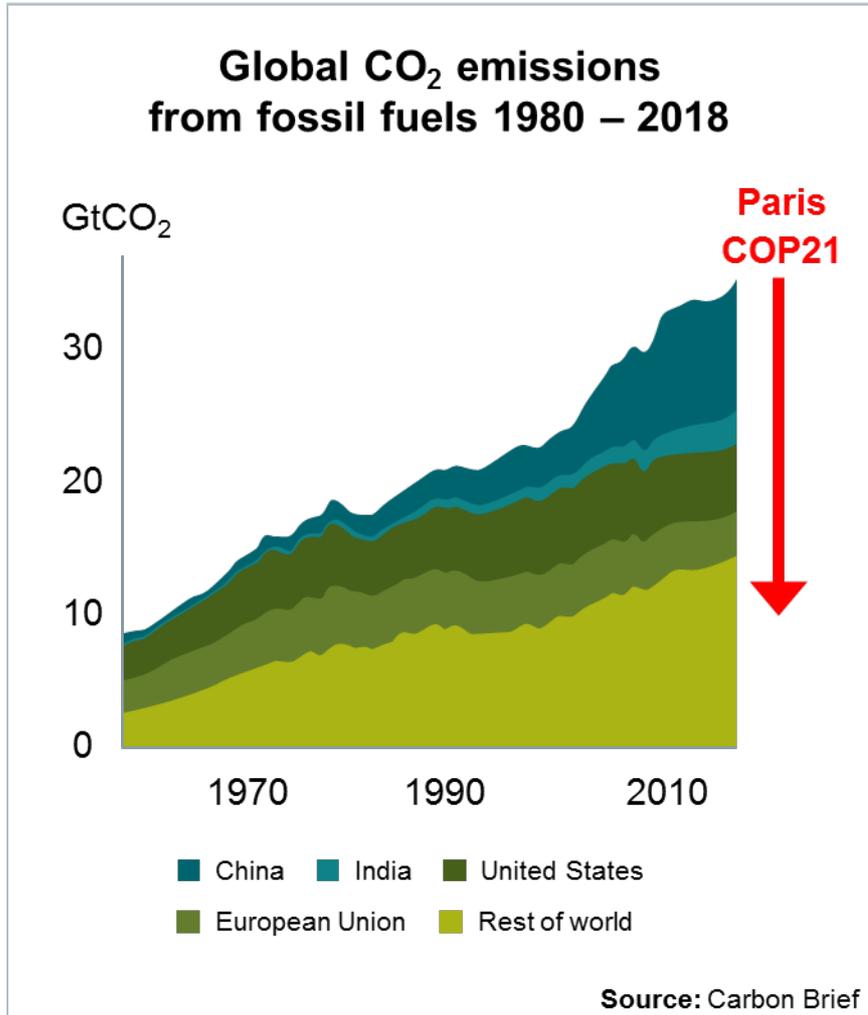
➔ **Die Vorträge und Diskussionsergebnisse werden als Reader veröffentlicht.**



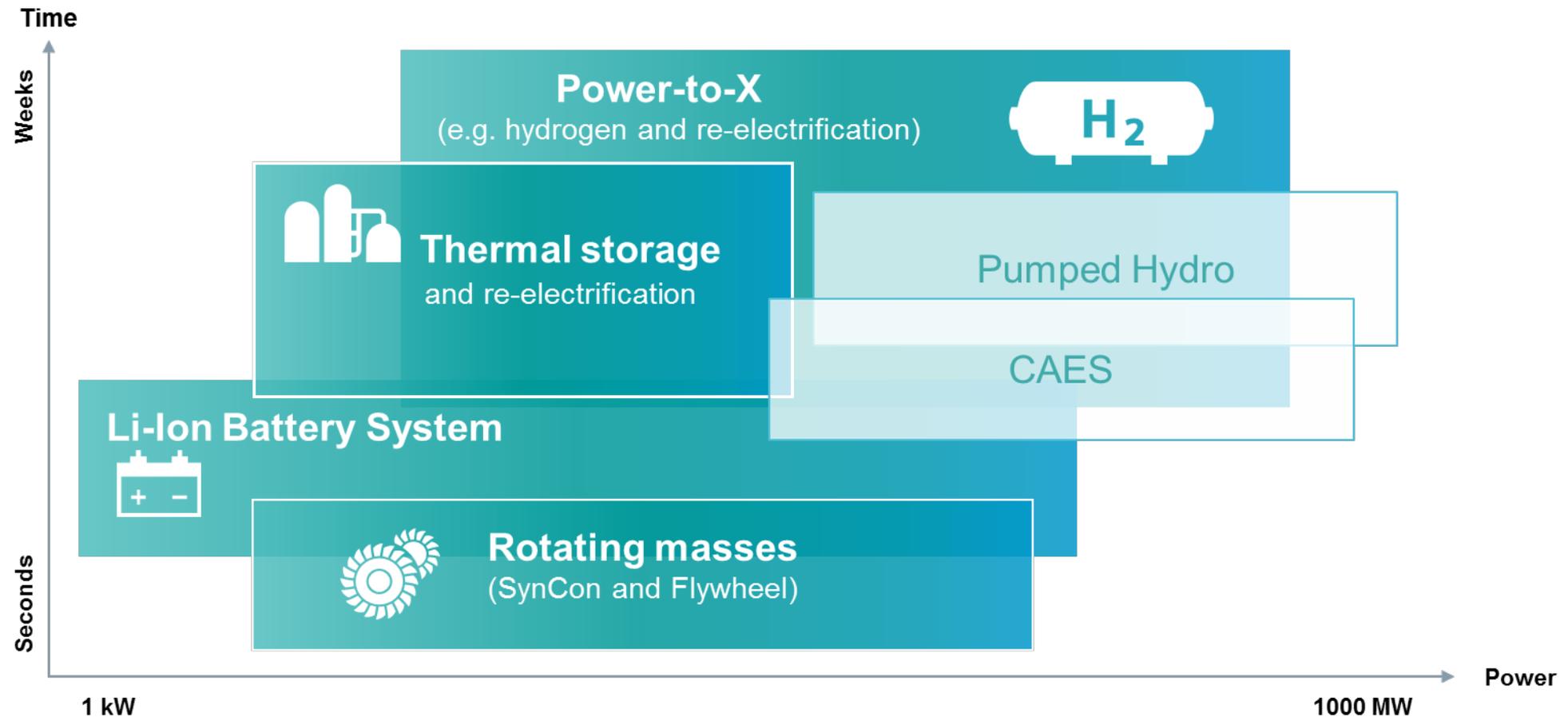
Green Hydrogen Sector coupling enabled by Power-to-X

November 2019

CO₂ emissions reduction has so far been focused on power but all sectors in economy must contribute

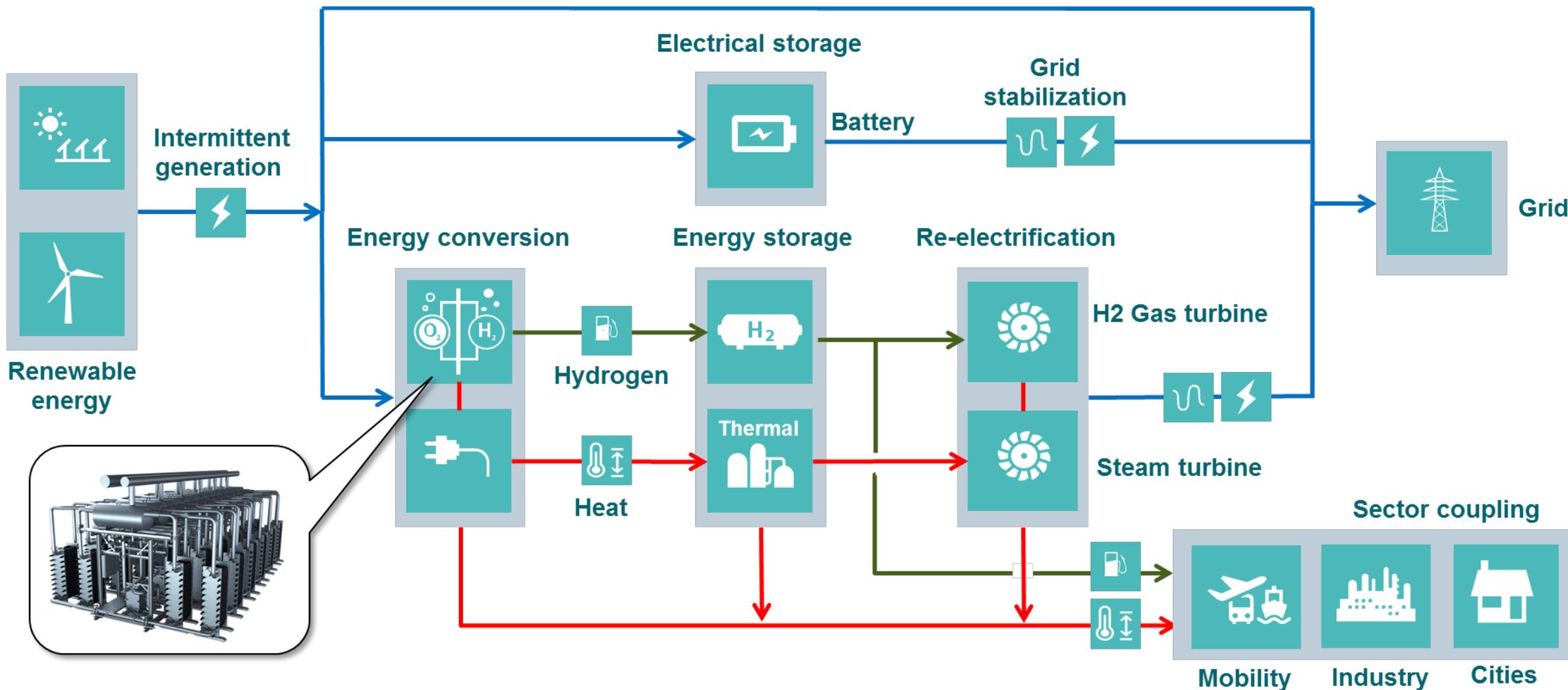


Energy storage technologies to support future energy systems for deep decarbonization



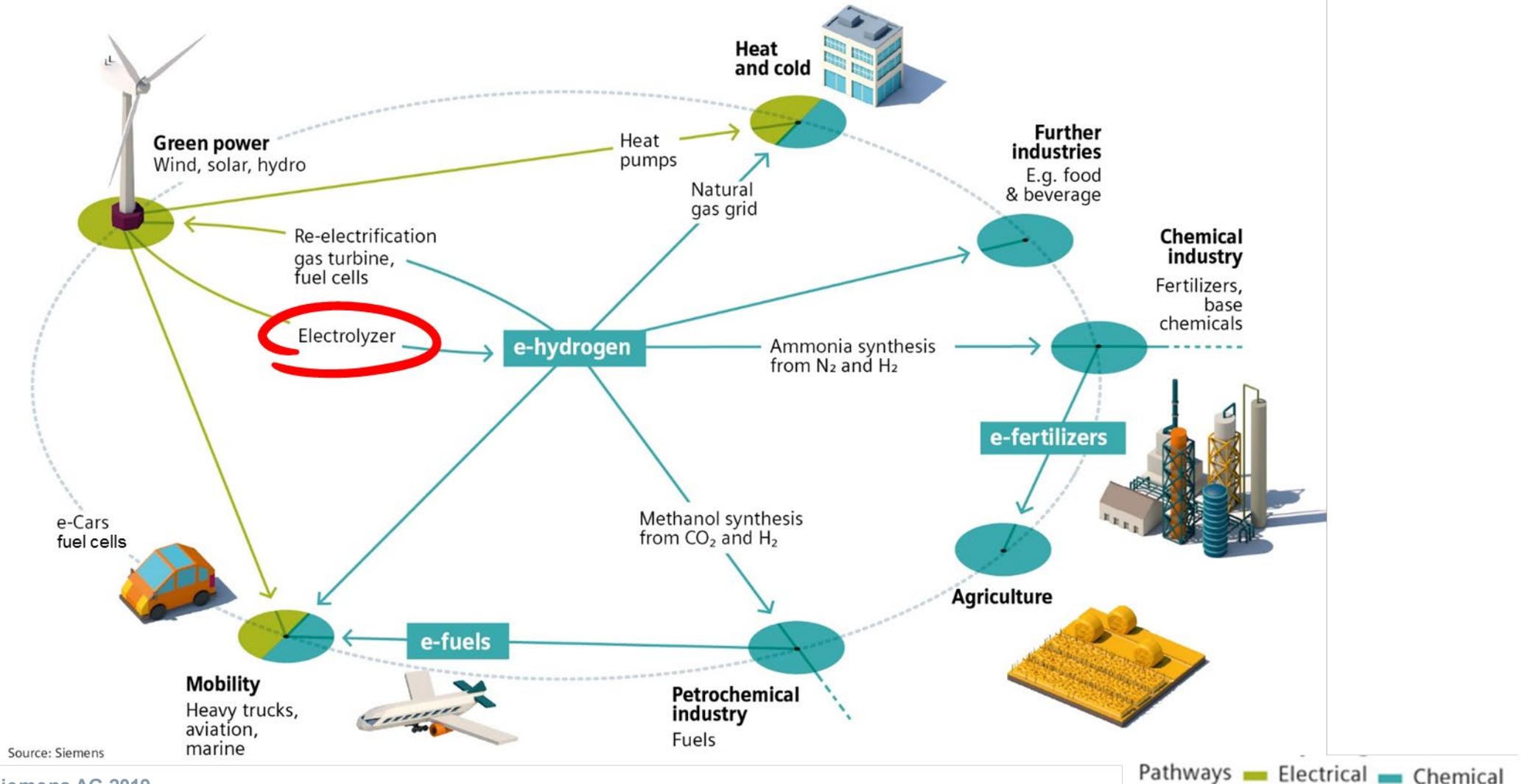
Deep decarbonization

Siemens core portfolio elements



Sector coupling enabled by Power-to-X

Synthetic fuels will be a supplement to fossil fuels in the near future



Source: Siemens

Silyzer 300

Next paradigm in Proton Exchange Membrane (PEM) electrolysis

SIEMENS
Ingenuity for life

17.5 MW

per full Module Array
(24 modules)

75 %

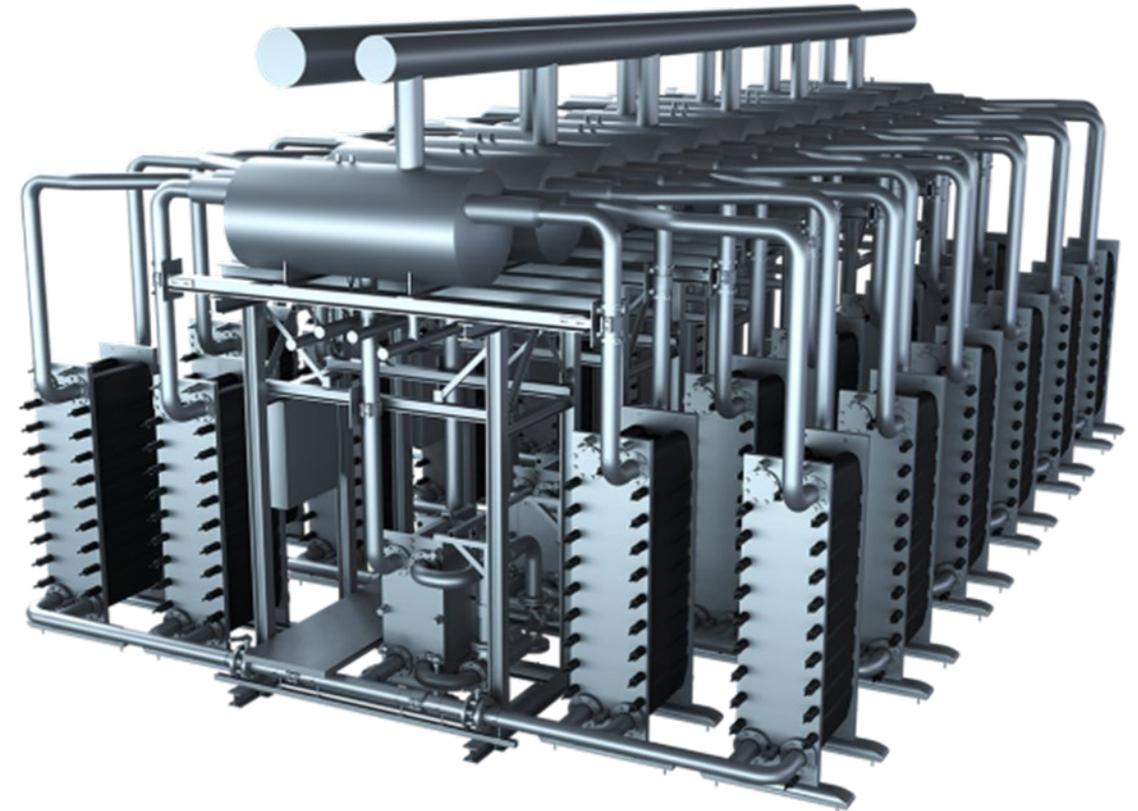
System efficiency
(higher heating value)

24 modules

to build a
full Module Array

340 kg

hydrogen per hour
per full Module Array
(24 modules)



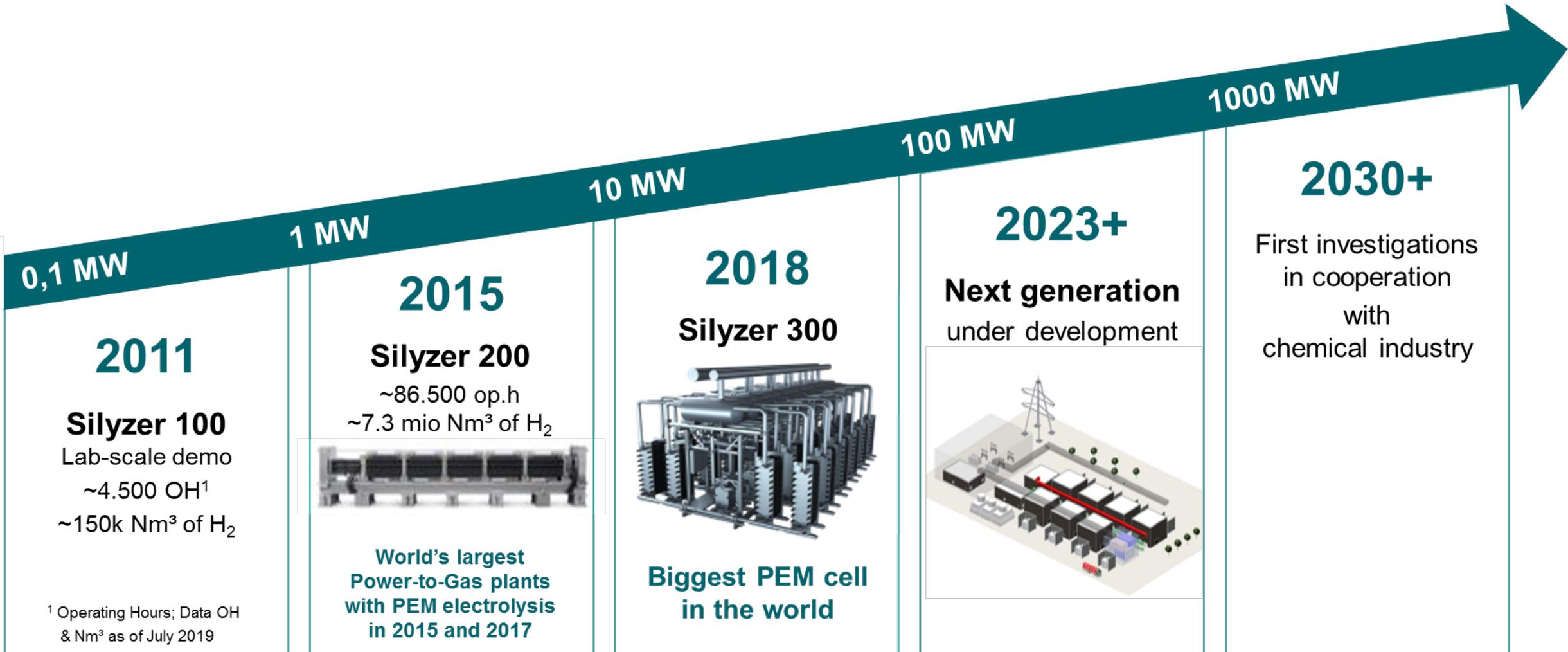
Silyzer 300 – Module Array (24 modules)

Silyzer portfolio roadmap

Scale-up by factor 10 every 4-5 years driven by market demand

SIEMENS

Ingenuity for life



Siemens Silyzer Portfolio

References in all applications

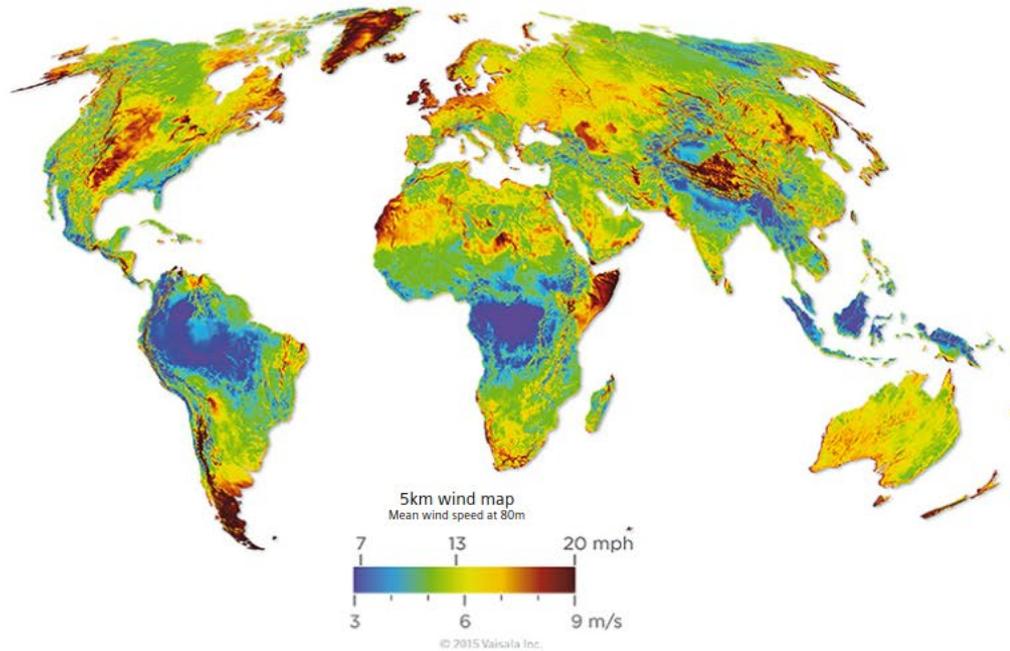


Year	Country	Project	Customer	Power demand	Product offering	
Silyzer 200 Reference						
2015	Germany	Energiepark Mainz	Municipality of Mainz	3.8 MW / 6 MW (peak)	Silyzer 200	
2016	Germany	Wind Gas Haßfurt	Municipality of Haßfurt Greenpeace Energy	1.25 MW	Silyzer 200	
2017	Germany	H&R	H&R Ölwerke Schindler GmbH	5 MW	Silyzer 200	
2020	UAE	DEWA Expo 2020	Dubai Electricity and Water Authority (DEWA)	1.25 MW	Silyzer 200	
2019	Australia	Hydrogen Park SA (HyP SA)	Australian Gas Infrastructure Group (AGIG)	1.25 MW	Silyzer 200	
2019	Sweden	Food & Beverage	Food & Beverage Company	2.5 MW	Silyzer 200	
Silyzer 300 Reference						
2019	Austria	H2Future ¹	Voestalpine, Verbund, Austrian Power Grid (APG)	6 MW	Silyzer 300	

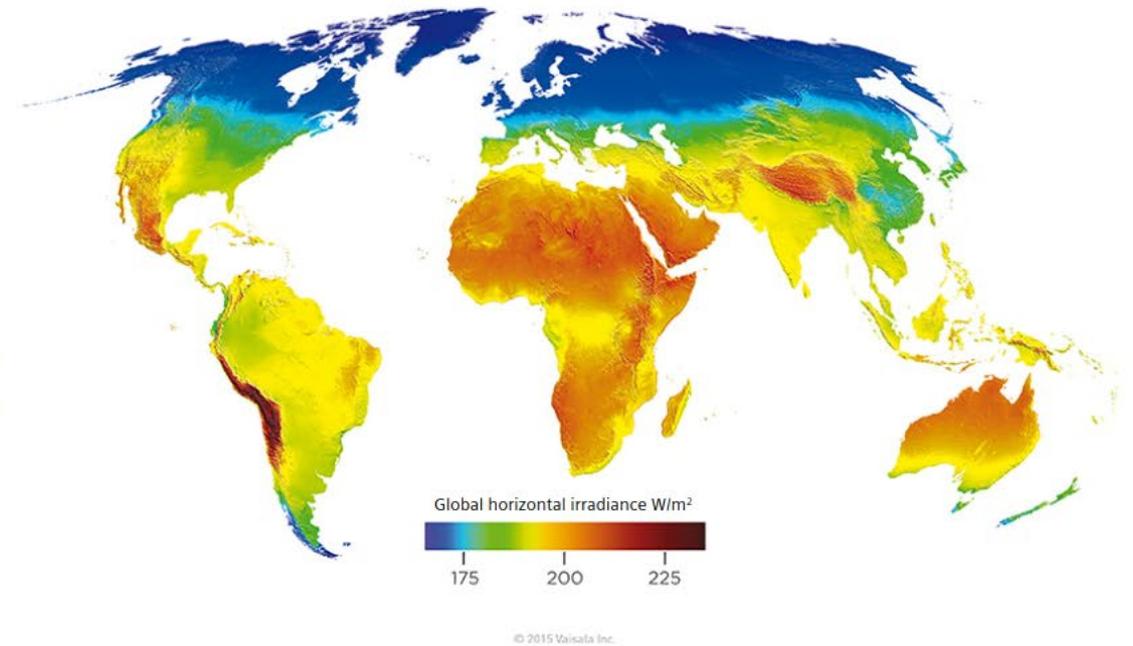
¹ This project has received funding from the Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking under grant agreement No 735503. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon 2020 research and innovative programme and Hydrogen Europe and NERGHY.

Production of Hydrogen and e-fuels under best local conditions

There are many regions worldwide benefiting from the generation of power from renewable sources



Global wind map

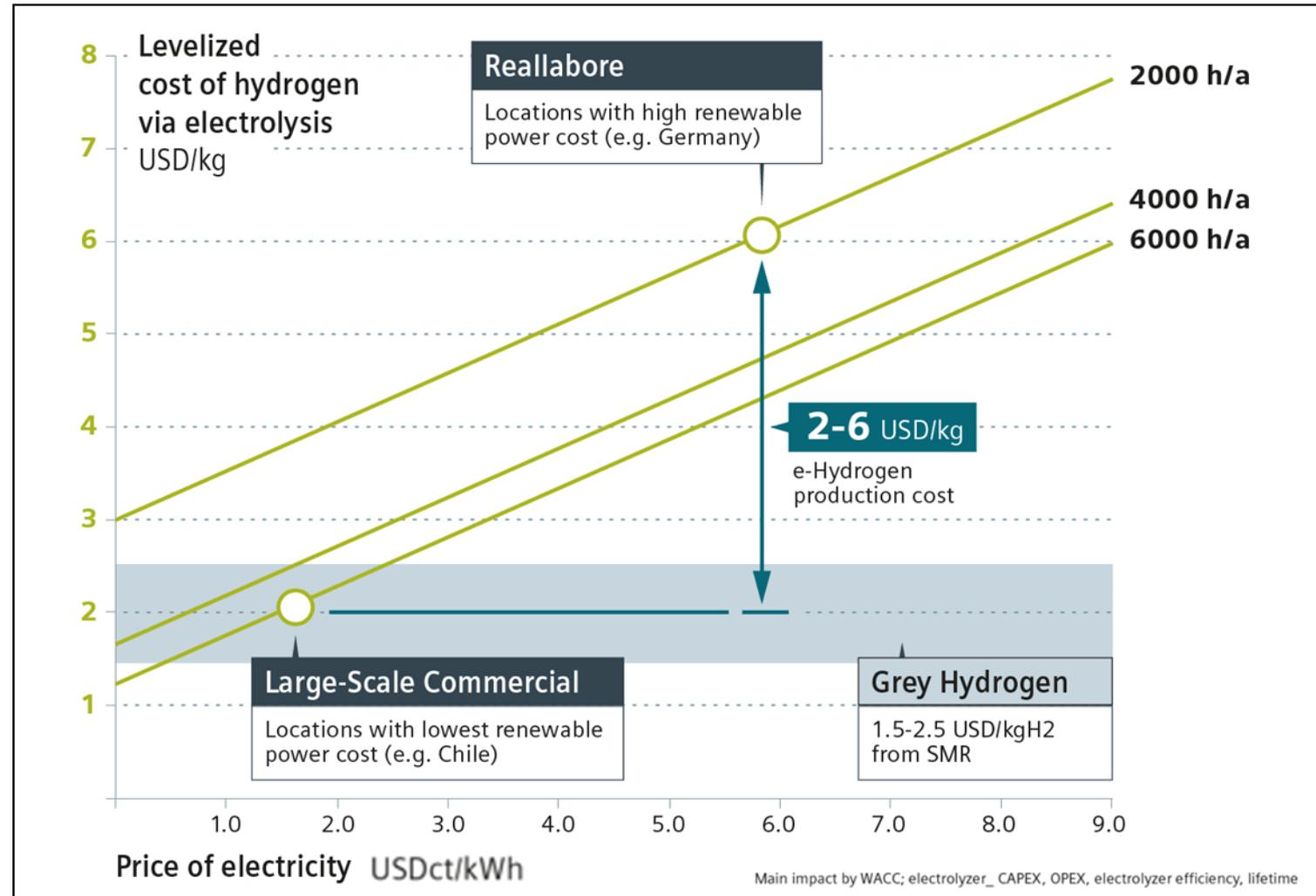


Global solar map

Graphics from Tanja Siegel – independent-medien-design.de

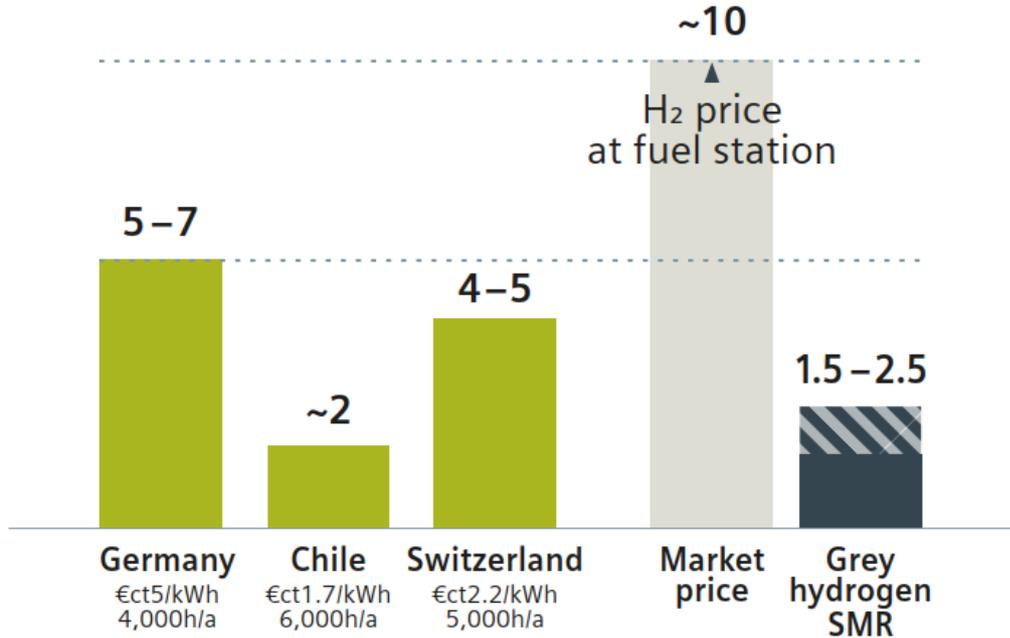
Green Hydrogen from PEM electrolysis is/will become competitive

Highly available low-cost renewable power already generates green hydrogen at cost level of grey hydrogen from steam methane reforming (SMR)

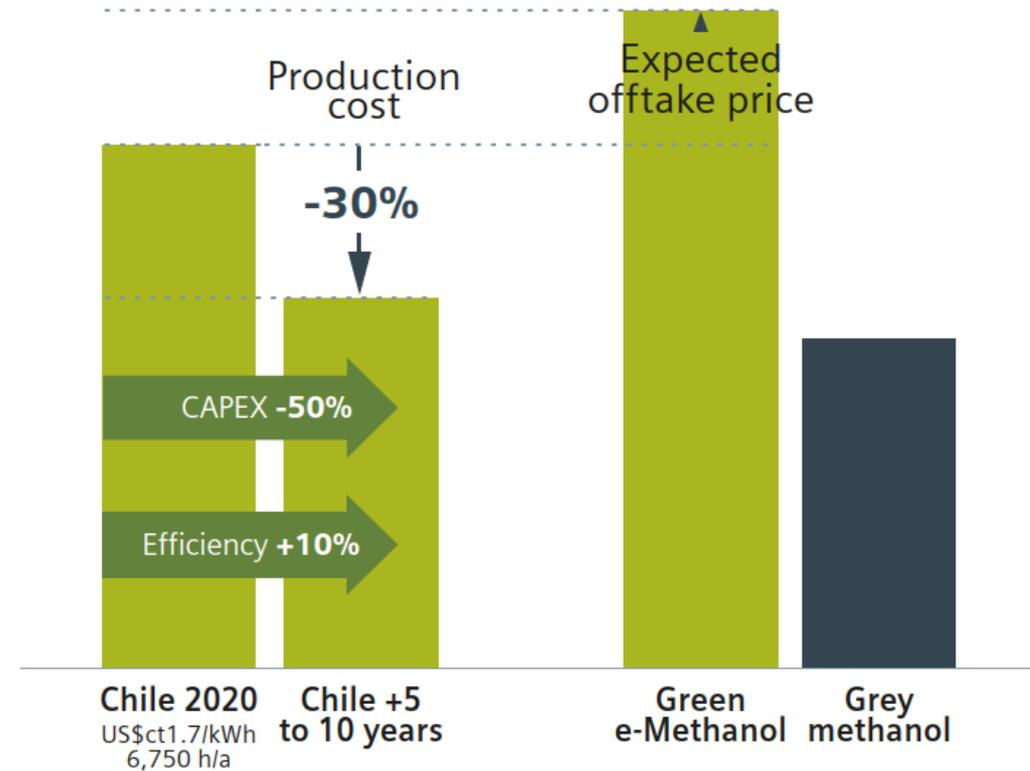


Power-to-X will become a real business case

Green hydrogen's positive business case:
hydrogen production cost depending
on power supply and electrolyzer CAPEX



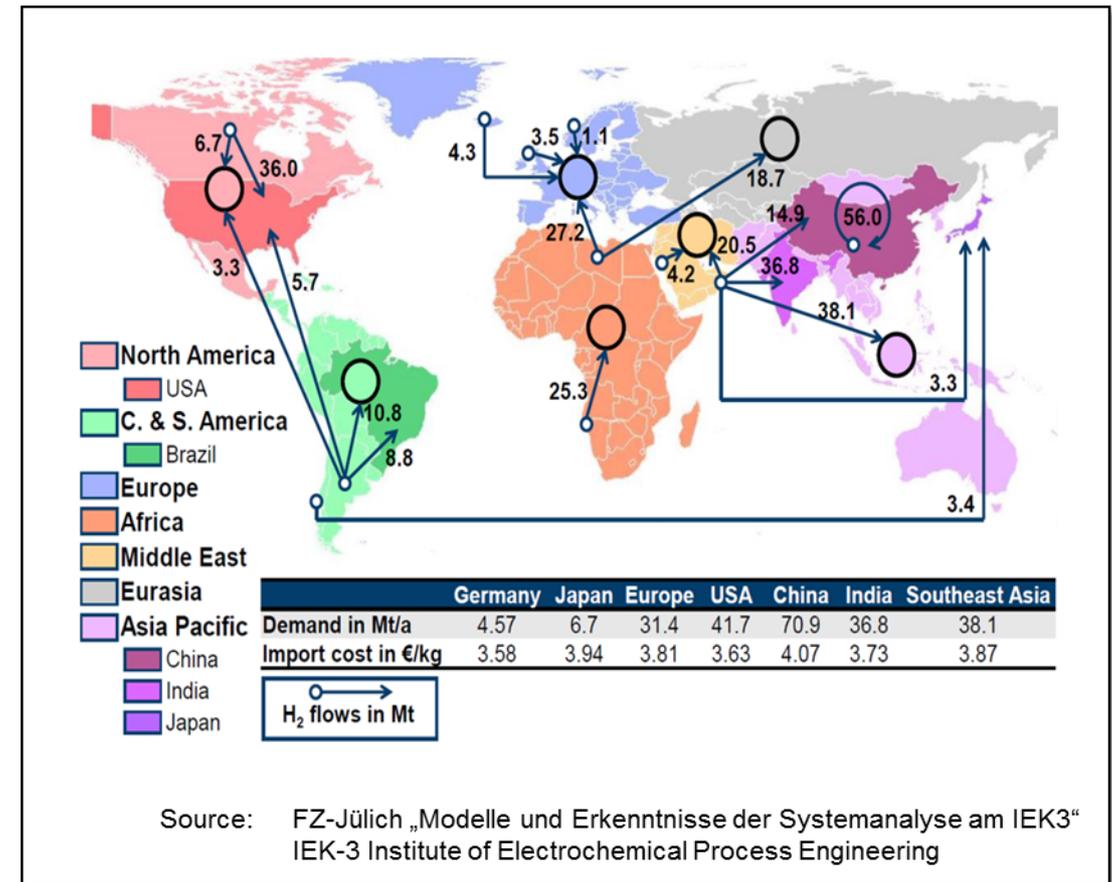
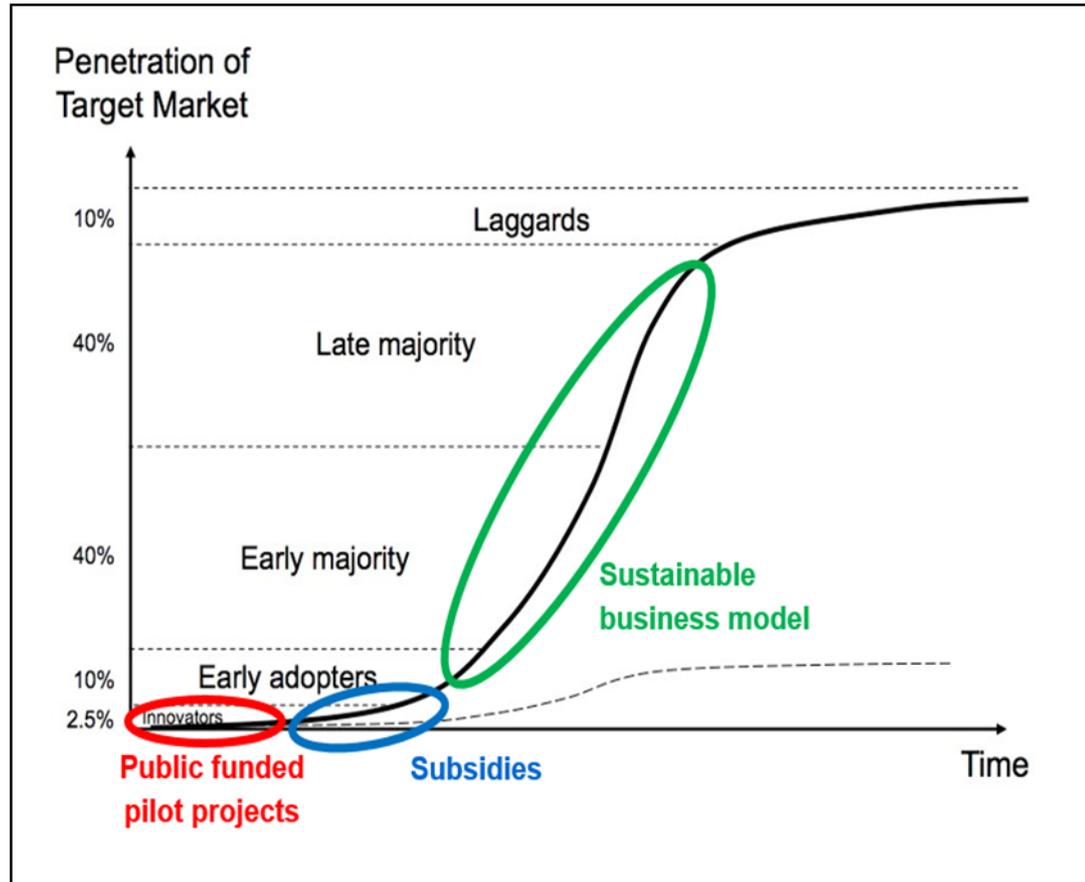
e-Methanol becoming competitive to bioethanol
levelized costs of e-Methanol from electrolysis
(US\$/t)



Source: Siemens

Worldwide H₂ Allocation (Scenario 2050)

H₂ export business will become important in the future



Summary



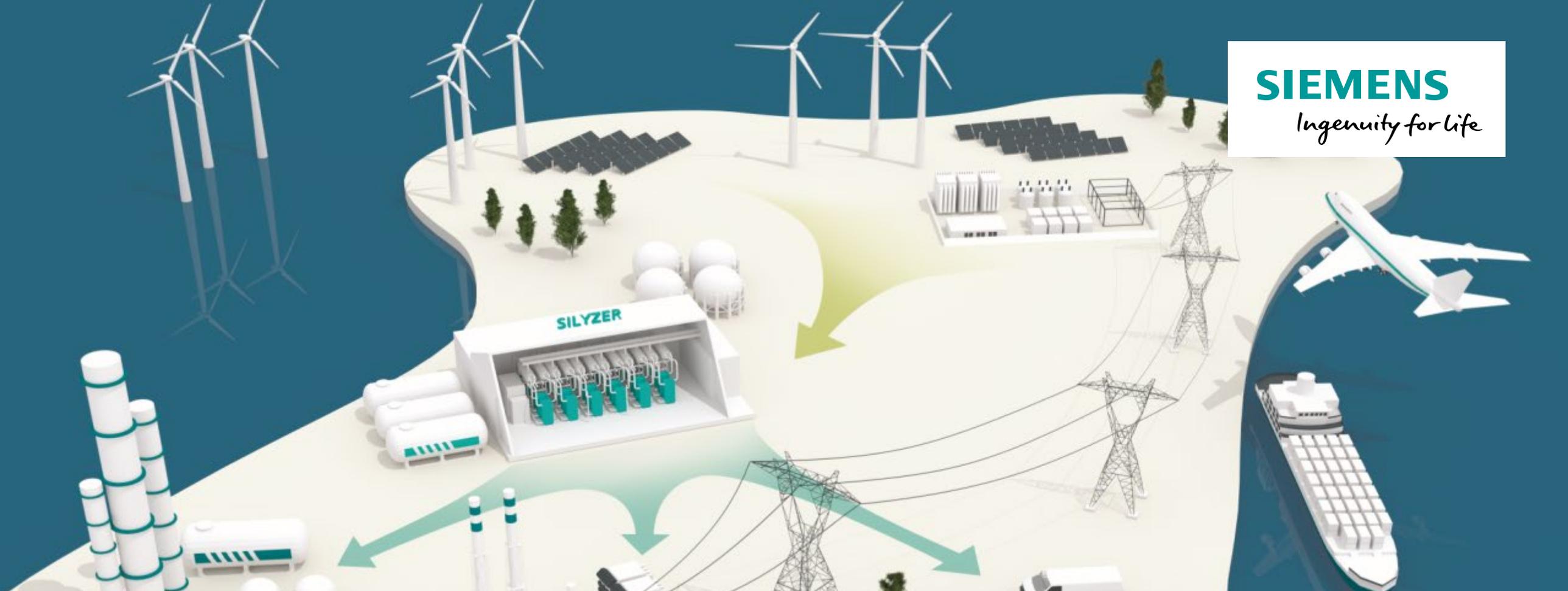
SIEMENS
Ingenuity for life

Key drivers for Green Hydrogen solutions:

- Excess renewable energy
- Scale-up of energy transition technologies/solutions for cost down
- Sector coupling for efficiency increase
- Export and Import of H₂ and e-fuels
- Local H₂ production as enabler of Energy Transition
- Governmental regulations / tariff models → EEG, CO₂-taxes and blending quotes

→ **Siemens as a reliable partner for studies and projects**

SIEMENS
Ingenuity for life



Thank you



Dr. Andreas Penkner
+49 172 218 5564
andreas.penkner@siemens.com

Elektrolyse – Technologie mit Potenzial für Baden- Württemberg

Impulsvortrag

Dr.-Ing. Ingmar Hartung, Stuttgart, 21.11.2019

IAV – der starke Engineering-Partner



Mehr als 25
Standorte weltweit



Mehr als 35
Jahre Erfahrung



Mehr als 7.500
Mitarbeiter

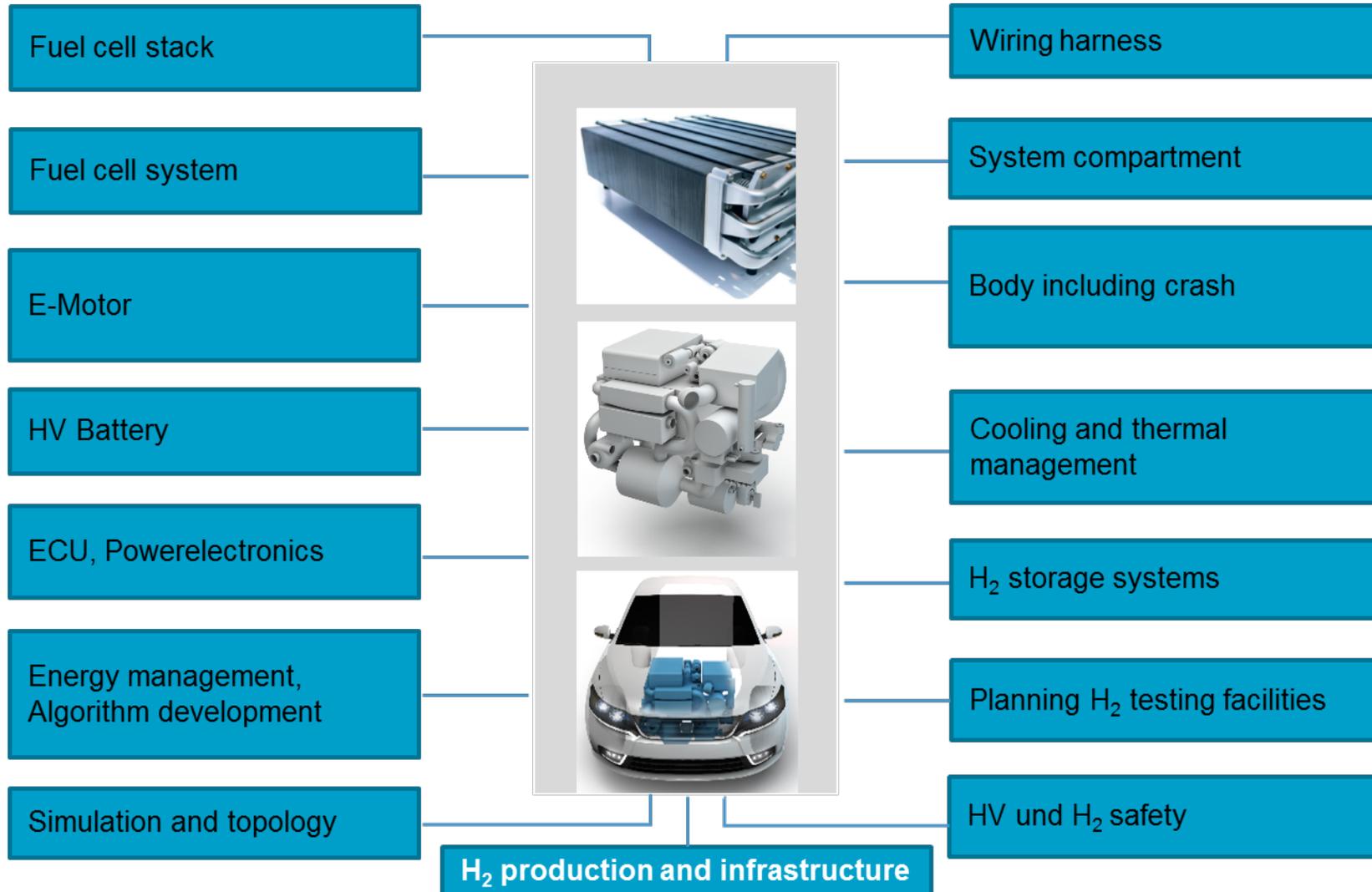


Mehr als 65 %
Ingenieure

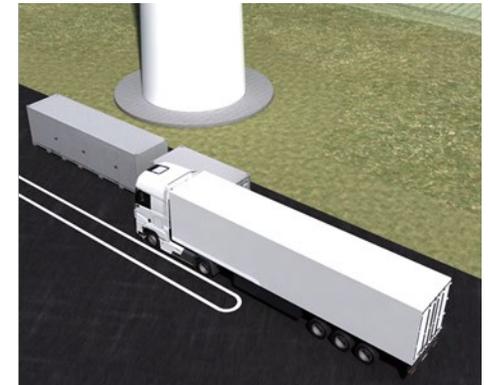
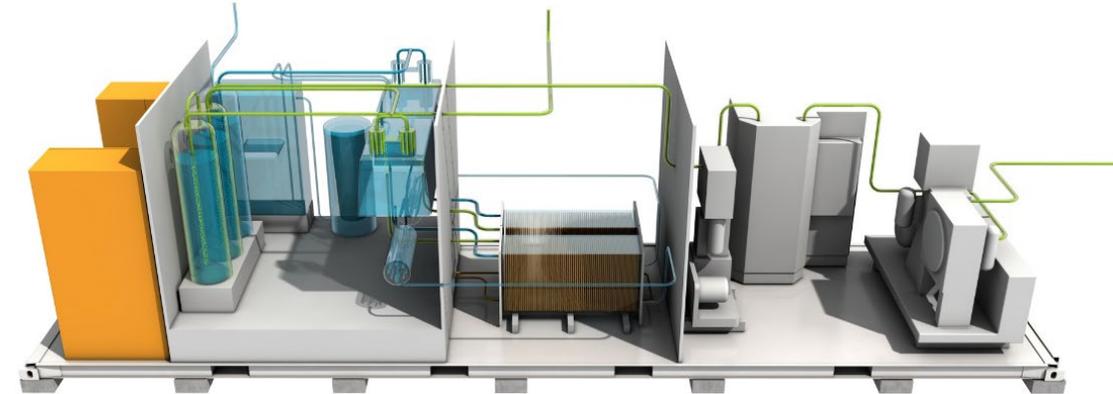


