



DIGITAL DRIVES HYDROGEN

Tech Trend Report // Mai 2021



VORWORT

LIEBE LESERINNEN UND LESER,



Ryan Hassoun
Lead of Hydrogen
P3 group GmbH



Christoph Mohring
Lead of Hydrogen
P3 group GmbH



Dr. Klemens Gaida
Geschäftsführer
Digital Innovation
Hub Düsseldorf/
Rheinland

Wasserstoff ist einer der aktuellen Megatrends – dem Element wird eine zentrale Rolle als Energieträger der Zukunft zugesprochen. Denn: Grüner Wasserstoff, der mit Wind- und Solarstrom erzeugt wird, ist 100 % klimaneutral.

Noch allerdings führen hohe Kosten und schlechte Wirkungsgrade dazu, dass sich das Potenzial von Wasserstoff nur langsam entfaltet. Digitaltechnik kann zur Lösung dieser Herausforderungen beitragen.

Mit digitalen Innovationen werden Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Systeme und -Anwendungen effizienter und kostengünstiger: Beispielsweise optimiert künstliche Intelligenz die Wasserstoffproduktion, Digital Twins ermöglichen einen übergreifenden Datenaustausch von Wasserstoffinfrastrukturen, auf Digitalplattformen werden die Wasserstoffkreislaufwirtschaften gemanagt und Blockchain-Technologie erleichtert den Wasserstoff-Zertifikathandel.

Unter dem Motto „Digital drives Hydrogen“ stellt der vorliegende „Tech Trend Report“ den Status, die Herausforderungen und Perspektiven der Wasserstoffwirtschaft unter dem besonderen Blickwinkel der Digitalisierung vor. Zusammenfassend wird die Bedeutung digitaler Innovationen und Technologien für den Wasserstoffmarkthochlauf diskutiert.

Ziel des Reports ist es, die Schnittmenge von Wasserstoffmarkt und Digitalinnovationen herauszustellen, konkrete Anwendungsbeispiele zu präsentieren und zu überlegen, wie die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft in NRW, Deutschland und weltweit mit Digitalinnovationen beschleunigt werden kann.

Wir wünschen Ihnen viel Spaß beim Lesen!

Ryan Hassoun, Christoph Mohring & Klemens Gaida

INHALTSVERZEICHNIS

Einführung Wasserstoffmarkt	Seite 4
Energiewende mit Wasserstoff	Seite 8
Digitalinnovationen als Markttreiber	Seite 15
Digitaler Ökosystemaufbau	Seite 22
Zusammenfassung	Seite 25

BEGRIFFSBESTIMMUNG

Grüner, blauer und grauer Wasserstoff

Grüner Wasserstoff wird durch die Nutzung erneuerbarer Energien gewonnen: Zum Beispiel wird Strom aus Windkraft genutzt, um Wassermoleküle in Sauerstoff und Wasserstoff zu spalten – die sogenannte Elektrolyse. Grüner Wasserstoff steht im Fokus dieses Reports.

Von **grauem Wasserstoff** ist die Rede, wenn dieser aus fossilen Brennstoffen gewonnen wird.

Als „**blau**“ wird er bezeichnet, wenn das mit fossilen Brennstoffen entstehende CO₂ gespeichert wird und nicht in die Atmosphäre gelangt.

EINFÜHRUNG WASSERSTOFFMARKT



Die Wertschöpfungskette der Wasserstoffwirtschaft

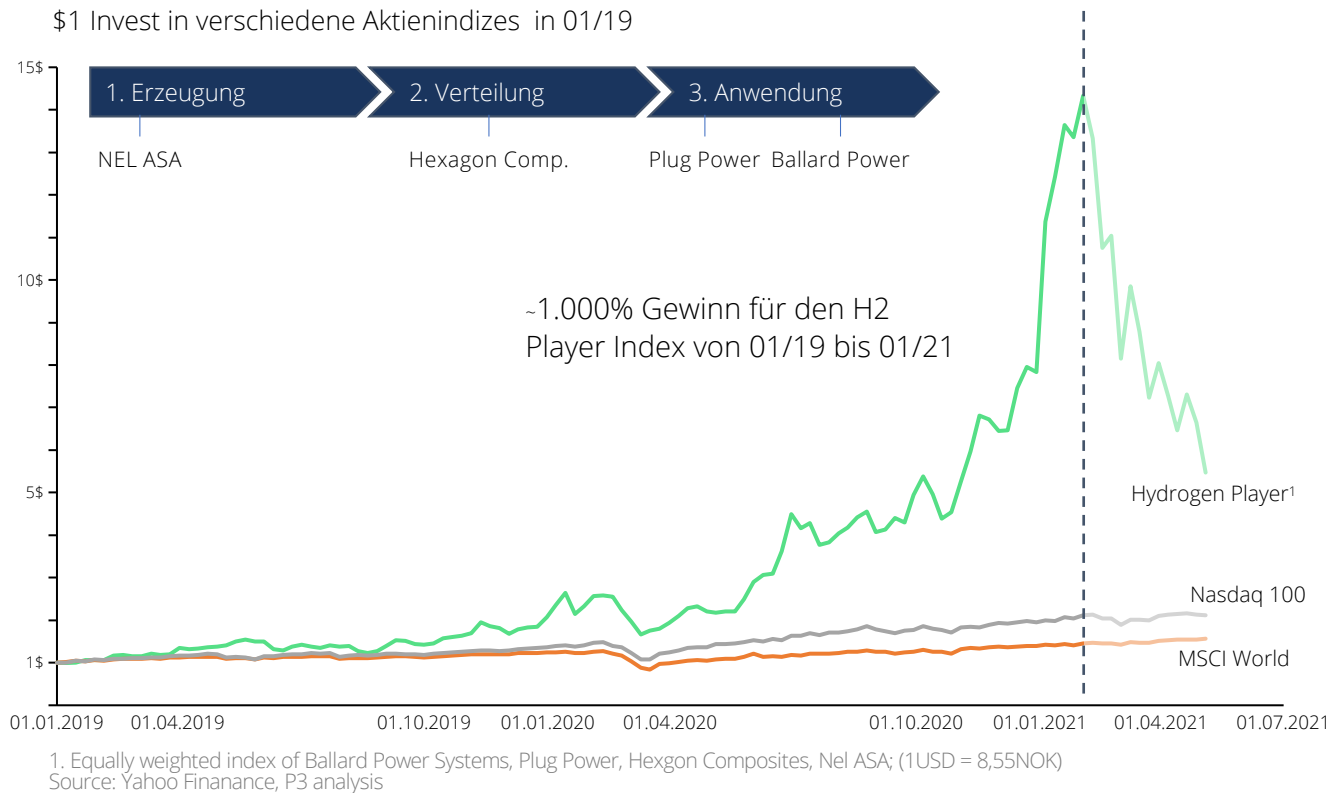
Wasserstoff hat das Potenzial, die Industrie, den Wärmemarkt und Teile des Transportwesens zu dekarbonisieren – und kann somit der Klimaerwärmung, der zentralen Herausforderung unserer Zeit, entgegenwirken. Eine globale Wasserstoffwirtschaft wird derzeit diskutiert und durch viele regionale, nationale und internationale Initiativen (u. a. Nationale Wasserstoffstrategie für Deutschland¹, Wasserstoff-Roadmap für NRW²) gefördert.

Die Verteilung von Wasserstoff ist derzeit eine der größten Herausforderungen, da größere Mengen an Wasserstoff nur durch ein internationales

Gasfernleitungsnetz rentabel transportiert werden können. Die Distribution mit Transportfahrzeugen ist möglich, bildet aber keine wirtschaftliche Basis für ein skalierbares Massengeschäft.

Wasserstoff ist vielfältig einsetzbar und bietet damit Potenziale in energetischen Anwendungen z. B. für stationäre Heizungsanlagen oder für den elektrisch betriebenen Transport. Außerdem spielt Wasserstoff nicht nur als Energieträger, sondern auch als Rohstoff eine wichtige Rolle in der Chemie- und Stahlindustrie. So ist Wasserstoff unverzichtbar in der Ammoniakherstellung.

EINFÜHRUNG WASSERSTOFFMARKT



Wasserstoffaktien im Fokus der Anleger

Wasserstoffaktien haben bei Investoren und Börsenanlegern in den letzten Monaten einen regelrechten Hype entfacht. Bündelt man exemplarisch vier Aktienkurse bekannter Unternehmen aus dem Wasserstoffmarkt (NEL ASA, Hexagon Comp., Plug Power, Ballard Power), stellt man fest, dass die Aktienwerte in den vergangenen ca. zwei Jahren eine erheblich bessere Kursentwicklung vollzogen haben als die Vergleichsindizes Nasdaq 100 und MSCI World. Dies lässt darauf schließen, dass sich Investoren, Börsenanleger und Unternehmen bereits frühzeitig

und strategisch im großen Wachstumsmarkt Wasserstoff positionieren. Ein Investment von einem Dollar zu Beginn des Jahres 2019 entspräche einem Kurs von elf Dollar zum Monatsende März 2021. Damit zeigen die vier exemplarischen Wasserstoff-Markttakteure ein Kurswachstum von mehr als 1.000 %.

Derzeit hat sich der „Hype“ wieder leicht abgekühlt, insbesondere da die Werte sich zu weit von der Fundamentalentwicklung getrennt hatten. Im Mai 2021 erleben wir daher eine Korrektur und Stabilisierung der Wasserstoff-Werte auf niedrigerem Niveau. Trotzdem entspricht das Wachstum der H2-Werte weiterhin +500 % seit 01/19.

EXPERTEN-STATEMENT



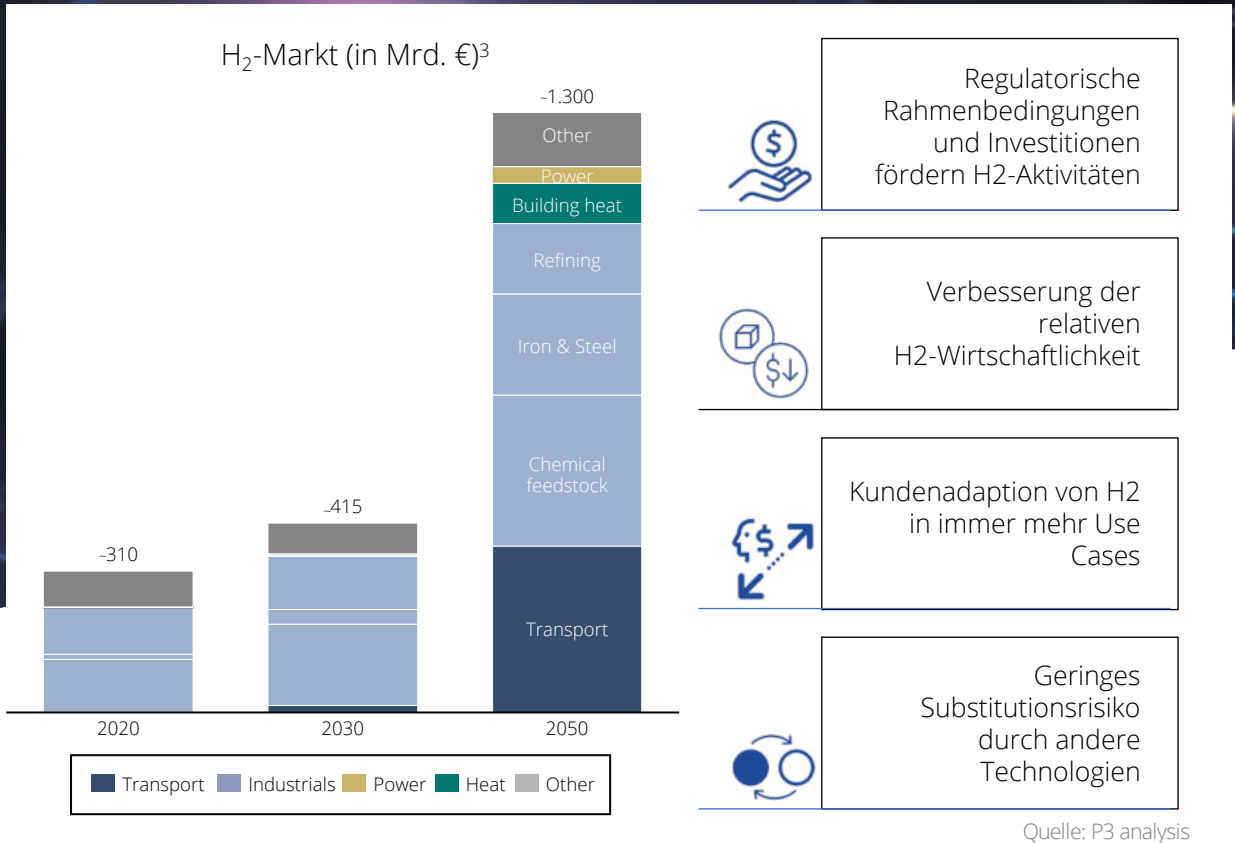
Michael Theben, Leiter der Abteilung Klimaschutz im Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen

„Wasserstoff verbindet Klimaschutz, Industriepolitik und Transformation gleichermaßen. Mit Wasserstoff können wir in Nordrhein-Westfalen unsere Technologieführerschaft ausbauen und neue Exportmärkte erschließen. Die deutsche und nordrhein-westfälische Wirtschaft ist gerade im Maschinen- und Anlagenbau und im verarbeitenden Gewerbe äußerst exportorientiert aufgestellt. Daher ist es umso wichtiger, dass wir die internationalen Entwicklungen rund um das Thema Wasserstoff im Blick behalten.

Mit unserer im November veröffentlichten Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen haben wir einen klaren und ambitionierten Fahrplan vorgelegt. **Wir stärken der Forschung und innovativen Unternehmen den Rücken und wollen die Potenziale im Maschinen- und Anlagenbau heben. Mit konkreten Zielmarken für die Jahre 2025 und 2030 und einem gezielten Ausbau der Wasserstoffnachfrage insbesondere in den Bereichen Verkehr und Industrie wollen wir den Markthochlauf beschleunigen.**

Außerdem arbeiten wir intensiv an der Vorbereitung internationaler Märkte und Partnerschaften, denn die benötigten Mengen an Wasserstoff und anderen synthetischen Kraftstoffen werden wir nicht nur mit erneuerbaren Energien in Nordrhein-Westfalen decken können.“

EINFÜHRUNG WASSERSTOFFMARKT



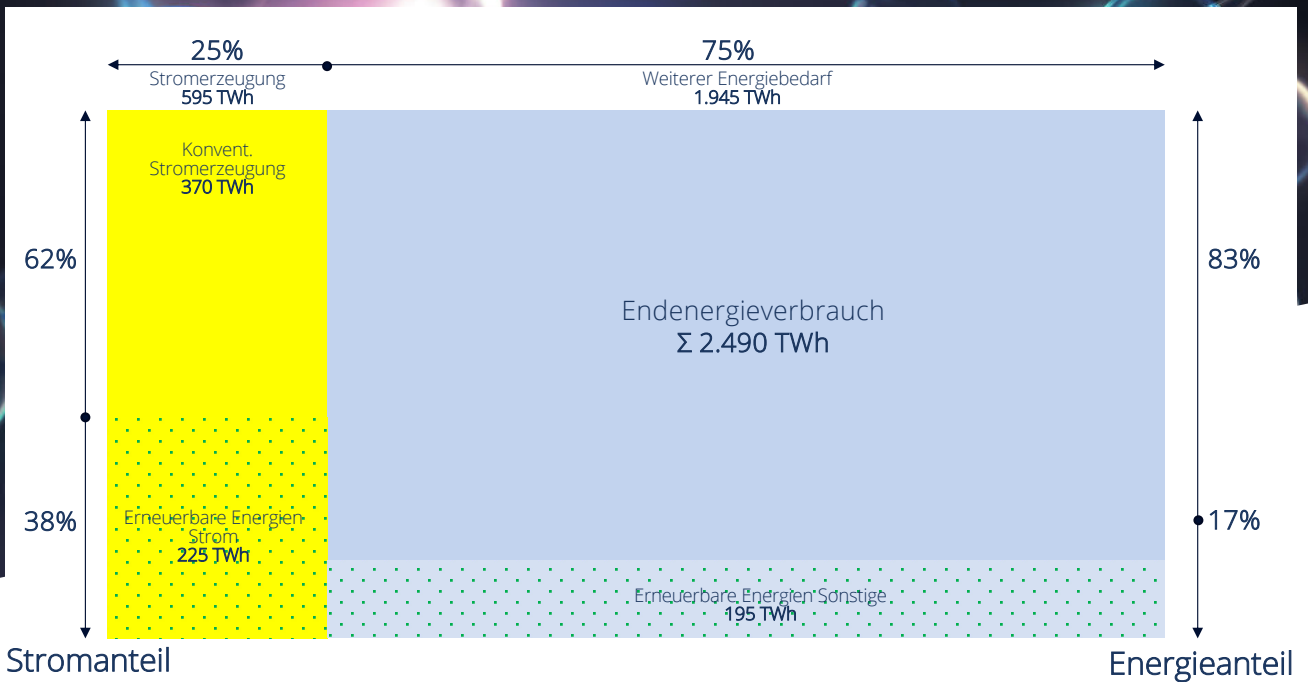
Die Prognose: Rapides Marktwachstum für Wasserstoff

Der Wasserstoffmarkt im Jahr 2020 basierte maßgeblich auf grauem Wasserstoff, der mit Dampfreformierung gewonnen wird. Dieser macht ca. 95 % der weltweiten Wasserstoffproduktion aus.⁴

Aufgrund des Pariser Klimaabkommens ist für das Jahr 2050 davon auszugehen, dass nahezu die gesamte Nachfrage durch grün produzierten Wasserstoff gedeckt wird.

Als Hauptanwendungen werden industrielle Einsätze, z. B. bei der Stahlreduktion und der Chemieproduktion, aber auch die Veredelung von Kraftstoffen gesehen. Ein weiterer großer Anteil entfällt auf den Transport, wobei hier der Fokus auf der Luftfahrtbranche, der Schifffahrt und dem Schwerlastverkehr liegen dürfte.

ENERGIEWENDE MIT WASSERSTOFF



Quelle: AGEB – Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland Sept. 2020

Energiebilanz in Deutschland

Der Gesamtenergiebedarf (brutto) in Deutschland betrug im Jahr 2018 ca. 2.500 Terawattstunden (TWh). Rund 25 % des Energiebedarfs wurde mit Strom gedeckt, die weiteren ca. 75 % mit Energie aus fossilen Brennstoffen.

Welche Mammutaufgabe Deutschland noch vor sich hat, um die Ziele des Pariser Klimaabkommens aus 2015 zu erfüllen, lässt sich vereinfacht aus der Abbildung oben ablesen:

Während Deutschland auf einen erneuerbaren Energieanteil von ca. 38 % bei der Stromerzeugung kommt, erreichen wir gesamt-energetisch

betrachtet gerade einmal ca. 17 % – es liegen also noch mehr als 80 % des Dekarbonisierungsziels vor uns.

Der Anteil erneuerbarer Energien ist folglich noch sehr gering – wir sind noch weit entfernt vom CO₂-neutralen Staat.

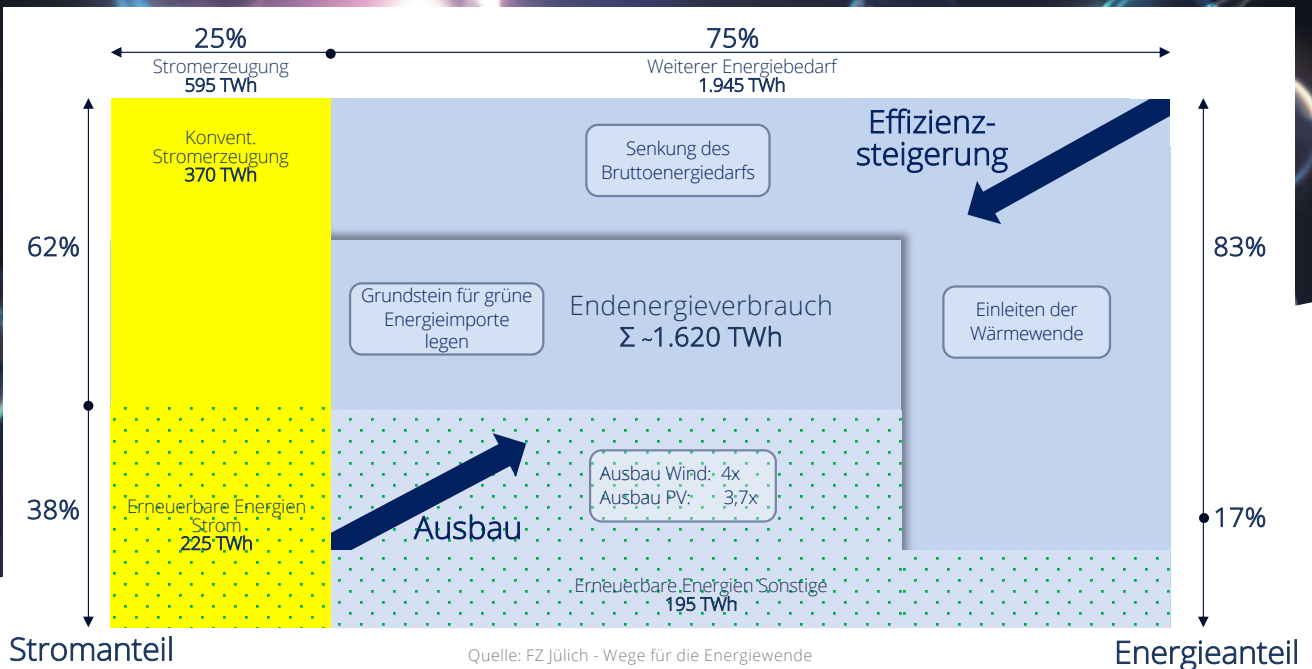
EXPERTEN-STATEMENT

Martin Giehl, Prokurist bei Stadtwerke Düsseldorf, zuständig für neue Geschäftsmodelle in der Energiewirtschaft

„Die Stadtwerke Düsseldorf sehen Wasserstoff als Potenzialträger für die Dekarbonisierung der Energiesysteme. Aktuell legen wir einen Fokus auf den Verkehrssektor, denn hier steigen im Gegensatz zu den Sektoren Strom und Wärme die Emissionen. Die Brennstoffzellen-Mobilität ist die ideale Ergänzung zur rein batterie-elektrischen Mobilität und kommt insbesondere überall dort zum Einsatz, wo schwere Fahrzeuge zu bewegen oder lange Distanzen zu überwinden sind. Wir prüfen die Investition in einen Elektrolyseur und in eine Wasserstofftankstelle, um einen Beitrag dazu zu leisten, dass der H2-Markthochlauf lokal und emissionsfrei funktionieren kann.“

Kooperation ist bei dem Thema extrem wichtig, weil der Markthochlauf nur dann funktionieren kann, wenn das lokale Wasserstoffangebot mit der Nachfrage vor Ort zusammen passt. Erst dann lohnen sich Investitionen in Erzeugung und können Fahrzeuge auch zum Einsatz kommen. In der Kompetenzregion Wasserstoff Düssel.Rhein.Wupper haben wir eine vom Landwirtschaftsministerium prämierte Vision entwickelt, wie ein kommunales Wasserstoffsystem aussehen kann. Das besondere hierbei ist die Zusammenarbeit von Kommunen, Stadtwerken und über 50 assoziierten Partnern aus der Wirtschaft.“

ENERGIEWENDE MIT WASSERSTOFF



Wege für die Energiewende

Wie die Energiepolitik die CO₂-Ziele des Pariser Klimaabkommens berücksichtigen kann, zeigen verschiedene wissenschaftliche Untersuchungen. Das Forschungszentrum Jülich gibt mit seiner Studie „Wege für die Energiewende“ klare Handlungsempfehlungen und leitet wesentliche Voraussetzungen ab.

Insbesondere muss die Erzeugung erneuerbarer Energien erheblich ausgebaut werden (ca. Faktor 4 der aktuellen Wind- und Solarenergieproduktion).

Weiter zeigt die Studie auf, dass die Ziele nur mit einer gleichzeitigen

Reduktion des Energiebedarfs zu erreichen sind. Als ein wichtiger Hebel dafür werden vor allem technische Innovationen gesehen sowie ein Wandel in der Wärmeerzeugung.

Dennoch wird Deutschland auch in Zukunft auf den Import großer Energiemengen in Form von grünem Wasserstoff angewiesen sein. Einen Grundstein für den grünen Energieimport legt die Bundesregierung bereits heute im Rahmen ihrer Wasserstoffstrategie.⁵

ENERGIEWENDE MIT WASSERSTOFF

Erneuerbare Energien als Primärenergiequelle der Zukunft

Mit der fortschreitenden Transformation hin zu erneuerbaren Primärenergien (wie Sonnenenergie, Wind- und Wasserkraft) wird der daraus erzeugte Strom die zentrale Sekundärenergiequelle der Zukunft sein.

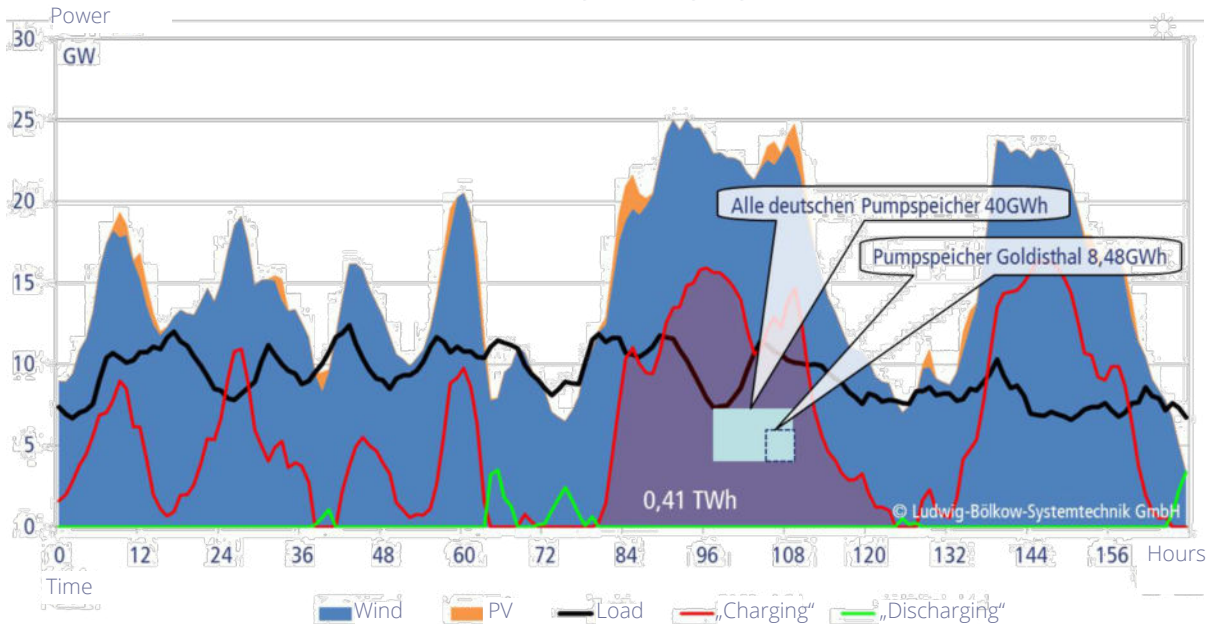
Daraus ergibt sich die Frage, wie bestehende Prozesse und Anwendungen in der Industrie, im Wärmemarkt und im Transportwesen so verändert werden können, dass sie mit möglichst effizientem Stromeinsatz betrieben werden können. Mit grünem Strom

erzeugter Wasserstoff ist ein vielversprechender Lösungsansatz und hat daher eine zentrale Bedeutung für den Energiemarkt der Zukunft.



ENERGIEWENDE MIT WASSERSTOFF

Simulation der Erneuerbaren Energieerzeugung im Januar 2035 (50 Hertz)



Quelle: Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

Fluktuierende Energien benötigen Großspeicher

Erneuerbare Energien sind volatile Energiequellen, das heißt, sie liefern keine konstante Leistung. Ihre Erzeugungsleistung wird vom Tagesrhythmus, der Sonnenintensität und den Windgeschwindigkeiten beeinflusst.

Groß- und Langzeitspeicher sind daher notwendig, um in Phasen von großer Überproduktion stattliche Energiemengen zu lagern. Ein mögliches Speichermedium ist Wasserstoff.

Wasserstoff, der mithilfe von Strom und Elektrolyse erzeugt wird, kann in Verteilungsnetzen oder unterirdischen Kavernen verwahrt werden. Steigt der Energiebedarf, wird er verfügbar gemacht. Gespeicherter Wasserstoff kann nicht nur rückverstromt werden, sondern auch direkt z. B. in Brennstoffzellen und als Industrirohstoff zum Einsatz kommen.

EXPERTEN-STATEMENT

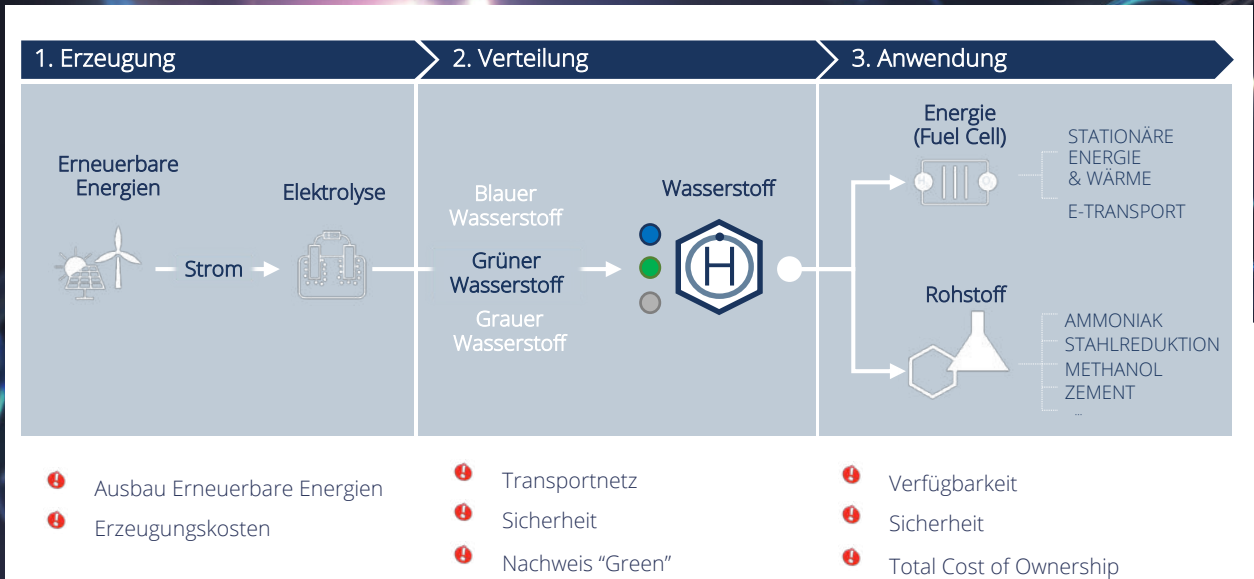


Ralf Werner, CIO bei Open Grid Europe und Vorstand Digital Campus Zollverein

„Aller Anfang ist schwer – um den H2-Markthochlauf zu aktivieren, braucht es etwas Rückenwind. Daher sind Fördermittel notwendig und eine Koordination insbesondere der Start-up-Aktivitäten beispielsweise durch den H2UB. Dies ist wichtig, um ein wertschöpfungsketten-übergreifendes Ökosystem aufzubauen.

In fünf Jahren haben wir Reallabore und Teststellungen hinter uns gelassen. Erste (insulare) H2-Infrastrukturen und End-to-End-Wertschöpfungsketten sind entstanden. Der Markt fährt hoch und die Inseln verbinden sich zu einem Gesamtsystem. Es hat sich ein Start-up-Ökosystem entwickelt, das neue Produkte und Geschäftsmodelle für die H2-Wirtschaft anbietet.“

ENERGIEWENDE MIT WASSERSTOFF



Hürden für einen globalen Wasserstoffmarkt

Auf dem Weg hin zu einer globalen Wasserstoffwirtschaft müssen zahlreiche und vielfältige Herausforderungen bewältigt werden. Diese zeigen sich entlang der gesamten Wertschöpfungskette:

- Die Wasserstofferzeugung aus Strom ist derzeit sehr kostenintensiv.
- Für eine globale Wasserstoffverteilung fehlen derzeit geeignete Leitungsnetze. Die Umwidmung bestehender Leitungsnetze (z. B. Gaspipelines) und der Aufbau neuer Leitungsnetze sind mit hohen Kosten verbunden. Ohne garantierte Erträge aus den Wasserstoff-Anwendungen bzw. von den Wasserstoff-Nutzern werden diese hohen Investitionen nur zurückhaltend getätigt.
- Die potenziellen Nutzer haben das Problem, dass wegen des fehlenden Leitungsnetzes der Wasserstoff noch gar nicht oder nur eingeschränkt verfügbar ist.
- Der verfügbare Wasserstoff ist aktuell noch sehr teuer. Für eine Substitution bestehender Industrie-, Wärme und Transport-Anwendungen mit wasserstoffbasierten Alternativen sind die Betreiber zurzeit aufgrund der schlechteren „Total Cost of Ownership“ nur bedingt motiviert.

DIGITALINNOVATIONEN ALS MARKTTREIBER

Das Ziel: Erzeugungskosten senken

Bei der Produktion von grünem, strom-basiertem Wasserstoff stellen die Erzeugungskosten zurzeit die größte Hürde dar. Diese sind so hoch, weil Elektrolyseanlagen aktuell noch sehr teuer sind, genauso wie der Strom aus erneuerbaren Energien.

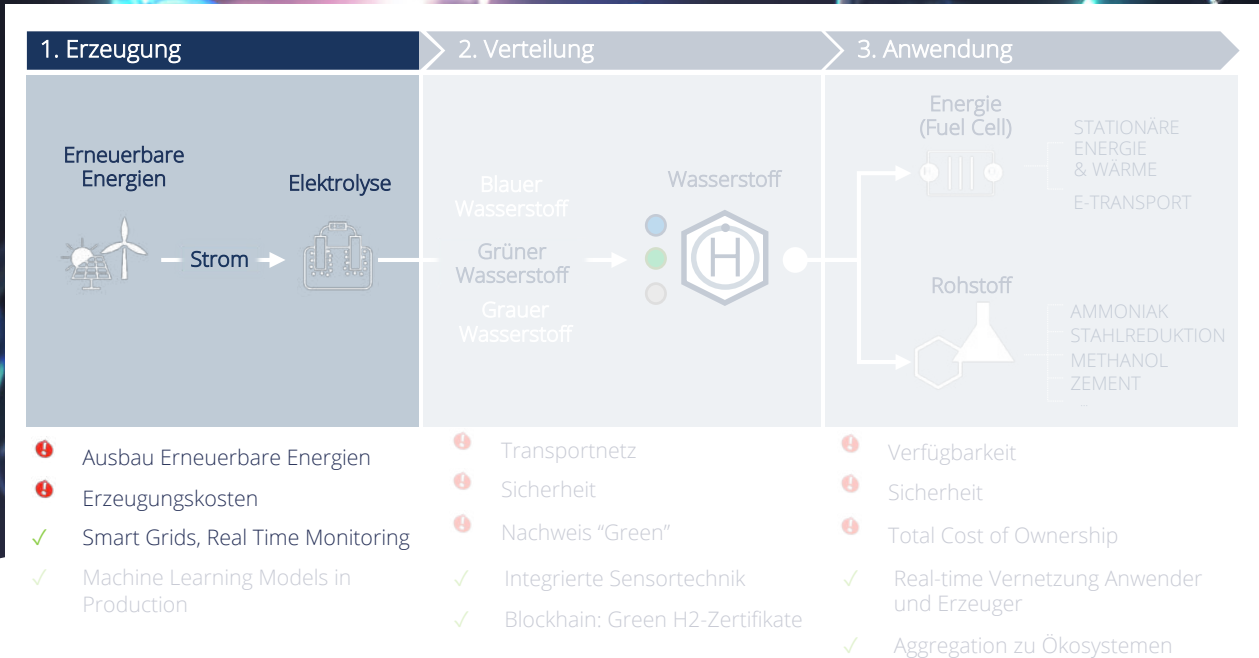
Die Erzeugungskosten könnten reduziert werden, indem für die Wasserstoffproduktion ausschließlich überschüssiger und damit günstiger Grünstrom genutzt wird. Grünstromüberschüsse sind allerdings momentan nur sehr

begrenzt verfügbar, da erneuerbare Energien beispielsweise in Deutschland lediglich ca. 17 % der Energieerzeugung insgesamt ausmachen.

Energieüberschüsse werden aktuell hauptsächlich aus konventionellen, CO₂-intensiven Erzeugungsquellen generiert. Ein maßgeblicher Hebel für die günstige Erzeugung von grünem Wasserstoff liegt somit im Ausbau der erneuerbaren Energien zur Generierung von möglichst viel Grünstromüberschüssen.



DIGITALINNOVATIONEN ALS MARKTTREIBER



Smart Grids zur Steuerung der Grünstromüberschüsse

Digitale Lösungen für die gezielte Netzsteuerung von Stromüberschüssen aus nicht erneuerbaren und erneuerbaren Primärenergiequellen sind bereits lange in Form von intelligenten Stromnetzen, sogenannten „Smart Grids“, bekannt. Diese sind im Markt etabliert und stehen somit grundsätzlich auch für die Versorgung von Wasserstoff-Elektrolyseuren bereit.

Mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien werden Smart Grids und die dafür verwendeten Digitaltechnologien wie Internet-of-Things (IoT) und

künstliche Intelligenz (KI) zu wichtigen Treibern der grünstromüberschuss-basierten, kostengünstigen Wasserstoffproduktion.

EXPERTEN-STATEMENT

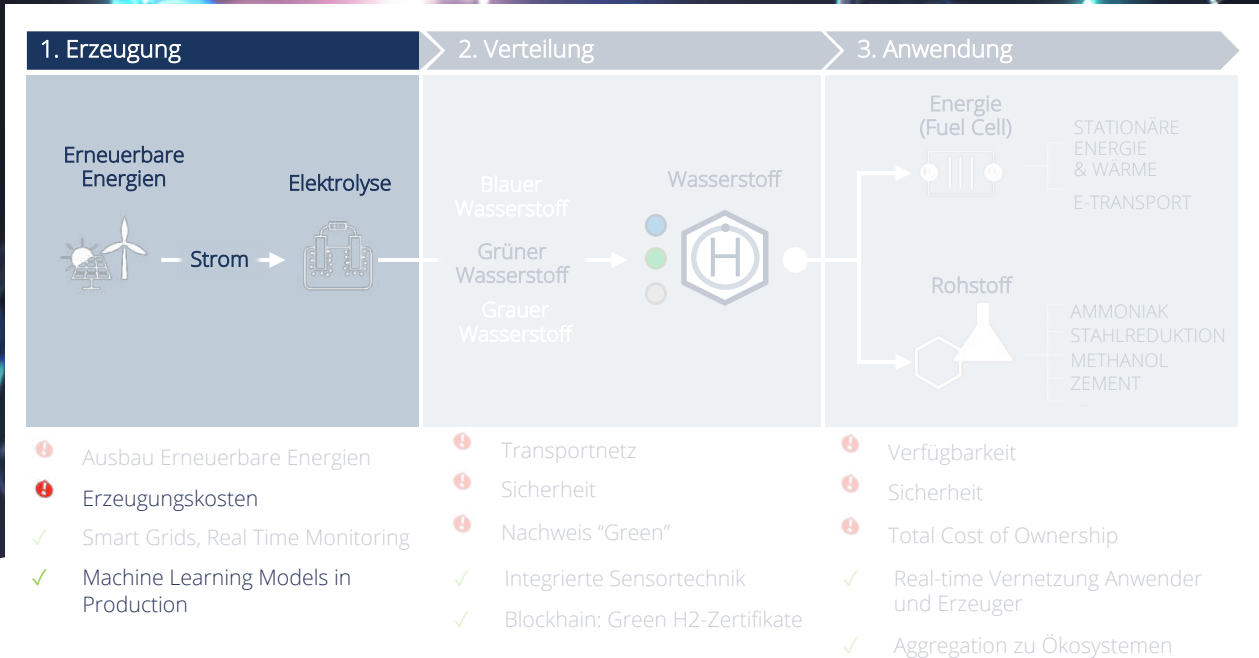


Robert Jänisch, CEO bei IOX GmbH

„Das Thema Wasserstoff ist komplex und es gibt noch viele Hürden, um einen H₂-Markt wirtschaftlich betreiben zu können. Die Digitalisierung hilft dabei, diese Komplexität aufzulösen. Technologien – zum Beispiel das Internet der Dinge (IoT) – spielen dabei eine große Rolle. Deshalb ist die Digitalisierung ein großer Treiber im Wasserstoffmarkt.“

Das Internet der Dinge ist ein guter Ansatz, um Digitalisierungsansätze im Bereich Wasserstoff konkret umzusetzen. Mit Sensorik, künstlicher Intelligenz und in Zukunft über Blockchain-Technologien gelingt eine Vernetzung, die zum einen eine bessere Informationslage schafft und zum anderen für eine Automatisierung sorgen kann. So lassen sich mithilfe von IoT dezentral Informationen erfassen – zum Beispiel über Füllstände. Gleichzeitig können Verbraucher und Erzeuger, die sich nicht an einem Standort befinden, dezentral vernetzt werden.“

DIGITALINNOVATIONEN ALS MARKTTREIBER



Lernkurven-optimierte Wasserelektrolyse

Bei der Wasserelektrolyse können digitale Lösungen zu einer schnelleren Kostenoptimierung beitragen. Das größte Potenzial für die Reduzierung der Kosten liegt in der kostenoptimierten Massenproduktion.

Lerneffekte zu gezielten Produktionssteigerungen lassen sich in dauerhafte Effizienzsteigerungen (z. B. durch Automatisierung) verwandeln, die wiederum zur Senkung der Produktionskosten führen. Diese sogenannten „Lernkurven-Effekte“ waren zuletzt im Rahmen der Kostenoptimierungen bei der Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien in der öffentlichen Diskussion.

Digitale Lösungen können z. B. IoT-basiert Daten zu Produktqualität und -reife während der Produktion in Realzeit erfassen und diese Daten fortlaufend mit Endproduktdaten aus „End-of-Line“-Tests vergleichen. Durch gezielte, KI-gestützte Datenvergleiche und direkte, schnell reagierende Anpassungen können Optimierungspotenziale systematisch gehoben werden. Das kalifornische Start-up KASKADA bietet hierzu eine Lösung an. Optimierungen auf Basis von Lernkurven-Effekten könnten einer Reihe weiterer Industrien zugutekommen wie der Batterieproduktion und der Produktion von Photovoltaik-Zellen.

DIGITALINNOVATIONEN ALS MARKTTREIBER



Intelligente Sensoren für Wasserstoffleitungen

Wird grüner Wasserstoff an vielen Standorten und in großen Massen produziert, ergibt sich das Folgeproblem eines bisher fehlenden globalen Verteilungs- und Transportnetzwerks. Wasserstoff kann nicht ohne Weiteres über etablierte Leitungsnetze (z. B. Pipelines) in Umlauf gebracht werden, da es andere Eigenschaften aufweist als traditionelles Erdgas oder Rohöl: Das Wasserstoff-Molekül ist beispielsweise bedeutend kleiner als kohlenstoffbasierte Brennstoffe und tendiert zur Diffusion durch normale Leitungswände. Außerdem ist das Wasserstoff-Molekül wesentlich „reaktionsfreudiger“ und macht Rohrleitungen spröde.

Darüber hinaus stellt auch die Sicherheit beim Gebrauch und Transport von Wasserstoff eine besondere Herausforderung dar: Wasserstoff ist ein Gefahrgut, bei dem Leckagen jederzeit absolut ausgeschlossen sein müssen. Integrierte, sehr schnell reagierende, wiederum durch Machine Learning optimierte H₂-Sensortechnik, wie z. B. von NEOHYSENS aus Neuss, bietet sich hier als Lösung an. Der große Mehrwert, den digitale Lösungen wie Sensorsysteme anbieten, ist die Möglichkeit, die Latenzzeiten bei der Erfassung von Leckagen bis zur Gegenmaßnahme (z. B. das Schließen von Notventilen) extrem kurz zu halten.

EXPERTEN-STATEMENT

Dr. Dieter Ostermann, Geschäftsführer bei neo hydrogen sensors GmbH, Vorstandsvorsitzender des Wasserstoff Hub Rhein-Kreis-Neuss/Rheinland e.V.

„Mithilfe von Wasserstoff lassen sich Industrieprozesse dekarbonisieren, die aktuell mittels Erdgas-Verbrennung angetrieben werden und sich nicht durch Elektrifizierung mit Strom aus erneuerbaren Energien umstellen lassen. In diesem stark wachsenden Wasserstoffmarkt können neue Technologien, Produkte und Dienstleistungen auch von Start-ups entwickelt und vertrieben werden. Start-ups können Nischen besetzen, ohne Marktplayer verdrängen zu müssen.“

Der H2-Tech-Szene sollte durch stärkere Nachfrage nach ihren H2-Produkten und Dienstleistungen geholfen werden. Die Politik sollte die Rahmenbedingungen schaffen, dass die Angebotsseite des Wasserstoffs weiter unterstützt wird, H2-Infrastruktur aufgebaut wird und die Kosten von CO₂-neutral hergestelltem Wasserstoff weiter sinken, u.a. durch steuerliche Entlastung, durch eine Deregulierung des Energiemarktes und auch durch Innovations- und Betriebsförderungen.

Außerdem sollte nicht nur der grüne Elektrolyse-Wasserstoff aus Windkraft- und Solarstrom unterstützt werden, sondern allgemein Wasserstoff, der CO₂-neutral erzeugt wurde – z. B. auch blauer Wasserstoff und Wasserstoff aus biogenen Abfällen oder aus chemischen Nebenprodukten.“



DIGITALINNOVATIONEN ALS MARKTTREIBER



Blockchain-basierter Wasserstoff-Zertifikathandel

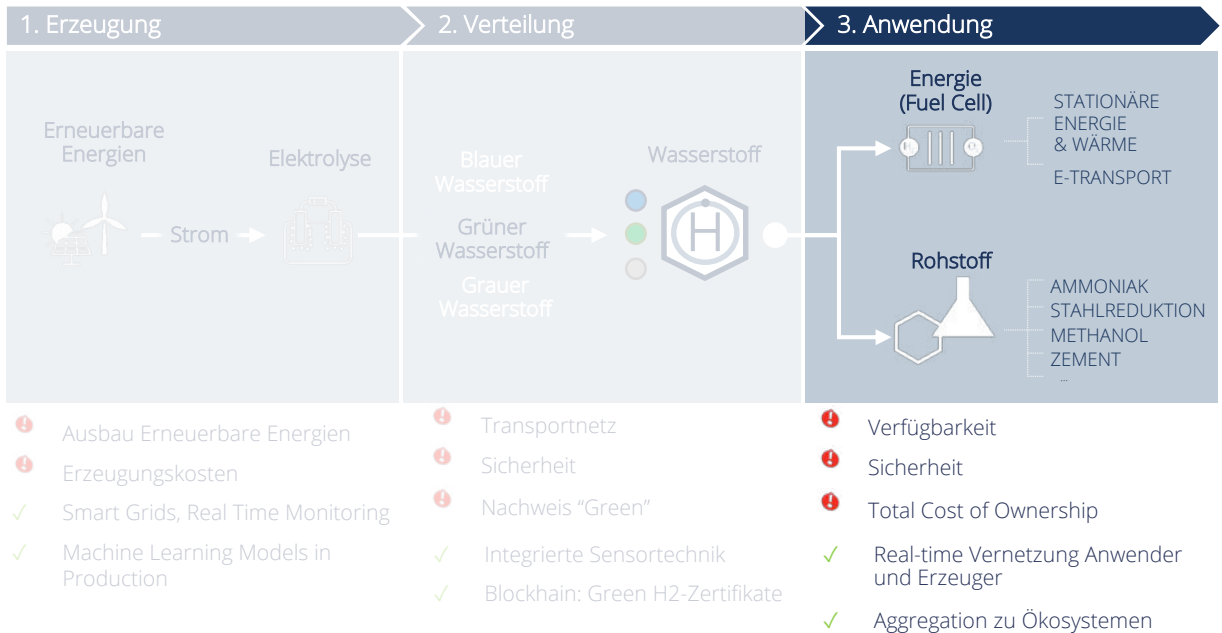
Bei der Verteilung von nachhaltig produziertem Wasserstoff muss ein Nachweis mitgeführt werden, dass es sich tatsächlich um „grünen“ Wasserstoff handelt. Da die Produktion und Nutzung von grünem Wasserstoff als CO₂-neutraler Energieträger unmittelbar an das übergeordnete Dekarbonisierungsziel gebunden ist, kommen „Green Hydrogen“-Zertifikaten in der zukünftigen Energiewirtschaft eine besondere Bedeutung zu.

Mit blockchainbasierten Technologien lassen sich fälschungssichere Zertifikate

erzeugen, um entlang der gesamten Lieferkette sicherzustellen, dass tatsächlich grüner Wasserstoff gehandelt wird.

Das Start-up-Projekt BlockcEntive widmet sich dieser besonderen Digitallösung für grüne Wasserstoffverteilung. Die Lösung von BlockcEntive basiert auf dem heutigen Erdgashandel und kann so entlang bestehender Marktstrukturen entwickelt und dann auf die Wasserstoffwirtschaft übertragen werden.

DIGITALER ÖKOSYSTEMAUFBAU



Digital Twins für vernetzte Anwendungen

Die aktuellen Probleme in den vorangegangenen Wertschöpfungsstufen treten bei der abschließenden Wasserstoffnutzung offen zutage: Mangels eines (globalen) Verteilungsnetzwerkes ist die Wasserstoffverfügbarkeit und somit auch der Einsatz zurzeit noch sehr limitiert. Der verfügbare Wasserstoff ist zudem durch die hohen Erzeugungskosten noch so teuer, dass der Betrieb von Wasserstoffanwendungen für Industrie, Wärmemarkt und Transport im Vergleich zu bestehenden CO₂-negativen Alternativen bislang nur in Nischen wirtschaftlich tragfähig ist, z. B. für Gabelstaplerflotten.

Um die wirtschaftliche Tragfähigkeit des Wasserstoffeinsatzes aus den Nischen heraus für ein breiteres Anwendungsspektrum zu verbessern, sind Kostenreduzierungen entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette erforderlich. Diese Optimierung kann

nur mit der echtzeitnahen Vernetzung von Wasserstoffnutzern, -verteilern und -erzeugern zur effizienten Abstimmung von Bedarf und Nachfrage bzw. von Wasserstoffproduktion, -transport und -verbrauch gelingen.

Dabei können bspw. IoT-fähige Sensoren die konkreten Wasserstoffbedarfe der Anwender erfassen und mithilfe von KI-basierten Algorithmen die erforderliche Wasserstofferzeugung und -verteilung mit sehr kurzen Latenzzeiten effizient steuern. Digital-Twin-Plattformen wie z. B. Hydrogen360 von Siemens und Microsoft sind hier Vorreiter.

Durch die Vernetzung von Wasser- und Brennstoffzellensystemen mit digitaler Mess-, Steuer- und Regelungstechnik entstehen aktuell die ersten, zunächst nur regional durchgängigen Wasserstoffwertschöpfungsketten, d.h. erste regionale Wasserstoff-Ökosysteme.

EXPERTEN-STATEMENT



Frank Sent, Director Consulting Expert bei CGI Deutschland

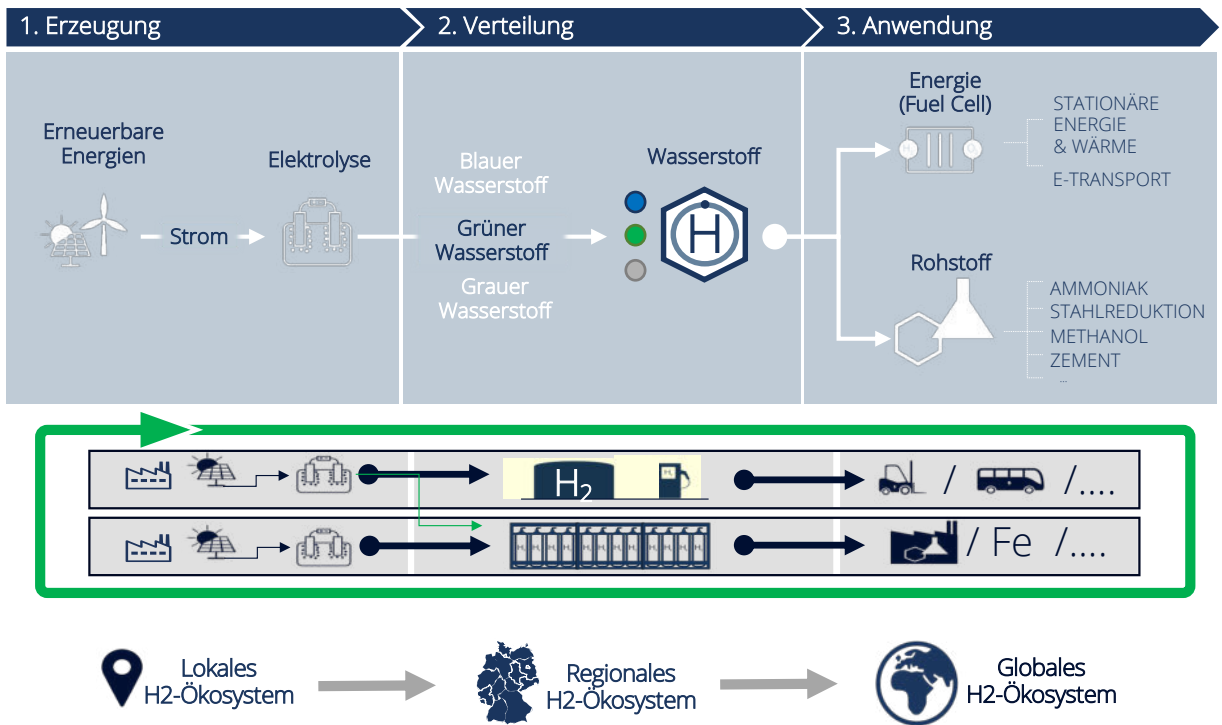
„Gerade im Bereich Wasserstoff ist es wichtig, über Pilotprojekte schnell Erfahrungen zu sammeln, da der Markt und die Technologie komplex und neu sind. Um diese Projekte effizient an den Start zu bringen, müssen alle relevanten Marktakteure (Produktion, Transport, Speicherung, Verbrauch) auf einer Digitalplattform zusammengebracht werden. Dort können die nötigen Daten und Prozesse modelliert werden, um damit in Realzeit eine Transparenz zu erzeugen, die hilft, die richtigen Entscheidungen für den Betrieb von H₂-Systemen und -Anwendungen zu treffen.“

Die Industrie braucht Sicherheit, wenn sie investieren soll und Investitionen sind in diesem neuen Markt zwingend.

Förderprojekte und Gesetzgebungen können diese Sicherheit erhöhen. Die Politik braucht allerdings Transparenz, was in den verschiedenen Pilotprojekten läuft und welche Ergebnisse damit erzielt werden. Dazu können Digitalplattformen Lösungen bieten.

Auf Basis der dort dargestellten Ergebnisse können neue Förderprojekte und Initiativen gestartet werden oder auch die Gesetzgebung (z. B. im Bereich H₂-Transport) angepasst werden.“

DIGITALER ÖKOSYSTEMAUFBAU



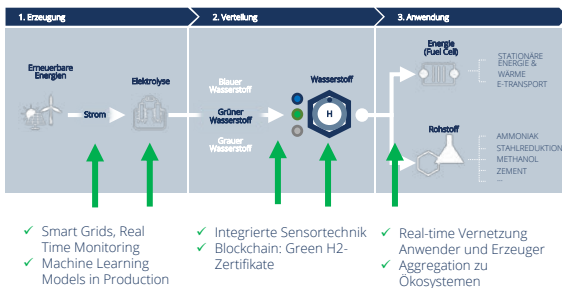
Digitale Inkubation und Bottom-up-Aggregation

Der Einsatz von Digitalplattformen ist mehr als die punktuelle, sogenannte diskrete Digitalisierung einzelner Wasserstoffsysteme und -anwendungen. Mit Digitalplattformen kann ein ganzer Wasserstoffmarkt inkubiert und zu einem Ökosystemen aggregiert werden: erst auf lokaler Ebene (z. B. in Chemiewerken oder bei Gabelstaplerflotten), mit weiterer Vernetzung auf regionaler und nationaler Ebene (z. B. die Verbindung von Windparks mit Industriestandorten und ÖPNV) und schließlich weltweit vernetzt auf globaler Ebene (z. B. der Offshore-Wasserstoffproduktion und der interkontinentalen Fernleitungsverteilung).

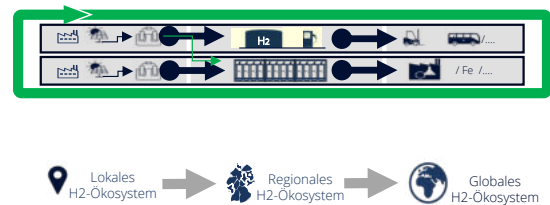
Während Plattformen wie Amazon bestehende Märkte erschüttern und Marktprozesse komplett digitalisieren, sind sie in der Wasserstoffwirtschaft Voraussetzung für einen Markt: Der Wasserstoffmarkt wird erst mit Digitaltechnologien wie IoT-Sensoren und -Aktoren sowie deren Vernetzung und KI-basierter Prozesssteuerung effizient und wirtschaftlich tragfähig. Mit Digitalplattformen können immer neue Marktakteure (Produzenten, Verteiler, Verbraucher) in die Wasserstoff-Wertschöpfungskette eingegliedert werden, in der effizient Grünstromüberschüsse und Wasserstoff produziert, verteilt und verbraucht werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Diskrete Digitalisierung



Digitaler Ökosystemaufbau



Diskrete Digitalisierung und digitaler Ökosystemaufbau

Spielt Digitalisierung im neuen Wasserstoffmarkt eine besondere Rolle als Innovations- und Transformations-treiber? Ist sie noch entscheidender für dessen Zukunftsfähigkeit als für andere Branchen? Die Antwort ist ganz klar: JA!

Handel ohne Amazon hat für Jahrtausende funktioniert, einen Wasserstoffmarkt ohne Digitalisierung kann es hingegen nicht geben. Digitalisierung ist auf zwei Ebenen entscheidend, damit überhaupt erst ein Wasserstoffmarkt entsteht:

- Durch die Digitalisierung von einzelnen Wasserstoff- und Brennstoffzellensystemen und -anwendungen werden diese effizienter, kostengünstiger und damit wirtschaftlich.
- Der Aufbau eines umfassenden digitalen Ökosystems steigert zusätzlich die Effizienz und senkt die Kosten – so wird die Wirtschaftlichkeit im Zusammenspiel der gesamten Wertschöpfungskette erhöht.

Apple und Tesla haben es vorgemacht:

Mobiles Internet und Elektro-Mobilität haben ihren Durchbruch vor allem Apple's iPhone und Tesla's Model S zu verdanken, hinter denen – ganz entscheidend – global integrierte Digitalplattformen und durchgehend funktionierende Ökosysteme stehen. Tesla hat in einem Markt, der auch für Wasserstoff hoch relevant ist, gezeigt, wie es mit Batterien, Fahrzeugen, Ladeinfrastrukturen, integrierten HW/SW-Plattformen und eigenen Nutzerapplikationen wie z. B. Routenplanung gelingt, die Anwendungs-komplexität einer neuen Technologie zu minimieren und ein überzeugendes Kundenerlebnis zu schaffen. Aus einem Technology Push wurde ein Market Pull.

Digital Drives Hydrogen: Wasserstoff in Kombination mit Digitalinnovationen bietet uns die Jahrhundertchance, die Energiewende zu schaffen und das Klima unseres Planeten zu schützen.

Der H2 Tech Trend Report wurde gemeinsam von der P3 group GmbH und dem digiHub Düsseldorf/Rheinland erstellt.

digiHub.de | p3-group.com

Jede Veröffentlichung dieser Publikation – auch in Teilen – erfordert die Erlaubnis der Digital Innovation Hub Düsseldorf/Rheinland GmbH.

Kontakt: Larissa Faßbeck,
larissa.fassbeck@digiHub.de

Digital Innovation Hub
Düsseldorf/Rheinland GmbH
Speditionstraße 15a
STARTPLATZ Düsseldorf
40221 Düsseldorf

Redaktion/Gestaltung: Friederike Krickel (www.autorenservice-krickel.de)

Quellen:

¹www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20

²www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/asset/document/mwide_br_wasserstoff

-roadmap-nrw_web-bf.pdf

³IEA 2019

⁴P3 Analyse (basierend auf IEA 2019, IRENA 2019, EPC 2020)

⁵BMWi 2020

Bildquellen:

Porträtfotos – Die Bildrechte liegen, sofern nicht anders angegeben, bei den jeweiligen Unternehmen.

Cover-/Hintergrundbild – Anusorn Nakdee/Shutterstock

S. 11 – Tobias Arhelger/Shutterstock

S. 15 – REDDSTOCK/Shutterstock

S. 6/17 – akitada31/pixabay

S. 9/20 – ConceptCafe/Shutterstock

S. 13/23 – Artistdesign29/Shutterstock

Ein Förderprojekt von Digitale Wirtschaft NRW (DWNRW) – Eine Initiative des Ministeriums für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen.