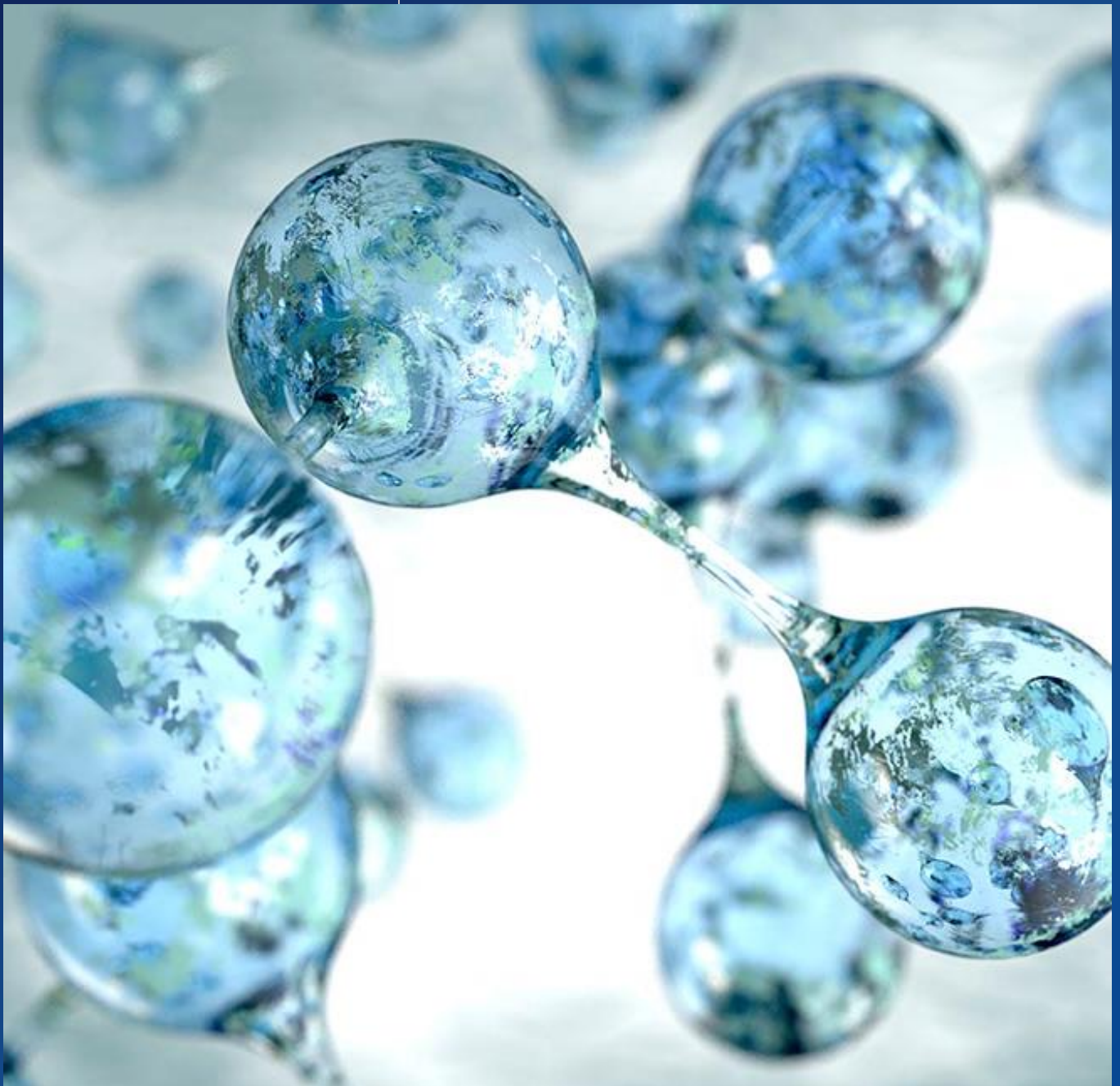




**WASSERSTOFF
DIE NEUE CHANCE
FÜR EINE NACHHALTIGE
ENTWICKLUNG**



INHALT

1.	Einführung	3
2.	Klimafreundlicher Wasserstoff: Herausforderungen und technische Aspekte	5
3.	Im Gespräch mit unserem Experten Emmanuel Rétif	9
4.	Praxisbeispiel: Haffner Energy	14
5.	Fazit: Wasserstoff – Herausforderungen, aber vor allem Chancen	17



EINFÜHRUNG

EINFÜHRUNG

Die Phase der Bewusstseinsbildung liegt nun hinter uns. Sich aktiv für ein verantwortungsvolles, nachhaltiges Finanzwesen einzusetzen, ist heute eine Pflicht: die Pflicht, die Energiewende durch Investitionen in Unternehmen zu begleiten, die über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg einen Beitrag dazu leisten.

Die Herausforderung der Energiewende anzunehmen, bedeutet zunächst einmal, Verständnis dafür zu entwickeln und sich eine fundierte Meinung zu allen Möglichkeiten zu bilden, die sich uns in Bezug auf Innovation und neue Technologien bieten.

Wasserstoff ist eines der zentralen, eindeutig benannten Elemente für die Erreichung der Ziele der Klimaneutralität und einer eigenständigeren Energiewende in Europa.

Obwohl zahlreiche Hindernisse den Weg erschweren, unterstützt und fördert diese unerschöpfliche, ungreifbare – aber durchaus reale – Energiequelle verschiedenste Marktakteure. Alle verfolgen das ehrgeizige Ziel der Klimaneutralität bis 2050 und einer Energiewende in Europa, bei der Wasserstoff in großem Umfang zum Einsatz kommt.

Das Jahr 2050 erscheint manchen noch weit entfernt, was zu einer eher abwartenden Haltung verleiten könnte. In Wirklichkeit verlangt das Ausmaß der Aufgabe jedoch eine dynamischere Einstellung: Die Zeit zum Handeln ist bereits gekommen. In dieser kurzen Einführung möchten wir auf einen Artikel der EU verweisen [Research UE # 94 July 2020 – Special feature, Seiten 1-12], der sich unter dem vielsagenden Titel **„Das Potenzial des häufigsten Elements im Universum ausschöpfen“** ausschließlich mit dem Thema Wasserstoff befasst. Gleich der erste Satz dieser Abhandlung steckt voller Kraft: „Die Idee, Wasserstoff als Energiequelle für alles Mögliche zu nutzen – von Fabriken bis hin zu Ihrem Auto –, mag etwas futuristisch anmuten, tatsächlich reicht sie aber bis zu den Anfängen der Industriellen Revolution zurück (...).“

Vor diesem Hintergrund wenden wir uns konkreten Entwicklungen rund um Wasserstoff zu, die technische Fortschritte (zum besseren Verständnis der Prozesse und Verfahren, die der Wasserstoffherzeugung zugrunde liegen) und wirtschaftliche Überlegungen harmonisch miteinander verbinden. Staatliche und überstaatliche Subventionen spielen dabei eine maßgebliche Rolle. Privatinvestitionen ergänzen die Entwicklung eines Finanzökosystems, das einen zentralen Stellenwert von umweltfreundlichem Wasserstoff und die intensive Nutzung erneuerbarer Energien begünstigt.