Mehr als 900 Mio.
Euro Jahresumsatz

IAV's Expertise in Hydrogen Systems



Die Elektrolyseprojekte der IAV



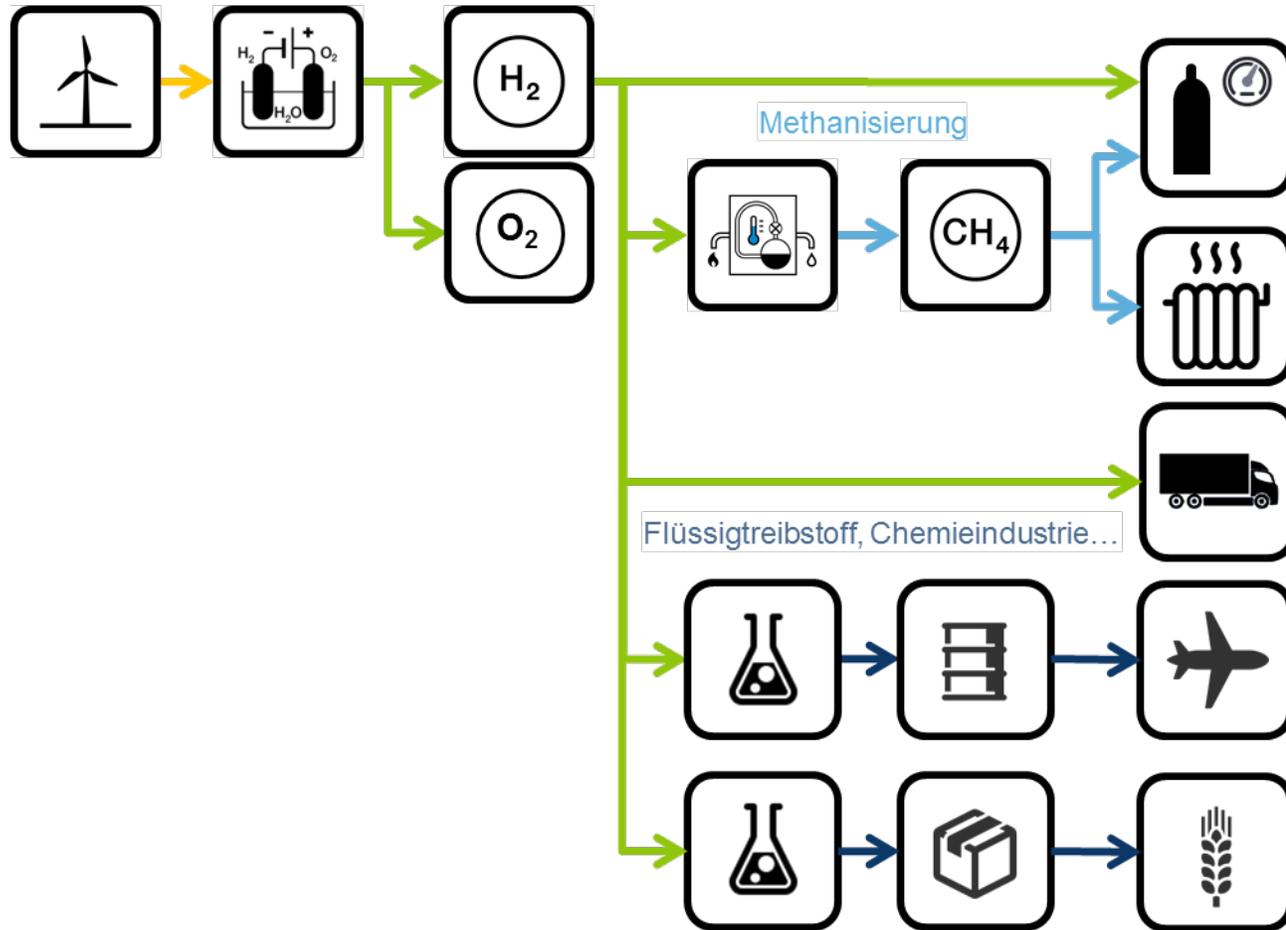
Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



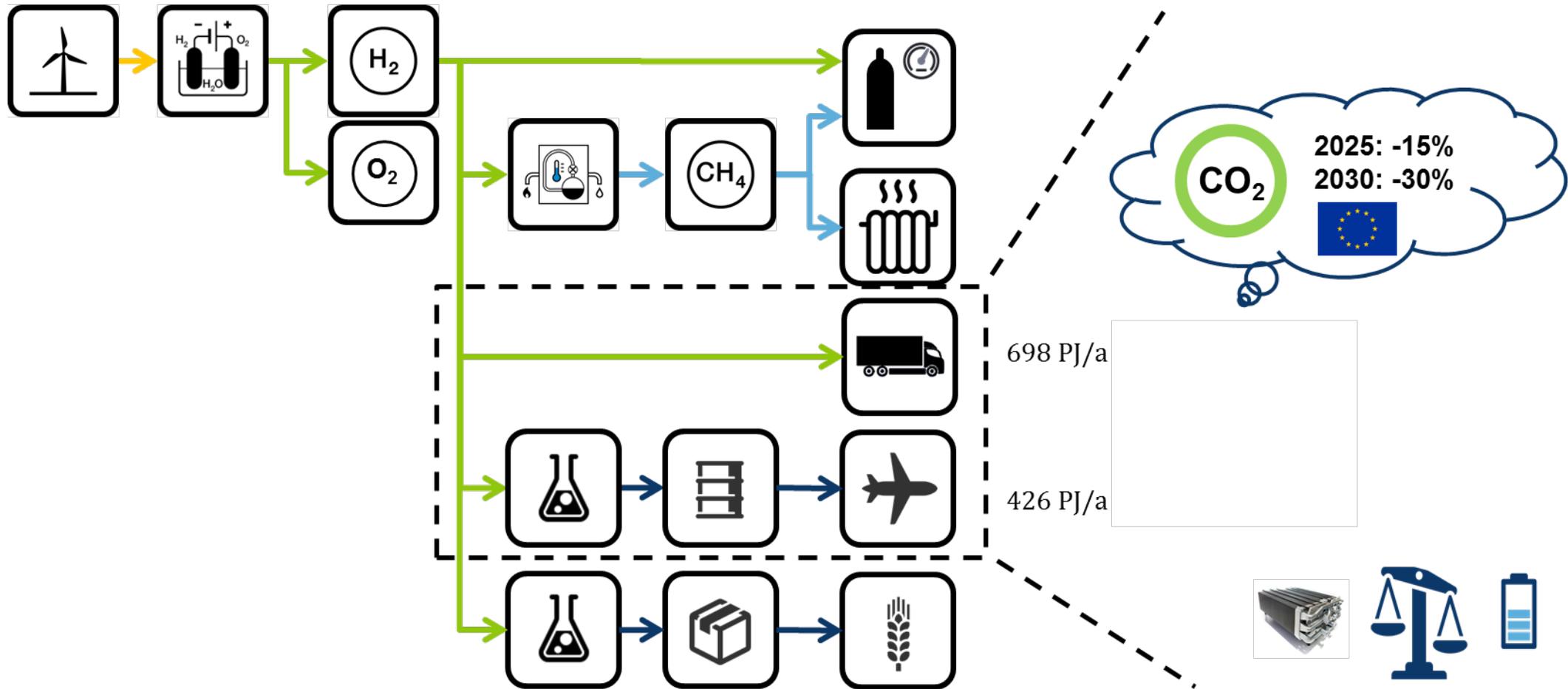
Die Rolle der Elektrolyse im Energiesystem der Zukunft



- Power-to-Gas für saison-übergreifende Langfrist-Speicherung
- Power-to-Gas bedient auch die Sektoren Wärme und Verkehr
- Power-to-Gas als Vorbedingung für CO₂-freie Chemieindustrie

→ Die Defossilisierung „jenseits des Stromnetzes“ funktioniert nur mit Elektrolyse

Welche Rolle spielt Elektrolyse im Kontext der Mobilität der Zukunft?



Datenquelle: BMVI, „Verkehr in Zahlen 2018/2019“, S. 303 (Datensatz für 2017, vorläufig)

→ Für alle Mobilitätsanwendungen jenseits der Batterie ist Elektrolyse die Schlüsseltechnologie!

Welche Rolle spielt Elektrolyse als Sektorkopplungstechnologie?

Schluss mit CO2: Umdenken bei Volkswagen

Veröffentlicht am 13.03.2019 | Lesedauer: 3 Minuten

Unter dem Eindruck der verschärften EU-Grenzwerte sollen bis 2050 Autos, Zulieferprodukte und Fabriken klimaneutral sein

NEUE NACHHALTIGKEITSSTRATEGIE

Mercedes will bis 2039 völlig klimaneutral sein
13.05.2019

Mittwoch, 16. Oktober 2019, 15.15 Uhr

Volvo will bis 2040 klimaneutral sein:
Volvo zahlt fürs elektrische Fahren

Thyssen Krupp testet den Einsatz von Wasserstoff im Hochofen

12.11.2019

Wasserstoff statt Kohle. thyssenkrupp Steel startet wegweisendes Projekt für eine klimafreundliche Stahlproduktion am Standort Duisburg

15.04.2019

DEKARBONISIERUNG

Voest startet Testanlage mit Wasserstoff-Elektrolyse im Herbst

Die Vorbereitungen laufen auf Hochtouren, im Herbst soll das Wasserstoff-Pilotprojekt von Voestalpine und Verbund starten

20.09.2019

WASSERSTOFF:

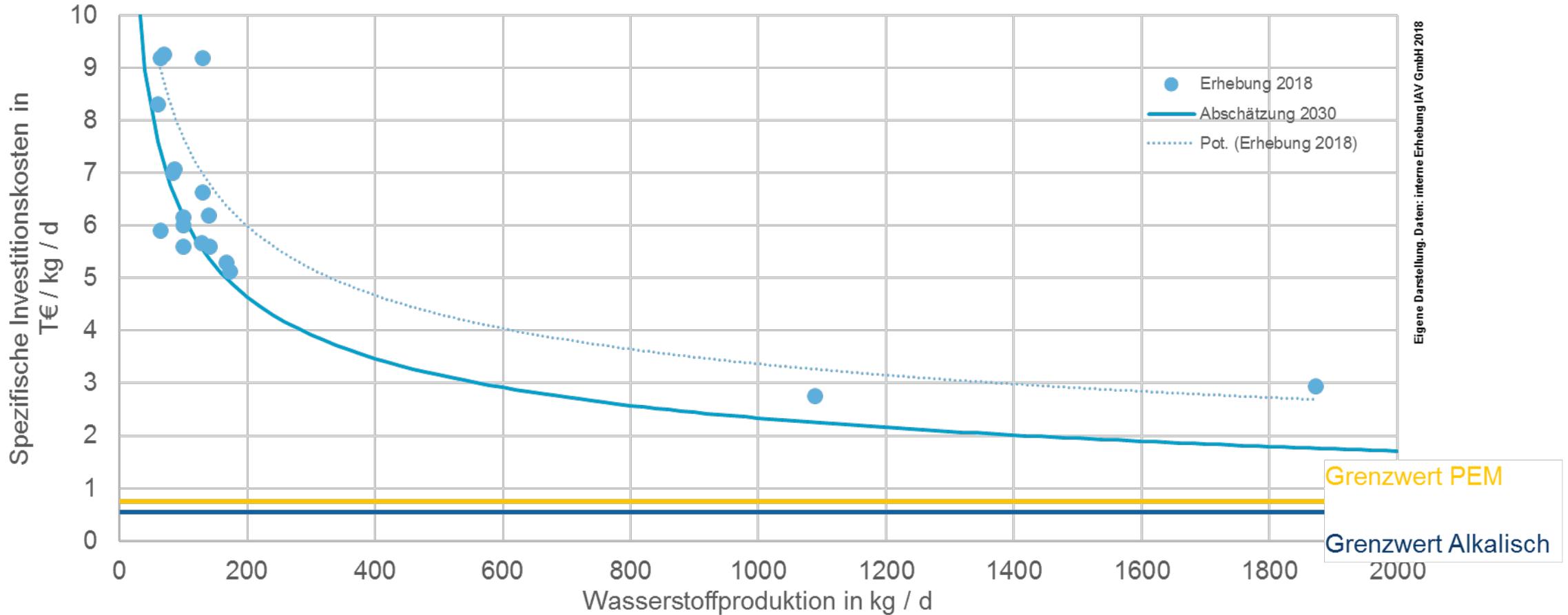
Salzgitter baut Elektrolyseur für die Stahlproduktion

Den nach eigenen Angaben weltweit größten Hochtemperatur-Elektrolyseur (HTE) für erneuerbare und energieeffiziente Wasserstofferzeugung baut die Salzgitter Flachstahl GmbH auf.

14.03.2019

Welche Kostensenkungspotenziale sind zu erwarten?

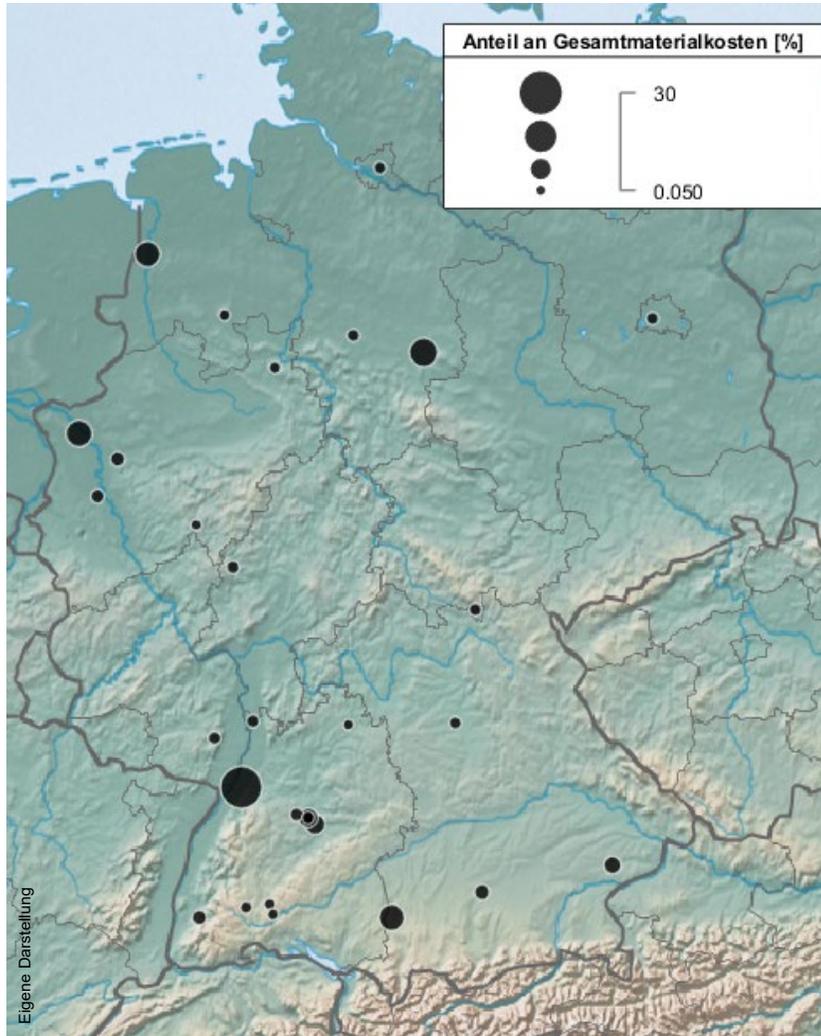
Investitionskosten Wasserelektrolyse



Eigene Darstellung. Daten: interne Erhebung IAV GmbH 2018

→ Reduktionen von ca. 30% bis 2030 erwartet (hauptsächlich Stückzahl-getrieben)

Welche Bedeutung hat die Elektrolyse für die Wertschöpfung in Baden-Württemberg?

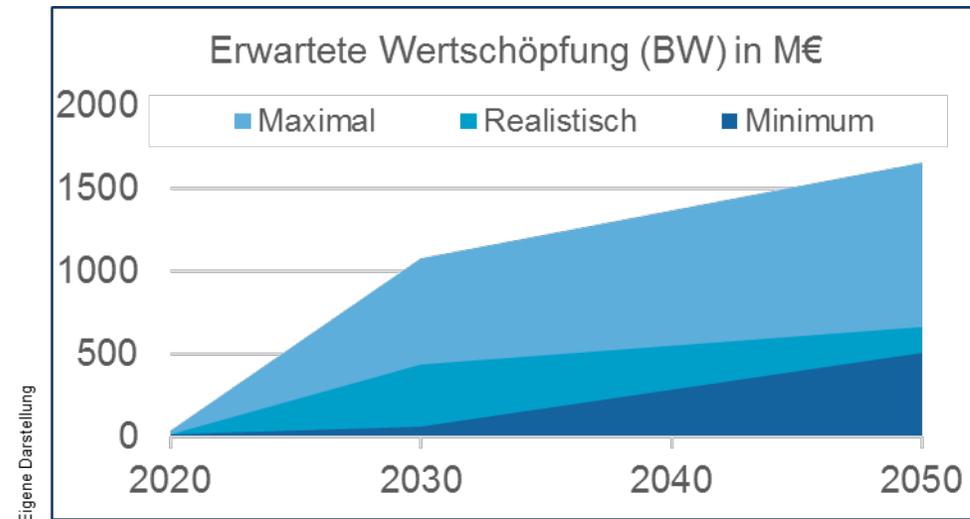
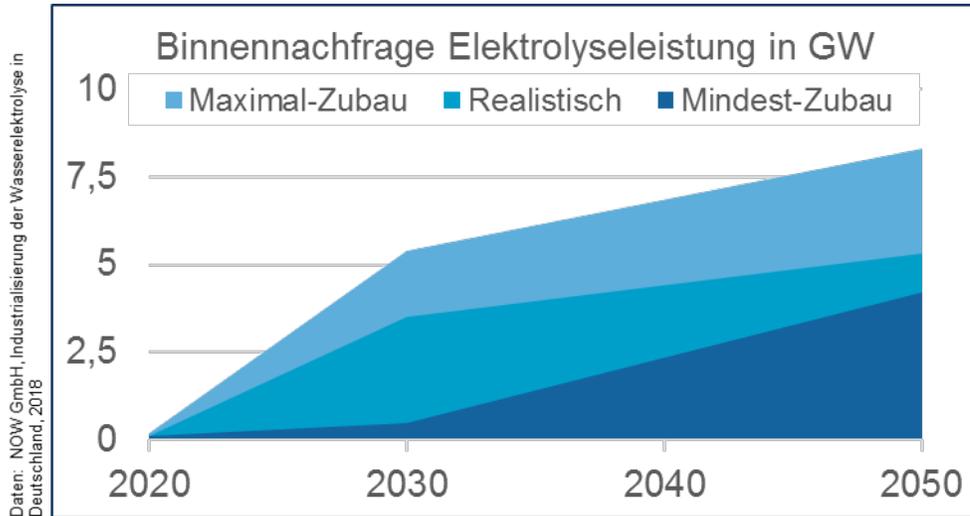


Gegenwart:

- Abbildung zeigt die Anteile der einzelnen Komponenten der ecoPtG-Elektrolyse-Anlage an den Gesamtmaterialekosten
- Die **Mehrheit der Zulieferer** stammt aus Baden-Württemberg, darunter einige der wichtigsten
- Insgesamt werden **knapp 40% der Materialekosten** an Unternehmen überwiesen, die in **Baden-Württemberg** ihren Hauptsitz haben

→ **Baden-Württemberg hat im Ländervergleich den größten Anteil an der Wertschöpfung**

Welche Bedeutung hat die Elektrolyse für die Wertschöpfung in Baden-Württemberg?

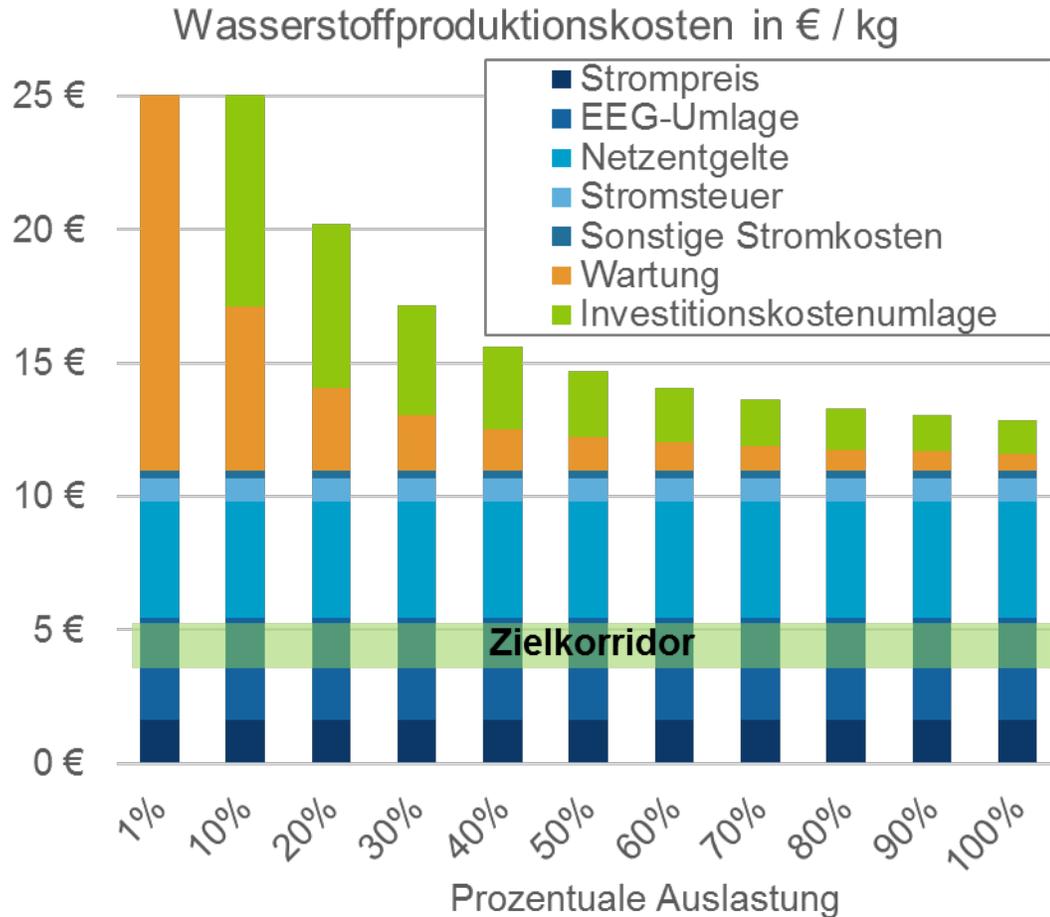


Zukunft:

- **Jährlicher Zubau von mehreren Gigawatt Elektrolyse-Leistung allein in Deutschland**
- Wertschöpfung für Baden-Württemberg im Bereich von **mehreren Hundert Mio. € allein aus dem deutschen Markt**
- **Exportmärkte** können je nach Szenario ein **Vielfaches** davon ausmachen

→ Wertschöpfung für BW > 500 Mio. € in 2030 erwartet

Was sind die relevanten Realisierungserfordernisse?



Bestandsaufnahme:

- Massive Senkung der Wasserstoffproduktionskosten erforderlich
- Stromkosten sind dominierender Anteil

Empfehlungen:

- **Reduktion der Abgabenlast auf die Stromkosten** (z.B. durch Einstufung als stromkostenintensive Branche gemäß §§ 64, 103 EEG)
- Schaffung von Anreizen zum **Weiterbetrieb von EEG-Altanlagen**
- Simultane Förderung von **Angebot und Nachfrage**

→ Eine Umgestaltung der Strommarkt-Regulatorik ist für die Marktaktivierung dringend notwendig

Kontakt

Dr.-Ing. Ingmar Hartung

IAV GmbH

Rockwellstraße 16, 38518 Gifhorn

Telefon +49 5371 80-55926

ingmar.hartung@iav.de

www.iav.com

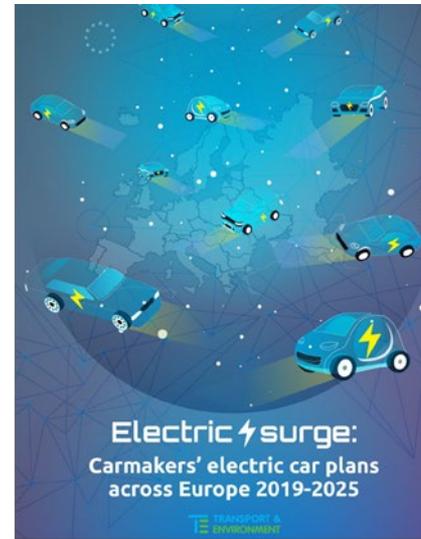


WORKSHOP
„ELEKTROLYSE - TECHNOLOGIE MIT
POTENZIAL FÜR BADEN-
WÜRTTEMBERG“

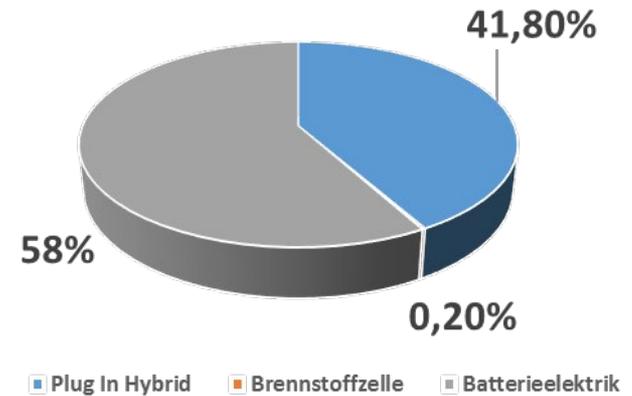
22. NOVEMBER

BLICK AUS RICHTUNG BRENNSTOFFZELLE - DIE SCHNELLE STORY

- ▶ „Transport& Environment“ geht 2025 von 4 Millionen produzierten E-Autos in Europa aus:
- ▶ Nur 9.000 davon sind Brennstoffzellen-Fahrzeuge
- ▶ Wesentlich ist fehlendes Geschäftsmodell aufgrund zu hoher Kosten der Brennstoffzellentechnologien
- ▶ **Warum sind wir dennoch hier zusammen?**



Produktion in Europa im Jahr
2025



IG Metall

Quelle: Transport & Environment

Mobilitäts- und Verkehrswende



**Sichere & gute
Arbeit**



**Leistungsfähige
Mobilität – Einstieg
Mobilitätswende**



**Intakte
Umwelt –
Energiewende**



**Industrie als Garant
für Wohlstand und Arbeitsplätze**

Automobilcluster

468.500 Beschäftigte

Handel und Kfz-Handwerk



86.000 Beschäftigte

Wertschöpfungskern

382.500 Beschäftigte

Maschinenbau



30.000 Beschäftigte

sonst. DL



15.000 Beschäftigte

Materiallieferanten



26.000 Beschäftigte

Wertschöpfungskern

311.500 Beschäftigte

OEM



121.000 Beschäftigte

 davon 26.000 im
Komponentenwerk

 davon 22.500 F&E

Komponenten- und Teilezulieferer



151.500 Beschäftigte

 davon 115.000 im
Komponentenwerk

 davon 36.500 F&E

Entwicklungs-DL



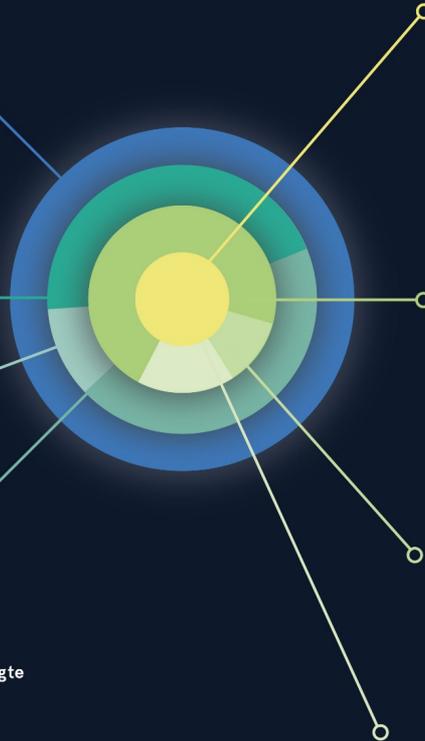
15.000 Beschäftigte

 davon 15.000 F&E

Werks-DL + AnÜ

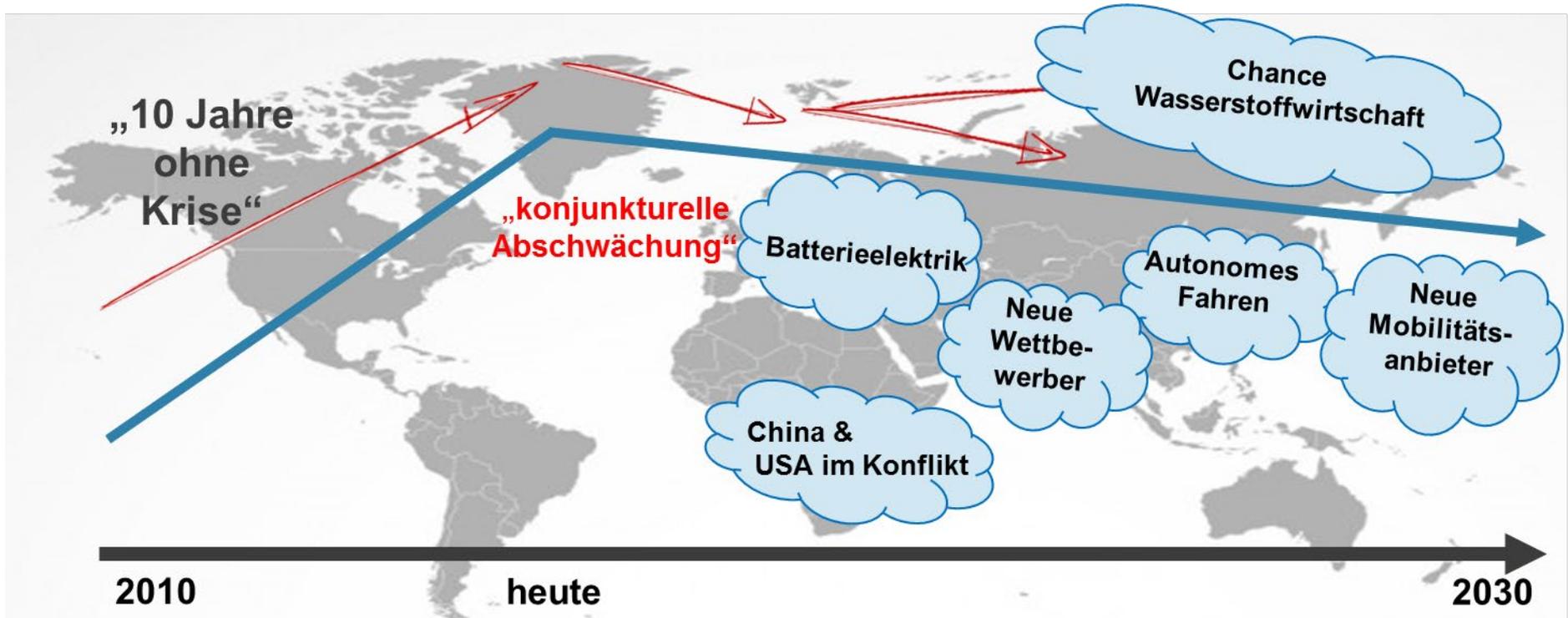


24.000 Beschäftigte





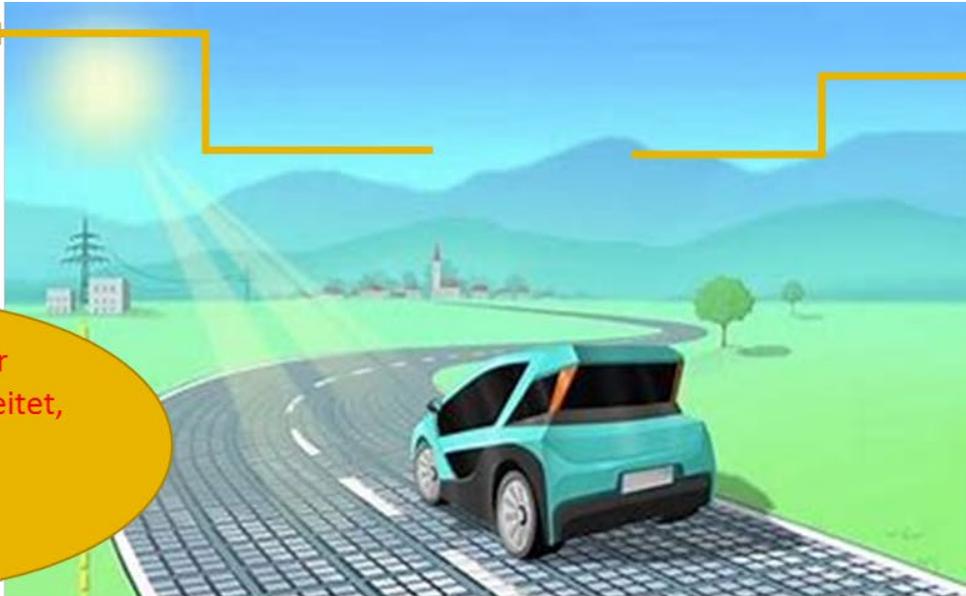
KONJUNKTUR UND TRANSFORMATION



Wasserstofftechnologie & Brennstoffzellen-Fahrzeuge



Status quo:
Zwischen
Demonstratoren
und Kleinserie



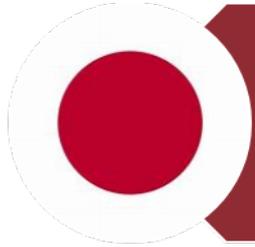
Perspektive
Serie und
Marktdurchdringung

„2020 haben wir
Programm abgearbeitet,
dann ist eine
mehrjährige
Durststrecke“

■ Erzeugung und Infrastruktur ■ Transport ■ Energie ■ Produktion



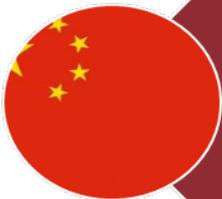
Was passiert in Welt und Baden-Württemberg



Wasserstoff-Gesellschaft
mit Energie und Mobilität



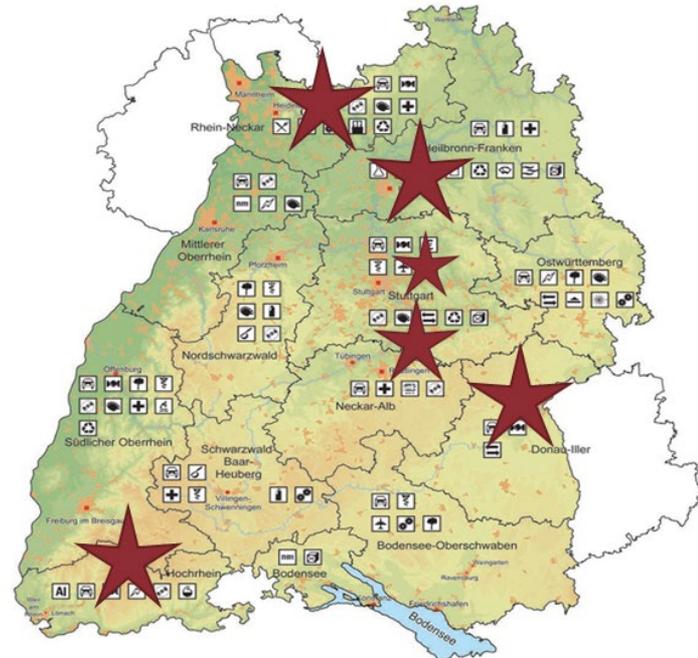
Aktuell 3 innerstädtische
Testgebiete und
Antriebstechnik



Ausgewählte Regionen und
Lernen im Sinne des think
big (z.B. 1000 Busse statt 5)

Forschungsseitige und industrielle Fähigkeiten für
Spitzenposition vorhanden –
wird Fähigkeit genutzt?

Regionale Cluster-Landkarte Baden-Württemberg



Empfehlungen, weil die Zeit noch kommt & Baden-Württemberg Chance ergreifen muss



- **Mobilitätswende braucht entschlossene Energiewende – für eine industriepolitische Forcierung von Power-to-X**
- **Ziel Produktions- und Anwendungsstandort mit industrieller Serienproduktion**
- **Technologiefähigkeit durch Forschung und Industrie vorhanden**
 - Forschung und Entwicklung durch Technologieförderung intensivieren
 - Sichtbarkeit durch Modellregionen ausbauen
- **technologischer Vorsprung, kostenbedingtes Stückzahl-Dilemma**
 - Nachfrageprogramme Brennstoffzellenfahrzeuge (Langstrecke, Busse und Nutzfahrzeuge)
 - Anwenderförderung
- **Mobile und stationäre Anwendungen zusammendenken**
- **Gute Arbeitsbedingungen immer mitdenken**
 - Gute Arbeit für die Beschäftigten durch Tarifbindung, Betriebsräte und Mitbestimmung





Elektrolyse – Technologie mit Potenzial für Baden-Württemberg

Workshop im Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Impulsvortrag Peter Trawitzki

21.11.2019



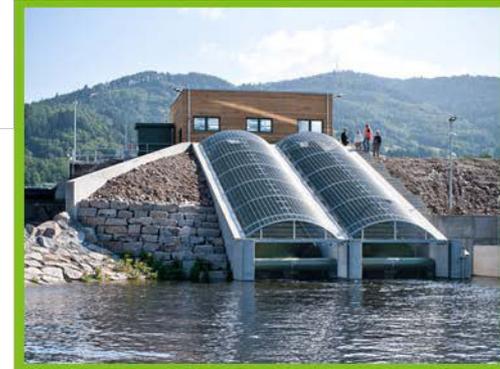
EnergieDienst



Agenda

- Kurzvorstellung Energiedienst
- Motivation Energiedienst für Power-to-Hydrogen
- Erfahrungen mit Pilotanlage
 - Genehmigung
 - Planung, Bau
 - Kosten, Märkte, Wirtschaftlichkeit
- „H₂ Wyhlen“, Reallabor der Energiewende
- Beispiel Schweiz
- Empfehlungen für die Landesregierung

Energiedienst, Netzgebiet D und Kleinwasserkraftwerke im Schwarzwald



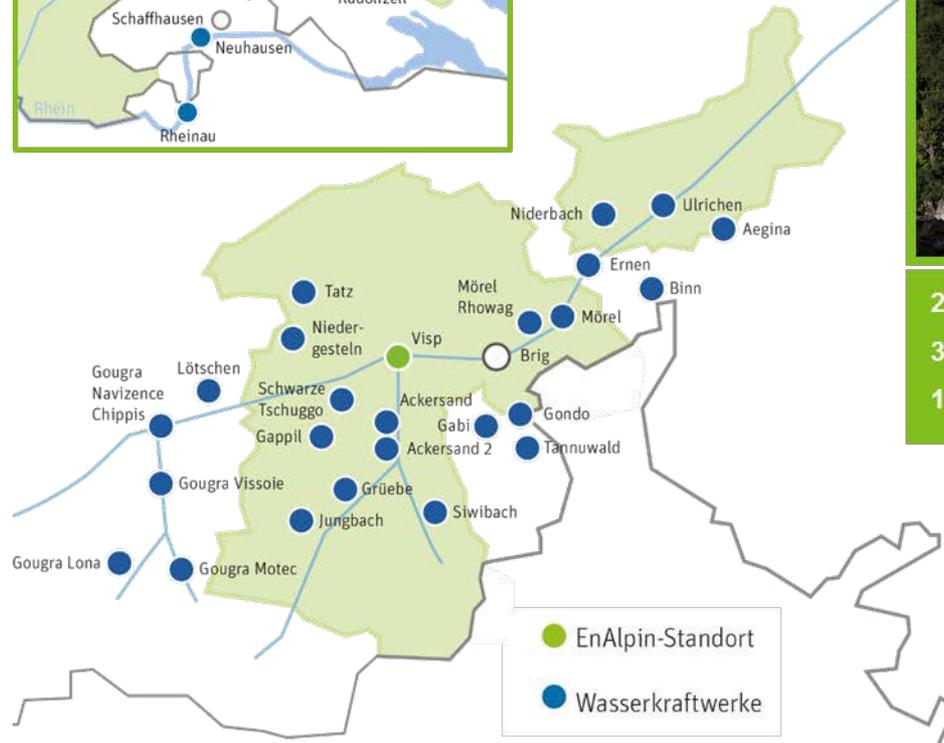
13 Wasserkraftwerke
Gesamtproduktion: 25 Mio. kWh
Strom für 7.100 Haushalte

Energiedienst, Wasserkraftwerke am Hochrhein





Energiedienst, EnAlpin AG



26 Kraftwerke
300 MW Leistung
1 Mrd. kWh Energieproduktion

Motivation Energiedienst für Power-to-Hydrogen



Wirtschaftlichkeit

Regulierung



Nachhaltigkeit



Erfahrungen mit Pilotanlage: Wasserkraftwerk und PtH₂



EnergieDienst



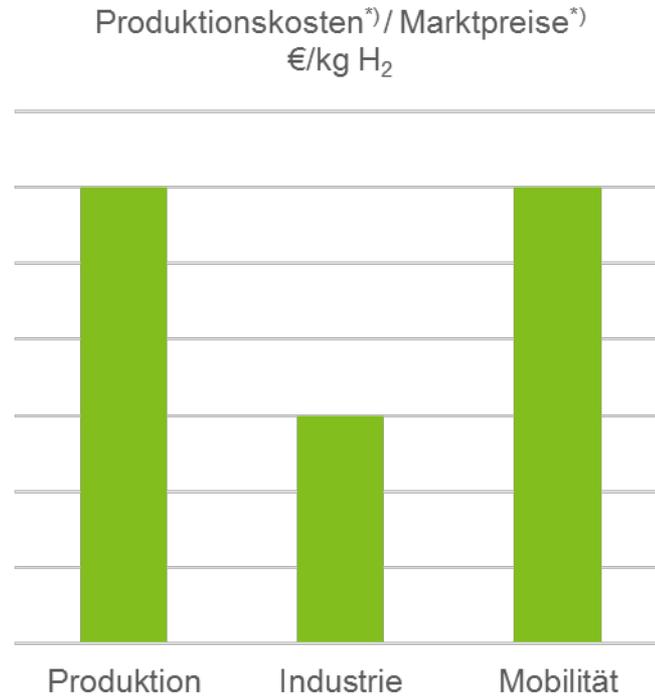
Erfahrungen mit Pilotanlage: ZSW-F&E-Anlage



Erfahrungen mit Pilotanlage: Investitionen, Produktionskosten und Marktpreise (Größenordnungen)



Erfahrungen mit Pilotanlage: Investitionen, Produktionskosten und Marktpreise (Größenordnungen)



^{*)} grobe Schätzungen mit derzeitigen Strompreisen

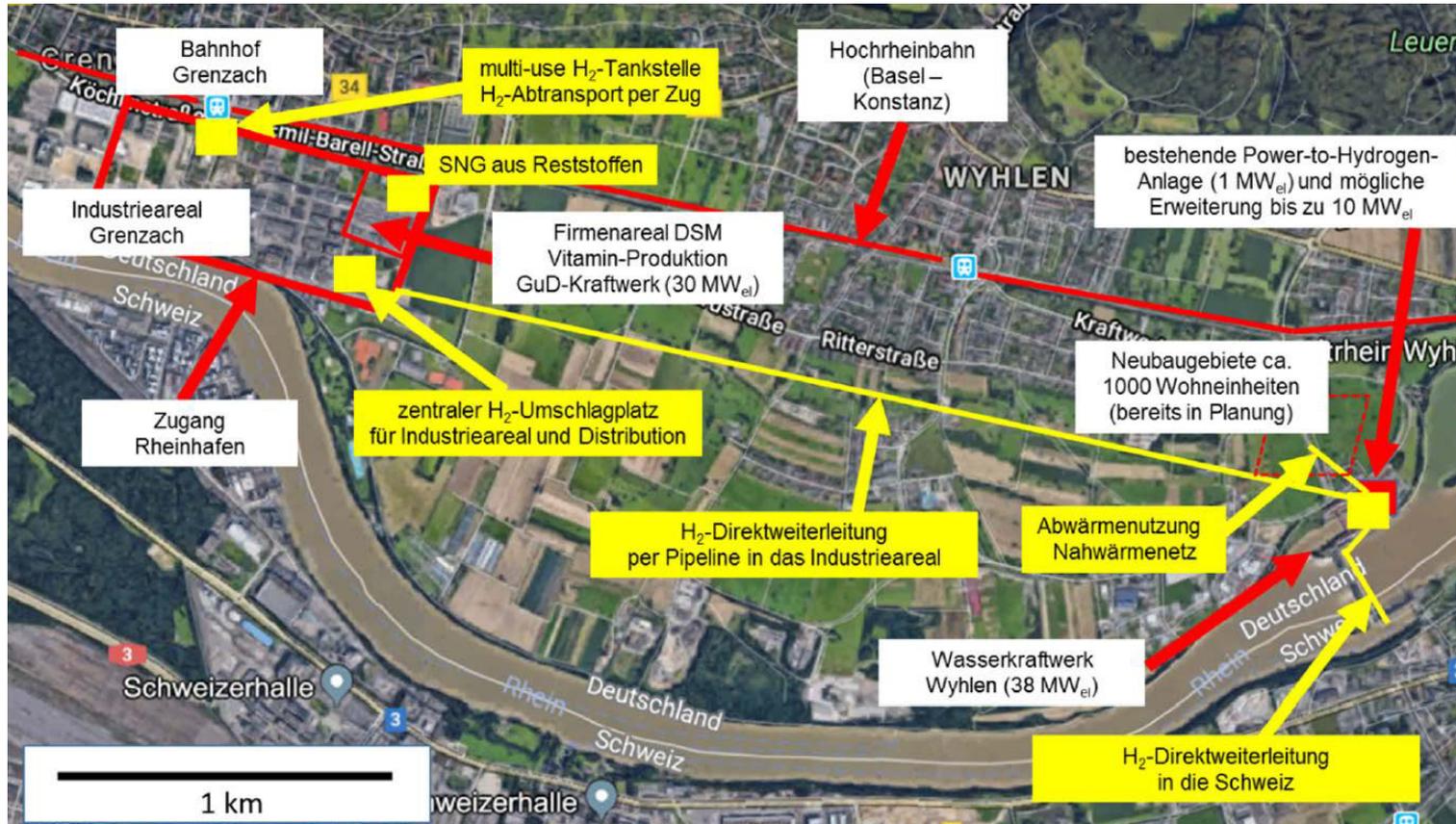


Erfahrungen Pilotanlage: Sonstiges

- Kommunikation
 - Große Zustimmung in der Bevölkerung aufgrund intensiver Information „auf allen Kanälen“ und mit mehreren Bürgerveranstaltungen
 - Bürgerinitiative: nur einige direkt benachbarte Anwohner, jedoch mit sehr lauter Stimme und relevanter Einwirkung auf das Projekt
- Genehmigungsverfahren
 - Fachkompetenz und große Bereitschaft zur Unterstützung
 - Zeitaufwändige Bearbeitung Anliegen Bürgerinitiative
 - Anwendung von Elementen der Störfallverordnung
 - Anscheinend kein Standardverfahren
- Kosten
 - Investition Elektrolyse und Gasaufbereitung (nicht aus BaWü)
 - Investition Gebäude und Nebenanlagen (Kompressor, Speicher nicht aus BaWü)
 - Gutachten und Planungen
- Lieferanten und Handwerker
 - Kosten
 - Qualifikation



Reallabor „H₂ Wyhlen“, Testraum



Beispiel Schweiz, Förderverein H₂-Mobilität Schweiz, „Henne und Ei“

Motivation

- Dekarbonisierung Schwerlastverkehr
- Batterieelektrik hier nicht zielführend
- Brennstoffzellen-LKW voraussichtlich wirtschaftlich (Mehrinvestition vs. LKW-Maut)

Umsetzung

- Bis 2025 flächendeckende H₂-Infrastruktur für Mobilitätszwecke
- Wasserstoffproduktion mittels Elektrolyse an Kraftwerksstandorten

Mitglieder

Agrola, AVIA, Camion Transport, Coop, Coop Mineralöl, Emil Frey Group, fenaco, F. Murpf, Galliker, Leclerc Transport, Migrol, Shell New Fuels, SOCAR Energy Switzerland, Tamoil

Ressourcen

- 2.000 Tankstellen
- 4.000 schwere Nutzfahrzeuge
- Joint Venture mit Hyundai zur Lieferung von 1.600 Brennstoffzellen-LKW bis 2025

Herausforderungen für Anwendung „Grüner Wasserstoff“ und Empfehlungen für die Landesregierung



EnergieDienst

Herausforderungen

- Wirtschaftlichkeit derzeit nur im Mobilitätsbereich
- Technik nicht standardisiert
- Genehmigungsverfahren nicht standardisiert
- Bevölkerung z.T. mit Ängsten
- Kosten für elektrische Energie (EEG, KWKG, StromSt, §19-NEV-Umlage, ...)

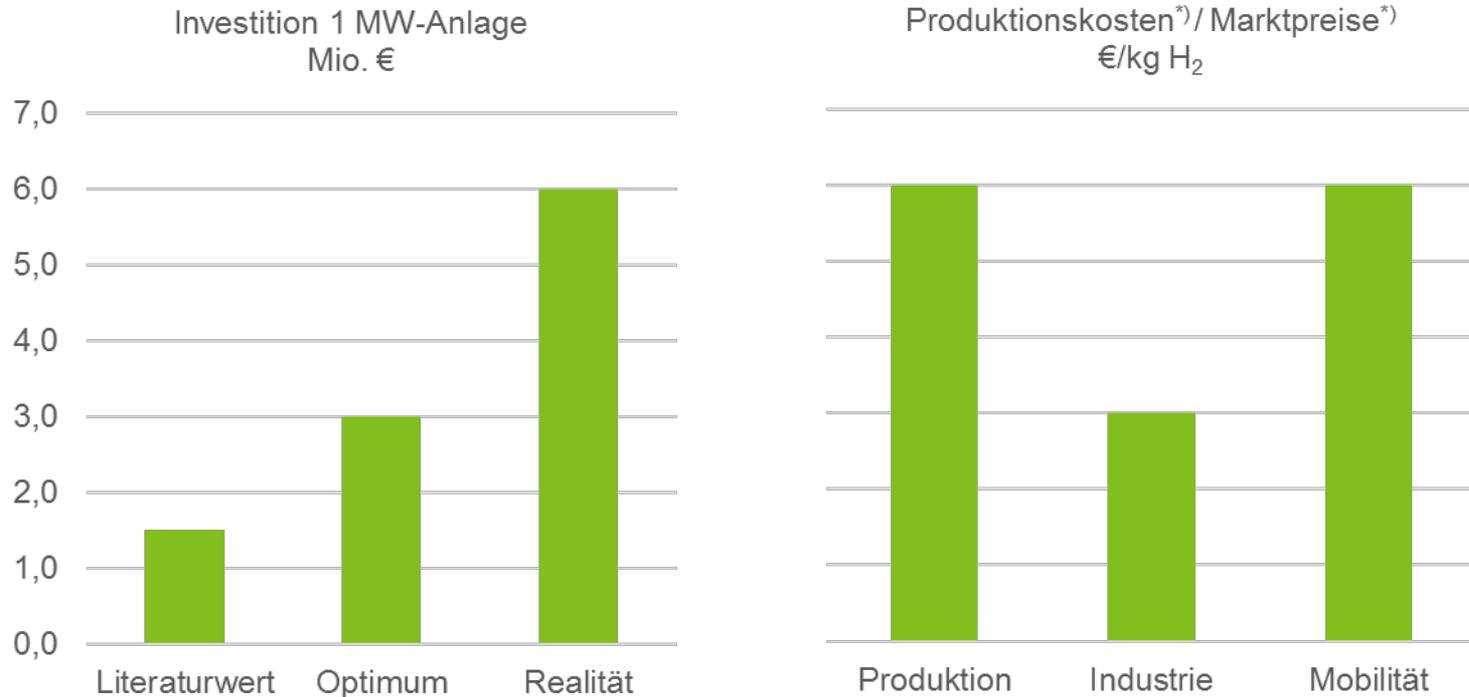
Empfehlungen

- Kurzfristig: Förderung H₂-Mobilität
- Langfristig: Lenkungselemente (marktwirtschaftlich)
- Unterstützung Standardisierung Technik (v. a. BoP)
- Unterstützung Standardisierung Genehmigungsverfahren
- Aufklärung Nutzen und Handhabbarkeit H₂
- Befreiung Strompreis von für die Energiewende eingeführten Elementen
- Elektrolyseur und Brennstoffzelle gemeinsam denken

Erfahrungen mit Pilotanlage: Investitionen, Produktionskosten und Marktpreise (Größenordnungen)



EnergieDienst



^{*)} grobe Schätzungen mit derzeitigen Strompreisen

Herausforderungen für Anwendung „Grüner Wasserstoff“ und Empfehlungen für die Landesregierung



EnergieDienst

Herausforderungen

- Wirtschaftlichkeit derzeit nur im Mobilitätsbereich
- Technik nicht standardisiert
- Genehmigungsverfahren nicht standardisiert
- Bevölkerung z. T. mit Ängsten
- Kosten für elektrische Energie (EEG, KWKG, StromSt, §19-NEV-Umlage, ...)

Empfehlungen

- Kurzfristig: Förderung H₂-Mobilität
- Langfristig: Lenkungselemente (marktwirtschaftlich)
- Unterstützung Standardisierung Technik (v. a. BoP)
- Unterstützung Standardisierung Genehmigungsverfahren
- Aufklärung Nutzen und Handhabbarkeit H₂
- Befreiung Strompreis von für die Energiewende eingeführten Elementen
- Elektrolyseur und Brennstoffzelle gemeinsam denken



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit