



Roadmap Arbeitskreis Grüner Wasserstoff

Autoren: Christina Jasmin Hofmann

Mit Unterstützung von Dr. Jörg Buisset, Alexander Mayer

IDI – Initiative deutsche Infrastruktur e.V.

Juni 2021

1. Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage zur Roadmap.....	3
2. Zusammenfassung	4
3. Zukunftsvisionen „Grüner Wasserstoff“	5
3.1. 12 Billionen USD Marktvolumen bis 2050.....	5
3.2. Privileg von Speicherung und Transport	5
3.3. Stahlindustrie mit grünem Wasserstoff	6
3.4. Revolution der Verkehrs- und Transportmittel.....	7
3.5. Fazit.....	9
4. Rahmenbedingungen zur Umsetzung der nationalen und europäischen Wasserstoffstrategien	10
4.1. Vorteile und Nachteile von Wasserstoff.....	10
4.2. Strukturrahmen und Regulatorik der EU.....	11
4.3. Fazit.....	13
5. Wesentliche Projekte zur Umsetzung der nationalen und europäischen Wasserstoffstrategien	13
5.1. Kategorisierung von Wasserstoffprojekten.....	13
5.2. IPCEI-Projekte.....	13
5.2.1. Geförderte Projektarten (Erzeugung, Infrastruktur, Nutzung)	14
5.2.2. Zielsetzung.....	14
5.2.3. Fördergrundsatz	14
5.2.4. Förderkriterien	14
5.2.5. IPCEI-Projektanwärter.....	15
5.3. Kooperationspartnerschaften / Beispiele weiterer Projekte.....	17
5.4. Forschung und Entwicklung	20
5.5. Fazit.....	20
6. Sektorenanalysen.....	20
7. Entscheidungskriterien für Investierbarkeit.....	21
7.1. Fördergelder und Gesetzgebung	21
7.2. Anforderungen eines deutschen Altersvorsorgeinvestors	22
7.3. Fazit.....	23
8. Timeline 2021	23
Glossar.....	24
Über die IDI - Initiative Deutsche Infrastruktur e.V. (IDI)	25
Die Autoren	26

1. Ausgangslage zur Roadmap

Die Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen sieht die Versorgungssicherheit Deutschlands bei der Energiewende hin zu erneuerbaren Energien nur gegeben, wenn grüner Wasserstoff als Energieträger in weiten Teilen fossile Rohstoffe substituiert. Durch die Verordnung, welche die Nationale Wasserstoffstrategie (NWS)¹ darstellt, wurden nicht nur die ökonomischen und nachhaltigen Leitplanken ins Leben gerufen, sondern auch die Verbindlichkeit geschaffen, grünen Wasserstoff zu produzieren (s. hierzu auch das Pariser Klimaabkommen² vom 15. Dezember 2015 – Inkrafttreten: 4. November 2016).

Die Nationale Wasserstoffstrategie verzahnt Klima-, Energie-, Industrie- und Innovationspolitik. Ziel ist es, Deutschland international zu einem Vorreiter bei grünem Wasserstoff zu machen und langfristig die Weltmarktführerschaft bei Wasserstofftechnologien zu erlangen und zu sichern.³

Damit ergeben sich verbindliche Zielvorgaben zur Reduzierung der Erderwärmung, welche Unternehmen und private sowie öffentliche Einrichtungen zu verfolgen haben. Der grüne Wasserstoff hat das Potential, fossile Energieträger zu ersetzen und ohne CO₂- und Treibhausgas-Emissionen weder in der Produktion noch in der Anwendung einen deutlichen Beitrag zur Reduzierung der Erderwärmung zu leisten. Entsprechend wurde der Green Deal der EU formuliert, der zudem dabei für die Gemeinschaft eine größere Energiesicherheit, die millionenfache Generierung nachhaltiger Arbeitsplätze und eine weltweite Technologieführerschaft anstrebt.

Beim konventionellen Verfahren der Dampfreformierung wird Wasserstoff aus Erdgas (grauer Wasserstoff) gewonnen. Dies entspricht einer Emission von 350 Mrd. Tonnen CO₂ Emission⁴ pro Jahr. Im Sinne der Klimafreundlichkeit gibt es heute Überlegungen bei diesem Prozess das emittierte CO₂ abzuscheiden und in Gaskavernen für immer zu versenken (blauer Wasserstoff) oder das Erdgas in seine Komponenten Kohlenstoff (Graphit) und Wasserstoff (türkiser Wasserstoff) aufzubrechen. Die auf Erdgas beruhenden Verfahren sind jedoch nicht nachhaltig.

Der grüne bzw. nachhaltige Wasserstoff ist der Eckpfeiler für eine kostenoptimale Energiewende hin zur Klimaneutralität. Somit ergibt sich auf Seiten der Unternehmen die Verantwortung, Emissionen von CO₂ und Treibhausgasen durch grünen/nachhaltigen Wasserstoff zu reduzieren und auf Seiten der Kapitalgeber die Sicherheit, das es sich um eine stabile längerfristige Perspektive handelt, mit einer globalen Zielvorgabe, dessen Umsetzung aus Rücksicht auf zukünftige Generationen in unserer Gesellschaft gesetzlich verankert und nicht mehr verhandelbar ist.

Das Ziel dieser Roadmap ist die Darstellung der technischen und regulatorischen Rahmenbedingungen für die Entwicklung einer Wasserstoffökonomie sowie die Umsetzbarkeit in Projekten, Forschungen und relevanten Sektoren. Verbunden damit ist die Fragestellung, wie eine Investierbarkeit im Rahmen der Erzeugung, der Speicherung, der Aufbereitung, des Transports, der Bereitstellung und der Verwendung in neuen Anlagen, Maschinen, Fahrzeugen durch Umrüstung bestehender Techniken oder der Entwicklung neuer Anwendungen realisiert werden kann. Es wird das sich daraus ergebende bedeutende Investitionspotential für Investoren aufgezeigt sowie die wesentlichen interessanten Themenfelder für Investoren, um im Rahmen der

¹ <https://www.bmbf.de/files/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf>

² https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_de

³ <https://www.bmbf.de/de/nationale-wasserstoffstrategie-9916.html>

⁴ <https://www.flickr.com/photos/oekoinstitut/4168436885>

zukünftigen Wasserstoffwirtschaft (als Kreislauf) gezielt Schwerpunkte für Investitionstätigkeiten setzen zu können.

2. Zusammenfassung

Wasserstoff ist ein wesentlicher, unverzichtbarer Energieträger zur Speicherung und zum Transport von erneuerbaren Energien. Er verbindet als CO₂- und Treibhausgas-freier Vektor die Energieerzeugung mit den anderen Marktsektoren. Für die Zielerreichung der Pariser Klimaziele ist nachhaltiger Wasserstoff unabdingbar. Deshalb wird dessen Produktion und Anwendung eine sehr große Bedeutung in der Wirtschaft beigemessen. Zur Einführung des nachhaltigen Energieträgers der Zukunft wurden bereits Investitionen (v.a. in Forschung und Entwicklung) in großem Maße ausgelöst. In Deutschland, Europa und weltweit sind erhebliche Förderungen und Investitionen für den Markthochlauf einer Wasserstoffwirtschaft geplant. Die IDI gründete deshalb einen eigenen Arbeitskreis Grüner Wasserstoff, der zielgerichtet mittels einer Roadmap Investoren das komplexe Thema Wasserstoff und dessen wachsende Bedeutung sowie Anreize für Investitionstätigkeiten in diesem neuen, aufstrebenden Markt vermitteln möchte. Folgende wesentliche Anreize sind ökonomisch und ökologisch zu nennen:

- Europäische Union und die Bundesregierung befördern den Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft, was die staatliche Unterstützung unterstreicht
- Geplant bis 2050: 470 Milliarden Euro Investitionen⁵ sowie 800 Milliarden Euro Umsatz⁶ innerhalb der EU
- Direkte Auswirkungen der erforderlichen Investitionen ergeben sich auf die folgenden Bereiche: Energieunternehmen, Industrieunternehmen, Infrastruktur, Gebäudeversorgung, Verkehr, Forschung und Entwicklung, Regulatorik, Öffentlichkeits- und Lobbyarbeit sowie den Kreis der Institutionellen Anleger und auch der Deutschen Aktuarvereinigungs-Investoren (DAV)
- Durch Entwicklung der Wasserstoffökonomie werden voraussichtlich 5,4 Millionen neue Jobs⁷ in der EU geschaffen

Der Arbeitskreis Grüner Wasserstoff der IDI hat sich zum Auftrag gemacht, ihren Mitgliedern Transparenz zu bieten, um durch den geschaffenen politischen Rahmen die Auswirkungen auf die einzelnen Bereiche der zukünftigen Wasserstoffwirtschaft zu erfassen und den Rahmen für Investoren beeinflussen zu können. Durch ein fundiertes Wissen über detaillierte Projekte, den technischen Fortschritt und spezifische Rahmenverhältnisse kann sich ein Investor an der Erreichung der Pariser Klimaziele beteiligen sowie sein Eigenkapital und auch seine Erfahrungen in die Projekte bzw. in die Entwicklung einer nachhaltigen Wasserstoffökonomie einbringen. Damit können Themen wie die Schaffung einer geeigneten Infrastruktur sowie der Speicherung und der Transportwege deutlich schneller vorangebracht werden.

⁵ <https://www.pv-magazine.de/2020/07/09/eu-kommission-will-470-milliarden-euro-in-wasserstoff-investieren/>

⁶ <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/energie-der-zukunft-deutschland-investiert-700-millionen-euro-in-wasserstoff-projekte-/26789866.html?ticket=ST-114832-mem-dUbZYb9Ty57SdAQYA-ap1>

⁷ <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/energie-der-zukunft-deutschland-investiert-700-millionen-euro-in-wasserstoff-projekte-/26789866.html?ticket=ST-114832-mem-dUbZYb9Ty57SdAQYA-ap1>

3. Zukunftsvisionen „Grüner Wasserstoff“

3.1. 12 Billionen USD Marktvolumen bis 2050

Die Europäische Union hat im Bereich des Wasserstoffes ein verbindliches Rahmenwerk mit der Veröffentlichung der Wasserstoffstrategie im Juli 2020 herausgegeben. Darin sind die nächsten Schritte zur (Weiter-)Entwicklung des grünen Wasserstoffes in Europa bis 2030 kommuniziert. Als Ziel ist festgehalten, dass die EU im Jahr 2030 die Produktion von 10 Mio. Tonnen grünen Wasserstoff⁸ erreichen möchte sowie die Installation von 40 Gigawatt (GW) erneuerbaren Wasserstoff-Elektrolyseuren⁹. Zusätzlich sollen außerhalb der EU weitere 40 GW mit europäischen Anlagen erzeugt werden. Im Fokus steht dabei die Versorgungssicherheit ohne Kohle- und Atomstrom bzw. fossiler Energieträger. Zum Stand 07/2020 geht die EU-Kommission davon aus, dass in den nächsten 30 Jahren Investitionen in Höhe von 470 Mrd. EUR¹⁰ für die Erzeugung des Wasserstoffes getätigt werden. Gemäß Analystenschätzungen werden weltweit Investitionen in Höhe von 12 Billionen USD bis 2050¹¹ für den Ausbau von Infrastruktur und der Produktion des Wasserstoffes veranschlagt.

Als weltweiter Vorreiter zum Thema Wasserstoff ist an dieser Stelle Japan zu nennen. Schon im Jahr 2017 wurde dort die erste Wasserstoff-Strategie publiziert, mit dem Ziel, eine wasserstoffbasierte Nation zu werden und damit die weltweite Technologie- und Marktführerschaft zu erreichen. Japan zielt dabei auf die Eigenerzeugung von grünem Wasserstoff ab. Das Land wird dennoch den Großteil seines gesamten Bedarfs importieren müssen. Dazu ist ein entscheidendes Kriterium: die Fähigkeit, grünen Wasserstoff transportierbar zu machen. Dazu wurde in der publizierten Wasserstoff-Strategie von Japan als ein wesentliches Ziel der Aufbau einer krisensicheren und wirtschaftlich stabilen Versorgungskette formuliert. U.a. soll hier zukünftig der Transportweg des flüssigen Gases über das Meer angestrebt werden. Der angestrebte Fortschritt des Landes auf dem Weg zu einer Wasserstoffgesellschaft ist bereits zu erkennen: Die aktuell größte Produktionsanlage für die Wasserstoff-Elektrolyse steht in Fukushima (10 Megawatt – Stand 03/2021¹²). Toyota plant für 2021 die weltweit größte Produktion von Wasserstoff Serienfahrzeugen (30.000 Stück)¹³.

3.2. Privileg von Speicherung und Transport

Der verzögerte Ausbau erneuerbarer Energiequellen beruht auf der Erkenntnis, dass die Energiewende nur gelingt, wenn jederzeit an jedem Ort erneuerbare Energie bereitgestellt werden kann. Bis dato ein Dilemma. Teilweise scheint die Sonne nicht an den benötigten Standorten oder der Wind fehlt. Andererseits kann es aber in der Praxis genauso gut passieren, dass die Sonne eine Volllast an Strom produziert und gleichzeitig eine hohe Windstärke vorherrscht. Die Praxis hat bereits mehrfach gezeigt, dass die bestehenden Netze durch zu viel parallele Einspeisung sehr schnell überlastet werden. Auf Basis dieser Erkenntnis wird zukünftig die Zielstellung einer nachhaltigen Energiewirtschaft verfolgt: „Nutzen statt Abregeln“ und damit wird die Speicherung statt dem Abstellen von Windrädern oder Solaranlagen als unabdingbar angesehen.

⁸ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/qanda_20_1257

⁹ https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/qanda_20_1257

¹⁰ <https://www.pv-magazine.de/2020/07/09/eu-kommission-will-470-milliarden-euro-in-wasserstoff-investieren/>

¹¹ <https://www.fool.de/2020/10/04/die-12-billionen-us-dollar-einmal-im-leben-markt-gelegenheit-die-investoren-nicht-verpassen-wollen/>

¹² <https://www.solarserver.de/2020/04/21/asahi-kasei-startet-wasserelektrolyse-anlage-in-fukushima/>

¹³ <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/toyota/toyota-mirai/>

Die Diskussionen um unzureichende Batteriekapazitäten für eine Energiespeicherung über die Jahreszeiten hinweg und die extrem aufwändige bis wirtschaftlich abwegige Verteilung über Stromtrassen zeigen, dass Strom allein nicht ausreicht, um diese Herausforderung zu meistern.

Setzt man bei der Produktion von Wasserstoff einen Elektrolyseur ein, so kann man mit der dabei entstehenden, überschüssigen Energie das Wasser in seine Elemente aufspalten. Dadurch kann der Wasserstoff über die bereits bestehenden Transportwege zum (End-)Verbraucher transportiert werden. Als Transportwege eignen sich bestehende Infrastrukturen, Kavernen oder auch Erdgasnetze. Durch die Speichermöglichkeiten, sowie die Nutzung bestehender Transportwege kann mit Wasserstoff dem abweichenden Angebots- und Nachfragebedarf von erneuerbarer Energie Rechnung getragen werden.

Durch die Speicherung und den Transport kann der Angebots- und Nachfragebedarf ebenfalls linearisiert werden. Dadurch wird bei fallenden Preisen mehr produziert, wodurch sich die Produktionskosten senken lassen. Diese zu durchlaufende Prozesskette zahlt letztlich auf den Endpreis ein. Es wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2030 die Preise des grünen Wasserstoffes mit den Preisen von fossilen Energien vergleichbar sind¹⁴. Als Hintergründe dafür lassen sich die Ausbauten der Produktionsanlagen anführen genauso wie die einzuführenden CO₂-Abgaben und regulativen Direktiven im Verkehr und zur Verwendung erneuerbarer Energie der EU. Aktuell sind die Kosten der Energiegewinnung von grünem Wasserstoff als hoch anzusehen, da gerade die zur Erzeugung des grünen Wasserstoffes notwendige Energie (v.a. Stromkosten) den Herstellungspreis stark verteuern.

Als weiterer Nachteil wird der Energieverlust bei der Elektrolyse aufgeführt. Um Wasserstoff zu produzieren, bedarf es Energie im Vorfeld. Durch weiterführende Technologieentwicklungen und zielgerichtete, standardisierte Produktionsprozesse zur Erzeugung des grünen Wasserstoffes geht man davon aus, dass sich der Wirkungsgrad weiter erhöhen und damit verbessern wird.

3.3. Stahlindustrie mit grünem Wasserstoff

Mit grünem Wasserstoff lassen sich zentrale, große Industriezweige dekarbonisieren, die anders nur schwer zu dekarbonisieren sind. Mit 7% der gesamten weltweiten CO₂-Emissionen stellt die Stahlindustrie eine ganz besondere Herausforderung dar. Keine andere Industrie stößt in Deutschland so viel Treibhausgase aus. Rund ein Drittel der gesamten Industrieemissionen kommen hierzulande aus der Stahlproduktion. Die Verbesserungsmöglichkeiten im herkömmlichen Hochofenverfahren sind praktisch ausgereizt. Der grüne Wasserstoff wird heute als einziger Ausweg für eine klimaneutrale Produktion gesehen¹⁵.

Als großes Stahlunternehmen am Markt ist hier ThyssenKrupp Steel zu nennen. Bereits im April 2019 hat ThyssenKrupp mit einem Projekt begonnen, um dem Pariser Klimaabkommen ebenfalls bedeutende Rechnung zu tragen. Hierzu steht auf der Agenda des Stahlriesen, die CO₂-Emissionen bis 2050 um nahezu 80%¹⁶ zu reduzieren. Statt Koks als Reduktionsmittel soll in den Hochöfen am Standort Duisburg der Stahlindustrie Wasserstoff verwendet werden. Dazu wird gemeinsam mit dem Stromerzeuger Steag kooperiert. Erstes Ziel ist es, im Rahmen einer

¹⁴ <https://www.chemietechnik.de/energie-utilities/studie-kosten-fuer-gruenen-wasserstoff-sollen-dramatisch-fallen.html>

¹⁵ <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/reduzierung-der-co2-emissionen-zeitenwende-fuer-die-stahlindustrie-16816303.html>

¹⁶ https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/treibhausgasneutrales_deutschland_im_jahr_2050_langfassung.pdf

Vorstudie die Realisierbarkeit zur Erzeugung der bedeutenden Mengen an Wasserstoff einschätzen und bewerten zu können, um am Ende auf aus Kohle gewonnenen Koks komplett verzichten zu können. Im Rahmen des Schmelzreduktionsvorgangs in einem Stahlwerk wird als Ergebnisprodukt flüssiges Eisen erzeugt. Dabei bedarf es einem zweistufigen Verfahren zur Gewinnung von flüssigem Eisen. Zuerst erfolgt die Direktreduktion. Dabei spricht man auch von der Vorreduktion in dem Eisen zu Eisenschwamm umgewandelt wird. In der zweiten Stufe spricht man von der Hauptreduktion, dem Schmelzprozess. Für beide Prozessschritte wird ein enormer Energiebedarf gefordert, der durch die Verbrennung von Kohle erzeugt wird. Genau an dieser Stelle soll zukünftig der grüne Wasserstoff als Substitutionsgut eingesetzt werden.

Für die Erzeugung des erforderlichen grünen Wasserstoffes sind somit enorme Mengen an Strom nötig. Als Vergleich dazu sind im Jahr 2019 in Deutschland 236 Terawattstunden¹⁷ aus erneuerbaren Energien erzeugt worden. In einer ersten groben Planung würde allein Thyssen-Krupp in Deutschland davon pro Jahr 105 Terawattstunden¹⁸ benötigen. Eine Herausforderung, vor allem, wenn noch weitere Stahlindustriunternehmen in Deutschland und Europa in die zukünftige Betrachtung mit einbezogen werden.

Neben dem notwendigen Investitionsbedarf in die Technologie und der Umrüstung der Anlagen für die Stahlproduktion ist somit auch ein massiver Ausbau der Infrastruktur zur Erzeugung von grünem Strom für die Produktion des erforderlichen Wasserstoffes nötig. Der gesamtwirtschaftliche Bedarf wird sich nicht ohne den Import von Wasserstoff decken lassen. Dafür bedarf es der Entwicklung entsprechender Logistik und Lieferketten (s. hierzu auch die EU-Wasserstoffstrategie 2030¹⁹, die besagt, dass 40 GW Elektrolyse außerhalb der EU, aber mit EU-Technologie zur Erzeugung benötigt wird und somit importiert werden soll). Deutschland kann allein seinen eigenen Bedarf im Land nicht ohne länderübergreifende Partnerschaften darstellen. Diese potenziellen Handelsbeziehungen sind von zentraler Bedeutung für eine Exportnation wie die Bundesrepublik.

3.4. Revolution der Verkehrs- und Transportmittel

In der letzten Zeit wird oft in der Öffentlichkeit der zukünftige Einsatz von Wasserstoffantrieben für Autos, Lastkraftwagen, Busse, Bahnen, Flugzeuge und Schiffe und dem damit zusammenhängenden Stand der Technik diskutiert. Beim Einsatz von Wasserstoffverkehrsmitteln ist grundsätzlich das erforderliche Betriebsmodell und die aktuelle bzw. voraussichtliche Verfügbarkeit zu berücksichtigen.

Autos, Lastwagen und Busse:

Keine Verbrennungsmotoren bei Autos, Lastkraftwagen und Bussen? War es in den 90er Jahren noch unmöglich, sich mit diesem Gedanken anzufreunden, so gibt es bereits Fahrzeuge, die batterieelektrisch und seit kurzem sogar serienmäßig mit Wasserstoff betrieben werden. Sowohl Wasserstoffautos, Lastkraftwagen und Busse sind bereits fahrtauglich und voll einsatzfähig und deutlich umweltfreundlicher als mit einem Verbrennungsmotor mit fossilem Treibstoff. Die Wasserstofffahrzeuge mit einem Brennstoffzellenantrieb benötigen für den Betrieb einen

¹⁷ <https://www.oekoenergie.cc/46-erneuerbare-im-strommix-2019/>

¹⁸ <https://www.sueddeutsche.de/wissen/stahl-wasserstoff-klimawandel-1.5065080>

¹⁹ <https://www.bdew.de/online-magazin-zweitausend50/schwerpunkt-europa/eu-wasserstoffstrategie-eine-fuer-alles/>

Wasserstofftank, einen Elektromotor und eine Batterie. Dabei produziert das Verkehrsmittel während des Betriebs seinen Strom selbst. Das Prinzip der Brennstoffzelle ist im Grunde genommen die Umkehrreaktion der Elektrolyse. In der Brennstoffzelle wird der notwendige Strom aus Wasserstoff und Luft erzeugt, welcher das Fahrzeug zum Antrieb benötigt. Der Wasserstoff wird im Tank vorgehalten und der Sauerstoff kommt aus der Luft. Durch die chemische Reaktion von Sauerstoff und Wasserstoff werden elektrische Energie, Wasser und Wärme freigesetzt. Aus dem Auspuff kommt nur Wasser - ohne jegliche Emissionsbelastung. Der Betrieb des Fahrzeugs macht die Luft reiner als Vorher, da das Fahrzeug über einen Filter Luft reinigt, um den technischen Anforderungen der Brennstoffzelle zu genügen.

In Bezug auf die Produktion von Wasserstofflastkraftwagen ist das Startup Nikola Motors mit der Zielstellung auf dem Markt, das neue Tesla für Lastkraftwagen zu werden. Ein Modell namens „Two“ soll eine Reichweite von 1.448 Kilometern (900 Meilen)²⁰ erlangen. In einer Kooperation mit Nicola Motors und IVECO ist die Entwicklung eines Modells für den europäischen Markt geplant (Modell Tre)²¹. Hyundai (Modell: Xcient Fuel Cell) bietet bereits heute fertige Serienmodelle an. Das Unternehmen übergab bereits in 2020 den ersten Lastkraftwagen in der Schweiz an einen Kunden. Eine Kooperationspartnerschaft zwischen Mercedes Truck und Volvo wird nach heutigem Plan in 2025²² die ersten Serienfahrzeuge liefern.

Mit Wasserstoffbussen zeichnen sich die Länder Polen, Portugal und auch Belgien aus. Das Busunternehmen Solaris (Polen) hat im März 2020 einen weiteren Wasserstoffbus an das Verkehrsunternehmen Regionalverkehr Köln GmbH (RVK) ausgeliefert. Das neue Modell heißt Solaris Urbino 12 hydrogen und hat eine Reichweite von 350 Kilometern mit einer Tankfüllung, verspricht enormen Komfort für den Fahrgast. In Köln-Hürth fuhr bereits der erste Wasserstoffbus namens „Phileas“ im Jahr 2011. Dieser Bus entstand durch ein deutsch-niederländisches Forschungsprojekt. Das belgische Unternehmen Van Hool hat ebenfalls eine sehr bedeutende Stellung im Wasserstoffmarkt und bedient die Verkehrsverbundunternehmen mit Linienbussen, Reisebussen und Nutzfahrzeugen. Vergleichbar erfolgreich ist das portugiesische Unternehmen Caetano in diesem Segment. Bei Wasserstoffbussen ist eine deutliche Vorreiterrolle gegenüber Autos und Lastkraftwagen zu erkennen (vor allem öffentliche und städtische (Groß-) Auftraggeber). Der Busverkehr wird dadurch schneller emissionsfreier und mit deutlich geringerem Verkehrslärm belastet. Ein wesentlicher erhoffter Erfolg für die Verkehrssituation auf den Straßen, insbesondere für verkehrsbelastete Städte. Die Vorteile gegenüber einem Batterieelektrischen Betrieb ergeben sich aus höheren Reichweiten und dem Mehrschichtbetrieb durch kurze Betankungszeiten.

Bahnen:

Der Wasserstoffantrieb macht auch vor dem Schienenverkehr keinen Halt. Siemens Mobility befasst sich schon des längerem mit der Fragestellung alternativer Antriebe. Das französische Unternehmen Alstom hat bereits den ersten Wasserstoffzug an die österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) ausgeliefert. Seit September 2020 fährt in Wien der Coradia iLint und beförderte für drei Monate Fahrgäste auf anspruchsvollen Strecken. Die Bahn wurde ebenfalls bereits auf deutschem Boden in Niedersachsen (Landesnahverkehrsgesellschaft Niedersachsen - LNVG)

²⁰ <https://insideevs.de/news/490278/nikola-brennstoffzellen-lkw-1400-km-reichweite/>

²¹ <https://www.auto-motor-und-sport.de/elektroauto/nikola-iveco-cnh-industrial-joint-venture-elektro-lkw/>

²² <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/wasserstoff-trucks-daimler-will-diesel-lkw-bis-2030-ueberfluessig-machen/26190916.html>

im Jahr 2016 erfolgreich erprobt. Damit ist auch im Bereich der Bahn ein wesentlicher Meilenstein bereits im Jahr 2016 und mit verbesserter Technik in 2020 gelegt worden.

Flugzeuge:

Die Reduktion von CO₂-Emissionen ist auch als wesentlich für den Flugverkehr anzusehen. Auch hier gibt es viele Aktivitäten, um grünen Wasserstoff und deren synthetische Derivate für Flugzeugantriebe zum Einsatz zu bringen. Unternehmen wie Airbus, Dornier und auch Zero Avia sind bereits mit geplanten Wasserstoff-Modellreihen in der Entwicklung fortgeschritten. Airbus setzt auf ZEROe Konzepte, in denen verschiedene Antriebssysteme mit Wasserstoff getestet werden. Realistisch wird hier das Jahr 2035 als offizieller Termin zur Produkteinführung angesehen. Man spricht aktuell von Strecken von ca. 3.700 Kilometern Reichweite²³. Bei Flugzeugen ist entscheidend, dass auch die Infrastruktur der Flughäfen Berücksichtigung findet, denn Wasserstoff muss für die Flugzeuge am Flughafen verfügbar sein. In der Zwischenzeit wird in der Flugin dustrie auf synthetisches Kerosin gesetzt, das über nachhaltigen Wasserstoff gewonnen wird, um die Emissionen gemäß den Klimazielen schon kurzfristig reduzieren zu können.

Schiffe:

Weltweit ist die Schifffahrt für den Ausstoß von etwa einer Mrd. Tonne Kohlendioxid verantwortlich, was 3 % der gesamten vom Menschen verursachten CO₂-Emissionen entspricht²⁴. Zudem verursacht sie etwa 15 % der globalen Stickoxidemissionen und 13 % der Schwefeldioxidemissionen, Tendenz weiter steigend²⁵. Ab 2026 wird es keine Schiffe mit fossilen Treibstoffen in den Fjorden Norwegens mehr geben. Nur noch emissionsfreie Schiffe²⁶ sind dann zugelassen, vornehmlich auf Basis von Wasserstoffantrieben. Im Jahr 2021 wird das erste Wasserstoff-Schubschiff seine erste Testfahrt haben, um zwischen Berlin und Hamburg in 2024 seinen Betrieb aufzunehmen.

3.5. Fazit

Es gibt auf der Welt keinen bekannten Energieträger der leichter zu gewinnen ist, unbegrenzt vorkommt und vielfältigere Einsatzmöglichkeiten bietet als Wasserstoff. Die Notwendigkeit des Grünen Wasserstoffes und damit verbunden seine Gewinnung bzw. Produktion, wird bereits durch die fixierten Ziele der weltweiten Klimapolitik, des Europäischen Green Deals sowie der Nationalen Wasserstoffstrategie herausgestellt. Es handelt sich bei der Erzeugung des „Grünen Wasserstoffes“ nicht um einen kurzfristigen Impuls bzw. Modetrend, sondern um eine bewusste langfristige Weichenstellung, um vor allem aus Deutschland heraus, eine Führungsposition im Bereich der Wasserstofftechnologie zu erlangen. Vor allem die sich damit ergebenden neuen Lieferketten und die veränderte Logistik sowie abgrenzbare Projekte zum Hochlauf einer Wasserstoffökonomie können für Kapitalgeber eine interessante und zugleich chancenreiche Investition darstellen, die es gezielter zu beleuchten gilt.

²³ <https://www.abendblatt.de/wirtschaft/article230481388/So-will-Airbus-von-2035-an-emissionsfrei-fliegen.html>

²⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Emissionen_durch_die_Schifffahrt

²⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/Emissionen_durch_die_Schifffahrt

²⁶ <https://veus-shipping.com/2020/page/20/>

4. Rahmenbedingungen zur Umsetzung der nationalen und europäischen Wasserstoffstrategien

Als Orientierungsrahmen der wesentlichen Projekte zur Umsetzung der nationalen und europäischen Wasserstoffstrategien ist als Grundlage das Pariser Klimaabkommen von 2015 zu sehen. Dort sind folgende drei Ziele verbindlich fixiert²⁷:

- Die Staaten setzen sich das globale Ziel, die Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter auf "deutlich unter" zwei Grad Celsius zu begrenzen mit Anstrengungen für eine Beschränkung auf 1,5 Grad Celsius.
- Die Fähigkeit zur Anpassung an den Klimawandel soll gestärkt werden und wird neben der Minderung der Treibhausgasemissionen als gleichberechtigtes Ziel etabliert.
- Zudem sollen die Finanzmittelflüsse mit den Klimazielen in Einklang gebracht werden.

Hierbei ist zu beachten, dass kein Energieträger allein die Energiewende bringt. Es ist immer ein Zusammenspiel zwischen mehreren effizienten und umweltschonenden Lösungen, die in Summe die Zielsetzungen aus dem Pariser Klimaabkommen sowie den daraus abgeleiteten und fixierten Strategien ergeben. Wasserstoff bietet die Möglichkeit die Produktionsstätten erneuerbarer Energie wirkungsvoll mit den anderen Wirtschaftssektoren zu koppeln und über Jahreszeiten hinweg die nur schwankend verfügbare Sonnen- und Windenergie zu speichern und bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen.

4.1. Vorteile und Nachteile von Wasserstoff

Folgende Vorteile ergeben sich durch den Wasserstoff als bedeutenden Energieträger:

- Durch die Verwendung von grünem bzw. nachhaltigem Wasserstoff wird es Industrieunternehmen ermöglicht klimaneutral zu werden. Hier sind vor allem die Stahlindustrie, die Petroindustrie, die Chemieindustrie und die Zementindustrie zu erwähnen.
- Der Wasserstoff bietet eine größere Energieunabhängigkeit für die EU gegenüber den Zulieferstaaten; bisher bestanden teilweise singuläre und riskante Abhängigkeiten (z.B. bei Erdgas und Erdöl).
- Der Wasserstoff bietet ein wirtschaftliches Zukunftspotential auf den Weltmärkten für Deutschland und Europa.
- Die Kosteneffizienz entsteht durch „Nutzen statt Abregeln“ von erneuerbaren Energiequellen.
- Wasserstoff macht die weltweit nahezu unbegrenzten Quellen erneuerbarer Energie an jedem Ort zu jeder Zeit zugänglich (Energie der Sonneneinstrahlung auf der Erde entspricht etwa dem 6000-fachen des heutigen Energiebedarfs der Menschheit²⁸).
- Die Verbindlichkeit durch das Pariser Klimaabkommen sichert die Bedeutung von Wasserstoff als emissionsfreier Energieträger.

²⁷ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/klimaschutz-abkommen-von-paris.html#:~:text=Die%20Staaten%20setzen%20sich%20das,auf%201%2C5%20Grad%20Celsius.>

²⁸ <https://www.beck-shop.de/quaschning-regenerative-energiesysteme/product/28821793>

- Durch ein geringeres Gewicht von Wasserstoff lässt sich der Tankvorgang mit Wasserstoff gegenüber dem Tankvorgang mit Strom deutlich beschleunigen, was als vorteilhaft für den Nutzer angesehen wird.
- Tankvorgang und Reichweite mit Wasserstoff bieten Vorteile gegenüber Batterieelektrischen Antrieben.
- Die Eignung als Energiespeicher aufgrund hoher Energiedichte ist besonders hervorzuheben.

Folgende **Nachteile** ergeben sich durch den grünen Wasserstoff als bedeutenden Energieträger:

- Aktuell noch hohe Energiekosten bei der Erzeugung aus der Elektrolyse sowie Umlagen und Steuern, die den Strompreis verzerren.
- Die Verluste bei der Umwandlung von EE-Strom sind zu berücksichtigen.
- Aktuell noch hohe Kosten für Produktion und Infrastruktur bei geringem Industrialisierungsgrad.

4.2. **Strukturrahmen und Regulatorik der EU**

Die EU strukturiert die Ökonomie des grünen Wasserstoffes nach folgendem Rahmen:

- Produktion und Infrastruktur (Festlegung von Quoten für grünen H₂)
 - H₂ Produktion
 - H₂ Distribution
 - H₂ Massenspeicher
 - H₂ Beimischung im Gasnetz, Netzinfrastuktur
 - H₂ Transport (z.B. Verdichtung und Verflüssigung)
 - H₂ Tankstellen
- Endnutzung
 - Verkehr (Straße, Schiene, Wasser, Luft)
 - Wärme / Strom
 - Industrie

Die verabschiedete EU-Regulatorik bzw. das Rahmenwerk mit Hebelwirkung für die Wasserstoff-Industrialisierung:

- Renewable Energy Directive REDII (Anteil erneuerbarer Energien beim Endverbrauch 32% in 2030; heute in Deutschland 17%), H₂ zum Stromnetzausgleich, Beimischung im Erdgasnetz, H₂ für Gebäudeversorgung Wärme und Strom (Privat und Industrie) und H₂ Antriebe im Verkehr oder Beimischung von Additiven auf Basis von grünem H₂ wie z.B. synthetisches Biomethanol, um so gemäß REDII mehr erneuerbare Energie im Energiesystem einzuführen.
- Alternative Fuel Directive (technische Spezifizierung zur H₂ Betankung von Motorfahrzeugen)
- Clean Vehicle Directive (Quoten für emissionsfreie Fahrzeuge bei Flotten ab 2021: Bussen, Lkw, Klein-Transporter, Pkw; 95€ Strafzahlung pro g CO₂ oberhalb der Emissionsgrenze).

- Emission Trading System (max. erlaubte CO₂ Emission wird in Zertifikate aufgeteilt; Emissionen ohne Emissionsrecht (z.B. Überschreiten der Obergrenze für bestimmte Industrieprodukte) werden bestraft; liegt ein Unternehmen unter der erlaubten Grenze, kann es mit seinen überschüssigen Zertifikaten handeln; ca. 11.000 Unternehmen in 30 Ländern der Strom-, Stahl-, Raffinerie-, Chemie- und Zement-Industrie; Contract for Difference (Ausgleich der Volatilität des CO₂-Preises); CO₂ Bepreisung; die zugeteilten Emissionsrechte sind geringer als die prognostizierten Emissionen)
- EU Innovation Fonds (Auswahl von EU Großprojekten (z.B. >100Mio.€) mit nachgewiesener Niedrigemissionstechnologie mit hoher CO₂-Einsparung und hoher Skalierbarkeit. Hierfür sind die H₂ Industrialisierungsprojekte prädestiniert)
- European Green Deal:
 - European Climate Law (Klimaneutralität in 2050 wird zum Gesetz)
 - Industrial Policy & Green Growth (Clean Hydrogen Alliance, IPCEI-Programm, Neustrukturierung des Fördersystems, CAPEX und OPEX-Förderung)
 - Taxation (From Labour to Pollution)
 - Sustainable Finance (Investment Plan for Green Deal)
 - EU Hydrogen Strategy (6GW H₂ Elektrolyseure mit erneuerbarer Energie bis 2024, entspricht 1 Million Tonnen H₂; 40GW EU-intern+40GW importiert H₂ Elektrolyse bis 2030, entspricht 10 Millionen Tonnen H₂)
 - EU Recovery Plan / Next Generation EU (Mittel werden zu großen Teilen zur Realisierung des Green Deals allokiert)
 - Energy System Integration (europäisches Zukunftssystem mit H₂ als Energieträger, Basis für den Ersatz fossiler Brennstoffe, Aufbau der H₂-Infrastruktur, H₂-Kreislaufwirtschaft als Modell)

Die die Wasserstoff-Industrialisierung stark beeinflussenden Bereiche der spezifisch deutschen Regulatorik sind:

- EEG – Erneuerbare Energien-Gesetz (heute Preis für Strom zur H₂ Produktion als Speichermedium von EE-Strom mit EEG Umlage, Stromsteuer und Mehrwertsteuer belastet, über 1 Mrd. € für das Abschalten von Windrädern wegen Netzüberlastung könnten zur H₂-Produktion genutzt werden).
- Bundesnetzagentur: Netzentwicklungsplan Gas 2020-2030 (Infrastrukturplan mit wirksamen Maßnahmen zum verlässlichen Netzbetrieb in den nächsten 10 Jahren), Regulierung von H₂-Netzen. Gemäß Bundesnetzagentur ist die Versorgungssicherheit und Sozialverträglichkeit der Energiewende hin zur Klimaneutralität auf Basis erneuerbarer Energien nur möglich, wenn Wasserstoff als grüne Batterie eingesetzt wird und H₂ im bestehenden Gasnetz als Transport erneuerbarer Energie zum Endverbraucher genutzt wird.
- Strukturwandel der Kohleregionen (inkl. Investitionsgesetz Kohleregionen und Europäischer Fonds für regionale Entwicklung, EFRE)

4.3. Fazit

In der aktuellen Zeitschiene bedarf es noch weiterführender Entwicklungen und Forschungen, jedoch können ausgewählte Bereiche interessant für Investoren sein, da bereits jetzt wesentliche Zielerfüllungen aus den Projekten kurzfristig nachgewiesen werden müssen. Das sind aktuell speziell die Bereiche Elektrolysekapazität, Industrialisierung der Brennstoffzellenproduktion, Anlagenbau, Industrierohstoffe, Energie, Synthetische Kraftstoffe (Power-to-X), Transport und Verkehr. Für weitere Anlagemöglichkeiten sind die Rahmenbedingungen mit Politik und Regulatoren weiter zu spezifizieren.

5. Wesentliche Projekte zur Umsetzung der nationalen und europäischen Wasserstoffstrategien

5.1. Kategorisierung von Wasserstoffprojekten

Im folgenden Kapitel wird der Fokus auf Beispiele aktuell relevanter und bedeutender Wasserstoffprojekte im Rahmen der Energiewende gelegt. Hierbei sind zwei wesentliche Bereiche aufzuzeigen:

- IPCEI-Projekte (Important Projects of Common European Interest)
- Projekte zur strategischen Ausrichtung der Energiewende und zum Strukturwandel der Kohleregionen (inkl. Investitionsgesetz Kohleregionen und Europäischer Fonds für regionale Entwicklung, EFRE)
 - a) Kooperationspartnerschaften / weitere Projekte
 - b) Forschung und Entwicklung

In den beiden folgenden Unterkapiteln werden die Projekte zur strategischen Ausrichtung der Energiewende vorgestellt.

5.2. IPCEI-Projekte

Das von der Europäischen Kommission eingesetzte Strategic Forum on Important Projects of Common European Interest (IPCEI) hat Wasserstofftechnologien als eine von sechs strategischen Wertschöpfungsketten identifiziert, die zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft, zum Erhalt ihrer Technologieführerschaft und zur Versorgungssicherheit beiträgt. Zur Förderung dieser Wertschöpfungskette werden strategisch wichtige Vorhaben verschiedener Mitgliedstaaten, die sich durch ein hohes technologisches bzw. finanzielles Risiko auszeichnen, verknüpft, sodass sich ein Mehrwert für den gesamten europäischen Binnenmarkt und die europäische Gesellschaft ergibt.

Ein IPCEI muss²⁹:

- einen Beitrag zu den strategischen Zielen der Europäischen Union (EU) leisten,
- von mehreren Mitgliedstaaten durchgeführt werden,
- eine eigene Co-Finanzierung durch die beteiligten Unternehmen/Einrichtungen vorsehen,

²⁹ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/FAQ/IPCEI/01-faq-ipcei.html>

- positive Spill-Over-Effekte in der gesamten EU bewirken und
- sehr ehrgeizige Ziele in Bezug auf Forschung und Innovation verfolgen, das heißt deutlich über den internationalen Stand der Technik in dem betreffenden Sektor hinausgehen.

5.2.1. Geförderte Projektarten (Erzeugung, Infrastruktur, Nutzung)

- Erzeugung von nachhaltigem Wasserstoff und deren Derivate (Gase, Flüssigkeiten, Chemikalien)
- Transport von Wasserstoff (inkl. Pipeline)
- Mobilität (Brennstoffzellenantriebe bei Last- und Nutzfahrzeugen, Flotten, Bahn, Schifffahrt und Luftverkehr, Tankstellen)
- Industrie (Stahl, Chemie (insbesondere Dünger), Raffinerie, Zement)
- Energie (Speicher, Umwandlung, netzdienliche Services (grid balancing), stationäre Stromproduktion)
- Haushalte (Gebäudeversorgung)

5.2.2. Zielsetzung

- Aufbau eines Sector of Excellence in Europa
- Herstellung der Wettbewerbsfähigkeit zu fossilen Technologien
- Nutzung des politischen Instruments zur Überwindung des Marktversagens (Bevorzugung fossiler Technologien)
- Das „Henne-Ei“-Problem beheben durch massive gemeinschaftliche Investitionen in die Industrialisierung von Wasserstofftechnologie entlang der gesamten Wertschöpfungskette und Gewährleistung der Produktabnahme
- Gemeinsam einen Europäischen erneuerbaren Wasserstoffmarkt schaffen
- Den Markthochlauf und industrielle Entfaltung durch ausschließlich großvolumige Projekte (> 10 Mio. €) fördern, Deckung bis zu 100% der Förderlücke, Förderung von CAPEX und OPEX, Flankierung und Absicherung gemeinsamer Investitionsanstrengungen kooperierender europäischer Unternehmen durch die Mitgliedsstaaten

5.2.3. Fördergrundsatz

Siehe Mitteilung der Kommission zu Kriterien für die Würdigung der Vereinbarkeit von staatlichen Beihilfen zur Förderung wichtiger Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse mit dem Binnenmarkt (2014/C 188/02).

5.2.4. Förderkriterien

- Beitrag zu und Auswirkung auf Wettbewerbsfähigkeit der EU, das nachhaltige Wachstum, die gesellschaftlichen Herausforderungen oder die Wertschöpfung in der EU
- Beteiligung von mehr als einem anderen EU-Mitgliedstaat
- Hohes Maß an Zusammenarbeit in Bezug auf Anzahl und Diversität der Partner
- Hohe Relevanz und breite Verwendung des Vorhabens in EU-Wirtschaft und -Gesellschaft durch positive Spill-Over-Effekte,

- Große Bedeutung in qualitativer und quantitativer Hinsicht, Berücksichtigung der Risiken, sowie finanzielles Engagement
- Treibhausgas-Vermeidungspotenzial, bei den Grundstoffindustrien insbesondere hinsichtlich der Prozessemissionen, im Verhältnis zur Investitionssumme und den beantragten Zuwendungen
- Ausschluss alternativer oder effizienterer Verfahren zur Vermeidung von Treibhausgasemissionen
- Potenzial zur mittel- bis langfristigen Wettbewerbsfähigkeit auf dem regulären Markt
- Beitrag, die Chancen zukünftiger Exporte der Technologie aus Deutschland / EU zu verbessern
- Zügige Durchführbarkeit des Vorhabens
- Beteiligung innovativer KMU (Kleine/Mittelständische Unternehmen)
- Eingliederung in eine wasserstoffbezogene Wertschöpfungskette, insbesondere mit Blick auf potenzielle Projektpartner (integrierter Ansatz)
- Hohe Systemdienlichkeit für das Energiesystem (Von sehr hoher Bedeutung ist hierbei ein systemdienlicher Standort von Elektrolyseuren sowie eine systemdienliche Betriebsweise. Projekte sollen insbesondere keine relevanten Engpässe im Stromnetz auslösen oder verschärfen. Zur Beurteilung werden unter anderem die jeweils aktuelle Netzentwicklungsplanung sowie der Fortschritt beim Netzausbau herangezogen. In Abhängigkeit von den zukünftigen Planungen für die Stromnetz- und Wasserstoffinfrastruktur können sich darüber hinaus ergänzende Anforderungen an die regionale Verteilung von Elektrolyseuren ergeben)

5.2.5. IPCEI-Projektanwärter

Ausgewählte Projektbeispiele:

- „Hy2Lausitz“:
Mit Hy2Lausitz wird im industriellen Maßstab synthetisches Biomethanol auf Basis von Grünem Wasserstoff und Klimaneutralem CO₂ produziert. Treibstoffanbieter sind in Europa verpflichtet Biomethanol ihren Kraftstoffen als Additiv beizumischen. Die klassischen organischen Produktionsmöglichkeiten von Biomethanol haben nicht das Potenzial, um den Bedarf zu decken.
- UnHycorn:
Bereitstellung von null-Emissionsmobilität in urbanen und peri urbanen Zonen.
- Black Horse³⁰:
Das Projekt "Black Horse" befasst sich mit der Wasserstoffinfrastruktur und -produktion für die Länder Polen, Tschechien, Slowakei und Ungarn. Dies ist eine großtechnische Produktion von grünem Wasserstoff auf der Basis von Wind-, Wasser- und Sonnenkraft. Darüber hinaus werden 40 Elektrolyseure mit einer Wasserstoffproduktion von 320 t / Tag sowie 270 Wasserstofftankstellen angestrebt. Diese werden mindestens 10.000 Trailer füllen. Eine Reihe von Partnern, rd. 20 Mitarbeiter in 7 Branchen und 11 Ländern sind beteiligt.

³⁰ https://forum.boerse-online.de/forum/thread?thread_id=562634&page=375

- Green Octopus:
Auch andere Länder möchten Häfen als Kreuzweg des Wasserstoffs verwenden. Dies verdeutlicht etwa das Projekt Green Octopus in den Niederlanden und Belgien. Hier sollen zusätzlich 2.000 km vorhandene Erdgastransportleitungen auf Wasserstoff umgestellt werden mit Grenzübergangspunkten nach Deutschland.
- Blue Dolphin:
Umrüstung von Hafenlandschaften auf grünen Wasserstoff, Wasserstoffantriebe für maritime Anwendungen, z.B. große Passagierschiffe, maritime Tankinfrastruktur, Stromerzeugung für Hafenbedarf in Spanien, Niederlande, Belgien, Deutschland und Italien.
- Sines:
Die beiden Seehäfen Rotterdam und Sines haben nachgezogen, um das Öko-Gas H₂ künftig auf dem Seeweg von Portugal in den Nordseehafen zu verschiffen.
- Silver Frog:
Vier Cleantech-Unternehmen (Hydrogenics, Meyer Burger, Ecosolifer, European Energy) wollen Elektrolyseur- und Brennstoffzellen Technologiekomponenten industrietauglich für GigaWatt-Anwendungen machen.
- Green Crane:
Im Projekt Green Crane steht der Wasserstofftransport von Spanien nach Zentraleuropa im Mittelpunkt.
- White Dragon:
Ersatz von Braunkohlerevieren in Griechenland durch Photovoltaik Kraftwerke. Nutzung reversibler Solid Oxyd Cells zur Erzeugung von H₂ und Rückumwandlung in Strom. Direkteinspeisung ins Gasnetz (Transadriatische Gaspipeline) unter Beteiligung von Griechenland, Italien, Deutschland und Belgien.
- New Green Flamingo:
Das Projekt Green Flamingo will Wasserstoffproduktion mit einem Gigawatt Photovoltaik und Elektrolyse in Spanien und Portugal umsetzen. Schiffe sollen den grünen Wasserstoff dann nach Rotterdam bringen und damit auch die deutsche Industrie versorgen.
- Blue Danube:
Das österreichische Stromunternehmen Verbund entwickelt ein europäisches Wasserstoff-Projekt. Es umfasst Produktion, Transport und Nutzung des grünen Energieträgers. „Mit Schleppern die Donau entlang“.
- Green Hydrogen @ blue Danube:
Günstige Wind- und Sonnenenergiebedingungen im Südosten Europas werden genutzt, um preiswert grünen Wasserstoff zu erzeugen. Naheliegende ukrainische Gaspipelines, die mit Nordstream2 kein russisches Gas mehr befördern, stehen für den Wasserstoff zur Verfügung. Ebenfalls soll der Wasserstoff über Schifffracht der Donau entlang transportiert werden.
- HyTruck:
Im Bereich der Lkw hat sich das Projekt „HyTruck“ zum Ziel gesetzt, die Leistung, Effizienz, Zuverlässigkeit und Lebensdauer von Nutzfahrzeugen mit Brennstoffzellen einen Schritt

weiterzubringen. In einer Kooperation von Lkw-Produktion, Automobilentwicklung, Logistikunternehmen und vier Forschungseinrichtungen werden Brennstoffzellen- und Wasserstoff-Tanksysteme, Steuerungs- und Energiemanagementstrategien für Nutzfahrzeuge entwickelt.

- Fuel Cell Gigafactory:
Große PEM Elektrolysehersteller und Brennstoffzellen-Hersteller vereinigen sich, um eine industrielle Massenproduktion von Stacks (Basiskomponente des PEM Elektrolyseurs und der Brennstoffzelle) zu errichten, die für einen Markthochlauf und die Wettbewerbsfähigkeit der Technologie erforderlich ist.
- HyDeal:
Wettbewerbsfähiger grüner Wasserstoff bis 2030. Partnerschaft zwischen den Ländern Spanien, Frankreich und Deutschland (30 Firmen zur Errichtung der kompletten Wertschöpfungskette)

Im Januar 2021 hat Deutschland als letztes Land im Bundesanzeiger seine IPCEI-Ausschreibung veröffentlicht. Projektbewerbungen waren bis zum 19. Februar 2021 abzugeben. Über 200 Projektbewerbungen sind allein in Deutschland eingereicht worden. Deutschland wird die H₂-IPCEI Projekte in Europa im Namen aller Nationen koordinieren.

Im Sommer 2021 werden auf EU-Ebene alle IPCEI-Projekte europaweit verglichen und bewertet. Folglich sollen bis Ende 2021 die relevanten IPCEI-Projekte europaweit ausgewählt werden, die dann auch Fördergelder der EU (und nicht nur seitens Deutschlands) erhalten werden. Damit ergibt sich eine weitere Verbindlichkeit für diese dann verabschiedeten IPCEI-Projekte.

5.3. Kooperationspartnerschaften / Beispiele weiterer Projekte

Im Folgenden werden einige bedeutende Kooperationspartnerschaften zum Themenschwerpunkt Wasserstoff aufgezeigt sowie Beispiele weiterer namhafter Projekte, die keinen Anspruch auf Vollständigkeit darstellen, sondern einen fokussierten Überblick über die öffentlichkeitswirksamen Wasserstoffprojekte gibt:

- NorthH₂:
RWE, Shell, Equinor, Gasunie, Groningen Seaports planen den größten offshore Windpark zur Produktion von grünem Wasserstoff (4GW).
- RWE:
Errichtung einer reinen Wasserstoffpipeline vom Emsland ins Ruhrgebiet.
- Toyota Kooperation mit BMW (Brennstoffzellen):
BMW hat sich bereits 2013 mit Toyota zusammengesetzt, um die Brennstoffzellentechnologie zu entwickeln. Beim BMW i Hydrogen NEXT kommen bereits Brennstoffzellen aus der Kooperation mit Toyota zum Einsatz.
- Audi Kooperation mit Hyundai:
Die Partnerschaft zwischen der Hyundai Motor Group und der Audi AG wird die gemeinsamen Kapazitäten in der Forschung und der Entwicklung der Brennstoffzellentechnologie stärken, um die Präsenz der beteiligten Unternehmen auf dem FCEV-Markt zu erhöhen.

- Toyota entwickelt Wasserstoffquartiere (Fokus: Wasserstoffgesellschaft):
Toyota baut eine Stadt der Zukunft. Auf einem 175 Hektar großen Gelände am Fuße des japanischen Mount Fuji will Toyota eine Modell-Metropole bauen.
- Vattenfall's Wasserstoffstrategie:
Durch das Projekt HYBRIT (Hydrogen Breakthrough Ironmaking Technology) können die gesamten schwedischen CO₂-Emissionen um bis zu 10 Prozent reduziert werden.
- Wasserstoffstrategie VW Sachsen:
Das Projekt von VW Sachsen befasst sich damit, den Produktionsprozess eines Autobauers komplett CO₂-frei umzustellen.
- ENBW – mit Wasserstoff zu nachhaltiger Mobilität:
Die ENBW hat bereits im Jahre 2011 die ersten Wasserstofftankstellen testweise auf den Markt gebracht. Im Rahmen dieses Projektes wurde die Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz von Wasserstoff als Energiespeicher und Energieträger als Ziel angestrebt sowie die Erprobung der Tankanlagen-Technik.
- Wasserstoffstrategie Siemens Energy:
Siemens Energy und Porsche wollen zusammen mit anderen Unternehmen ein Projekt in Chile starten, um grünen Wasserstoff herzustellen. Siemens plant im Hamburger Hafen den Bau eines 100MW PEM Elektrolyseurs.
- H₂ Mobility Air Liquide, Daimler, Linde, OMV, Shell und TOTAL³¹:
Das erste Ziel ist der Betrieb von 100 Wasserstoffstationen in sieben deutschen Ballungszentren (Hamburg, Berlin, Rhein-Ruhr, Frankfurt, Nürnberg, Stuttgart und München) sowie entlang der verbindenden Fernstraßen und Autobahnen. An allen Stationen können Pkw's und leichte Nutzfahrzeuge (Kleintransporter) mit 700 bar und einem Bedarf von 5 kg (teilweise auch bis 8 kg) Wasserstoff tanken. An sechs ausgewählten Standorten wird zusätzlich eine 350 bar Betankung für Busse angeboten. Ab 2021 werden weitere Stationen dort errichtet, wo eine Nutzfahrzeugnachfrage besteht und eine öffentliche Tankstelle für ein wachsendes Tankstellennetz für Pkw sinnvoll erscheint.
- MAN Energy Solutions:
MAN Energy Solutions ist am Wasserstoffspezialisten H-TEC SYSTEMS beteiligt. Das Unternehmen entwickelt Technologien, die Strom aus Wind und Sonne über Wasserstoff speicherbar machen. Das eröffnet vielversprechende neue Perspektiven für die Energie-wende.
- Thyssenkrupp:
Thyssenkrupp hat seine Fertigungskapazitäten für Elektrolyseanlagen zur Produktion von grünem Wasserstoff erheblich ausgebaut: Ab sofort kann das Unternehmen jährlich Elektrolyse-Zellen mit einer Gesamtleistung von bis zu einem Gigawatt fertigen.
- Evonik:
Der Chemieriese liefert die Membranen, die für die Elektrolyseanlagen von Siemens erforderlich sind.
- Bosch:
Partnerschaft mit PowerCell Sweden zur Industrialisierung der Brennstoffzellenproduktion und weiteren Komponenten für die H₂ Brennstoffzellenmobilität.

³¹ <https://h2.live/h2mobility>

- Linde:
Linde hat eine Partnerschaft mit ITM zur Industrialisierung der Elektrolyse zur Wasserstoffproduktion.
- REFHYNE:
Große Elektrolyseanlage in der Shell-Raffinerie Wesseling. Mit dem grünen Wasserstoff wird das Rohöl zur Herstellung von Kraftstoffen entschwefelt.
- BP:
Oersted und BP planen 50MW große Elektrolyse Anlage in Lingen auf dem Werkgelände der BP Raffinerie (Oersteds Plan: 450GW Offshore Windelektrolyse in der Nordsee).
- RH2INE:
Die Bereitstellung einer Wasserstoffinfrastruktur für Schifffahrt, Hafenlandschaft und Verkehr in NRW.
- H₂Rivers:
H₂Rivers ist eine Wasserstoffmodellregion des Rhein / Neckars.
- Get H₂:
Aufbau einer deutschlandweiten H₂-Infrastruktur. Vereinigung von 40 Partnern. Nukleus zwischen Lingen und Gelsenkirchen (BP, Evonik, Nowega, Open Grid Europe, RWE).
- H₂morrow Steel:
Equinor, OGE und Thyssenkrupp Partnerschaft zur Stahlproduktion mit klimaneutralem H₂.
- SALCOS / GrInHy:
Stahlerzeugung mit grünem Wasserstoff (Salzgitter AG).
- Hybridge:
Anlage zur Umwandlung von 100MW elektrische Leistung in Wasserstoff in der Region Lingen zur Sektorenkopplung.
- Sharc II:
Großes Wasserstoffprojekt in Bremerhafen.
- Hamburger Hafen:
100MW Elektrolyseprojekt im Großindustriellen Maßstab zur Dekarbonisierung der Hafenlandschaft und des Verkehrs inkl. Stadtgebiet.
- E4Ships:
Demonstrationsprojekt von thyssenkrupp Marine Systems und der Meyer Werft zur Substitution der Hauptmotoren durch Brennstoffzellen.
- eFarm:
Eigenversorgung des Kreises Nordfriesland mithilfe von grünem H₂.
- ENTREE100:
100% Versorgung mit erneuerbarer Energie Region Heide zzgl. KeroSyn100: synthetische Kerosin aus der Raffinerie Heide und Quaree100 für die Versorgung der Quartiere und Westküste100 zur Realisierung einer Wasserstoffwirtschaft im industriellen Maßstab.
- Projekt HyWheels:
Wasserstoffbasierter Wirtschaftsverkehr in Osthessen.

- Hydrogen Valley Groningen - Hydrogen Valleys:
Ein niederländisches Konsortium rund um das staatliche Unternehmen Gasunie will bis zu 9 Mrd. Euro in Wasserstofftechnologien investieren³². Das Geld soll in 50 unterschiedliche Projekte in den Regionen Groningen und Drenthe fließen. Dabei wird als erster Pilot in Europa eine komplette Region in ihrer gesamten Versorgung auf fossile Roh- bzw. Brennstoffe verzichten und diese durch grünen Wasserstoff ersetzen.

5.4. Forschung und Entwicklung

Hier stehen neben Instituten von Nichtregierungsorganisationen und Instituten an Universitäten und Hochschulen insbesondere die folgenden Gesellschaften im Fokus zur Erforschung der Anforderungen zur Realisierung der Energiewende: Max-Planck-Gesellschaft, Fraunhofer Gesellschaft, Forschungszentrum Jülich und die Helmholtz Gesellschaft. Die Forschungsgebiete lassen sich wie folgt aufteilen:

- Klimaneutrale industrielle Prozesse unter Einsatz von H₂
- Balance im Energiesystem unter Einsatz von H₂
- Erzeugung, Wandlung und Speicherung von H₂
- Verkehr und Gebäudeversorgung ohne fossile Treib-/Brennstoffe unter Einsatz von H₂
- Sicherheit, Verlässlichkeit, Standards, Prüfung, Lebenszyklus von H₂-Technologien und -Anwendungen
- Vom Material zum System: die technische Basis optimieren
- Hohe Zahlen, große Größen: Produktion der Systeme
- Die Wirkung von H₂ auf Werkstoffe
- Computer-Simulation zur Umgestaltung der Energiesysteme zur Erreichung der Klimaneutralität
- Neue Verfahren, z.B. Hochtemperatur-Spaltung von Wasser zur H₂-Erzeugung

5.5. Fazit

Abgegrenzte Projekte (v.a. IPCEI-Projekte oder H₂-Projekte zum Strukturwandel der Kohleregionen) und Kooperationspartnerschaften können Investoren die Möglichkeit bieten, Kapital für bedeutende Projekte bereit zu stellen, die im öffentlichen Interesse bezüglich deren Zielerreichungen sind und somit über Fördermaßnahmen finanzielle Stabilität erhalten können, wie beispielsweise über staatliche und europäische Förderprogramme.

6. Sektorenanalysen

Zur vollumfänglichen Betrachtung der Analyse bezüglich Investierbarkeit sind auch die einzelnen Sektoren im Bereich des grünen Wasserstoffes maßgeblich. Daraus ergeben sich folgende Sektoren:

- **Industrie:** Chemie, Stahl, Raffinerien, Zement (8% Treibhausgasemission weltweit, 2% davon in Deutschland)
- **Verkehr:** öffentlicher Nahverkehr, betrieblicher Verkehr, Bahn, Schiffe, Flugzeuge, PKW

³² <https://h2-vision.blogspot.com/2020/10/nordniederlande-setzen-ganz-auf.html>

- **Energie:** Energieunternehmen für die Energiegewinnung und -versorgung wie z.B. Vattenfall, Oersted, RWE
- **Gasnetze:** als Transportwege nutzen; 5-20% Wasserstoffbeimischung in bestehende Gasleitungen sind für den Transport von grünem Wasserstoff zulässig. Diese Quote ist abhängig vom Abnehmer bzw. der bestehenden Infrastruktur. Eine 20% Beimischung ist mit den aktuellen Leitungen möglich. Um eine 100%-ige Verwendung der bestehenden Gasnetze zu erreichen, bedarf es technischer Anpassungen, die laut Berechnungen kostengünstiger sind als der Bau von neuen Stromtrassen. Z.B. können Stahlrohre durch Polyethylen (Kunststoff) Rohre für Wasserstoff nutzbar gemacht werden. In bestehende Rohre können die Kunststoffrohre eingeschoben werden.
- **Logistik:** Terminals zur Anlieferung von flüssigem H₂ (ggfs. auch Ammoniak) aus Übersee

Die EU will Leitmarkt für Wasserstoff mit dem Euro als Leitwährung für den internationalen Wasserstoffhandel werden. Eine Reihe von EU-Direktiven, die in nationales Recht umgesetzt werden sollen, werden voraussichtlich dabei helfen. Anders als bei der Batterietechnologie ist es möglich die gesamte Wertschöpfungskette einer zu entwickelnden Wasserstoffwirtschaft in Europa zu besetzen. Somit kann die von der Bundesregierung angestrebte Technologieführerschaft auch erreicht werden.

Im Rahmen der Sektorenanalyse zeigt sich eine Mischung aus Projektaktivitäten sowie Kooperationspartnerschaften, die teilweise auch sektorenübergreifend forschen, entwickeln und konzipieren.

7. Entscheidungskriterien für Investierbarkeit

Nach der Analyse der Strukturen in den Bereichen Gewinnung, Bereitstellung und Verbrauch von grünem Wasserstoff über Projekte, Unternehmen und Sektoren stellt sich für einen deutschen Altersvorsorgeinvestor die Frage, welche Entscheidungskriterien als Grundlage für Investitionsentscheidungen zum Tragen kommen könnten.

7.1. Fördergelder und Gesetzgebung

Ein wesentlicher Aspekt für potentielle, langfristige deutsche Altersvorsorgeinvestoren ist das Thema Sicherheit und damit stabiler Cash Flows bzw. Erträge. Hier könnte auf staatliche Fördermaßnahmen abgestellt werden, wie man sie aus dem EEG für Erneuerbare Energien kennt. Wenn eine stabile Volkswirtschaft wie Deutschland davon überzeugt ist, bedeutende Fördergelder für die Entwicklungen und den weiteren Ausbau zur Gewinnung des grünen Wasserstoffes zur Verfügung zu stellen und diese mit gesetzlich verankerten Klimazielen verbindet, ist davon auszugehen, dass es sich dabei um ein Vorhaben handelt, das Legislaturperioden überdauert. Daneben werden auch internationale Förderungen im Rahmen des grünen Wasserstoffes zur Verfügung gestellt, die auf Basis des verbindlich festgelegten Reglements des Pariser Klimaabkommens sowie des Green Deals der EU beruhen.

Die Bundesregierung hat bezüglich der Zielerreichungen gemäß des Pariser Klimaabkommens und der NWS staatliche Unterstützung zugesagt. Aktuell stehen 7+2 Mrd. EUR Fördergelder³³ der Bundesregierung zur Verfügung.

³³ <https://www.bmbf.de/files/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf>

7.2. Anforderungen eines deutschen Altersvorsorgeinvestors

Als Anleger befassen sich die bedeutenden Kapitalgeber bei Investitionsentscheidungen vor allem mit ihrem gesamten Kapitalanlagenportfolio und ihrer dafür erforderlichen Investitionsstrategie. Hierzu zählen:

- das ALM (Asset-Liability-Management),
- die SAA (Strategic Asset Allocation) und
- die TAA (Tactical Asset Allocation).

Weiterhin sind die einzugehenden Risikopositionierungen von Infrastrukturprojekten entscheidend. So sind beispielweise die Bewertungen bezüglich der Risikotragfähigkeit des Investors zu beachten. Hierzu zählen vor allem:

- Marktrisiko
- Ausfallrisiko
- Kreditrisiko
- Laufzeit
- Liquide Anlage vs. Illiquide Anlage
- Die Bilanzierung sowie die regulatorischen Vorschriften und damit einhergehend die Bewertung der Kapitalmarktprodukte ist seitens des Investors ebenfalls zu berücksichtigen. Dazu zählen:
 - Bilanzierung: HGB-Bilanzierung (local GAAP)
 - Bilanzierung: IFRS-Bilanzierung oder US-GAAP-Bilanzierung
 - Bilanzierung: MVBS-Bilanzierung (für Versicherungsunternehmen)
 - Regulatorik: Solvency I (SI)
 - Regulatorik: Solvency II (SII)

Weiterhin ist auch für einen Investor die Delegiertenvorordnung (EU) 2016/467 der Kommission (DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2016/467 DER KOMMISSION vom 30. September 2015 zur Änderung der Delegierten Verordnung (EU) 2015/35 in Bezug auf die Berechnung der gesetzlichen Kapitalanforderungen für verschiedene von Versicherungs- und Rückversicherungsunternehmen gehaltene Anlageklassen bei anstehenden Investitionsentscheidungen zu beachten. Darin wurde die neue Anlageklasse Infrastrukturinvestitionen dargestellt sowie deren Umfang und Kriterien, was der Definition dieser Anlageklasse entspricht. Ausführlich werden die Kriterien noch in Kapitel 8 „Regulatorische Einordnung“ vorgestellt. Diese Kriterien helfen zur Einordnung der Anlagenklasse und folglich auch zur Beurteilung der Risikotragfähigkeit der anstehenden Investition.

Hinweis bei SII: Ein Investor, der Solvency II unterliegt, hat mit dem internen Modell in der Regel realistischere und damit geringere Risikoaufschläge bzgl. einzelner Investitionsentscheidungen bezogen auf spezifische Anlageklassen hinzunehmen als ein Investor mit Standardmodell.

7.3. Fazit

Forschung und Entwicklung wird nach eingehender Analyse als nicht investierbar für institutionelle Investoren angesehen. Nach Jahren der Investitionen in die Grundlagenforschung ist nun eine transparentere und umfassendere Sicht auf den Bereich der Wasserstofftechnologie gegeben. In diesem Status werden noch sehr viele Investitionen benötigt, um die Skalierbarkeit und die Massenproduktion wirtschaftlich zu ermöglichen. In der aktuellen Phase wird mehr Geld ausgegeben, als verdient. In einzelnen Unternehmen können diese Kosten aktiviert und über mehrere Jahre kostenentlastend verteilt werden. In einem Manifest zum Abschluss der deutschen EU-Ratspräsidentschaft im Dezember 2020 haben sich die Länder dazu bekannt, die Wettbewerbsbedingungen zugunsten der Wasserstofftechnologie in den kommenden Jahren zu beeinflussen, um die Wettbewerbsfähigkeit von Wasserstoff im Vergleich zu fossilen Lösungen in diesem Zeitraum in Europa zu erreichen. Zum Zweck der Transparenz und Nachvollziehbarkeit für spätere Investitionsmöglichkeiten sind dennoch die Themen Industrialisierung sowie die europäischen Projekte für Mittelbereitstellungen in die Wasserstofftechnologien zu berücksichtigen. Als Investor sind Projekte von Interesse, deren Geschäftsmodelle auf einem positiven Business Case basieren und ein überschaubares Risiko beinhalten. Projekte, die seitens der EU bzw. der Bundesregierung gefördert und subventioniert werden, sind als unabdingbar und somit auch als erfolgsversprechend anzusehen.

8. Timeline 2021

Die beigefügte Meilensteinplanung stellt einen zeitlichen Rahmen der wesentlichen stattgefundenen Termine sowie den anstehenden nächsten Aktivitäten des Arbeitskreises dar:

Meilensteinplanung Arbeitskreis Grüner Wasserstoff



Glossar

Blauer Wasserstoff:	Blauer Wasserstoff ist grauer Wasserstoff, dessen CO ₂ bei der Entstehung jedoch abgeschieden und gespeichert wird (engl. Carbon Capture and Storage, CCS). Das bei der Wasserstoffproduktion erzeugte CO ₂ gelangt so nicht in die Atmosphäre und die Wasserstoffproduktion kann bilanziell als CO ₂ -neutral betrachtet werden ³⁴ .
Grauer Wasserstoff:	Grauer Wasserstoff wird aus fossilen Brennstoffen gewonnen. In der Regel wird bei der Herstellung Erdgas unter Hitze in Wasserstoff und CO ₂ umgewandelt (Dampfreformierung). Das CO ₂ wird anschließend ungenutzt in die Atmosphäre abgegeben und verstärkt so den globalen Treibhauseffekt: Bei der Produktion einer Tonne Wasserstoff entstehen rund 10 Tonnen CO ₂ ³⁵ .
Grüner Wasserstoff:	Grüner Wasserstoff wird durch die Aufteilung von Wasser in seine Komponenten Sauerstoff und Wasserstoff mithilfe erneuerbaren Stroms (hauptsächlich aus Windenergie, Sonnenenergie oder Wasserkraft) gewonnen. Damit wird im Gegensatz zu Strom Sekundärenergie gewonnen, die einfach und in umfassend hinreichender Menge über Jahreszeiten hinweg speicherbar ist. Hiermit kann somit eine zeitliche und örtliche Entkopplung zwischen Erzeugung und Verbrauch erreicht werden. Wasserstoff gilt als ein Treibstoff der Zukunft im Rahmen einer möglichen Wasserstoffwirtschaft. Weitere nachhaltige Verfahren der Wasserstoffgewinnung sind chemische Verfahren der Abwasser- und Abfallaufbereitung im Sinne einer zyklischen Ökonomie. ³⁶
Türkiser Wasserstoff:	Türkiser Wasserstoff ist Wasserstoff, der über die thermische Spaltung von Methan (Methanpyrolyse) hergestellt wurde. Anstelle von CO ₂ entsteht dabei fester Kohlenstoff. Voraussetzungen für die CO ₂ -Neutralität des Verfahrens sind die Wärmeversorgung des Hochtemperaturreaktors aus erneuerbaren Energiequellen, sowie die dauerhafte Bindung des Kohlenstoffs ³⁷ .
Wasserstoff-Elektrolyseur:	Als Elektrolyseur wird eine Vorrichtung bezeichnet, bei der sich ein Stoff zwischen zwei Elektroden befindet. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung zwischen den Elektroden fließt ein Strom durch den Stoff. Dabei erfolgt bei einer chemischen Reaktion eine Stoffumwandlung. Es findet eine Elektrolyse statt. Bei der Wasserstoffelektrolyse wird Wasser als Stoff verwendet. Es werden Wasserstoff an der negativen Elektrode und Sauerstoff an der positiven Elektrode abgeführt.

³⁴ <https://www.bmbf.de/de/eine-kleine-wasserstoff-farbenlehre-10879.html>

³⁵ <https://www.bmbf.de/de/eine-kleine-wasserstoff-farbenlehre-10879.html>

³⁶ https://www.h2bz-hessen.de/mm/Wind-Wasserstoff_geschuetzt.pdf

³⁷ <https://www.bmbf.de/de/eine-kleine-wasserstoff-farbenlehre-10879.html>

Über die IDI - Initiative Deutsche Infrastruktur e.V. (IDI)

Die IDI – Initiative deutsche Infrastruktur e.V. ist eine unabhängige Plattform. Sie engagiert sich für die Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands durch Investitionen in essenzielle Infrastruktur. Mitglieder kommen aus allen relevanten Interessengruppen, u.a. Politik, Wirtschaft und Verbänden, sowie aus deutschen Altersvorsorgeeinrichtungen, die branchen- und regionenübergreifend ein Kapitalanlagevermögen von zusammen mehr als 200 Mrd. EUR repräsentieren.

Ziel ist hierbei die Steigerung des Bewusstseins für die große Bedeutung von privaten Infrastrukturinvestitionen, in Ergänzung zu Mitteln der öffentlichen Hand. Dies wird durch den intensiven Austausch zwischen deutschen Altersvorsorgeeinrichtungen sowie Bund, Länder, Kommunen, Stadtwerken, Verbänden und der Wirtschaft ermöglicht. Die IDI nimmt Stellung zu Themen rund um deutsche Infrastrukturvorhaben wie z.B. Telekommunikations-, Energie- und Verkehrsnetze. Sie informiert dabei über die Vorteile deutscher Altersvorsorgeeinrichtungen als attraktive Partner. Dabei fördert sie das Bewusstsein für die Wichtigkeit von deutschen Infrastrukturinvestitionen zur Erfüllung privater Altersvorsorgeziele (Generationenvertrag).

Die Autoren



Christina Jasmin Hofmann

Frau Christina Jasmin Hofmann ist Mitglied der IDI - Initiative Deutsche Infrastruktur e.V.. Ab Mitte Juni übernimmt Sie die Leitung des Arbeitskreises Grüner Wasserstoff. Als Expertin aus der Finanzbranche in leitenden Funktionen auf Organebene der Versicherungsbranche, darunter viele Jahre im Allianz Konzern, hat sie das Wissen und den Überblick für die attraktiven Anlagemöglichkeiten im Umfeld der Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit zwischen Staat und Wirtschaft. Zuletzt war sie als CFO außerhalb der Allianz tätig und verantwortete ein bedeutendes Kapitalanlagenportfolio, das den Aufbau von Infrastrukturinvestments im strategischen Fokus hatte. Sie versteht sich als Initiatorin und Mittlerin für hochrangige Projekte mit nachhaltigen und langfristigen Investments in diesen Markt.



Mit Unterstützung von Dr. Jörg Buisset

Dr. Jörg Buisset leitet die Fachkommission H2Finance des Deutschen Wasserstoffverbands. Er ist Geschäftsführer der s-H2 – Sustainable Hydrogen GmbH, einer Betreibergesellschaft für Leuchtturmprojekte zur Skalierung einer nachhaltigen Wasserstoffökonomie. Zudem ist Herr Buisset Vorstandsvorsitzender von H2Berlin, einer Organisation der Versorger und Entsorger Berlins und weiterer Wirtschaftshäuser, die sich zum Ziel gesetzt hat, kurzfristig nachhaltige Wasserstoffwirtschaft in der Hauptstadtregion hochzufahren.

Jörg Buisset hat zuvor 23 Jahre Expertise in der Finanzdienstleistungsindustrie gesammelt, die er als Mitglied der Geschäftsleitung, Managing Partner und Direktor namhafter Beratungshäuser begleitet hat.



und Alexander Mayer

Herr Alexander Mayer ist Mitglied des Vorstands und Gründungsmitglied der IDI – Initiative Deutsche Infrastruktur e.V..

Herr Mayer ist CFO des Finanzkonzerns Wüstenrot & Württembergische AG, Stuttgart sowie neben seinen weiteren Vorstandsfunktionen in der Württembergische Lebensversicherung AG und Württembergische Versicherung AG Sprecher der Geschäftsführung der W&W Asset Management GmbH.