Zum Abschluss sei erwähnt, dass in diesem Dokument sachliche und anschauliche Informationen präsentiert werden. Sie sollen eine Orientierung dahingehend bieten, wie die Trendwende durch gemeinsames und integratives Handeln ausnahmslos aller Marktakteure vollzogen werden kann.

Umweltfreundlicher Wasserstoff scheint ein unverzichtbares Forschungsthema mit besonders vielversprechendem Potenzial zu sein.

1. https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_fr

2. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/a151cf78-bf30-11ea-901b-01aa75ed71a1/>

3. <https://cordis.europa.eu/article/id/421533-hydrogens-growing-role-in-sustainable-energy-systems/fr>



KLIMAFREUNDLICHER WASSERSTOFF: HERAUSFORDERUNG EN UND TECHNISCHE ASPEKTE

KLIMAFREUNDLICHER WASSERSTOFF: HERAUSFORDERUNGEN UND TECHNISCHE ASPEKTE

AKTUELLE LAGE

Europa hat sich dazu verpflichtet, bis 2050 klimaneutral zu werden. Neben erneuerbaren Energieträgern, Energieeffizienz und Elektrofahrzeugen ist Wasserstoff eine strategisch bedeutende Lösung für den Übergang zu einer dekarbonisierten Wirtschaft.

Dieses Ziel stellt nicht nur ein aus ethischer und ideologischer Sicht gemeinsames Anliegen dar, sondern auch die konkrete Richtung, die die Europäische Union mit ihrem Aktionsplan 2030-2050 einschlagen wollte. Für die komplette Umsetzung dieses ehrgeizigen Vorhabens sind jedoch noch einige wichtige Etappen zu meistern.

Das fängt bereits bei der äußerst geringen Erzeugungsmenge von Wasserstoff an: Im Jahr 2020 waren es 50 Megatonnen (Mt) pro Jahr, was nur 1,5 % des weltweiten Energiebedarfs entspricht.

Zudem sind die Herstellungsverfahren von Wasserstoff (H_2) nach wie vor sehr umweltschädlich, denn rund 96 % der Produktionsmenge werden aus fossilen Brennstoffen gewonnen. Bei einem Umwandlungsprozess werden Erdgas (graues H_2), Kohle (schwarzes H_2) oder Braunkohle (braunes H_2) stark erhitztem Wasserdampf ausgesetzt, wodurch Wasserstoff, aber gleichzeitig auch CO_2 freigesetzt wird.

Leider ist dieses Verfahren mit erheblichen Umweltauswirkungen verbunden, außer es gelingt, die freigesetzten Kohlendioxidemissionen (blaues H_2) abzuscheiden.

DIE NÄCHSTE HERAUSFORDERUNG

Demnach ist eine der Lösungen zur Beschleunigung des Übergangs zu einer Wirtschaft, die sich auf umweltverträgliche Energiequellen stützt, technisch bereits umsetzbar. Notwendig sind dafür (i) eine verstärkte Produktion von Wasserstoff mittels umweltfreundlicher Verfahren und (ii) die intensivere Nutzung von dekarbonisiertem Wasserstoff, wobei die Anwendungsbereiche zur Deckung des weltweiten Energiebedarfs breit gefächert sind.

Steigerung der nachhaltigen Erzeugung: Grüner und gelber Wasserstoff

Wie lässt sich die Wasserstoffgewinnung in großem Maßstab umweltgerechter gestalten?

Im Wesentlichen durch den Einsatz von Elektrolyse, da so kein CO_2 ausgestoßen wird. Bei diesem Prozess wird Wasser unter Einwirkung von elektrischem Strom sehr stark erhitzt, wodurch es sich in Sauerstoff und Wasserstoff aufspaltet.

Man spricht von umweltfreundlichem Wasserstoff (grünes H_2), der durch Strom aus einer erneuerbaren Energiequelle gewonnen wird. Kernenergie wäre als alternative Stromquelle ebenfalls denkbar. Dann entsteht gelber Wasserstoff, ebenfalls ohne CO_2 -Emission. Allerdings ist die Debatte über die Frage, ob Kernenergie als nachhaltig einzustufen ist, noch nicht ganz abgeschlossen.

Momentan werden weltweit nur 4 % des Wasserstoffes per Elektrolyse gewonnen, und von diesen 4 % wird nur 1 % mittels erneuerbarer Energiequellen erzeugt.

Die Gründe für diese schlechte Umweltbilanz sind hauptsächlich wirtschaftlicher Natur. Diesen wesentlichen Aspekt beleuchten wir später ausführlicher mit unserem Experten Emmanuel Rétif, Chefanalyst für Research im Bereich Umwelt, Soziales und Unternehmensführung im Team Finance Responsable et Durable von Crédit Mutuel Asset Management, das sich mit dem Thema verantwortungsvolles und nachhaltiges Finanzwesen befasst.

Vielfältige Anwendungsgebiete für umweltfreundlichen Wasserstoff

Ein bedeutender Vorteil des Einsatzes von Wasserstoff – vor allem für intermittierende erneuerbare Energieträger – besteht darin, dass seine Speicherkapazität jene von Batterien deutlich übersteigt. Wir sprechen von 1 Gigawatt (GW) bei Wasserstoff gegenüber lediglich 100-200 Megawatt (MW) bei Batterien.

Zudem eröffnet eine verstärkte Gewinnung von dekarbonisiertem Wasserstoff zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten innerhalb seiner Wertschöpfungskette und im Alltag.

Bei diesen neuen Anwendungsmöglichkeiten, mit denen die CO₂-Bilanz der Wirtschaftszweige gesenkt und sie somit umweltfreundlicher und nachhaltiger gestaltet werden könnten, handelt es sich im Wesentlichen um Folgende:

- **Power-to-Industry:** In Branchen, in denen Wasserstoff bei den Produktionsverfahren zum Einsatz kommt (Ammoniak, Raffinerien usw.), grauen, unter Ausstoß von Kohlendioxid gewonnenen Wasserstoff durch grünen Wasserstoff ersetzen.
- **Power-to-Gas:** Einspeisung von grünem Wasserstoff anstelle von Erdgas in die Gasnetze.
- **Power-to-Power:** Umwandlung von grünem Wasserstoff mittels einer Brennstoffzelle in Strom.
- **Power-to-Mobility:** Stromversorgung von Elektroautos mithilfe von grünem Wasserstoff, der im Fahrzeug mittels einer Brennstoffzelle in Strom umgewandelt wird.

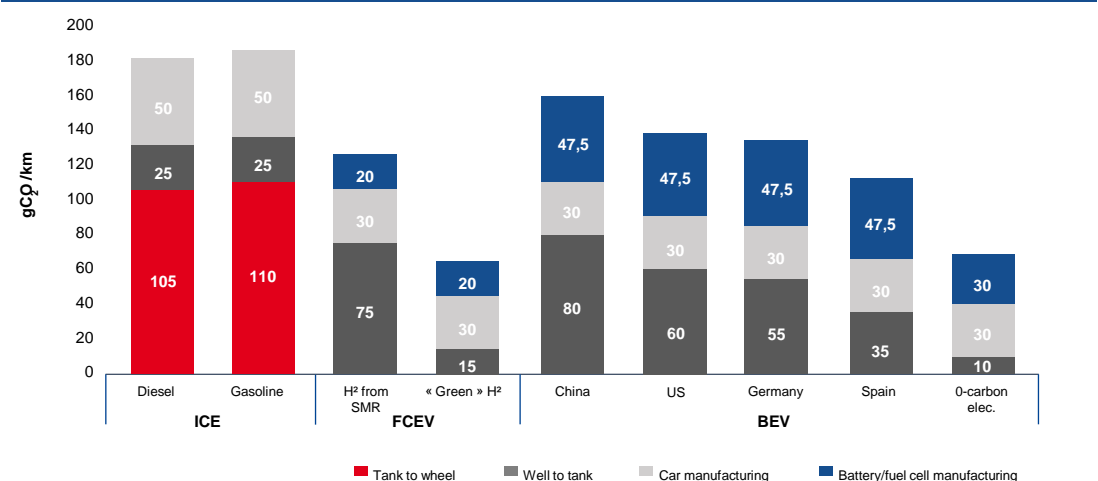
Auf die praktischen Aspekte der vorgenannten Konzepte gehen wir im Interview mit unserem Experten Emmanuel Rétif im nächsten Abschnitt näher ein.

Soviel sei aber jetzt schon erwähnt: Von allen Anwendungsgebieten des Wasserstoffes wird der Einsatz von dekarbonisiertem Wasserstoff im Mobilitätssektor vermutlich am wirkungsvollsten dazu beitragen, dass die europäische Wirtschaft bis 2050 CO₂-neutral wird.

Da der Verkehrssektor in Europa für 25 % bis 30 % der CO₂-Emissionen verantwortlich ist, besteht die Herausforderung darin, die Zahl der mit grünem Wasserstoff betriebenen Elektroautos (FCEV, Full Cell Electric Vehicles – Brennstoffzellenfahrzeuge) und der vollelektrischen Autos (BEV, Battery Electric Vehicles) zu erhöhen.

Aus der nachfolgenden Grafik geht hervor, dass die CO₂-Bilanz eines Elektroautos niedriger ist als die eines Autos mit Verbrennungsmotor (ICE), was nicht überrascht. Interessant ist dagegen, dass die CO₂-Bilanz der Elektroautos je nach Land, in dem sie gefahren werden, sehr unterschiedlich ausfällt. Insgesamt wird deutlich, dass wasserstoffbetriebene Elektroautos die niedrigste CO₂-Bilanz aufweisen.

Lebenszyklus von Fahrzeugen – FCEV ist das Fahrzeug mit dem niedrigsten Kohlendioxidausstoß



Allerdings werden diese Fahrzeuge zu Preisen angeboten, die mit denen von BEV kaum mithalten können, was die Nachfrage nach umweltfreundlichen FCEV nach wie vor nicht gerade fördert.

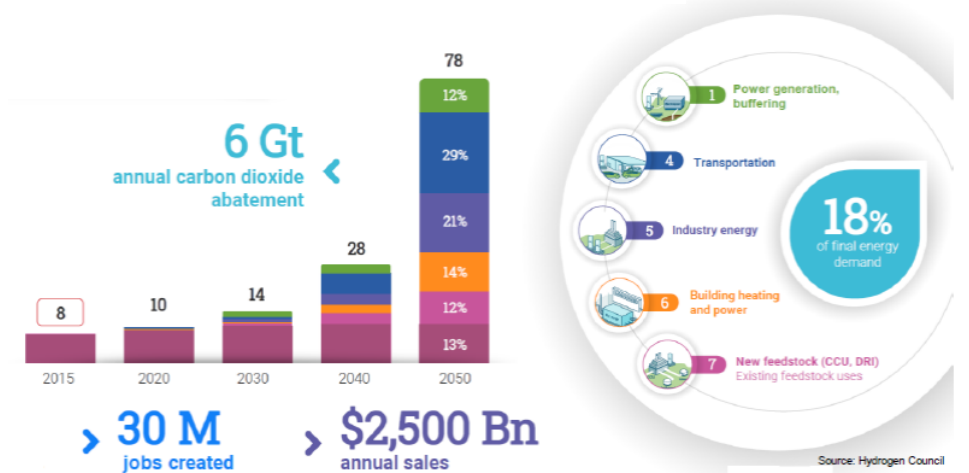
Beispielsweise beträgt der Kaufpreis eines wasserstoffbetriebenen SUV rund 68.000 Euro inkl. Steuern und der Preis eines wasserstoffbetriebenen Renault Kangoo liegt bei etwa 48.000 Euro zzgl. Steuern – fast das Doppelte eines batteriebetriebenen elektrischen Renault Kangoo, dessen Kaufpreis circa 23.000 Euro zzgl. Steuern beträgt.

Dank voraussichtlicher Skaleneffekte an diesem vielversprechenden Markt, sowohl bei den Kosten für den Tankbehälter als auch bei den Brennstoffzellen sowie bei der Gewinnung von umweltfreundlichem Wasserstoff, dürften wasserstoffbetriebene Fahrzeuge allerdings innerhalb des nächsten Jahrzehnts wettbewerbsfähig werden.

Deshalb sind wir davon überzeugt, dass wir uns am Anfang einer Aufwärtsspirale befinden, die mit einem außerordentlich starken Szenario, zum Teil dank der stetig steigenden Nachfrage nach Wasserstoff, für eine ökologische Wende bis 2050 sorgen wird. Für die nächsten zehn Jahre wird ein Anstieg um 40 % erwartet. Diese Menge dürfte sich zwischen 2030 und 2040 verdoppeln und zwischen 2040 und 2050 wahrscheinlich fast verdreifachen.

Während Wasserstoff im Jahr 2020 nicht einmal einen Anteil von 2 % an der weltweiten Endenergienachfrage hatte, wird für das Jahr 2050 ein Anteil von 18 % prognostiziert. Dadurch könnte auf unserem Planeten der Ausstoß von 6 Milliarden Tonnen CO₂ pro Jahr vermieden werden, was 17 % des im Pariser Abkommen gesteckten Ziels entspricht.

Wasserstoffverbrauch im Jahr 2050 bei einem Szenario von +2 °C





IM GESPRÄCH
MIT UNSEREM
EXPERTEN
EMMANUEL RÉTIF



Im Gespräch mit unserem Experten Emmanuel Rétif

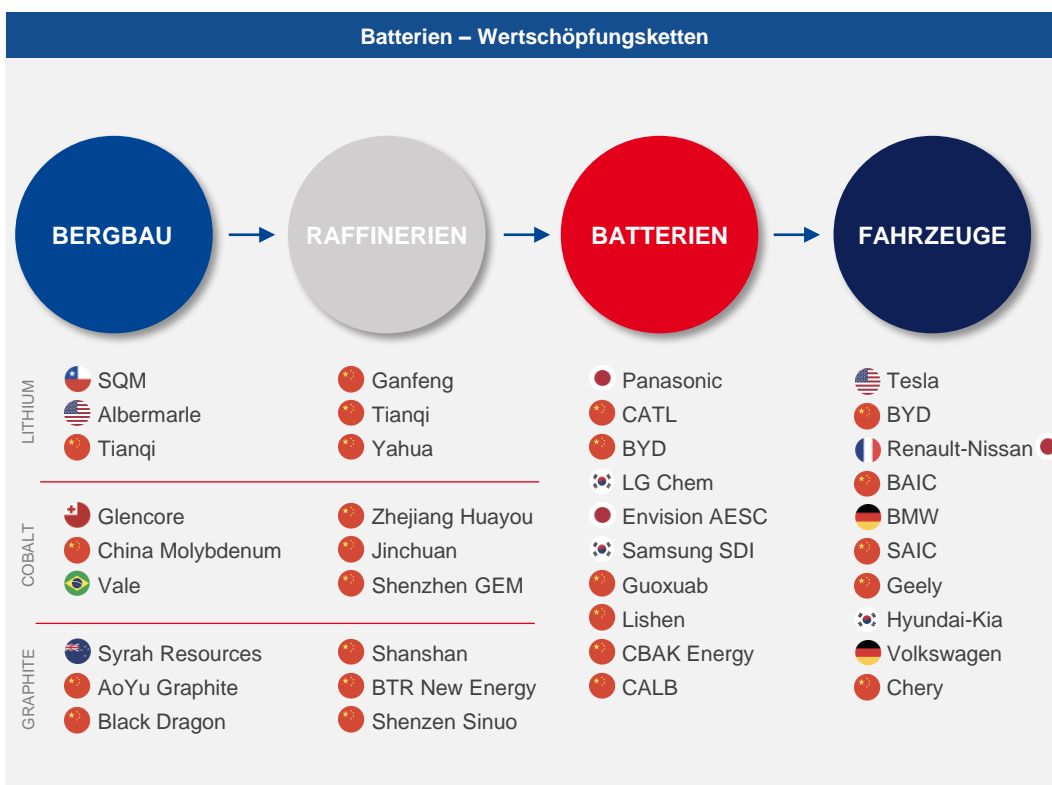
Was halten Sie von der aktuellen Energieversorgung der EU, vor allem in Bezug auf die „grüne“ Ausrichtung? Wie versorgt sich Europa zurzeit mit Energie?

Glauben Sie, dass der verstärkte Einsatz von Wasserstoff aus geopolitischer Sicht zu einer etwas größeren „Unabhängigkeit“ Europas bei der Energiewende beitragen könnte?

Wasserstoff ist aus geopolitischer und wirtschaftlicher Sicht relevant. Für die Versorgung mit Kohlenwasserstoff ist Europa seit mehreren Jahrzehnten auf den Nahen Osten und Russland angewiesen. Dies betrifft den Verkehr, die Stromerzeugung, das Heizen von Wohnhäusern und den Energiebedarf der Industrie.

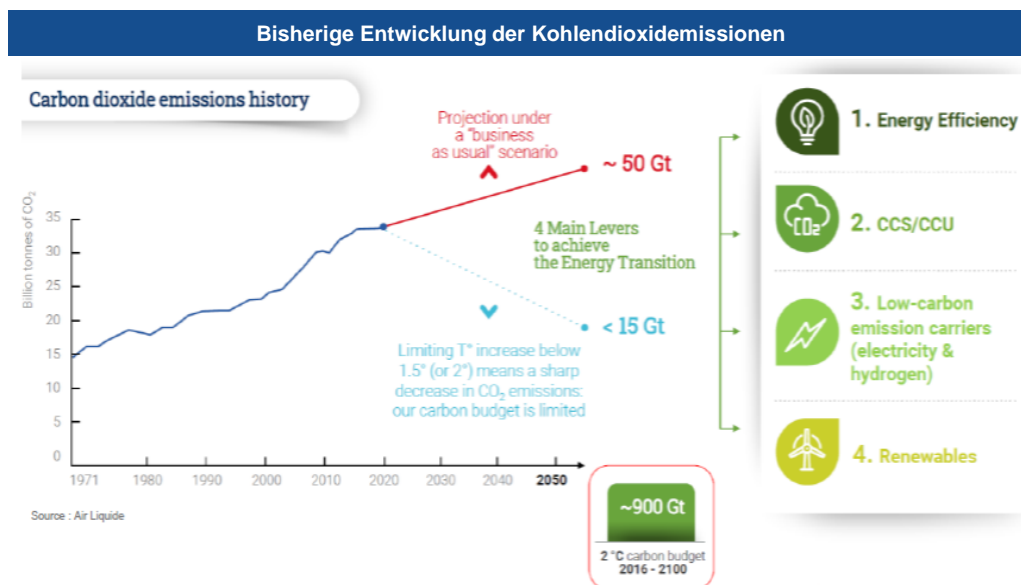
Wenn wir davon ausgehend etwas tiefer in die Materie eintauchen, wird deutlich, dass Europa in Sachen Energiewende derzeit von China abhängig ist, insbesondere im Bereich der CO₂-freien Mobilität. Konkret kommen mehr als 70 % der weltweit produzierten Batterien aus China. Wenn wir zu dieser an sich bereits beträchtlichen Zahl Japan und Korea hinzurechnen, stellen wir fest, dass 95 % der weltweiten Produktion in Asien stattfindet. Die nachfolgende Übersicht spricht also für sich.

Auch beim Raffinieren bedeutender Mineralien wie Lithium, Kobalt und Grafit, die für die Batterieherstellung notwendig sind, nimmt China eine Vormachtstellung ein. Objektiv betrachtet, befinden wir uns bei der Versorgung für die Energiewende in einem Abhängigkeitsverhältnis.



Aufgrund des zuvor umrissenen „Zustands der Abhängigkeit“ beginnen wir, umfassende Überlegungen zu Alternativlösungen anzustellen, die schon jetzt möglich wären. Wasserstoff ist demnach ein entscheidender Faktor, damit Europa seine eigene Energiewende weiterhin eigenständig umsetzen kann. Insbesondere umweltfreundlicher Wasserstoff dürfte maßgeblich zum Ziel der Klimaneutralität bis 2050 beitragen. In Europa dürften knapp 17 % der für dieses Ziel notwendigen Senkung der CO₂-Emissionen auf umweltfreundlichen Wasserstoff entfallen.

Gemäß den Pariser Abkommen muss weltweit pro Jahr die Emission von 35 Milliarden Tonnen CO₂ vermieden werden. Umweltfreundlicher Wasserstoff ist demnach einer der vier Hauptfaktoren für die Erreichung dieses Ziels (siehe nachfolgende Grafik).



Zudem bietet er die Chance, eine umweltfreundliche Technologie auf europäischem Boden zu entwickeln, und könnte zugleich einen starken Einfluss sozialer Ebene haben, indem weltweit bis 2050 etwa 30 Millionen Arbeitsplätze geschaffen werden.

Die „Energieabhängigkeit“ des alten Kontinents zu verringern, ist tatsächlich kein unwesentlicher Wirtschaftsfaktor: Wenn es darum geht, das Risiko einer Drosselung der europäischen Energiewende zu vermeiden oder zumindest zu begrenzen, wird Wasserstoff eine entscheidende Rolle spielen. An dieser Stelle sei erwähnt, dass sich China eine Klimaneutralität bis 2060 zum Ziel gesetzt hat. Zurzeit produziert China etwa ein Drittel der weltweiten CO₂-Emissionen. Somit besteht ein reales Risiko, dass China den Export von Batterien und veredelten Erzen künftig beschränken könnte, um seinen eigenen Investitionsbedarf zu decken. Vor diesem Hintergrund erscheint umweltfreundlicher Wasserstoff einmal mehr als wirksame Methode ergänzend zu – und mitunter anstelle von – chinesischen Batterien, vor allem im Bereich der Mobilität.

Der Einsatz von umweltfreundlichem Wasserstoff leistet einen Beitrag zum Hauptziel des Aktionsplans der EU für eine CO₂-neutrale Wirtschaft bis 2050. Welche konkreten Anwendungsmöglichkeiten gibt es Ihrer Ansicht nach in der Praxis in unmittelbarer Zukunft für Wasserstoff?

In gewisser Weise könnte man umweltfreundlichen Wasserstoff als eine Art Schweizer Taschenmesser der Energiewende betrachten. Dieser Vergleich mag gewagt erscheinen, doch bei genauerem Hinsehen können wir tatsächlich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten ausmachen. Vier stechen besonders hervor:

- 1 Der erste Anwendungsbereich ist der Verkauf von Wasserstoff an Industriezweige wie die Ammoniakherstellung oder Raffinerien. Der Unterschied bestünde darin, dass in diesen Branchen kein grauer Wasserstoff mehr verbraucht würde, der mit dem Ausstoß von CO₂ einhergeht, sondern dass sie von umweltfreundlichem Wasserstoff gespeist würden, der ohne CO₂-Emissionen auskommt. Das wird als „**Power-to-Industry**“ bezeichnet.
- 2 Der zweite Anwendungsbereich ist „**Power-to-Gas**“: In diesem Fall geht es darum, umweltfreundlichen Wasserstoff anstelle von Erdgas in die Gasnetze einzuspeisen. Derzeit ist die Einspeisung von Wasserstoff in die Gasnetze aus technischen Gründen auf höchstens 20 % beschränkt. Allerdings gibt es eine weitere Möglichkeit, die sogenannte „Methanisierung“. Bei diesem Verfahren werden Kohlenstoff und Wasserstoff gemischt und zu Methan umgewandelt, das anschließend vollständig, also ohne die Begrenzung auf 20 %, in die Gasnetze eingespeist werden kann.
- 3 Als Drittes gibt es „**Power-to-Power**“: Dieses Anwendungsfeld ist interessant, da es einen Lösungsansatz für die Unterbrechungen der Versorgung mit erneuerbaren Energien bietet. Ein Problem bei den erneuerbaren Energieträgern besteht beispielsweise darin, dass die geringe Sonnenstrahlung im Winter die Solarstromerzeugung beeinträchtigt, während der Heizbedarf in dieser Jahreszeit besonders hoch ist. Im Gegensatz dazu scheint die Sonne im Sommer viel stärker und es kann viel Solarstrom erzeugt werden. Dann ist aber der Heizbedarf sehr gering. Der Vorteil von Wasserstoff ist, dass er den Produktionsüberschuss der erneuerbaren Energien, beispielsweise im Sommer, nutzen kann. Wie funktioniert das? Ohne zu sehr ins technische Detail zu gehen, wird bei dem Ansatz vereinfacht gesagt die überschüssige Solarenergie verwendet, um durch Elektrolyse umweltfreundlichen Wasserstoff herzustellen. Der Wasserstoff wird gespeichert und dann je nach Bedarf mittels einer Brennstoffzelle in Strom umgewandelt.
- 4 Der letzte und für die breite Öffentlichkeit wahrscheinlich der wichtigste Anwendungsbereich von Wasserstoff ist „**Power-to-Mobility**“, also Elektromobilität und insbesondere wasserstoffbetriebene Elektroautos. Diese werden mit Wasserstoff betankt, der mittels einer Brennstoffzelle in Strom umgewandelt wird. Der Strom treibt wiederum den Elektromotor an. Demnach handelt es sich dabei um ein äußerst wichtiges Anwendungsgebiet, denn der Verkehr ist für 25-30 % der CO₂-Emissionen in Europa verantwortlich. Dies verdeutlicht, dass eine erhebliche Dekarbonisierung des Verkehrssektors dringend erforderlich ist, um das Ziel der Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen. Von den bereits existierenden Technologien haben Fahrzeuge, die mit umweltfreundlichem Wasserstoff betrieben werden, die beste CO₂-Bilanz – noch vor batteriebetriebenen Elektroautos, deren CO₂-Bilanz vom Strommix im jeweiligen Land abhängt, in dem die Batterie aufgeladen wird. Wird eine Batterie in China aufgeladen, wo der Strom größtenteils in Kohlekraftwerken erzeugt wird, dann wird „indirekt“ deutlich mehr CO₂ ausgestoßen, als wenn eine Batterie in Frankreich aufgeladen wird, wo fossile Energieträger mit hohem CO₂-Ausstoß nur 8 % des Stromerzeugungsmixes ausmachen.

Zurzeit gibt es nur sehr wenige Elektrolyseanlagen. Zudem sind ihre Kosten nach wie vor sehr hoch. Deshalb plant Europa, bis 2030 den Bau von Elektrolyseanlagen mit einer Kapazität von 40 GW mit 40 Mrd. Euro zu finanzieren und gleichzeitig den Kapazitätsausbau der erneuerbaren Energien zu fördern. Mithilfe anderer Technologien kann dekarbonisierter Wasserstoff zum Beispiel aus Biomasse gewonnen werden.

Alles in allem befinden wir uns in einer Umbruchphase, in der das Wasserstoff-Ökosystem aufgebaut wird.

Wenn Sie die vier vorgenannten Anwendungsgebiete in eine Reihenfolge bringen müssten, welche würden Sie vorschlagen?

- 1 An erster Stelle **Power-to-Mobility**, denn unter allen Anwendungsfeldern von Wasserstoff wird dieser Bereich wahrscheinlich den Hauptbeitrag zur angestrebten Senkung der CO₂-Emissionen bis 2050 in Europa leisten.
- 2 Auf dem zweiten Platz **Power-to-Industry**. Industrieunternehmen sind zurzeit die Hauptabnehmer von grauem, unter Ausstoß von Kohlendioxid gewonnenem Wasserstoff und könnten somit künftig einen wichtigen Markt für umweltfreundlichen Wasserstoff darstellen.
- 3 Auf dem dritten Rang **Power-to-Gas** als interessante Lösung, weil es die Möglichkeit bieten würde, den Einsatz von Erdgas, das unter Ausstoß von Kohlendioxid gewonnen und noch immer am meisten in die Gasnetze eingespeist wird, allmählich zu reduzieren..
- 4 Und schließlich **Power-to-Power**, dem im Vergleich zu den anderen Anwendungsgebieten eine geringere Bedeutung zukommt.

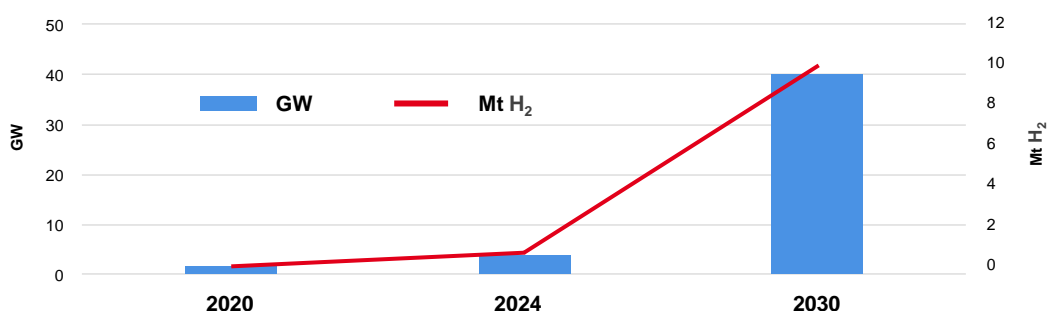
Sehr interessant. Allerdings stellen wir fest, dass Wasserstoff (Erzeugung und Nutzung) noch immer zu teuer ist. Welche Lösungen sind Ihrer Meinung nach diesbezüglich denkbar?

Tatsächlich gibt es Lösungen für Kosteneinsparungen sowohl am Anfang der Produktionskette, also bereits bei der Wasserstoffgewinnung, als auch am Ende der Kette, also bei der Nutzung.

Beginnen wir mit dem vorgelagerten Bereich: Momentan ist grüner Wasserstoff nicht wettbewerbsfähig. Seine Produktionskosten betragen 2020 etwa 6 Euro pro Kilo im Gegensatz zu etwas unter 2 Euro pro Kilo für „grauen“, unter Ausstoß von CO₂ gewonnenen Wasserstoff.

Welche Perspektiven gibt es demnach für eine Senkung der Produktionskosten von Wasserstoff? Bei den Elektrolyseanlagen lassen sich Skaleneffekte erzielen, insbesondere angesichts der Finanzierung von 40 GW bis 2030 durch die EU. Wir können auf Serienfertigungseffekte hoffen, durch die sich die Investitionskosten für Elektrolyseanlagen senken lassen. Wie in einer Aufwärtsspirale können wir davon ausgehen, dass eine Senkung der Investitionskosten pro MW bei erneuerbaren Energien dank des rasanten Ausbaus neuer Kapazitäten in Europa einen Rückgang der Kosten für Strom aus erneuerbaren Energieträgern bewirken wird (dem Hauptfaktor der Produktionskosten für umweltfreundlichen Wasserstoff). Gleichzeitig dürften die Kosten der Produktion von grauem Wasserstoff, wobei Kohlendioxid ausgestoßen wird, durch den Preisanstieg der CO₂-Zertifikate in den nächsten Jahren stark steigen.

Das Ziel: 40 GW bis 2030 ggü.1 GW heute





PRAXISBEISPIEL: HAFFNER ENERGY



Interview mit Philippe Haffner (links)
Geschäftsführer von Haffner Energy

HAFFNER
energy



*Begleitet von seinem Bruder,
Marc Haffner (rechts), Mitbegründer
und Mitglied der Geschäftsleitung*

Technologie. Nach welchem Verfahren erzeugen Sie umweltfreundlichen Wasserstoff und wie erreichen Sie dabei eine neutrale CO₂-Bilanz?

Beim Hynoca-Verfahren, das sich inzwischen in der Vermarktung befindet, wird umweltfreundlicher Wasserstoff aus Biomasse gewonnen. Biomasse ist die Stoffmasse von Lebewesen, die pflanzlich oder tierisch sein kann. Hynoca ist so konzipiert, dass dabei alle pflanzlichen Biomassen und Dung verwendet werden können. In Frankreich entstehen jährlich knapp 1.000 TWh Biomasse, die nicht genutzt werden. Das entspricht fast dem Doppelten der Stromerzeugung in Kontinentalfrankreich.

Hynoca ist der Dampfreformierung aus fossilen Energieträgern (grauer, unter Ausstoß von Kohlendioxid gewonnener Wasserstoff) sehr ähnlich. Mit diesen Verfahren werden mehr als 97 % des weltweit gewonnenen Wasserstoffs erzeugt, vor allem durch SMR (Steam Methane Reforming – Dampfreformierung unter Einsatz von Methan). Bei Hynoca handelt es sich um ein SBR-Verfahren zur Umformung von Biomasse (Steam Biomass Reforming – Dampfreformierung unter Einsatz von Biomasse). Alle fossilen Energieträger sind aus Biomasse entstanden. Der erste Schritt bei Hynoca ist die Thermolyse, durch die innerhalb weniger Minuten nachgebildet werden kann, wofür die Natur mehrere Millionen Jahre gebraucht hat. Somit können bei Hynoca nach der Thermolyse bewährte, traditionelle Technologien angewandt werden.

Die neutrale CO₂-Bilanz kommt dadurch zustande, dass die pflanzliche Biomasse durch Photosynthese der Pflanzen hergestellt wird, bei der CO₂ aus der Atmosphäre gebunden wird. Eventuell durch Hynoca freigesetztes CO₂ ist neutral (biogen), da es dem zuvor gebundenen CO₂ entspricht. Allerdings ermöglicht Hynoca zudem eine CO₂-Abscheidung und die Erzeugung von Biokohle, die eine Kohlendioxidsenke darstellt. In diesem Fall ist die CO₂-Bilanz deutlich besser als nur neutral – sie ist negativ.

Wettbewerbsfähigkeit. Sind Ihre Produktionskosten ab Werk bereits wettbewerbsfähig im Vergleich zum grauen, unter Ausstoß von Kohlendioxid gewonnenen Wasserstoff (rund 2 €/kg) und dem Diesel an der Tankstelle? Falls nicht, bis wann streben Sie an, mit beiden gleichzuziehen?

Der wettbewerbsfähigste Wasserstoff, der mittels Hynoca erzeugt wird, ist für die Industrie bestimmt. Hauptanliegen ist dabei, Hynoca an bestehende „SMR“ anzugliedern, um die CO₂-Emissionen der SMR erheblich zu senken.

Für ein Hynoca mit einer Kapazität von mehr als 24 Tonnen Wasserstoff pro Tag wird 2023 das Ziel von 2 €/kg erreicht.

Im Verkehrssektor können an der Tankstelle 2023 5 €/kg Wasserstoff und 2025 3 €/kg erreicht werden (wobei 1 kg einer Reichweite von 100 km entspricht). Somit wird Wasserstoff im Wettbewerb mit steuerfreiem Diesel bestehen können.

Hauptgrund für diese Wettbewerbsfähigkeit sind die überaus geringen Kosten für Biomasse in Kombination mit einer Energieeffizienz von über 70 %.

Perspektiven. Ihre Wasserstoffanlage in Straßburg nimmt 2021 den Betrieb auf. Welche Perspektiven/Anwendungsbereiche gibt es dafür? Wie groß ist insgesamt Ihr potenzieller Markt und welche sind die Hauptabsatzgebiete?

Hynoca kann künftig die drei Marktsegmente von Wasserstoff abdecken: Industrie, Verkehr und Wasserstoffeinspeisung in die Gasnetze. Das Hynoca-Sortiment reicht von einer Kapazität von 200 kg Wasserstoff pro Tag bis 30 Tonnen pro Tag bei Industrieanlagen.

Gemäß einer Marktstudie von EY/Element Energy umfasst der Zielmarkt von Hynoca schätzungsweise eine Gesamtproduktion von jährlich 11,9 Mt im Jahr 2025 und jährlich 20 Mt im Jahr 2030.

Dank seiner Wettbewerbsfähigkeit sowie seiner Energie- und Klimateffizienz dürfte Hynoca einen sehr beträchtlichen Anteil an diesem Zielmarkt erreichen. Zur Finanzierung dieses äußerst starken erwarteten Wachstums und um eine führende Marktposition einzunehmen, bereitet Haffner Energy aktiv seinen Börsengang vor.





FAZIT:
WASSERSTOFF –
HERAUSFORDERUNG
EN, ABER VOR ALLEM
CHANCEN

FAZIT: Wasserstoff – Herausforderungen, aber vor allem Chancen

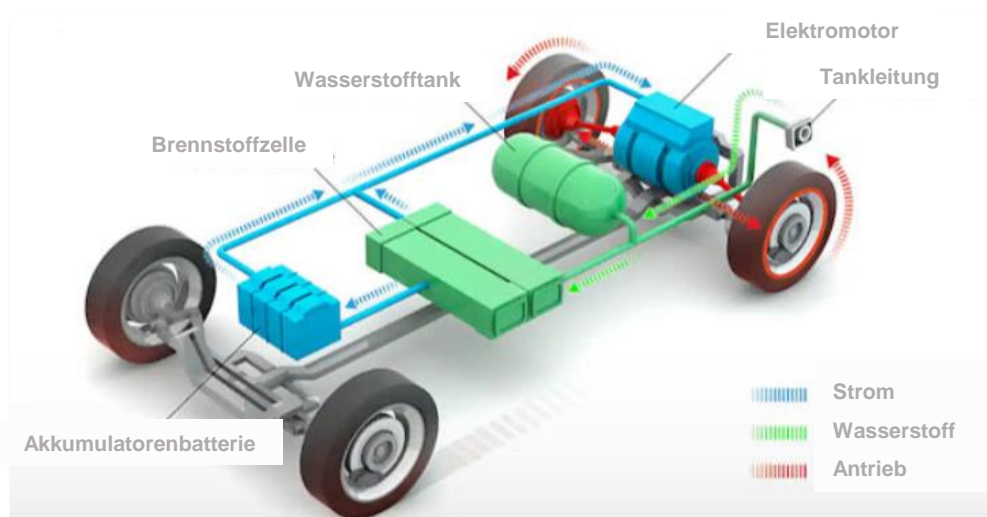
Auf den vorangegangenen Seiten konnten wir einen Überblick über unsere Vision rund um umweltfreundlichen Wasserstoff, seine Produktionskette, seine Wertschöpfungskette und seine konkreten Anwendungsfelder geben. All diese Aspekte sind von entscheidender Bedeutung dafür, diesen notwendigen Paradigmenwechsel erfolgreich zu vollziehen. Wir hätten diesbezüglich problemlos ganze Seiten mit Daten, Analysen und Prognosen füllen können. Wir haben uns jedoch bemüht, unseren Standpunkt und die zentralen Elemente für den Aufschwung dieses neuen Ökosystems so klar wie möglich darzulegen.

Wie können wir nun dieses White Paper mit konkreten Handlungsvorschlägen abschließen, die in unseren Augen in diesem Jahrzehnt Priorität haben, um nicht nur Denkanstöße zu liefern, sondern auch – und vor allem – einen Maßnahmenplan?

Zur Beantwortung dieser Frage möchten wir drei Kernpunkte betrachten, die die Herausforderungen und Chancen veranschaulichen. Wenn man sich die Hindernisse anschaut, die die Dynamik der neuen Wasserstoff-Wertschöpfungskette noch immer bremsen, stellt man fest, dass diese industrieller, wirtschaftlicher und finanzieller Natur sind. Sind sie einmal beseitigt, dann werden sich die Geschäfts- und Investitionsmöglichkeiten vervielfachen und die Grundlage für das gesamte Ökosystem bilden.

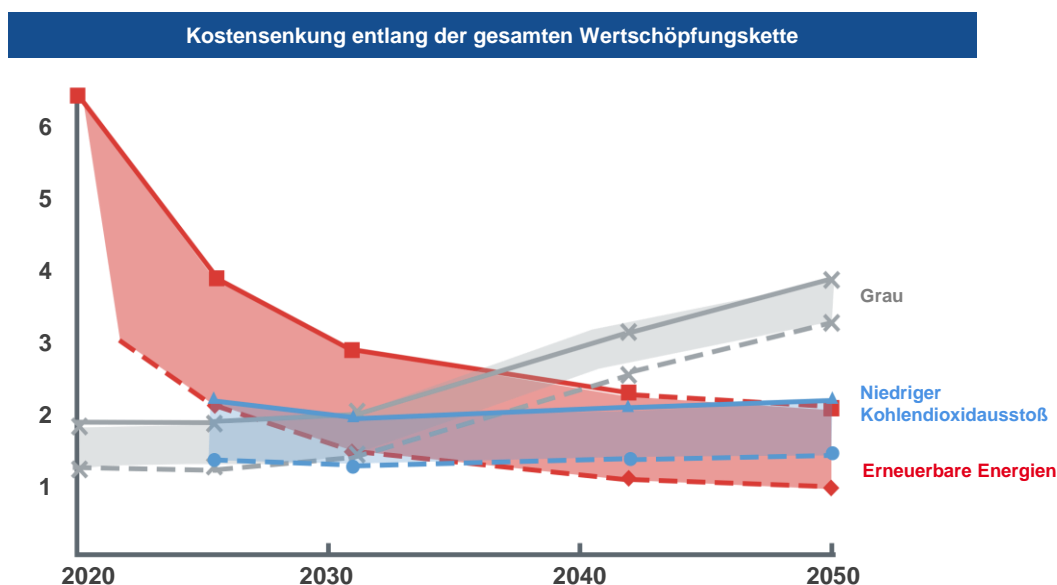
- 1 Ein erster wesentlicher Aspekt ist die Senkung der Kosten. Das ist entscheidend, denn ohne geringere Kosten kann kein Wasserstoff-Ökosystem aufgebaut werden. Wie wir im Abschnitt zu den technischen Grundlagen erklärt haben, ist die Branche zurzeit wirtschaftlich nicht wettbewerbsfähig.

Nehmen wir einmal das Beispiel eines wasserstoffbetriebenen Fahrzeugs (siehe nachfolgende Abbildung): Seine Produktionskosten sind wegen des Kohlefasertanks sehr hoch, denn dieser muss einem Druck von 700 Bar standhalten, den die Brennstoffzelle bei der Umwandlung von Wasserstoff in Strom im Fahrzeug erzeugt.



Berücksichtigt man zudem die äußerst geringe Verfügbarkeit von Wasserstoff im Kraftstoffvertriebsnetz, dann überrascht es nicht, dass wasserstoffbetriebene Fahrzeuge am Verkehrsmarkt praktisch nicht vorhanden sind.

Schätzungen prognostizieren allerdings bis 2030 einen sehr starken Anstieg der weltweiten Nachfrage nach wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen mit 10 bis 15 Millionen Neuzulassungen, was einem Marktanteil von etwa 11 % entspricht. Zum Vergleich: Im Jahr 2019 waren es weniger als 10.000 Stück. Dieser enthusiastische Ausblick beruht auf der Annahme, dass massiv investiert wird und sich dadurch bedeutende Skaleneffekte ergeben. Somit ist die Grundvoraussetzung und damit die wichtigste Herausforderung für die Schaffung des Ökosystems eine Senkung der Produktionskosten von umweltfreundlichem Wasserstoff, der in der nachfolgenden Grafik (erneuerbare Energien) dargestellt ist, insbesondere im Verhältnis zu unter Ausstoß von Kohlendioxid gewonnenem Wasserstoff (grau).



- 2 Zweitens müssen staatliche Investitionen in die Fertigung von Elektrolyseanlagen durch private Investitionen über Industrieunternehmen, Vermögensverwalter und Banken abgelöst werden. Die Elektrolyse von Wasser stellt eine zentrale Technologie für die Gewinnung von umweltfreundlichem Wasserstoff dar. Elektrolyseanlagen werden zurzeit noch überwiegend in kleinen Mengen gefertigt und ihre Produktion ist teuer. Europäische Investitionen müssen unbedingt in erheblichem Umfang getätigt werden, insbesondere weil aufseiten Chinas ein starkes Interesse an der intensiveren Nutzung von Wasserstoff (und damit der Fertigung von Elektrolyseanlagen) besteht, seit das Land sein Ziel bekanntgegeben hat, bis 2060 netto keine Treibhausgase (THG) mehr auszustoßen. Wenn Europa nicht wieder in das gleiche Abhängigkeitsverhältnis geraten möchte wie in Bezug auf die chinesischen Batterien, sondern vielmehr eine Verlagerung eines Teils der industriellen Schwerpunkte und Arbeitsplätze seiner Energiewende anstrebt, dann muss die Produktion von Elektrolyseanlagen rasch ausgebaut werden. Das Investitionsbudget von 40 Mrd. Euro, das die EU bis 2030 bereitstellt, reicht allein nicht aus, um diese Herausforderung zu bewältigen.

- 3 Der dritte Aspekt sind Investitionen in erneuerbare Energien. Zu Erreichung des Ziels der Netto-Null-Emissionen bis 2050, das sich die EU gesteckt hat, ist eine Senkung der THG um 80 % bis 95 % notwendig. Wie wir in diesem White Paper aufgezeigt haben, sind erneuerbare Energieträger vor diesem Hintergrund maßgeblich für die Dekarbonisierung der Stromerzeugung, aber auch von Wasserstoff und des Wasserstoff-Ökosystems. Um seine Ziele in Bezug auf die Erzeugung von umweltfreundlichem Wasserstoff zu erreichen, wird die EU in Elektrolyseanlagen investieren, die von erneuerbaren Energieträgern ohne CO₂-Ausstoß gespeist werden. Im EU-Klimaplan sind bereits äußerst ehrgeizige Ziele für die Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien am europäischen Stromerzeugungsmix festgelegt. Hier muss noch nachgelegt werden, um dem Bedarf an umweltfreundlichem Strom für die Elektrolyseanlagen Rechnung zu tragen. Dennoch haben wir einige Zweifel hinsichtlich der Grundsatzfrage: Werden wir bis 2030 und darüber hinaus genügend neue Kapazitäten zur Gewinnung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern aufgebaut haben, um das Ziel der EU zu erreichen, im Jahr 2030 10 Mt umweltfreundlichen Wasserstoff gegenüber fast 0 im Jahr 2019 zu erzeugen? Letztlich ist die Frage nach dem Tempo der Schaffung neuer Kapazitäten für die Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern der Kernpunkt der Dekarbonisierung von Wasserstoff und der Entstehung einer neuen, umweltfreundlichen Branche. Für Europa ist es Herausforderung und Chance zugleich, neue Anwendungsmöglichkeiten unter Einsatz von umweltfreundlichem Wasserstoff zu entwickeln, um das Ziel zu erreichen, im Jahr 2050 netto kein CO₂ mehr auszustoßen.

SCHLUSSWORT...

In diesem White Paper haben wir Ihnen einige Denkanstöße gegeben, aber auch die konkreten Rahmenbedingungen erläutert, die erfüllt sein müssen, um umweltfreundlichen Wasserstoff in die gesamte Wertschöpfungskette von der Erzeugung bis zur Nutzung einbinden zu können.

Auch wenn wir von den Vorzügen der neuen Branche des dekarbonisierten Wasserstoffs und seinen zahlreichen Anwendungsfeldern überzeugt sind, ist grüner Wasserstoff auf Basis erneuerbarer Energieträger nicht die einzige ausbaufähige Technologie.

Beispielsweise wird blauer Wasserstoff wahrscheinlich eine ergänzende Lösung sein, vor allem in Ländern, in denen weiterhin thermische Stromgewinnung aus fossilen Brennstoffen vorherrschen wird (China, USA usw.). Mithilfe der CCS- (Carbon Capture and Storage) und der CCU-Technologie (Carbon Capture and Utilization) können CO₂-Emissionen aus Wärmekraftwerken abgeschieden und anschließend gespeichert werden, um ihre Abgabe an die Atmosphäre zu vermeiden. Zudem dient dieses Verfahren dazu, die Ziele der Pariser Abkommen zu erfüllen. In diesem White Paper haben wir es nur kurz angerissen, in Zukunft könnte es aber durchaus Gegenstand einer eigenständigen Analyse sein.

Dieses Dokument wurde ausschließlich zu Informationszwecken erstellt. Die Zahlenangaben, Kommentare oder Analysen in diesem Dokument geben die aktuelle Einschätzung der Märkte, ihrer Entwicklung sowie der für sie geltenden Regelungen und Steuervorschriften durch Crédit Mutuel Asset Management basierend auf seiner Expertise, auf Wirtschaftsanalysen und auf aktuell vorliegenden Informationen wieder. Sie stellen jedoch keinerlei Verpflichtung oder Garantie seitens Crédit Mutuel Asset Management dar. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen zu Finanzinstrumenten stellen keine Anlageberatung dar und ihre Lektüre unterliegt allein Ihrer Verantwortung. Die Vervielfältigung dieses Dokuments ohne die ausdrückliche Genehmigung von Crédit Mutuel Asset Management ist streng untersagt.