



Wasserstoffwirtschaft: Chancen, Herausforderungen und Grenzen

Sector Strategy

Inhalt

Einleitung: Klimawandel – Zeit zum Handeln	2
Warum ist Wasserstoff ein wichtiger Baustein?	4
Anwendungsfelder Grüner Wasserstoff	10
Wasserstoffstrategien Europa, Deutschland, Norddeutschland und Sachsen-Anhalt	16
Fazit: Grüner Wasserstoff ist auf den Vormarsch, muss aber gesteuert werden	25
Ansprechpartner	27
Wichtige Hinweise	28

Einleitung: Klimawandel – Zeit zum Handeln

Neben dem aktuellen Thema COVID 19 ist sicherlich der Klimawandel eines der zentralen Themen unserer Zeit. Bei letzterem geht es natürlich nicht um den Klimawandel also solchen, sondern um effektive Strategien und Maßnahmen zu seiner Bekämpfung. Die Dringlichkeit hierzu steigt, wie der IPCC¹ 2018 in einem Sonderbericht zur Erderwärmung feststellte. Nach diesem Bericht müssen die CO₂-Emissionen bis 2030 um 50% reduziert werden, damit die Erderwärmung nicht aus dem Ruder läuft und das 1,5%-Ziel im Rahmen des Pariser Klimaabkommens erreicht werden kann.² Die ökonomischen Folgen eines nicht Handelns wären ansonsten schlicht zu hoch, wie die folgenden Aussagen verdeutlichen:

- ♦ Eine Studie des McKinsey Global Instituts zeigt, dass mit der Alternative des nicht Handelns weltweit erhebliche sozioökonomische Folgen verbunden wären.³ Alleine die physikalischen Risiken dürften sich laut CRO-Forum bis 2050 auf USD 550 Billionen summieren.⁴
- ♦ Nach Berechnung der Federal Reserve of Dallas würden, sofern der Klimawandel nicht konsequent bekämpft würde, für die Europäische Union 2050 jährliche Klimakosten in Höhe von etwas über 1,5% des Bruttoinlandsproduktes (BIP) entstehen. In China wären es 1,6% und in den USA fast 3,8%. Der globale Durchschnitt würde bei 2,5% liegen. Selbst in 2030 und damit in einem absehbaren Zeitraum wären bereits deutliche negative Effekte zu verbuchen. In der Europäischen Union würde das Minus im BIP 0,5% betragen.⁵

Allein die Vermeidung dieser negativen Auswirkungen, die überdies noch auf die Lebensbedingungen vieler Menschen entsprechend ausstrahlen, sind Grund genug für Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels. Hinzu kommen aber noch positive Effekte, die aus den Klimaschutzinvestitionen resultieren. Diese können nach einer Studie von ATKearney zu einem gegenüber Status Quo um USD 15 Billionen höheren globalen BIP führen. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass es zu einer internationalen Kooperation bei der Verfolgung der Klimaschutzziele kommt.⁶

Die Europäische Union und Deutschland haben vor diesem Hintergrund entsprechende CO₂-Ziele definiert:

- ♦ Die Europäische Union hat sich im Dezember 2020 auf eine Verschärfung ihrer Klimaschutzziele verständigt. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um 55% sinken und 2050 soll die Klimaneutralität erreicht werden.
- ♦ Deutschland hat bislang im nationalen Klimaschutzgesetz eine Verringerung der Treibhausgasemissionen um 55% (Basis 1990) bis 2030 festgelegt, wobei für die Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft und Abfall eigene Ziele im Vergleich zum Referenzjahr 1990 festgelegt wurden. Im Zuge der Verschärfung der Europäischen Union erwartet die Agora Energiewende⁷ ein neues Ziel von 65%. Auch Deutschland strebt für 2050 eine vollständige Klimaneutralität an. Was dies für die einzelnen Sektoren bedeuten könnte, zeigt die folgende Abbildung.

¹ IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change

² IPCC: Global Warming of 1,5°C – An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1,5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emissions pathways, 2018

³ McKinsey Global Institute: Climate risk and response – Physical hazards and socioeconomic impacts, 2020

⁴ CRO-Forum: The heat is on – Insurability and Resilience in a Changing Climate, Emerging Risk Initiative Position Paper, 2019

⁵ Federal Reserve Bank of Dallas: Long-Term Macroeconomic Effects of Climate Change: A Cross-Country Analysis, Global Institute Working Paper 365, 2019

⁶ ATKearney: The economic costs of climate change: Lessons learned from COVID-19, Council perspective 2021

⁷ Agora Energiewende, Stiftung 2°, Roland Berger: Klimaneutralität 2050: Was die Industrie jetzt von der Politik braucht, 2021

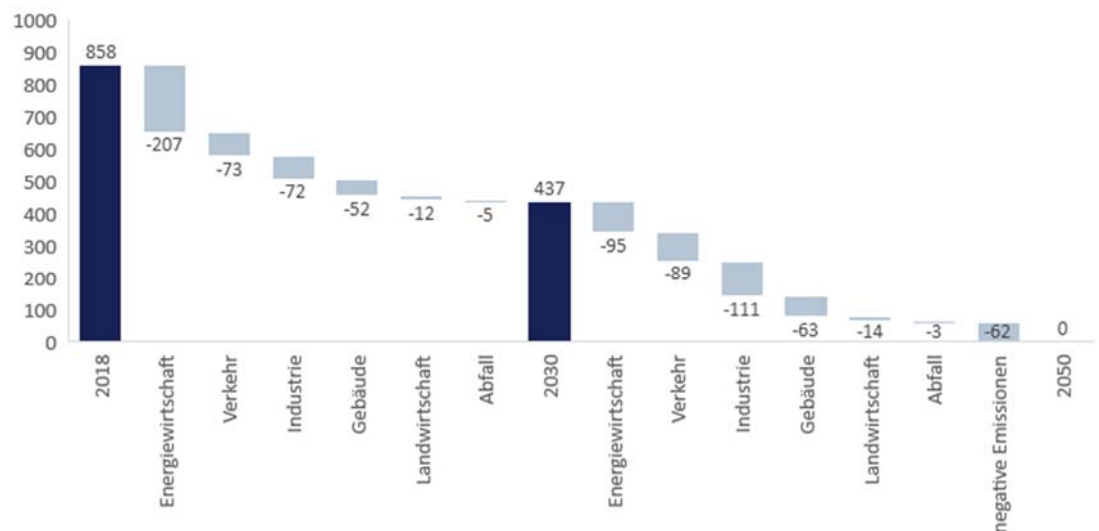
Auch im internationalen Kontext sind mittlerweile ähnliche Zielsetzungen veröffentlicht worden. So will China vor 2060 klimaneutral werden und die USA streben dies nach dem Regierungswechsel bis 2050 an.

Angesichts dieser Zielsetzungen stellt sich die Frage, wie der aktuelle Stand der CO₂-Emissionen aussieht. Und hier muss leider konstatiert werden, dass zumindest im globalen Rahmen noch sehr viel zu tun ist. Dies zeigen die folgenden Zahlen:⁸

- ♦ 2019 erreichten die weltweiten CO₂-Emissionen mit 36,4 Mrd. t CO₂ einen Spitzenwert. Die Corona-Pandemie führt 2020 zu einem Rückgang um 5,8%. Allerdings ist dies nur auf den starken Rückgang im ersten Halbjahr zurückzuführen. Zum Jahresende hin im Dezember lagen CO₂-Emissionen sogar wieder 2,0% über dem gleichen Vorjahresmonat. Insoweit liegt kein geplanter struktureller Rückgang der Emissionen vor, sondern lediglich ein einmaliger Sondereffekt.
- ♦ Deutschland hat mit 1,9% einen vergleichsweise kleinen Anteil. In absoluten Zahlen wurden 2019 810 Mio. t CO₂ emittiert⁹, was gegenüber 1990 einen Rückgang in Höhe von 35,1% bedeutet und zugleich noch die nötige Höhe der Einsparungen bis 2030 dokumentiert. In 2020 lagen diese begünstigt durch die Corona-Pandemie bei 739 Mio. t CO₂.¹⁰

Demnach liegen weltweit, aber auch in Deutschland noch erhebliche Herausforderungen vor uns, die gelöst werden müssen, damit am Ende die Klimaneutralität steht. Für Deutschland zeigt die folgende Abbildung einen möglichen Entwicklungspfad.

Maßnahmen zur Erreichung der Klimaneutralität 2050 (Angaben in Mio. t CO₂-Äq.)



Quelle: Agora Energiewende 2020, NORD/LB Sector Strategy

Eine Technologie, die im Rahmen der benötigten Lösungen (u.a. Elektrifizierung, Kohleausstieg etc.) seit einiger Zeit zunehmend diskutiert und gefördert wird, ist der Wasserstoff. Vor diesem Hintergrund sollen in dieser Studie die Chancen des Wasserstoffs sowie die damit verbundenen Herausforderungen und Grenzen näher erleuchtet werden

⁸ Vgl. IEA

⁹ Für die einzelnen Bundesländer gibt es keine vollständigen Zahlen, so dass auf eine Darstellung der in dieser Studie relevanten Länder Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Sachsen-Anhalt verzichtet wird.

¹⁰ Umweltbundesamt

Warum ist Wasserstoff ein wichtiger Baustein?

Wasserstoff wird bereits genutzt

Die Wasserstoffproduktion und -nutzung ist nicht neu. Im Gegenteil, es ist eine altbekannte Technologie und Wasserstoff ein wichtiger Baustein in verschiedenen industriellen Produktionsprozessen. Die wichtigsten Anwendungsfelder diesbezüglich sind:¹¹

- ♦ Die Ammoniak- und Methanol-Synthese in der chemischen Industrie als Basis für die Düngemittel- und Grundstoffproduktion. Hierauf entfallen etwa 40% des globalen jährlichen Wasserstoffverbrauchs.
- ♦ Der Einsatz im Rahmen der Stahlproduktion. Die Inanspruchnahme entspricht etwa 3% des Wasserstoffverbrauchs.
- ♦ Die Aufbereitung und Aufwertung von Kohlenwasserstoffen im Rahmen der Herstellung von Diesel- und Otto-Kraftstoffen in Raffinerien. Hierauf entfallen etwa 33% des jährlichen weltweiten Wasserstoffverbrauchs.

Der hierfür benötigte Wasserstoff fällt entweder als Kuppelprodukt bei verschiedenen Prozessen an bzw. wird weit überwiegend aus fossilen Energieträgern (Erdgas und Kohle) gewonnen.¹² Die weltweite Wasserstoffproduktion ist deshalb derzeit für rund 830 Mio. t CO₂ verantwortlich.¹³ In Deutschland werden zurzeit laut Bundeswirtschaftsministerium etwa 55 TWh Wasserstoff aus Erdgas gewonnen.¹⁴

In der Industrie bestehen folglich Anwendungspotenziale für Wasserstoff und damit auch für den Einsatz von grünem Wasserstoff auf der Basis von erneuerbaren Energien. Die Substitution des bisherigen industriellen Wasserstoffverbrauchs durch grünen Wasserstoff würde in der EU zu einer Verringerung der CO₂-Emissionen um ca. 100 Mio. t jährlich führen.¹⁵ Dies ist auch für Deutschland von Bedeutung, da die Industrie insgesamt in 2019 für 23,1% der Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich war¹⁶. Allerdings entfällt nur ein Teil auf die oben angeführten Sektoren.

Wasserstoffausprägungen in Abhängigkeit von der Art ihrer Erzeugung

Vor dem Hintergrund der vorhergehenden Ausführungen stellt sich zum einen die Frage nach den Wasserstoffausprägungen. Vorauszuschicken ist diesbezüglich, dass Wasserstoff zwar ein Primärenergieträger ist, aber in der freien Natur nicht vorkommt. Er muss also durch die Umwandlung anderer Energieträger gewonnen werden. Vom Grundsatz her lassen sich hierbei folgende Varianten unterscheiden, mit denen spezifische CO₂-Emissionen verbunden sind:¹⁷

- ♦ Fossiler Wasserstoff: Wasserstoff, bei denen fossile Brennstoffe als Einsatzstoffe verwendet werden. Im Falle einer Vergasung von Kohle spricht man von braunem Wasserstoff und im Falle einer Reformierung von Erdgas von grauem Wasserstoff. Beide

¹¹ Fraunhofer: Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, 2019; IEA: The Future of Hydrogen – Seizing today's opportunities, 2019; ENCON.Europe, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik: Potenzialatlas für Wasserstoff, 2018

¹² Laut IEA entfallen weltweit 85,1% der Wasserstoffproduktion auf die Umwandlung fossiler Energieträger und 14,9% auf Kuppelprodukte.

¹³ IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019

¹⁴ BMWi: Dialogprozess Gas 2030 – Erste Bilanz, 2019

¹⁵ McWilliams, Zachmann: Navigating through hydrogen, Bruegel Policy Contribution No. 08/2021, April 2021

¹⁶ Vgl. Umweltbundesamt

¹⁷ Europäische Kommission: A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, 2020

Verfahren repräsentieren den größten Teil des derzeit erzeugten Wasserstoffs und zeichnen sich durch hohe Treibhausgasemissionen aus.

- ♦ Fossiler Wasserstoff mit CO₂-Abscheidung: Die bei der Erzeugung anfallenden CO₂-Emissionen werden abgeschieden und in der Regel unterirdisch eingelagert oder evtl. einer Nutzung zugeführt. Diese Form des Wasserstoffs bezeichnet man als blauen Wasserstoff. Dieser zeichnet sich aufgrund CCS¹⁸ durch geringere Emissionen aus.
- ♦ Strombasierter Wasserstoff: Der Wasserstoff entsteht hier durch die Elektrolyse von Wasser. Je nachdem aus welcher Quelle der Strom kommt, unterscheidet man türkisen Wasserstoff (Pyrolyse auf Basis von Erdgas), gelben Wasserstoff (Nutzung von über die Strombörse bezogener elektrischer Energie gemischter Herkunft) und Wasserstoff auf der Basis von Kernenergie.
- ♦ Weißer Wasserstoff: Wasserstoff fällt als Kuppelprodukt chemischer Prozesse an und wird nicht stofflich genutzt sondern nahe dem Entstehungsort thermisch verwertet.
- ♦ Erneuerbarer bzw. grüner Wasserstoff: Wasserstoff der durch die Elektrolyse von Wasser unter Nutzung erneuerbarer Energien produziert wird. Aufgrund der Nutzung Erneuerbarer Energien tendieren die Treibhausgasemissionen gegen Null. Grüner Wasserstoff kann auch durch die Reformierung von Biogas oder der biochemischen Umwandlung von Biomasse entstehen.

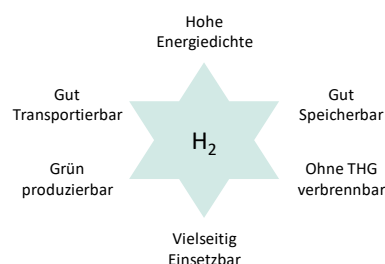
Es ist unmittelbar nachvollziehbar, dass angesichts der dargestellten Klimaschutzziele insbesondere der grüne Wasserstoff im Fokus des Interesses steht. Alleine die Substitution von braunem und grauem Wasserstoff in der industriellen Anwendung verspricht eine erhebliche Reduzierung von CO₂-Emissionen. Dementsprechend steht grüner Wasserstoff auch im Mittelpunkt der Wasserstoffstrategien der EU, von Deutschland und von den jeweiligen Bundesländern.

Allenfalls blauen Wasserstoff oder türkisen Wasserstoff wird unter Kostengesichtspunkten noch eine Rolle als Brückentechnologie zugestanden. Inwiefern diese Perspektive realistisch ist, bleibt abzuwarten. Denn erstens ist die gesellschaftliche Akzeptanz der unterirdischen Einlagerung von CO₂ eher kritisch zu sehen und zweitens können sich beide Technologien vor dem Hintergrund einer zunehmenden Wettbewerbsfähigkeit von grünem Wasserstoff zu „Stranded Assets“ entwickeln.

Welche Eigenschaften machen Wasserstoff interessant

Für den grünen Wasserstoff werden eine Vielzahl von Anwendungen diskutiert. Diese werden in den nachfolgenden Abschnitten erörtert und gehen über den Ersatz von braunen und grauen Wasserstoff hinaus. Dafür verantwortlich sind diverse positive Eigenschaften, die mit (grünem) Wasserstoff verbunden werden.

Abbildung: Positive Eigenschaften des Wasserstoff



Quellen: Energieinfo, GermanHy, NORD/LB Sector Strategy

¹⁸ CCS = Carbon Dioxide Capture and Storage

Eine der positiven Eigenschaften wurde bereits vorstehend angeführt. Wasserstoff kann und muss auch im Rahmen der Energiewende mit erneuerbaren Energien und damit klimaneutral produziert werden. Überdies fallen bei der Verbrennung von Wasserstoff keine klimaschädlichen Treibhausgasemissionen an, sondern nur Wasserdampf.

Im Hinblick auf die weiteren Eigenschaften lässt sich festhalten:¹⁹

- ♦ Wasserstoff hat eine höhere gravimetrische Energiedichte als andere chemischen Brennstoffe. Gegenüber flüssigen fossilen Brennstoffen ist diese um den Faktor 3 höher.
- ♦ Wasserstoff kann über längere Zeiträume in größeren Mengen gespeichert werden, wobei allerdings der Aspekt der geringen volumetrischen Energiedichte von Wasserstoff zu beachten ist. Besonders geeignet hierfür sind Salzkavernen, die in Deutschland unter anderem zur Lagerung von Erdgasreserven genutzt werden. Wasserstoff ist somit geeignet um kurzfristige und saisonale Schwankungen bei der Produktion erneuerbarer Energien auszugleichen. Dies ist nicht zuletzt mit Blick auf die Versorgungssicherheit für industrielle Prozesse von Bedeutung. Allerdings ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass für eine kurzfristige Speicherung erneuerbarer Energien derzeit Batterielösungen effizienter und kostengünstiger sind als Wasserstoff.²⁰
- ♦ Wasserstoff ist transportierbar. Auch hier ist die geringe volumetrische Dichte zu beachten, so dass Wasserstoff bearbeitet werden muss (z.B. Umwandlung in Ammoniak, Verflüssigung oder gasförmige Komprimierung²¹). Dennoch ist dieser Aspekt mit Blick auf den Klimawandel in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Einerseits muss der Wasserstoff sowohl in Deutschland vom Ort der Entstehung zum Ort der Verwendung transportiert werden. Andererseits ist davon auszugehen, dass sich ein internationales Erzeuger- und Transportnetzwerk herausbilden muss, damit genug grüner Wasserstoff zur Substitution fossiler Brennstoffe zur Verfügung steht. Auf diesen Aspekt gehen wir im weiteren Verlauf der Studie ein.
- ♦ (Grüner) Wasserstoff ist vielfältig einsetzbar, auch wenn hierzu Umwandlungsprozesse nötig sein werden. Er kann z.B. als komplementärer Brennstoff im Wärme- und Mobilitätssektor, als Wärmelieferant für private Haushalte, Gewerbe und Industrie oder als Ausgangsstoff in der chemischen Industrie genutzt werden.²² Diese Eigenschaft wird bei den Anwendungsfeldern herausgearbeitet und begründet – auch seine Eignung für die Sektorkopplung und damit seine Rolle bei der Erreichung der Klimaneutralität.

Erste Anmerkungen zu potenziellen Grenzen einer Wasserstoffwirtschaft

An dieser Stelle lässt sich ein Zwischenergebnis festhalten. Im Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele kommt im Wesentlichen nur grüner Wasserstoff bzw. eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft auf dessen Basis in Frage. Dies bedingt, dass hierfür auch ausreichend erneuerbare Energien bereitstehen müssen. Diese müssten – um einer erste Indikation zu geben – unter anderem ausreichen, um die weltweit jährlich aus fossilen Brennstoffen produzierten 70 Mio. t Wasserstoff zu substituieren.²³ In Deutschland müssten immerhin die zuletzt rd. 57 TWh an hergestellten Wasserstoff (2020)²⁴ auf erneuerbare Energien umgestellt werden.

¹⁹ DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 1: Technologien und Perspektiven für eine nachhaltige und wirtschaftliche Wasserstoffversorgung, 2020

²⁰ McWilliams, Zachmann: Navigating through hydrogen, Bruegel Policy Contribution No. 08/2021, April 2021

²¹ DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 1: Technologien und Perspektiven für eine nachhaltige und wirtschaftliche Wasserstoffversorgung, 2020

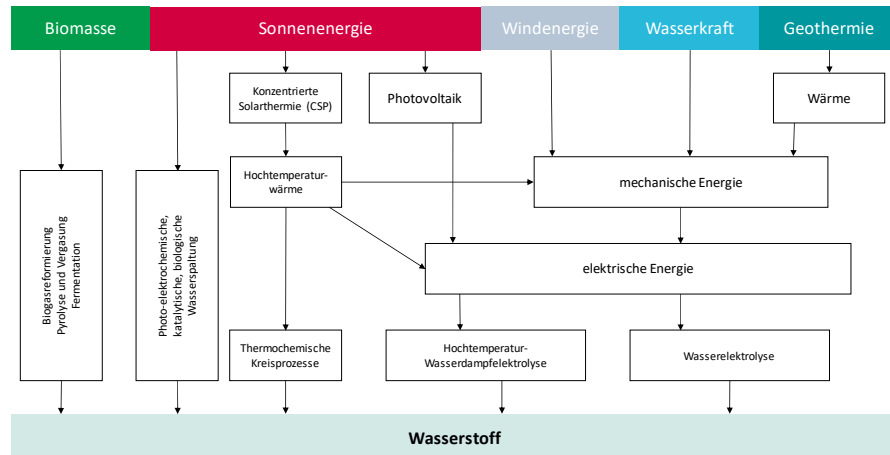
²² DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 1: Technologien und Perspektiven für eine nachhaltige und wirtschaftliche Wasserstoffversorgung, 2020

²³ IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019

²⁴ Quelle: Statista

Nimmt man zudem die potenziellen Anwendungsfelder in anderen Sektoren hinzu, würde die Nachfrage noch höher ausfallen. Zur Befriedigung dieser Nachfragen existieren grundsätzlich auch verschiedene Pfade der Wasserstoffproduktion, die – ohne diese insbesondere technologisch näher zu erörtern²⁵ – in der nachfolgenden Abbildung dargestellt werden.

Abbildung: Pfade der Wasserstoffproduktion aus erneuerbaren Energien



Quellen: DLR, NORD/LB Sector Strategy

Insoweit lässt sich festhalten, dass die Möglichkeiten zur Erzeugung von grünem Wasserstoff vorhanden sind. Dennoch sind bereits an dieser Stelle einige kritische Aspekte anzumerken, die beim Aufbau einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft zu beachten sind:²⁶

- ♦ Die Wasserstoffwirtschaft konkurriert mit anderen Einsatzgebieten für erneuerbare Energien, wie z.B. die direkte Nutzung von Elektrizität in der Mobilität oder im Gebäudesektor etc. Dies wird nach Ansicht der meisten Experten zur Folge haben, dass ein Import von grünem Wasserstoff aus Regionen mit höheren Ressourcen an erneuerbaren Energien notwendig sein wird.²⁷ Unter industrie- und klimapolitischen Aspekten, ist dies freilich nur komplementär zum Aufbau eigener grüner Wasserstoffkapazitäten zu sehen.
- ♦ Nicht alle Technologiepfade zur Produktion von grünem Wasserstoff haben aktuell die nötige Marktreife bzw. Infrastruktur um kostenseitig wettbewerbsfähig zu sein. Um dies zu erreichen, sind zum einem weitere Forschungsanstrengungen nötig und zum anderen Investitionen in einem Markthochlauf zur Erreichung entsprechender Skaleneffekte. Hierauf sowie auf ergänzende regulatorische Aspekte (z.B. Befreiung der Elektrolyse von der EEG-Umlage, CO₂-Steuer etc.) wird später noch eingegangen.
- ♦ Aktuell ist die Herstellung von grünem Wasserstoff energieintensiv. Um z.B. die derzeit weltweit direkt produzierten 70 Mio. t Wasserstoff zu substituieren, wären 3.600 TWh elektrische Energie aus erneuerbaren Energien nötig. Dies ist mehr als die gesamte jährliche Stromerzeugung in der EU.²⁸ Zur Verdeutlichung: 2018 betrug diese 2.806 TWh,

²⁵ Für die technische Seite der Pfade wird auf die Studie des DLR verwiesen. DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 1: Technologien und Perspektiven für eine nachhaltige und wirtschaftliche Wasserstoffversorgung, 2020

²⁶ McWilliams, Zachmann: Navigating through hydrogen, Bruegel Policy Contribution, No. 8/2021, April 2021; ATKearney: Hydrogen applications and business models – Going blue and green?, Juni 2020; Hydrogen Council: Path to hydrogen competitiveness – A cost perspective, Januar 2020; IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019; DLR: Wasserstoff als ein Element der Energiewende, Teil 1: Technologien und Perspektiven für eine nachhaltige und ökonomische Wasserstoffversorgung, September 2020; Kemfert: Grün und effizient!, in: DIW Wirtschaftsdienst 2020

²⁷ Verschiedene Länder in der MENA-Region (Middle East and North Africa) positionieren sich bereits entsprechend. Hierzu zählen unter anderem Marokko und Saudi-Arabien.

²⁸ IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019

von denen rd. 29% aus erneuerbaren Energien stammen.²⁹ Für Deutschland wurde errechnet, dass alleine die Umstellung der jährlichen Stahlproduktion auf grünen Wasserstoff eine um 20% höhere Stromnachfrage verursachen würde.³⁰ Allerdings kann davon ausgegangen werden, dass sich im Zeitablauf noch Verbesserungen in der Energieeffizienz einstellen dürften. Gleichwohl wird es immer Effizienzverluste bei der Produktion von grünem Wasserstoff bzw. dessen Rückverwandlung in Energie geben.

In der Summe ist damit festzuhalten, dass der Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft eine nicht zu unterschätzende Herausforderung darstellt. Diese umfasst, wie skizziert, die Kopplung des Aufbaus einer Wasserstoffinfrastruktur mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien, die Schaffung von über- und regionalen Transportnetzwerken und gegebenenfalls anfänglich eine Priorisierung der Anwendungsfelder von grünem Wasserstoff. Letzteres bedeutet, dass unter anderem eine Konzentration auf Einsatzgebiete, die ohne Wasserstoff nur schwer klimaneutral gestaltet und/oder in denen schnell Skaleneffekte gehoben werden können, sinnvoll sein kann.³¹

Trotz dieser Herausforderungen kann bereits an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass das Thema Wasserstoffwirtschaft deutlich an Fahrt aufnimmt. Weltweit haben über 30 Länder Wasserstoff-Roadmaps aufgelegt. Zudem sind über 200 Projekte angekündigt worden, von denen 55% auf Europa entfallen und die insgesamt ein Investitionsvolumen von über USD 300 Mrd. repräsentieren. Davon sind Projekte mit einem Gesamtvolumen von USD 80 Mrd., die sich über die gesamte Wertschöpfungskette verteilen, in einem konkreten Planungsniveau.³²

Einordnung des Wasserstoffs in Maßnahmen zur Klimaneutralität

Aus den bisherigen Ausführungen wird deutlich, dass Wasserstoff in ein Gesamtkonzept zur Erreichung der Klimaneutralität eingebettet werden muss. Dazu trägt neben den bereits skizzierten Aspekten bei, dass die Wasserstoffwirtschaft bis 2050 in der EU einen Anteil von ca. 13-14% am Energiemix haben soll.³³ Daraus ergeben sich verschiedene Schlussfolgerungen:

- ♦ Grüner Wasserstoff ist eine Technologie, die in erster Linie dort zum Einsatz kommen soll, wo der unmittelbare Einsatz von erneuerbarer Energie nicht oder nicht wirtschaftlich einsetzbar ist.
- ♦ Technologien und Einsatzgebiete, die erneuerbare Energien ohne energieintensive Umwandlungsprozesse nutzen, haben einen höheren Anteil am Energiemix.
- ♦ Mit dem Ausbau der beiden Handlungsstränge steht aber am Ende eine deutlich höhere Energie- bzw. Stromnachfrage, die berücksichtigt werden muss.

Gerade vor dem Hintergrund des letzten Aspektes ist es daher angebracht, dass der Aufbau der Wasserstoffwirtschaft – wie in der nachfolgenden Abbildung wiedergegeben – in ein Maßnahmenviereck der Klimaneutralität eingebunden wird. Teile dieses Maßnahmenvierecks sind:

- ♦ Ausbau der erneuerbaren Energien, in dem die vorhandenen, wenngleich letztlich begrenzt verfügbaren erneuerbaren Energiepotenziale sukzessive genutzt werden. Diesbezüglich ist sicherlich auch verstärkt, in die Kommunikation mit der Bevölkerung zu investieren.
- ♦ Energieeffizienz kontinuierlich verbessern. Dies ist zwingend, weil ansonsten die Lücke zwischen der einerseits begrenzten Verfügbarkeit erneuerbarer Energiepotenziale und

²⁹ Eurostat: Energy, transport and environment statistics, 2020 Edition, 2020

³⁰ Kurrer: The potential of hydrogen for decarbonizing steel production, EPRS – European Parliamentary Research Service, Dezember 2020

³¹ McWilliams, Zachmann: Navigating through hydrogen, Bruegel Policy Contribution, No. 8/2021, April 2021; Hegnsholt, Klose, Burchardt, Schönberger: The real promise of hydrogen, BCG, Juli 2019

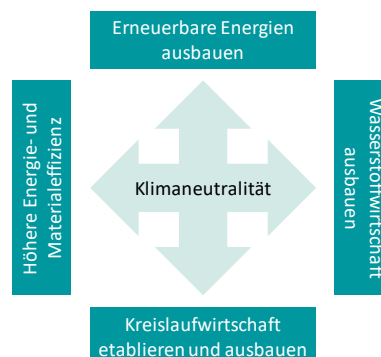
³² Hydrogen Council, McKinsey: Hydrogen Insights: An perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness, Februar 2021

³³ European Commission: A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, Juli 2020

der Konkurrenz um ihre Nutzung aufgrund zunehmender Nachfragepotenziale immer größer wird. Sollte dies der Fall sein, könnte die Gefahr der Verlagerung von Produktionskapazitäten in ausländische Standorte mit höheren bzw. kostengünstigeren Kapazitäten virulent werden. Auch würde dann die Schaffung von international wettbewerbsfähigen Wertschöpfungsketten in Deutschland deutlich erschwert. Eine höhere Energieeffizienz in allen Bereichen kann folglich zur Optimierung der Energienachfrage und damit zur Verringerung der Lücke beitragen.

- ♦ Die Materialeffizienz erhöhen. Hier gilt eine ähnliche Argumentation. Wird der Materialeinsatz aufgrund von Anpassungen im Produktdesign, die Reduzierung von Abfällen durch neue Herstellungstechniken oder die Verwendung alternativer Materialien verringert, könnten gegebenenfalls energieintensive Grundstoffe in einem geringeren Ausmaß produziert werden. Dies wirkt sich zwangsweise auf die Energienachfrage aus. Der Gesetzgeber könnte hierzu übrigens durch eine Überarbeitung der Ökodesign-Richtlinie beitragen.³⁴
- ♦ Vertiefte Etablierung einer Kreislaufwirtschaft. Dies ist im Wesentlichen eine Ergänzung der Materialeffizienz, da durch das Recycling hochwertiger Grundstoffe primär produzierte Grundstoffe als Input für industrielle Prozesse ersetzt werden können. Dies kann im Übrigen auch durch eine verstärkte Berücksichtigung von Möglichkeiten der Reparatur bzw. Wiederverwendung in der Produktentwicklung erreicht werden. Auch die Vorgabe von Quoten zur Verwendung recycelter Materialien in Produktionsprozessen könnte die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft beschleunigen.³⁵
- ♦ Etablierung einer Wasserstoffwirtschaft. Auch diese ist zwingend, da nicht alle Bereiche unmittelbar durch erneuerbare Energien klimaneutral gestaltet werden können. Außerdem ist die Wasserstoffwirtschaft auch industriepolitisch bedeutsam, da sie positive Impulse zur Bewältigung des Strukturwandels in vielen Branchen (z.B. Raffinerien) liefern, neue Wertschöpfung in Deutschland generieren bzw. zur Erschließung neuer internationaler Produkt-/Marktkombinationen (z.B. Elektrolyseanlagen) in der deutschen Industrie beitragen kann. Insoweit geht ihre Bedeutung über den Beitrag zur Erreichung der Klimaneutralität hinaus, wie im folgenden Kapitel deutlich wird.

Abbildung: Das Maßnahmenviereck der Klimaneutralität



Quelle: NORD/LB Sector Strategy

³⁴ Vgl. zu diesen Aspekten Neuhoff et al: Green Deal für die Industrie: Wichtiger als Förderung sind klare Rahmenbedingungen, DIW Wochenbericht, Nr. 10/2021; AGORA Energiewende, Stiftung 2o, Roland Berger: Klimaneutralität 2050: Was Industrie jetzt von der Politik braucht, Februar 2021

³⁵ Vgl. zu diesen Aspekten Neuhoff et al: Green Deal für die Industrie: Wichtiger als Förderung sind klare Rahmenbedingungen, DIW Wochenbericht, Nr. 10/2021; AGORA Energiewende, Stiftung 2o, Roland Berger: Klimaneutralität 2050: Was Industrie jetzt von der Politik braucht, Februar 2021

Anwendungsfelder Grüner Wasserstoff

Vorbemerkung

Nachdem in den vorangegangenen Ausführungen die grundlegende Bedeutung einer Wasserstoffwirtschaft betont wurde, werden nachfolgend diverse, ausgewählte Anwendungsfelder in der gebotenen Kürze skizziert.³⁶

Anwendungen in der chemische Industrie

Innerhalb der chemischen Industrie lassen sich zwei wesentliche Anwendungsfelder identifizieren: Die Produktionen von Ammoniak und Methanol.

- ♦ Ammoniak ist eine der wichtigsten Grundchemikalien und wird genutzt für die Herstellung von Düngemitteln, Harnstoff, Salpetersäure, Sprengstoffen, Kunststoffen und synthetischen Fasern. Der Bedarf ist entsprechend hoch. So werden in Europa jährlich rund Mio. 17 t produziert.³⁷ In Deutschland waren es 2017 Mio. 3,13 t.³⁸ Vor diesem Hintergrund ist es nicht überraschend, dass die Ammoniaksynthese weltweit mit einem Bedarf von Mio. 31 t zu den größten Wasserstoffanwendern zählt.³⁹ Insoweit besteht ein hohes Substitutionspotenzial durch grünen Wasserstoff, auch wenn bei der Herstellung z.B. von Harnstoff noch CO₂ hinzugefügt werden muss.

Die weitere Nachfrage nach Ammoniak wird zunächst durch die steigende Düngemittelnachfrage aufgrund der wachsenden Weltbevölkerung determiniert. Dies gilt freilich nur bedingt für Europa, da die EU bei Düngemitteln verstärkt auf organische Rohstoffe setzt und z.B. in Deutschland die Düngemittelverordnung den Bedarf letztlich begrenzt. Daher ist diesbezüglich nicht von einer steigenden Ammoniaknachfrage in der EU auszugehen. Allerdings ist Ammoniak auch ein guter Energieträger, der den Transport von Wasserstoff auch über größere Entfernungen ermöglicht oder als Brennstoff genutzt werden kann. Aus dieser Eigenschaft heraus könnte ein Nachfrageschub für Ammoniak resultieren, wenngleich Umwandlungsverluste berücksichtigt werden müssen.

- ♦ Methanol ist ebenfalls eine zentrale Grundchemikalie, die zur Herstellung von Lösungsmitteln, Essigsäure oder Formaldehyd genutzt wird. Darüber hinaus hat Methanol Einsatzmöglichkeiten als Kraftstoff, als Energielieferant von Brennstoffzellen oder als Einsatzstoff bei der Herstellung von Biokraftstoffen. Aktuell ist mit der Herstellung von Methanol weltweit ein jährlicher Wasserstoffbedarf von Mio. 12 t verbunden⁴⁰, der substituiert werden könnte. Auch wenn sich bei Methanol gegenüber dem Status Quo neue Einsatzmöglichkeiten zeigen (z.B. Kraftstoff), wird auch zukünftig das Nachfrageniveau im Vergleich zu Ammoniak geringer ausfallen.

Damit zeigt sich die chemische Industrie als ein potenzieller Treiber zum Aufbau einer grünen Wasserstoffinfrastruktur.

³⁶ Vgl. zu den folgenden Ausführungen: McWilliams, Zachmann: Navigating through hydrogen, Bruegel Policy Contribution, No. 8/2021, April 2021; Hydrogen Council, McKinsey: Hydrogen Insights: An perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness, Februar 2021; European Commission: A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, Juli 2020; ATKearney: Hydrogen applications and business models – Going blue and green?, Juni 2020; IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019; Hebling et al: Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, Fraunhofer, Oktober 2019; Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking: Hydrogen Roadmap Europe, A sustainable pathway for the European energy transition, Januar 2019; DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 2: Sektorenkopplung und Wasserstoff: Zwei Seiten der gleichen Medaille, September 2020

³⁷ McWilliams, Zachmann: Navigating through hydrogen, Bruegel Policy Contribution, No. 8/2021, April 2021

³⁸ DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 2: Sektorenkopplung und Wasserstoff: Zwei Seiten der gleichen Medaille, September 2020

³⁹ IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019

⁴⁰ IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019

Raffinerien

Raffinerien sind aktuell mit einem weltweiten Bedarf von Mio. 38 t Wasserstoff ebenfalls einer der größten Verbraucher.⁴¹ Eingesetzt wird es im Rahmen von Hydrotreatment und Hydrocracking bei der Aufbereitung und Veredelung von Erdöl in Endprodukte, wie z.B. Kraftstoffe oder Heizöle. Mit der zunehmenden Elektrifizierung des Transport- bzw. des Wärmesektors dürfte die Nachfrage nach entsprechenden Endprodukten auf Erdölbasis aber rückläufig sein, so dass hierfür weniger Wasserstoff (auch grüner Wasserstoff) benötigt werden würde. Bei einer vollständigen Dekarbonisierung von Treib- und Brennstoffen bis 2050, würde die daraus resultierende Wasserstoffnachfrage massiv rückläufig sein.⁴²

Allerdings ist davon auszugehen, dass sich für Raffinerien ein Betätigungsfeld in der Produktion synthetischer Kraftstoffe bzw. synthetischer Kohlenwasserstoffe öffnet.⁴³ Die daraus resultierende Nachfrage ist derzeit noch nicht belastbar abschätzbar.

Grundstoffindustrie

Ein weiteres Anwendungsfeld für grünen Wasserstoff eröffnet sich bei der Herstellung von Grundstoffen, wie z.B. Zement. Dieses Anwendungsfeld ist von Bedeutung, da die Grundstoffindustrie für 16% des CO₂-Ausstosses in der EU verantwortlich und zentral für nachgelagerte Wertschöpfungsstufen ist. Die Nutzung erneuerbarer Energie bei der Produktion derartiger Produkte beeinflusst damit auch die nachgelagerten Stufen positiv. Der Einsatz von grünem Wasserstoff in diesem Anwendungsfeld ergibt sich aus dem Aspekt, dass für deren Produktion in der Regel Hochtemperaturwärme nötig ist. Dieser kann teilweise mit Wasserstoff besser hergestellt werden als mit der direkten Nutzung elektrischer Energie. Insoweit ähnelt die Grundstoffindustrie der chemischen Industrie und der Stahlproduktion.⁴⁴

Stahlproduktion

Die Stahlproduktion ist weltweit mit Mio. 4 t Wasserstoff ein weiterer großer Nachfrager. Da davon ausgegangen wird, dass die Stahlnachfrage weiterhin zunehmen wird⁴⁵, wächst auch der Wasserstoffbedarf. Zugleich zeichnet die Stahlproduktion für rund 28% der weltweiten CO₂-Emissionen verantwortlich.

Für die Stahlproduktion werden derzeit zwei unterschiedliche Methoden genutzt. Zum einen die BOF-Methode⁴⁶ (ca. 60% der europäischen Stahlproduktion) und zum anderen die EAF-Methode⁴⁷ (ca. 40% der europäischen Stahlproduktion).⁴⁸ Beim ersten Verfahren wird Eisenerz mit Koks zu Roheisen reduziert und anschließend der verbleibende Kohlenstoff mit Sauerstoff ausgeblasen. Eine CO₂-Reduktion könnte hier gelingen, indem Koks zum Teil durch grünen Wasserstoff ersetzt wird. Außerdem könnte Sauerstoff aus der Wasserelektrolyse zum Ausblasen der restlichen Kohlenstoffe genutzt werden. Damit wird aber auch deutlich, dass ein Rest an CO₂ verbleibt. Dieser könnte jedoch abgetrennt werden und mit grünem Wasserstoff zu synthetischen Kraftstoffen oder chemischen Grundstoffen verarbeitet werden.

⁴¹ IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019

⁴² AGORA Energiewende, AFRY Management Consulting: No-regret hydrogen: Charting early steps for H₂ infrastructure in Europe, Februar 2021

⁴³ IG BCE: Industriestandorte sichern und Klimagerecht umbauen. Die Perspektive der IG BCE, Dezember 2020; Hebling et al: Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland, Fraunhofer, Oktober 2019

⁴⁴ IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019; Neuhooff et al: Green Deal für die Industrie: Wichtiger als Förderung sind klare Rahmenbedingungen, DIW Wochenbericht Nr. 10/2021

⁴⁵ Die IEA geht bis 2030 von einem jährlichen Wachstum in Höhe von 6% aus. IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019

⁴⁶ BOF = Blast Oxygen Furnaces

⁴⁷ EAF = Electric Arc Furnaces = Lichtbogenöfen

⁴⁸ McWilliams, Zachmann: Navigating through hydrogen, Bruegel Policy Contribution, No. 8/2021, April 2021

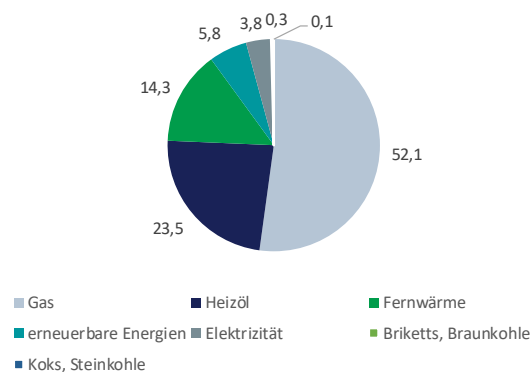
Bei der EAF-Methode wird dagegen elektrische Energie genutzt, was eine deutliche Reduktion des CO₂-Ausstoßes gegenüber Hochöfen ergibt (ca. 70-75%). Als Rohstoff für hierfür kommen Stahlschrott oder Eisenschwamm aus dem Direktreduktionsverfahren (DRI) infrage. Ersteres trägt zur Verwirklichung der Kreislaufwirtschaft bei, ist aber bislang nicht ausreichend vorhanden. DRI spielt noch eine untergeordnete Rolle, kann aber direkt grünen Wasserstoff nutzen, um aus Eisenerz Eisenschwamm herzustellen. In der Summe geht in Europa die Tendenz in Richtung der Nutzung der EAF-Methode, wobei das DRI-Verfahren zukünftig an Bedeutung gewinnen dürfte.

Da bis 2030 – wie auch in der chemischen Industrie – vielfach wichtige Investitionen mit einer langen Nutzungs- und Abschreibungsdauer (ca. 35 Jahre) bevorstehen, sollten dafür jetzt bereits die Rahmenbedingungen geschaffen werden.⁴⁹

Wärmeerzeugung Gebäude

In Deutschland gab es laut Destatis 2018 über 19 Millionen Wohngebäude, wovon 83% auf Ein- und Zweifamilienhäuser entfallen. Die restlichen 17% entfallen auf den Geschosswohnungsbau. Beheizt werden die Wohnungen überwiegend mit Gas, wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht.

Abbildung: Energiearten zur Beheizung von Wohnungen in Deutschland 2018 (in %)



Quelle: Destatis, NORD/LB Sector Strategy

Die größten Potenziale zur Dekarbonisierung des Wohnungsbaus werden in strombasierten Lösungen, wie vor allem elektrisch betriebenen Wärmepumpen gesehen. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass hierzu die erneuerbaren Energien ohne weitere Umwandlungsprozesse genutzt werden können. Solche Lösungen haben damit gegenüber Wasserstofflösungen eine höhere Energieeffizienz. Ergänzt wird dies vor allem durch die Anforderungen an Neubauten und Renovierungen, die einen deutlich sinkenden Energieverbrauch sicherstellen sollen.⁵⁰

Dies bedeutet freilich nicht, dass grüner Wasserstoff nicht zum Einsatz kommen kann. Seine Einsatzmöglichkeiten werden aber in erster Linie in Bürogebäuden oder Gebäudekomplexen mit der Nutzung von Brennstoffzellen-BHKW's bzw. Brennstoffzellen-KWK gesehen. Aber auch für Einfamilienhäuser existieren bereits Lösungen und Pilotprojekte, die aber eine entsprechende Wasserstoffversorgung (z.B. über Pipelines) voraussetzen.⁵¹ Diese können gegebenenfalls im Altbestand zum Einsatz kommen, der sich mitunter nur schwer für Wärmepumpen eignet. Natürlich kann auch Wasserstoff im Rahmen des vorhandenen

⁴⁹ AGORA Energiewende, Stiftung 2o, Roland Berger: Klimaneutralität 2050: Was Industrie jetzt von der Politik braucht, Februar 2021

⁵⁰ Vgl. hierzu u.a. die EU 2020 Renovation Wave Strategy

⁵¹ Vgl. DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 2: Sektorkopplung und Wasserstoff: Zwei Seiten der gleichen Medaille, September 2020; Wetzel, Fabricius: Bosch misstraut dem Wärmepumpen-Hype – und forciert die Wasserstoffidee, www.welt.de/228674935, 19.3.2021

Gasnetz beigemischt werden, was aber in der Regel Investitionen in das Gasnetz erfordert und im Hinblick auf die Klimaneutralität vergleichsweise kleine Effekte hätte.

Im Hinblick auf die Wärmeversorgung von Wohngebäuden wird grünem Wasserstoff daher aktuell kein großes Marktpotenzial zugeschrieben.

Verkehrssektor

Auch im Verkehrssektor, der im Wesentlichen auf den Einsatz Otto- und Dieselmotoren basiert, werden gute Einsatzmöglichkeiten für grünen Wasserstoff gesehen. Diese liegen in einer Substitution der bisherigen Kraftstoffe durch Wasserstoff bzw. dessen Mitwirkung bei der Herstellung synthetischer Kraftstoffe. Der Umfang der Potenziale hängt allerdings von den Rahmenbedingungen in den diversen Verkehrsbereichen ab, so dass diese nachfolgend getrennt betrachtet werden.

- ♦ **Straßenverkehr:** In diesem Segment konkurrieren die Wasserstofftechnologien mit dem rein elektrischen Batterieantrieb. Diesbezüglich lassen sich a priori die folgenden Feststellungen treffen: BEV's (Batterieelektrische Antriebe) haben die höchste Energieeffizienz (well to wheel⁵²), da keine Umwandlungsverluste entstehen. Allerdings haben Batterien eine geringere Energiedichte pro kg (0,6 MJ/kg), so dass diese sich vor allem für leichtere PKW's und kürzere Distanzen eignen. Auch die vergleichsweise langen Ladezeiten sind ein Nachteil. Brennstoffzellen (Wasserstoff) zeichnen sich dagegen durch eine deutlich höhere Energiedichte pro kg (2,6 MJ/kg) und eine niedrigere Betankungszeit sowie eine große Reichweite (ähnlich den herkömmlichen Kraftstoffen) aus. Der Nachteil liegt in einer um ca. 30% niedrigeren well to wheel-Energieeffizienz. Dementsprechend ist diese Technologie eher für lange Strecken und Kfz mit hoher nötiger Ladekapazität geeignet.⁵³

Vor diesem Hintergrund dürfte im **PKW-Individualverkehr** vor allem der rein elektrische Batterieantrieb seine Vorteile haben. Ausnahmen sind dort gegeben, wo PKW viel und über längere Strecken gefahren werden. Bei benötigten Reichweiten von 400 km könnte sich um 2030 eine Kostenparität zum rein elektrischen Antrieb ergeben. Auch bei PKW's im kommerziellen Betrieb (z.B. Taxis) könnte die Brennstoffzelle komparative Vorteile haben.⁵⁴ Insgesamt wird der Anteil von Brennstoffzellenfahrzeugen je nach Kategorie auf zwischen 10% und 20% bis 25% geschätzt.⁵⁵ Diese Aussage darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass in einigen Ländern, wie z.B. China, die Brennstoffzellentechnologie massiv gefördert wird (zwischen 2021 und 2024 mit USD 5 Mrd.⁵⁶) und insbesondere asiatische OEMs sich mit der Technologie auseinandersetzen.

Im **öffentlichen Personennahverkehr** gelten im Prinzip die Aussagen zu Taxi-Flotten analog. Bei Bussen liegen in ländlichen Räumen und urbanen Zentren große Reichweitenerfordernisse vor. Brennstoffzellenbusse können bis zu 18 Stunden am Tag betrieben werden.⁵⁷ Insoweit hat Wasserstoff in diesem Einsatzgebiet komparative Vorteile⁵⁸, auch wenn es letztlich – wie bei den PKW's – zu einem Nebeneinander zwischen elektrischem Antrieb und Wasserstoffantrieb kommen dürfte. Die Anschaffung von beiden Technologien wird im übrigen auch durch die Clean Vehicle Directive der EU aus dem Jahr 2019 unterstützt. Danach müssen bei öffentlichen

⁵² well to wheel = Effizienz der Energiebereitstellung plus Fahrzeugwirkungsgrad

⁵³ Hydrogen Council: Hydrogen scaling up – A sustainable pathway for the global energy transition, November 2017; DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 2: Sektorenkopplung und Wasserstoff: Zwei Seiten der gleichen Medaille, September 2020

⁵⁴ Hydrogen Council: Path to hydrogen competitiveness – A cost perspective, Januar 2020.

⁵⁵ Hydrogen Council: Hydrogen scaling up – A sustainable pathway for the global energy transition, November 2017

⁵⁶ Hydrogen Council, McKinsey: Hydrogen Insights: A perspective on Hydrogen investment, market development and cost competitiveness, Februar 2021

⁵⁷ DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 2: Sektorenkopplung und Wasserstoff: Zwei Seiten der gleichen Medaille, September 2020

⁵⁸ Dies gilt im Übrigen auch für Reisebusse, die eine entsprechende Zuladung mit hohen Reichweitenerfordernissen verbinden müssen.

Auftragsvergaben mind. 45% der neu angeschafften Busse in den Jahren 2021 bis 2025 über saubere Technologien verfügen. Zwischen 2026 und 2030 steigt die Quote auf 65%. In der Summen dürfte damit die Wasserstofftechnologie in diesem Segment gute Chancen auf wachsende Marktanteile haben.

Im **straßengestützten Güterverkehr** muss wiederum unterschieden werden zwischen dem **Leichtlastverkehr** und dem **Schwerlastverkehr**. Für den Leichtlastverkehr gelten die Aussagen zu den Taxifloten, auch wenn eine mögliche lange Nutzungsdauer ohne erneute Betankung Vorteile und gute Marktchancen für die Wasserstoffnutzung verspricht. Im Schwerlastverkehr hat die Brennstoffzellentechnologie deutliche Vorteile in der Fahrzeugkonzeption, so dass sie hier mit einiger Wahrscheinlichkeit gegen den rein elektrischen Antrieb durchsetzen dürfte. Voraussetzung ist natürlich – wie in den anderen Segmenten – ein flächendeckender Ausbau von Wasserstofftankstellen. Dementsprechend arbeiten bereits viele LKW-Produzenten an entsprechenden Lösungen. Auch hier scheinen OEMs aus dem asiatischen Raum zeitliche Vorteile zu haben. So arbeitet Bosch beispielsweise bereits mit chinesischen Anbietern an einem Brennstoffzellensystem zur Erschließung dieses wichtigen Marktes.⁵⁹

- ♦ **Schieneverkehr:** In Deutschland waren 2015 53,9% des Schienennetzes elektrifiziert.⁶⁰ Auf diesen Strecken macht der Einsatz von Wasserstoffzügen, unabhängig vom Einsatz im Personen- oder Güterverkehr, keinen Sinn, da dann Umwandlungsverluste entstehen würden. Allerdings sind 46,1% der Strecken nicht elektrifiziert, so dass dort ein Potenzial zum Ersatz dieselgetriebener durch Wasserstoffzüge besteht. Dies gilt insbesondere für den Schienenpersonennahverkehr, der durch den Fahrplanbetrieb eine stabile Nachfrage nach Wasserstoff und damit eine gute Auslastung von Anlagen zur Wasserstoffbevorratung, -aufbereitung und -betankungen gewährleistet.⁶¹ In Niedersachsen hat die Firma Alstom den weltweit ersten Brennstoffzellenzug Coradia iLint entwickelt und gebaut, der bereits auf Teststrecken zum Einsatz kommt. In Deutschland wird für die nächsten 20 Jahre ein Gesamtbedarf von Brennstoffzügen im mittleren bis hohen dreistelligen Bereich erwartet. Solche Züge haben aber auch mit Blick auf den Export ein nicht unerhebliches Marktpotenzial. Insgesamt ist dieses Segment eher als klein zu bezeichnen, kann aber unter Exportgesichtspunkten interessant sein.
- ♦ **Schiffsverkehr:** Im Schiffsverkehr steht die Umweltbelastung durch die fossilen Brennstoffe, insbesondere Schweröl, schon seit langem in der Diskussion. Insoweit ist deren Ersatz durch Wasserstoff naheliegend. Für den Einsatz auf Passagierschiffen (Flussschiffe, Kreuzfahrtschiffe) oder Fähren können Brennstoffzellen eine Alternative darstellen, zumal auch entsprechende Schiffe bereits im Einsatz sind. Größere Potenziale werden allerdings synthetischen Kraftstoffen auf Basis erneuerbarer Energien oder in Methanol bzw. Ammoniak umgewandelter Wasserstoff als Kraftstoff zur Verbrennung beigemessen. Für den Markthochlauf derartiger Technologien ist aber sicherzustellen, dass in den Häfen auch die entsprechende Infrastruktur bereitsteht.
- ♦ **Luftverkehr:** Für den Luftverkehr gilt – trotz des nur niedrigen einstelligen Anteils an den weltweiten CO₂-Emissionen – eine ähnliche Ausgangssituation, wie für den Schiffsverkehr. Auch hier würde eine Dekarbonisierung deutliche Zeichen setzen.

⁵⁹ Preuß: Bosch will China jetzt mit der Brennstoffzelle aufrollen, www.faz.net, 14.2.2021

⁶⁰ Destatis

⁶¹ DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 2: Sektorenkopplung und Wasserstoff: Zwei Seiten der gleichen Medaille, September 2020

Dementsprechend hat beispielsweise Airbus drei Konzepte entwickelt, die weiter verfolgt, bewertet und bis 2035 zur Marktreife gebrachte werden sollen.⁶²

Grundsätzlich stehen als Ersatz für Kerosin die folgenden Alternative zur Verfügung:⁶³

- In synthetische Treibstoffe umgewandelter Wassertstoff. Dies hätte den Vorteil, dass die heute genutzte Antriebstechnologie nur geringfügig angepasst werden müsste. Nachteilig wäre hingegen die niedrige Umwandlungseffizienz. Das Marktpotenzial hierfür wird vor allem auf der Langstrecke gesehen.
- Die direkte Nutzung von Wasserstoff als Treibstoff in einer Gasturbine. Der Vorteil würde in der hohen Leistungsdichte des Wasserstoffs liegen, was insbesondere für Großraumflugzeuge interessant wäre. Allerdings sind noch erhebliche Anstrengungen bei der Entwicklung luftfahrttauglicher Wasserstoffspeicher sowie, aufgrund der Problematik von Stickstoff-Emissionen, neuer Brennkammersysteme nötig.
- Fliegen mit Brennstoffzellen und elektrischen Antrieben. Auch dieser Ansatz ist mit komplexen technischen Herausforderungen verbunden, würde aber leise, effizient und emissionsfreie Antriebe liefern. Aktuelle Untersuchungen und Simulationen zeigen, dass Flugzeuge mit einem derartigen Antrieb bei einer Kapazität von bis zu 160 Passagieren und 2.500 Kilometer Reichweite realisierbar sind. Da ca. 60% der CO₂-Emissionen auf solche Flüge entfallen, stellt die Brennstoffzelle eine ernstzunehmende Alternative im Luftverkehr dar.

Zusammenfassung

In der Summe wird deutlich, dass viele Anwendungsfelder für grünen Wasserstoff existieren. Allerdings sind nicht alle Anwendungsfelder marktreif. Zudem unterscheiden sie sich – wie die nachfolgende Abbildung verdeutlicht – hinsichtlich ihrer Nachfragepotenziale. Diese sind in letzter Konsequenz noch nicht hinreichende genau abschätzbar. Schätzung von Bruegel gehen in den jeweiligen Anwendungsfeldern von einer europäischen Nachfrage zwischen 0 und 300 TWH aus.⁶⁴ Insbesondere bei den industriellen Anwendungen ist die untere Nachfragegrenze allerdings größer als Null.

Abbildung: Anwendungsfelder und Nachfragepotenzial grüner Wasserstoff

Anwendungsfeld	Nachfragepotenzial
Chemische Industrie	sehr hoch
Grundstoffindustrie	sehr hoch
Stahlherstellung	sehr hoch
Raffinerien	niedrig bis mittel
Gebäudewärme	eher niedrig
PKW privat	niedrig
PKW kommerziell	niedrig bis mittel
Leichtlastkraftverkehr	niedrig bis mittel
Schwerlastverkehr	mittel bis hoch
Busse	mittel bis hoch
Schiffsverkehr	mittel bis hoch
Luftverkehr	mittel bis hoch

Quelle: Bruegel, IEA, NORD/LB Sector Strategy

⁶² Airbus: ZEROe: reducing the climate impact of flying, Präsentation

⁶³ DLR: Wasserstoff als ein Fundament der Energiewende, Teil 2: Sektorenkopplung und Wasserstoff: Zwei Seiten der gleichen Medaille, September 2020

⁶⁴ McWilliams, Zachmann: Navigating through hydrogen, Bruegel Policy Contribution, No. 8/2021, April 2021

Wasserstoffstrategien EU, Deutschland, Norddeutschland und Sachsen-Anhalt

Vorbemerkung

Die vorausgegangenen Ausführungen haben gezeigt, dass eine Wasserstoffwirtschaft viele Anwendungspotenziale hat. Dementsprechend werden mit ihrer Implementierung und ihrem Aufbau auch erhebliche wirtschaftliche Aspekte verbunden. Diese werden vom Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking für Europäische Unternehmen wie folgt beziffert:⁶⁵

- ♦ Erreichtes Umsatzvolumen Wasserstoff, Anlagen etc. 2030: EUR 130 Mrd., davon 70 Mrd. Exportumsatz
- ♦ Erreichtes Umsatzvolumen Wasserstoff, Anlagen etc. 2050: EUR 830 Mrd.

Die damit verbundenen Arbeitplatzeffekte werden bis 2030 auf 1 Mio. und bis 2050 auf 5,4 Mio. geschätzt. Diese Zahlen sind sicherlich mit einiger Vorsicht zu verwenden, da die Nachfrage gegenwärtig noch unsicher ist, die Kosten der Wasserstoffwirtschaft zurzeit noch nicht wettbewerbsfähig sind und die geschätzten Arbeitplatzeffekte aus unserer Sicht eher im Anlagenbereich (Bau von Elektrolyse-Anlagen, Brennstoffzellen, Anlagen der Versorgungsinfrastruktur etc.) und weniger in der eigentlichen Nutzung von Wasserstoff liegen.

Gleichwohl werden sich positive wirtschaftliche Effekte ergeben, die sich aber – und dies verdeutlichen diese Zahlen zu recht – erst nach 2030 in einer größeren Dimension einstellen dürften. Dies ist letztlich darauf zurückzuführen, dass ab 2030 viele Anwendungen – sofern die Marktentwicklung positiv verläuft – kostenseitig ihre Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu existierenden Technologien erreichen könnten.⁶⁶ Dementsprechend hat auch die IEA 2019 betont, dass die nächsten 10 Jahre entscheidend für die erfolgreiche Etablierung einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft sein werden.⁶⁷ Dies gilt erst recht vor dem Hintergrund, dass erhebliche Investitionen in die Infrastruktur nötig sind. Diese werden natürlich nur vorgenommen, wenn eine ausreichende Investitionssicherheit besteht. Allerdings sind auch bereits Projekte mit weltweiten Gesamtvolumen von rd. USD 300 Mrd. angekündigt, wovon sich ca. USD 80 Mrd. in einem bereits fortgeschrittenen Planungsstadium befinden.⁶⁸

Dennoch sind die folgenden Aspekte zu beachten, damit die komplexen Wirkungszusammenhänge zwischen der wachsenden sowie konkurrierenden Nachfrage nach erneuerbaren Energien, einem wettbewerbsfähigen Wasserstoffangebot, der Politik, technologischen Innovationen in Wasserstoffanwendungen und Nachfragepräferenzen in Richtung des Aufbaus einer integrierten nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft zusammenwirken. Die Aspekte sind u.a.:

- ♦ Deutlicher Ausbau der erneuerbaren Energien. Laut der AGORA Energiewende ist bis 2030 eine Verdoppelung des jährlichen Zuwachses bei der Solar- und Windenergie nötig. Anstatt wie bislang geplant 76 Gigawatt müssten 140 Gigawatt zu Erreichung der Klimaziele neu installiert werden.⁶⁹

⁶⁵ Fuel Cells and Hydrogen 2 joint Undertaking: Hydrogen Roadmap Europe – A sustainable pathway for the European energy transition, Januar 2019

⁶⁶ Vgl. Hydrogen Council, McKinsey: Hydrogen Insights – A perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness, Februar 2021

⁶⁷ IEA: The Future of Hydrogen, sizing today's opportunities, Juni 2019

⁶⁸ Hydrogen Council, McKinsey: Hydrogen Insights – A perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness, Februar 2021

⁶⁹ AGORA Energiewende, Stiftung 20, Roland Berger: Klimaneutralität 2050: Was Industrie jetzt von der Politik braucht, Februar 2021

- ♦ Aufbau von Wasserstoffproduktionskapazitäten (Angebotsseite), so dass bis 2030 die Kosten von aktuell ca. USD 5,4/kg bis 6/kg auf USD 1,4/kg bis 2,3/kg fallen.⁷⁰ Dabei kommt auch, wie bereits weiter vorn skizziert, dem Aufbau einer internationalen bzw. europäischen Wasserstoffwirtschaft unter Einbeziehung eines über- und intereuropäischen Transportnetzwerkes hohe Bedeutung zur Abdeckung der Versorgung mit grünen Wasserstoff zu.
- ♦ Unterstützung des Produktionshochlaufs durch regulatorische Aspekte, wie z.B. einer adäquaten CO₂-Besteuerung⁷¹, CO₂-Differenzverträgen zur Verringerung der Investitionsunsicherheiten, einer Befreiung der Elektrolyse von der EEG-Umlage⁷² und ähnliches.⁷³
- ♦ Beschleunigung der Entwicklung und Marktreife von Technologien in den diversen Anwendungsfeldern des Wasserstoffs. Dies ist aus unserer Sicht zwingend mit Blick auf den Auf- und Ausbau von nationalen Wertschöpfungsketten, die der deutschen Industrie auch Exportchancen eröffnen. Dieser Ausbau der Nachfrage muss aus unserer Sicht in wesentlichen Teilen parallel zum Ausbau der Angebotsseite erfolgen, damit die Potenziale verdeutlicht werden können und sich ein Level Playing Field bildet. Dies ist wesentlich zur Etablierung erfolgreicher Geschäftsmodelle in einer Wasserstoffwirtschaft und damit von arbeitsplatzschaffenden Wertschöpfungsketten. Außerdem macht es ökonomisch keinen Sinn Angebotskapazitäten aufzubauen, für die keine Nachfrage existiert.

Es ist unmittelbar nachvollziehbar, dass hierbei den staatlichen Institutionen eine zentrale Rolle zukommt, damit die Investitionsrisiken anfangs gedeckt werden können. Dies wurde auch im Wesentlichen erkannt und hat Eingang gefunden in diverse Wasserstoffstrategien, die nachfolgend beispielhaft in aller Kürze skizziert werden sollen.

Wasserstoffstrategie EU⁷⁴

- ♦ Zielsetzung:
Aufbau und Etablierung einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft und wettbewerbsfähiger industrieller Strukturen über alle Wertschöpfungsstufen hinweg. Dies inkludiert die Schaffung eines Level Playing Field für erfolgreiche Wasserstoff-Geschäftsmodelle. Diese Strategie ist im Kontext des European Green Deal und der New Industrial Strategy for Europe zu sehen.
- ♦ Angebotsseite:
Aufbau erfolgt in drei Phasen mit der Zielsetzung Absenkung der Elektrolysekosten um 50% durch die Erreichung von Skaleneffekten.
Zwischen 2020 und 2024 sollen mind. 6 GW zur Produktion von Mio.1 t von grünen Wasserstoff errichtet werden. Parallel vorgesehen ist der Aufbau der industriellen Fertigung von Elektrolyse-Anlagen, die bis zu 100 MW produzieren können und die zunächst die industriellen Prozesse unterstützen sollen. Dies ist wichtig, da Europa ansonsten gegebenenfalls den Anschluss an andere Regionen, wie z.B. China verliert.
In einer zweiten Phase zwischen 2025 und 2030 sollen Anlagen mit einem Volumen von mind. 40 GW oder der Produktion von Mio. 10 t grünen Wasserstoff installiert werden. Ergänzt werden soll dies durch weitere 40 GW in benachbarten Regionen, da sich die

⁷⁰ Hydrogen Council, McKinsey: Hydrogen Insights – A perspective on hydrogen investment, market development and cost competitiveness, Februar 2021

⁷¹ Diesbezüglich raten viele Experten zur einer Reformierung des EU-ETS in Richtung einer Ausdehnung der Anwendung und höherer CO₂-Preise.

⁷² Dies ist Teil der EEG-Novelle 2021

⁷³ AGORA Energiewende, Stiftung 2o, Roland Berger: Klimaneutralität 2050: Was Industrie jetzt von der Politik braucht, Februar 2021

⁷⁴ European Commission: A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe, Juli 2020

EU der begrenzten Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien und der Kostenvorteile, die z.B. eine Wasserstoffproduktion in Nordafrika hat, bewusst ist. Damit einhergehend soll natürlich auch investiert werden in die Wasserstoffanwendungen, Speicherkapazitäten, Transportkapazitäten und weitere Infrastruktur. Dabei misst die EU lokalen Wasserstoffclustern eine hohe Bedeutung bei.

♦ **Nachfrageseite:**

In der dritten Phase sollen alle wesentlichen Wasserstoffanwendungsfelder eine hohe Marktreife erreichen und aufgrund der Skaleneffekte wettbewerbsfähig sein. Insbesondere sollen dann alle Anwendungsfelder, die ohne grünen Wasserstoff nicht dekarbonisiert werden können, über ausreichend Wasserstoff verfügen und wirtschaftlich arbeiten können. Parallel hierzu muss der weitere Ausbau erneuerbarer Energien erfolgen.

♦ **Import von grünem Wasserstoff:**

Der Import ist impliziter Bestandteil der Strategie durch Aufbau von Elektrolysekapazitäten in benachbarten Regionen, wie z.B. Nordafrika.

♦ **Schätzung benötigter Investitionen:**

Die Umsetzung aller drei Phasen setzt natürlich entsprechende Investitionen voraus. Hierfür stellt die EU sowohl ihre diversen Förderprogramme als auch die Instrumente der Europäischen Investitionsbank zur Verfügung. Insgesamt schätzt die EU die nötigen Investitionen wie folgen ein:

- Aufbau der Elektrolysekapazitäten: Bis 2030 zwischen EUR 24 Mrd. und EUR 42 Mrd. Bis 2050 werden sie sich auf insgesamt EUR 180 Mrd. bis 470 Mrd. summieren.
- Ausbau der erneuerbaren Energien zu direkter Verwendung in Elektrolyse-Anlagen (ca. 80 bis 120 GW): Bis 2030 zwischen EUR 220 Mrd. und 340 Mrd.
- Umbau bestehender Industrieanlagen auf die Nutzung von blauem Wasserstoff als Brückentechnologie: rund EUR 11 Mrd.
- Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur (Transport, Speicherung, Verteilung): rund EUR 65 Mrd.
- Auch für die Anwendungsfelder sieht die EU erhebliche Investitionen, die aber nicht im Detail beziffert werden.

♦ **Ergänzende Aspekte/Maßnahmen:**

Darüber hinaus soll die Erschließung der verschiedenen Anwendungsfelder gegebenenfalls durch die Einführung von Wasserstoffquoten sowie EU-weiter Kriterien zur Zertifizierung von grünem Wasserstoffprodukten unterstützt werden. Auch der Emissionshandel soll seinen Beitrag zur Etablierung einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft leisten, auch wenn die aktuellen CO₂-Preise von vielen Experten als zu niedrig angesehen werden.

In der Summe setzt die EU-Strategie damit an einem ganzheitlichen Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft an, wobei zunächst der Schwerpunkt beim Aufbau der Produktionskapazitäten liegt.

Wasserstoffstrategie Deutschland⁷⁵

Auch Deutschland hat eine Wasserstoffstrategie verabschiedet, die in den Zielsetzungen der europäischen ähnelt.

⁷⁵ Die Bundesregierung: Die nationale Wasserstoffstrategie, 2020

- ♦ Zielsetzung:
Entwicklung eines wettbewerbsfähigen Heimatmarktes für die Wasserstoffwirtschaft. Dies umfasst sowohl die Angebots- als auch die Nachfrageseite.
- ♦ Angebotsseite:
Aktuell sieht die Strategie bis 2030 die Errichtung von Erzeugungsanlagen von insgesamt 5 GW Gesamtleistung vor. Dies entspricht einer Wasserstoffproduktion von bis zu 14 TWh. Anschließend sollen bis spätestens 2040 weitere Anlagen mit einer Gesamtleistung von 5 GW entstehen. Damit einher geht der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien. Es gibt durchaus Experten, die diese Größenordnung als wenig ambitioniert bezeichnen, da inländische Kapazitäten für die Entwicklung und Etablierung von Wertschöpfungsketten wesentlich sind. Gleichwohl lässt sich an dieser Stelle festhalten, dass auch die Bundesregierung zunächst die Voraussetzungen für einen Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft bis 2030 schaffen will.
- ♦ Import von grünen Wasserstoff:
Der Import ist integraler Bestandteil der Strategie und mündete unter anderem in die Vereinbarungen einer Zusammenarbeit mit Marokko.
- ♦ Nachfrageseite:
Auch Deutschland will alle Wertschöpfungsstufen und die damit verbundenen Anwendungsfelder so unterstützen, dass das Land eine Vorreiterrolle in Europa einnehmen kann. Dabei steht zunächst die industrielle Nutzung des Wasserstoffs im Vordergrund, da hier schneller Skaleneffekte erreicht werden können. Daneben sollen aber auch die anderen Anwendungsfelder erschlossen und gefördert werden, so dass die Marktreife erreicht und eine erfolgreiche Etablierung in den internationalen Märkten erfolgen kann. Zur Umsetzung sieht die Wasserstoffstrategie 38 Maßnahmen vor. Dies beinhalten u.a.:
 - HyLand-Wasserstoffregionen in Deutschland als Ansatz zur Förderung zur Erstellung, Verfeinerung und Umsetzung integrierter regionaler Wasserstoffkonzepte.
 - Entwicklung und Förderung von Anlagen zur Produktion strombasierter Kraftstoffe. Die Finanzierung erfolgt bis 2023 aus dem Energie- und Klimafonds.
 - Der koordinierte Aufbau einer bedarfsgerechten Tankinfrastruktur. Auch hierfür stehen bis 2023 Mittel im Energie- und Klimafonds bereit.
 - Aufbau einer wettbewerbsfähigen Zulieferindustrie für Brennstoffzellensysteme. Dies ist gerade unter dem Gesichtspunkt der Schaffung wettbewerbsfähiger Wertschöpfungsketten ein wesentlicher Aspekt.
- ♦ Ergänzende Aspekte/Maßnahmen:
 - Eine internationale Harmonisierung von Standards bezüglich Mobilitätsanwendungen für Wasserstoff- und Brennstoffzellensysteme.
 - Ein Pilotprojekt für Carbon Contracts of Difference, die sich in erster Linie an die Stahlindustrie und chemische Industrie wenden, so dass dort die anstehenden Investitionen aufgrund des langen Anlagehorizonts abgesichert sind.
 - Deutliche Unterstützung der wasserstofforientierten Forschung im Rahmen der Initiative „Wasserstofftechnologien 2030“. Ein wichtiger Bestandteil dieser Initiative sind Reallabore der Energiewende, für die bis 2023 EUR 600 Mio. bereitstehen.
 - Die EEG-Novelle 2021 beinhaltet die Befreiung von Elektrolyse-Anlagen von der EEG-Umlage, sofern diese mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Damit

wird die Wirtschaftlichkeit von Elektrolyse-Anlagen verbessert, da ein zentraler Kostentreiber (Kosten der erneuerbaren Energien) an Bedeutung verliert.

- Ab 2021 werden CO₂-Preise für die Bereiche Wärme und Verkehr eingeführt. Auch wenn diese im ersten Schritt mit EUR 25 pro t CO₂ vergleichsweise niedrig ausfallen, wird dieser Schritt zur Schaffung eines Level Playing Field beitragen. Dies gilt auch vor dem Hintergrund, dass der CO₂-Preis bis 2025 schrittweise auf EUR 55 pro t CO₂ ansteigen soll und sich danach zwischen mindestens EUR 55 und höchstens EUR 65 pro t CO₂ einpendeln soll.
- Zusätzlich wurden im Rahmen des Corona-Konjunktur- und Zukunftpakets EUR 7 Mrd. für die Entwicklung von Wasserstofftechnologien und -anwendungen sowie EUR 2 Mrd. für den Ausbau internationaler Partnerschaften bereitgestellt.

In der Summe liegt hier ein breiter Rahmen vor, der die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft in Deutschland ermöglichen sollte. Wesentlich für den weiteren Markthochlauf einer grünen Wasserstoffwirtschaft wären aus unserer Sicht, dass bereits jetzt über einen Anschluss für die 2024 auslaufenden Förderprogramme nachgedacht wird und gegebenenfalls die vergleichsweise zersplitterten Förderprogramme stärker mit Blick auf die Wasserstoffwirtschaft zusammengefasst werden.

Norddeutsche Wasserstoffstrategie⁷⁶

In 2019 haben die norddeutschen Bundesländer Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein eine gemeinsame Wasserstoffstrategie verabschiedet, die jährlich durch einen gemeinsamen Ausschuss einem Monitoring unterzogen wird und bis 2025 vor dem Hintergrund der Ergebnisse vollständig überarbeitet werden soll.

♦ Zielsetzung:

Aufbau einer möglichst vollständigen grünen Wasserstoffwirtschaft bis 2035. Dies beinhaltet die Angebotsseite, die Nachfrageseite und die nötige Infrastruktur. Nebenbedingung hierbei ist, dass Anwendungsfelder, in denen die direkte Nutzung von erneuerbaren Energien wirtschaftlicher ist, auch entsprechend bedient werden.

♦ Angebotsseite:

Auch in der norddeutschen Wasserstoffstrategie geht es zunächst um den wichtigen Aufbau einer ausreichenden Produktionskapazität, damit Skaleneffekte bei der Erzeugung von grünem Wasserstoff generiert werden können.

Bis 2025 sollen Elektrolyse-Kapazitäten von mind. 500 MW entstehen und bis 2030 weitere mind. 5 GW.

♦ Import von grünem Wasserstoff:

Die Notwendigkeit eines Importes wird deutlich kommuniziert. Dieser solle durch eine einheitliche Definition von grünem Wasserstoff unterstützt werden, so dass kein Greenwashing erfolgen kann. Diesbezüglich wird die Bundesregierung in der Pflicht gesehen.

♦ Nachfrageseite:

Dieser Ausbau soll auf der Basis des Konzeptes zur Schaffung von Wasserstoff-Hubs erfolgen. Dahinter verbergen sich Standorte, in denen sich die Wasserstoffherzeugung und eine kritische Masse an Wasserstoffnachfrage aus Industrie oder Verkehr in einer räumlichen Nähe befinden, so dass schnell die Wirtschaftlichkeit erreicht wird und funktionierende Zentren einer umfangreichen Wertschöpfung entstehen können. Ausgehend von diesen Hubs soll die Wasserstoffwirtschaft weiter ausgebaut werden, wobei das

⁷⁶ Norddeutsche Wasserstoffstrategie, November 2019

Augenmerk auch auf der Produktion von Anlagentechnik und Bauteilen für Brennstoffzellen, Elektrolyseure, Wasserstoffverdichter, Druckanlagen, Speichern, Pipelines, Wasserstofftankstellen und Methanisierungsanlagen sowie Fahrzeugen für den Wasserstofftransport bzw. Wasserstofffahrzeugen samt Zulieferindustrie liegt. Dahinter steht ebenfalls das Ziel der Ansiedlung neuer Unternehmen.

- ♦ Ergänzende Aspekte / Maßnahmen:
 - Unterstützt werden soll dies durch die Optimierung der Genehmigungsverfahren, der Einführung von gemeinsamen technischen Standards und dem Ziel, die bestehenden und zukünftigen Förderprogramme entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette H2-ready zu machen.
 - Nutzung von Reallaboren der Energiewende zur Entwicklung und Demonstration neuer Geschäftsmodelle (u.a. im Bereich Verkehr).
 - Integration von Wasserstoff-Know How in die diversen Ausbildungswege. Ergänzend Schaffung eines öffentlichen Bewusstseins für Wasserstoff, so dass potenzielle Widerstände abgebaut werden können.
 - Insgesamt sind zur Erreichung der diversen Ziele vier Handlungsfelder (Wasserstoff-Infrastruktur; Wertschöpfung durch Wasserstoff; Wasserstoff in Richtlinien, Vorschriften und Programmen sowie Wasserstoff-Akzeptanz und Bildung) definiert, weiter ausdifferenziert und mit Terminen versehen.

Norddeutschland hat damit eine Strategie, die sich gut in die deutsche Wasserstoffstrategie integrieren lässt. Eine Besonderheit ist, dass der Aufbau der Wasserstoffwirtschaft dezidiert auf den Aufbau Wasserstoffhubs basiert. Dies gestattet die Möglichkeit schnell regional wettbewerbsfähige Anwendungen zu installieren, die quasi als Best Practise-Beispiel zur Entwicklung weiterer potenzieller Geschäftsmodelle motivieren.

Wasserstoffstrategie Sachsen-Anhalt⁷⁷

Mit einem Grünbuch und Weißbuch zu Entwicklung einer Wasserstoffstrategie hat Sachsen-Anhalt die beiden ersten Schritte zur Festlegung einer Wasserstoffstrategie beendet. Die eigentliche Strategie steht noch aus. Gleichwohl sollen auf Basis der vorliegenden Information an dieser Stelle Aussagen getroffen werden.

- ♦ Zielesetzung:

Aufbauend auf der bereits vorhandenen, industriell geprägten Wasserstoffwirtschaft (Basis: grauer Wasserstoff) soll das Land bis 2030 als zentraler Standort zur Produktion und Nutzung von grünem Wasserstoff etabliert und der Energie- und Industriestandort Sachsen-Anhalt gefestigt werden. Dabei steht neben dem Aspekt der Versorgungssicherheit auch die Bewältigung des Strukturwandels im mitteldeutschen Revier im Zentrum des Interesses. Ausgehend vom mitteldeutschen Revier sollen die infrastrukturellen Rahmenbedingungen zur Anbindung weiterer zentraler bzw. dezentraler Wasserstoffstandorte und den damit verbundenen Aufbau einer vernetzten ostdeutschen Wasserstoffwirtschaft geschaffen werden.
- ♦ Angebotsseite:

Aktuell sind noch keine quantitativen Daten zu Produktionsmengen und Nachfrage vorhanden. Daher solle eine Studie zu den Erzeugungspotenzialen für grünen Wasserstoff in Sachsen-Anhalt erstellt werden. Diese soll zugleich eine Basis zur Ableitung von Infrastrukturszenarien (Speicher, Leitungen etc.) schaffen. Gegebenenfalls soll diese durch

⁷⁷ Weißbuch zur Entwicklung einer Wasserstoffstrategie für Sachsen-Anhalt, November 2020; Grünbuch zur Entwicklung einer Wasserstoffstrategie für Sachsen-Anhalt, August 2020

die Einführung raumordnerischer Instrumente, wie z.B. der Einrichtung von Vorranggebieten Sektorenkopplung, unterstützt werden.

♦ Import von grünem Wasserstoff:

Auch wenn aktuell keine quantitativen Daten vorliegen, ist deutlich, dass aufgrund der vorhandenen industriellen Nachfrage grüner Wasserstoff importiert werden muss. Nach Einschätzung des Landes könnte der Import bis zu zwei Drittel des Wasserstoffbedarfs ausmachen.

♦ Nachfrageseite:

Auch wenn diese noch nicht in einer dezidierten Strategie umgesetzt wurde, lassen sich einige Themen bereits ableiten. Dies basieren auf dem Grünbuch, in welchem, ausgehend von den Wirtschaftsstrukturen des Landes, den vorhandenen Speicherkapazitäten und Forschungseinrichtungen zum Thema Wasserstoff sowie H₂-Modellprojekten, eine Diskussion der verschiedenen Wertschöpfungsketten einer Wasserstoffwirtschaft stattfand und die am Ende auch in einer gewissen Priorisierung endete. Wesentliche Ergebnisse dieser Diskussion sind:

- Etablierung einer grünen Wasserstoffwirtschaft für die zentralen Industrien des Landes, wie chemische Industrie, Glasindustrie, Papierindustrie, Zementindustrie und Aluminiumindustrie. Der Einsatz soll durch einen Industriearbeitskreis Wasserstoff und Sektorenkopplung aufgearbeitet und unterstützt werden.
 - Aufbau von Wertschöpfungsketten bzw. Geschäftsmodellen im Bereich der Mobilität. Dies soll nicht zuletzt durch die Umstellung des öffentlichen Fuhrparks und des ÖPNV gestützt werden.
 - Aufbau einer Wasserstoff-Betankungsinfrastruktur für den ÖPNV und zunächst für den Schwerlastverkehr.
 - Arbeiten an synthetischen Kraftstoffen für die Schiff- und Luftfahrt.
 - Damit einhergehen soll der Aufbau von Wertschöpfungsketten, die auch den Anlagenbau (Elektrolyseure, Brennstoffzellen etc.) umfassen, was durch Forschungs- und Entwicklungsförderung gestützt werden soll.
- ♦ Ergänzende Aspekte / Maßnahmen:
- Wie auch in anderen Bundesländern bzw. auf der bundesdeutschen Ebene sieht das Land Sachsen-Anhalt die Notwendigkeit von Maßnahmen im Bereich der CO₂-Bepreisung, der Einführung von Carbon Contracts of Difference, der Vereinbarung von grünen Wasserstoffquoten oder von internationalen Zertifikaten zur Kennzeichnung von grünem Wasserstoff.
 - Ergänzt werden soll dies um spezifische Förderinstrumente, wie z.B. eine Förderrichtlinie „Nachhaltiger Wasserstoff“.
 - Ausbau der bereits in einem guten Ausmaß vorhanden Forschungsinstitute zu dieser Thematik, die durch die Errichtung von Demonstrations- und Pilotanlagen zur Skalierung und dem Markthochlauf wichtiger Technologien bzw. Geschäftsmodelle beitragen soll.
 - Wie in Norddeutschland sollen auch in Sachsen-Anhalt die Möglichkeiten einer grünen Wasserstoffwirtschaft auf breiter Front erlebbar und verständlich gemacht werden, so dass potenzielle Widerstände abgebaut werden können. Darüber hinaus soll auch die Aus- und Weiterbildung von Wasserstofffachkräften gestärkt werden.

In der Summe hat Sachsen-Anhalt mit seinem Grün- und Weißbuch eine fundierte Grundlage zur Formulierung einer erfolgsversprechenden Wasserstoffstrategie geschaffen.

Voraussetzungen und Potenziale einer grünen Wasserstoffwirtschaft in Niedersachsen, Mecklenburg Vorpommern und Sachsen-Anhalt

In allen drei Bundesländern liegen aus unserer Sicht gute Voraussetzungen für den Aufbau einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft vor. In diversen Gesprächen mit Experten wurde entsprechend deutlich, dass gerade die Nord-Ost-Deutsche Industrieregion Potenziale für eine wettbewerbsfähige Wasserstoffwirtschaft besitzt. Dies gilt in Bezug auf zentrale industriebezogene Wasserstoffhubs, auf wichtige Anwendungsfelder (z.B. Verkehr) und in Bezug auf dezentrale Wasserstofflösungen (z.B. Nutzung der Elektrolyse bei Stadtwerken zur Versorgung des Wasserstoffbedarfs des ÖPNV). Daher sollen im Folgenden kurz die Voraussetzungen und Potenziale – ohne Anspruch auf Vollständigkeit – angeführt werden.

Niedersachsen

- ♦ Küstenregion mit Offshore-Windenergie zur Errichtung von Elektrolyseanlagen
- ♦ Hoher Anteil von und hohes Potenzial für erneuerbare Energien
- ♦ Hafenstandorte für den Import von Wasserstoff oder den Aufbau von Infrastrukturen zur Versorgung der Schifffahrt mit synthetischen Kraftstoffen
- ♦ Forschungsprojekte im Bereich Wasserstoff und synthetischer Kraftstoffe für Luft- und Schifffahrt
- ♦ Salzkavernen für die Speicherung von Wasserstoff
- ♦ Vorhandenes Gasnetzwerk, das gegebenenfalls für Wasserstoff genutzt werden kann
- ♦ Es existieren wichtige Industriezweige, die Erfahrung mit grauem Wasserstoff haben und die sich für eine Umstellung auf grünen Wasserstoff eignen
- ♦ Gute Möglichkeiten zur Etablierung – wie in der Strategie vorgesehen – von regionalen grünen Wasserstoff-Hubs
- ♦ Erste industrielle Erfahrungen: Alstom hat den ersten Brennstoffzellenzug entwickelt, die Salzgitter AG arbeitet an der Umstellung ihrer Produktion und Audi produziert eGas mit CO₂ aus einer EWE-Biogasanlage
- ♦ Wichtiger Industriestandort für potenzielle Anwendungen (Automotive-Industrie) und den Aufbau erfolgsversprechender Geschäftsmodelle (z.B. die Fa. Faun)
- ♦ Viele Bewerbungen für Reallabore der Energiewende und dezentrale Ansätze, die sich positiv auf die Entwicklung von erfolgreichen Geschäftsmodellen auswirken können (diverse HyLand-Projekte (z.B. Wasserstoffregion Emsland))
- ♦ Eingebunden in das Reallabor Norddeutschland, das unter Einbeziehung der Industrie integrierte Wertschöpfungsketten aufbauen will. Mit dem Hamburg Hydrogen Network und dem Wasserstoff-Hub Mecklenburg-Vorpommern wurden bereits zwei wichtige Bausteine angekündigt.

Mecklenburg-Vorpommern

- ♦ Küstenregion mit Offshore-Windenergie zur Errichtung von Elektrolyseanlagen
- ♦ Hafenstandorte für den Import von Wasserstoff oder den Aufbau von Infrastrukturen zur Versorgung der Schifffahrt mit synthetischen Kraftstoffen
- ♦ Vorhandene Möglichkeiten zur Speicherung und für den Transport von Wasserstoff
- ♦ Hoher Anteil von und hohes Potenzial für erneuerbare Energien

- ♦ Eingebunden in das Norddeutsche Reallabor (z.B. Wasserstoff-Hub Mecklenburg-Vorpommern)
- ♦ Bereits vorhandene Akteure der Wasserstoffwirtschaft (Elektrolyseure, Brennstoffzellen), die den Aufbau von Geschäftsmodellen und damit die Schaffung von Arbeitsplätzen gestattet (z.B. die APEX Energy GmbH, die Systemlösungen anbietet und eine Elektrolyseur-Anlage in Rostock errichtet)
- ♦ Potenzielle Anwender im Bereich Nahverkehr, Wärmeversorgung und maritime Mobilität (z.B. Mecklenburg-Vorpommern Hub mit der WEMAG, oder die Lübesse Energie GmbH)
- ♦ Beabsichtigte Errichtung eines Wasserstoffkompetenzzentrums in Rostock
- ♦ Forschung zur Nutzung von Wasserstoff zur Herstellung hochreiner Stoffe für medizinische und pharmazeutische Produkte

Viele Bewerbung für Reallabore der Energiewende und dezentrale Ansätze, die sich positiv auf die Entwicklung von erfolgreichen Geschäftsmodellen auswirken können

Sachsen-Anhalt

- ♦ Hohes Potenzial und bereits hoher Anteil an erneuerbaren Energien
- ♦ Salzkavernen für die Speicherung von Wasserstoff
- ♦ Vorhandenes Gasnetzwerk, das gegebenenfalls für Wasserstoff genutzt werden kann
- ♦ Es existieren wichtige Industriezweige (chemische Industrie, Papierindustrie, Zementindustrie, Glasindustrie und Aluminiumindustrie), die Erfahrung mit grauen Wasserstoff haben und die sich für eine Umstellung auf grünen Wasserstoff eignen
- ♦ Damit umfangreiches Potenzial zur erfolgreichen Errichtung grüner Wasserstoff-Hubs (vgl. hierzu das Projekt von Linde in Leuna) und der damit verbundenen Geschäftsmodelle
- ♦ Bereits vorhandene Akteure der Wasserstoffwirtschaft (Elektrolyse, Brennstoffzellen), die den Aufbau erfolgsversprechender Geschäftsmodelle gestatten (z.B. Anleg GmbH)
- ♦ Potenzielle Anwender im Bereich Mobilität, Wärme (z.B. Energieregion Staßfurth, Bahntechnologie-Cluster TRAINS) und Schwerlastverkehr
- ♦ Vorhandene Potenziale zur Produktion synthetischer Kraftstoffe
- ♦ Erste Ansätze einer vorhandenen Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur
- ♦ Bereits gut ausgebaute Forschungs- und Unternehmensaktivitäten zum Thema Wasserstoff und Kreislaufwirtschaft, wie z.B. GreenHydrochem, HYPOS, Kompetenzzentrum Wasserstoff, Demonstrationszentrum „Kreislauf- und Ressourcenwirtschaft/Verwertung biogener Reststoffe“
- ♦ Gute Möglichkeiten für dezentrale Ansätze zur Entwicklung von Geschäftsmodellen in der Wasserstoffwirtschaft (u.a. in der Logistik etc.)

In der Summe lassen sich folglich vielfältige Ansätze identifizieren. Angesichts der vorhandenen Projekte industriellen Maßstab sind in allen drei Bundesländern auch wichtige Schritte zur Etablierung einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft vollzogen worden, die einen positiven Einfluss auf die weitere Entwicklung sehen lässt.

Fazit: Grüner Wasserstoff ist auf den Vormarsch, muss aber gesteuert werden

In der Zusammenfassung lässt sich festhalten, dass der Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft ein wichtiger, integrierter Baustein zur Bewältigung des Klimawandels ist. Außerdem ist zu konstatieren, dass die Implementierung einer solchen deutlich an Fahrt aufgenommen hat. Die Impulse hierfür gehen sowohl von der Politik – wie die Wasserstoff-Strategien verdeutlichen – als auch von der Industrie – wie viele Projekte veranschaulichen – aus. Insofern kann angenommen werden, dass viele Anwendungen – wie das Hydrogen Council in einer Studie zeigt – früher (konkret: ab 2030) eine Kostenparität mit den herkömmlichen Technologien erreichen können, als bisher geschätzt. Aber selbst wenn es diesbezüglich zu Verzögerungen kommt, scheint es, zu einem zügigen Aufbau der grünen Wasserstoffwirtschaft zu kommen. Damit sind natürlich auch Investitionen verbunden, die sich positiv auf den Aufbau einer Zulieferindustrie auswirken können.

Dennoch sind aus unserer Sicht in Bezug auf den Ausbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft unter klima- und industriepolitischen Aspekte noch einige Anmerkungen zu machen. Dies gilt auch angesichts vieler Unsicherheiten bezüglich der Entwicklung auf der Nachfrageseite. Im Einzelnen handelt es sich um folgende Anmerkungen:

- ♦ Die Etablierung einer grünen Wasserstoffwirtschaft muss einhergehen mit einem deutlichen Ausbau der erneuerbaren Energien.
- ♦ Unter Wertschöpfungs- und Arbeitsplatzgesichtspunkten ist dem Aufbau einer inländischen Wasserstoffwirtschaft Vorrang einzuräumen. Gleichwohl ist zu erwarten, dass es mittelfristig eine hohe Unterdeckung bei der Versorgung mit grünen Wasserstoff geben wird. Diese wird auch – wenngleich wahrscheinlich in einem etwas geringen Ausmaß – dauerhaft sein. Insofern ist auch die Schaffung von Importstrukturen erforderlich.
- ♦ Da die erneuerbaren Energien aber selbst bei einem weiteren Ausbau nur begrenzt zur Verfügung stehen, ist die Nutzung von grünem Wasserstoff zunächst prioritär dort zu nutzen, wo ohne Wasserstoff Anwendungsgebiete nicht oder nur sehr schwer dekarbonisiert werden kann. Andernfalls sollte die direkte Nutzung von erneuerbaren Energien im Vordergrund stehen, da dann Effizienzverluste bei der Umwandlung von Energie in Wasserstoff und zurück vermieden werden können.
- ♦ Diese Priorisierung spricht aus unserer Sicht zunächst für die Nutzung in der industriellen Fertigung (Chemie, Grundstoffe, Stahl). Dies auch unter dem Aspekt, dass gerade in diesen Bereichen aktuell ein hohes Investitionspotenzial besteht. Bis 2025 stehen ca. EUR 30 Mrd. an Investitionen an.⁷⁸ Da diese Investitionen im Übrigen auch mit einer langen Nutzungsdauer und Abschreibungsdauer einhergehen, sind hier unterstützende regulatorische Rahmenbedingungen zu schaffen, die die Investitionsunsicherheit abmildern.
- ♦ Wesentliche regulatorische Rahmenbedingungen sind aus unserer Sicht: Adäquate CO₂-Preise und eine Ausdehnung des EU-ETS, die schnelle Einführung von Carbon Contracts of Difference und CO₂-Produktanforderungen. Zumindest letzteres muss natürlich auch auf importierte Produkte angewendet werden, damit ein Carbon-Leakage-

⁷⁸ Neuhoff et al: Green Deal für die Industrie: Wichtiger als Förderung sind klare Rahmenbedingungen, DIW Wochenbericht Nr. 10/2021

Risiko vermieden werden kann.⁷⁹ Darüber hinaus sollten auch die öffentlichen Beschaffungsprozesse derartige Transformationen unterstützen.

- ♦ Das Konzept von industrieorientierten regionalen Wasserstoffhubs ist in diesem Kontext aus unserer Sicht ein geeignetes Instrument zur schnellen Realisierung von Skaleneffekten.
- ♦ Industriepolitisch sollten aber natürlich auch die anderen Anwendungsfelder nicht aus den Augen verloren werden, da diese Chancen für die Exportwirtschaft eröffnen. Insofern kommt aus unserer Sicht den diversen Reallaboren der Energiewende, soweit diese auch wasserstofforientiert sind, eine wichtige Bedeutung zu. Gerade durch dezentrale Projekte, die z.B. aufgrund vorhandener Ressourcen eine Elektrolyse zur Versorgung des ÖPNV (Busse oder Schienenverkehr) oder des Anlieferungsverkehrs von Supermärkten mit grünem Wasserstoff aufbauen, können weitere wichtige Beiträge zum Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft geliefert werden. Dies gilt insbesondere an und durch Standorte, die nicht über die Voraussetzungen für einen industriellen Wasserstoff-Hub verfügen.

In der Summe wird damit deutlich, dass die Etablierung einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft herausfordernd, aber letztlich alternativlos ist. Vieles ist aktuell schon auf den Weg gebracht worden. Jetzt geht es vor allem darum, diesen Weg systematisch und unter Berücksichtigung der Grenzen einer Wasserstoffwirtschaft klima- und industriepolitisch zu verfolgen und entsprechend der getroffenen Aussagen zu steuern.

⁷⁹ Neuhoff et al: Green Deal für die Industrie: Wichtiger als Förderung sind klare Rahmenbedingungen, DIW Wochenbericht Nr. 10/2021

Anhang

Ansprechpartner in der NORD/LB



Dr. Martina Noss

Leitung Research/Volkswirtschaft
+49 511 361- 2008

martina.noss@nordlb.de



Dr. Eberhard Brezski

Sector Strategy / Regionalwirtschaft
+49 511 361-2972

eberhard.brezski@nordlb.de

Disclaimer

Diese Anlageempfehlung/Anlagestrategieempfehlung (nachfolgend als „Analyse“ bezeichnet) ist von der NORDDEUTSCHEN LANDESBANK GIROZENTRALE („NORD/LB“) erstellt worden. Die für die NORD/LB zuständigen Aufsichtsbehörden sind die Europäische Zentralbank („EZB“), Sonnemannstraße 20, D-60314 Frankfurt am Main, und die Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht („BaFin“), Graurheindorfer Str. 108, D-53117 Bonn und Marie-Curie-Str. 24-28, D-60439 Frankfurt am Main. Sofern Ihnen diese Analyse durch Ihre Sparkasse überreicht worden ist, unterliegt auch diese Sparkasse der Aufsicht der BaFin und ggf. auch der EZB. Eine Überprüfung oder Billigung dieser Präsentation oder der hierin beschriebenen Produkte oder Dienstleistungen durch die zuständige Aufsichtsbehörde ist grundsätzlich nicht erfolgt.

Diese Analyse richtet sich ausschließlich an Empfänger in Deutschland, Australien, Belgien, Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Indonesien, Irland, Italien, Japan, Kanada, Korea, Luxemburg, Neuseeland, Niederlande, Österreich, Polen, Portugal, Republik China (Taiwan), Schweden, Schweiz, Singapur, Spanien, Thailand, Tschechische Republik, Vereinigtes Königreich, Vietnam und Zypern (nachfolgend als „relevante Personen“ oder „Empfänger“ bezeichnet). Die Inhalte dieser Analyse werden den Empfängern auf streng vertraulicher Basis gewährt und die Empfänger erklären mit der Entgegennahme dieser Analyse ihr Einverständnis, diese nicht ohne die vorherige schriftliche Zustimmung der NORD/LB an Dritte weiterzugeben, zu kopieren und/oder zu reproduzieren. Die in dieser Analyse untersuchten Werte sind nur an die relevanten Personen gerichtet und andere Personen als die relevanten Personen dürfen nicht auf diese Analyse vertrauen. Insbesondere darf weder diese Analyse noch eine Kopie hiervon nach Japan oder in die Vereinigten Staaten von Amerika oder in ihre Territorien oder Besitztümer gebracht oder übertragen oder an Mitarbeiter oder an verbundene Gesellschaften in diesen Rechtsordnungen ansässiger Empfänger verteilt werden. Diese Analyse wurde in Übereinstimmung mit den anwendbaren Bestimmungen des Wertpapierhandelsgesetzes, der Marktmissbrauchsverordnung (EU) Nr. 596/2014, der Del. VO (EU) 2016/958 und der Del. VO 2017/565 erstellt.

Diese Analyse und die hierin enthaltenen Informationen wurden ausschließlich zu Informationszwecken erstellt und werden ausschließlich zu Informationszwecken bereitgestellt. Es ist nicht beabsichtigt, dass diese Analyse einen Anreiz für Investitionstätigkeiten darstellt. Sie wird für die persönliche Information des Empfängers mit dem ausdrücklichen, durch den Empfänger anerkannten Verständnis bereitgestellt, dass sie kein direktes oder indirektes Angebot, keine individuelle Empfehlung, keine Aufforderung zum Kauf, Halten oder Verkauf sowie keine Aufforderung zur Zeichnung oder zum Erwerb von Wertpapieren oder anderen Finanzinstrumenten und keine Maßnahme, durch die Finanzinstrumente angeboten oder verkauft werden könnten, darstellt.

Alle hierin enthaltenen tatsächlichen Angaben, Informationen und getroffenen Aussagen sind Quellen entnommen, die von der NORD/LB für zuverlässig erachtet wurden. Da insoweit allerdings keine neutrale Überprüfung dieser Quellen vorgenommen wird, kann die NORD/LB keine Gewähr oder Verantwortung für die Richtigkeit und Vollständigkeit der hierin enthaltenen Informationen übernehmen. Die aufgrund dieser Quellen in der vorstehenden Analyse geäußerten Meinungen und Prognosen stellen unverbindliche Werturteile der Analysten der NORD/LB dar. Veränderungen der Prämissen können einen erheblichen Einfluss auf die dargestellten Entwicklungen haben. Weder die NORD/LB, noch ihre Organe oder Mitarbeiter können für die Richtigkeit, Angemessenheit und Vollständigkeit der Informationen oder für einen Renditeverlust, indirekte Schäden, Folge- oder sonstige Schäden, die Personen entstehen, die auf die Informationen, Aussagen oder Meinungen in dieser Analyse vertrauen (unabhängig davon, ob diese Verluste durch Fahrlässigkeit dieser Personen oder auf andere Weise entstanden sind), die Gewähr, Verantwortung oder Haftung übernehmen.

Frühere Wertentwicklungen sind kein verlässlicher Indikator für künftige Wertentwicklungen. Währungskurse, Kursschwankungen der Finanzinstrumente und ähnliche Faktoren können den Wert, Preis und die Rendite der in dieser Analyse in Bezug genommenen Finanzinstrumente oder darauf bezogener Instrumente negativ beeinflussen. Die Bewertung aufgrund der historischen Wertentwicklung eines Wertpapiers oder Finanzinstruments lässt sich nicht zwingend auf dessen zukünftige Entwicklung übertragen.

Diese Analyse stellt keine Anlage-, Rechts-, Bilanzierungs- oder Steuerberatung sowie keine Zusicherung dar, dass ein Investment oder eine Strategie für die individuellen Verhältnisse des Empfängers geeignet oder angemessen ist, und kein Teil dieser Analyse stellt eine persönliche Empfehlung an einen Empfänger der Analyse dar. Auf die in dieser Analyse Bezug genommenen Wertpapiere oder sonstigen Finanzinstrumente sind möglicherweise nicht für die persönlichen Anlagestrategien und -ziele, die finanzielle Situation oder individuellen Bedürfnisse des Empfängers geeignet.

Ebenso wenig handelt es sich bei dieser Analyse im Ganzen oder in Teilen um einen Verkaufs- oder anderweitigen Prospekt. Dementsprechend stellen die in dieser Analyse enthaltenen Informationen lediglich eine Übersicht dar und dienen nicht als Grundlage einer möglichen Kauf- oder Verkaufsentscheidung eines Investors. Eine vollständige Beschreibung der Einzelheiten von Finanzinstrumenten oder Geschäften, die im Zusammenhang mit dem Gegenstand dieser Analyse stehen könnten, ist der jeweiligen (Finanzierungs-) Dokumentation zu entnehmen. Soweit es sich bei den in dieser Analyse dargestellten Finanzinstrumenten um prospektpflichtige eigene Emissionen der NORD/LB handelt, sind allein verbindlich die für das konkrete Finanzinstrument geltenden Anleihebedingungen sowie der jeweilig veröffentlichte Prospekt und das jeweilige Registrierungsformular der NORD/LB, die insgesamt unter www.nordlb.de heruntergeladen werden können und die bei der NORD/LB, Georgsplatz 1, 30159 Hannover kostenlos erhältlich sind. Eine eventuelle Anlageentscheidung sollte in jedem Fall nur auf Grundlage dieser (Finanzierungs-) Dokumentation getroffen werden. Diese Analyse ersetzt nicht die persönliche Beratung. Jeder Empfänger sollte, bevor er eine Anlageentscheidung trifft, im Hinblick auf die Angemessenheit von Investitionen in Finanzinstrumente oder Anlagestrategien, die Gegenstand dieser Analyse sind, sowie für weitere und aktuellere Informationen im Hinblick auf bestimmte Anlagemöglichkeiten sowie für eine individuelle Anlageberatung einen unabhängigen Anlageberater konsultieren.

Jedes in dieser Analyse in Bezug genommene Finanzinstrument kann ein hohes Risiko einschließlich des Kapital-, Zins-, Index-, Währungs- und Kreditrisikos, politischer Risiken, Zeitwert-, Rohstoff- und Marktrisiken aufweisen. Die Finanzinstrumente können einen plötzlichen und großen Wertverlust bis hin zum Totalverlust des Investments erfahren. Jede Transaktion sollte nur aufgrund einer eigenen Beurteilung der individuellen finanziellen Situation, der Angemessenheit und der Risiken des Investments erfolgen.

Die NORD/LB und mit ihr verbundene Unternehmen können an Geschäften mit den in dieser Analyse dargestellten Finanzinstrumenten oder deren Basiswerte für eigene oder fremde Rechnung beteiligt sein, weitere Finanzinstrumente ausgeben, die gleiche oder ähnliche Ausstattungsmerkmale wie die der in dieser Analyse dargestellten Finanzinstrumente haben sowie Absicherungsgeschäfte zur Absicherung von Positionen vornehmen. Diese Maßnahmen können den Preis der in dieser Analyse dargestellten Finanzinstrumente beeinflussen.

Soweit es sich bei den in dieser Analyse dargestellten Finanzinstrumenten um Derivate handelt, können diese je nach Ausgestaltung zum Zeitpunkt des Geschäftsabschlusses einen aus Kundensicht anfänglichen negativen Marktwert beinhalten. Die NORD/LB behält sich weiterhin vor, ihr wirtschaftliches Risiko aus einem mit ihr abgeschlossenen Derivat mittels eines spiegelbildlichen Gegengeschäfts an Dritte in den Markt abzugeben.

Nähere Informationen zu etwaigen Provisionszahlungen, die im Verkaufspreis enthalten sein können, finden Sie in der Broschüre „Kundeninformation zum Wertpapiergeschäft“, die unter www.nordlb.de abrufbar ist.

Die in dieser Analyse enthaltenen Informationen ersetzen alle vorherigen Versionen einer entsprechenden Analyse und beziehen sich ausschließlich auf den Zeitpunkt der Erstellung der Analyse. Zukünftige Versionen dieser Analyse ersetzen die vorliegende Fassung. Eine Verpflichtung der NORD/LB, die Informationen in dieser Analyse zu aktualisieren und/oder in regelmäßigen Abständen zu überprüfen, besteht nicht. Eine Garantie für die Aktualität und fortgeltende Richtigkeit kann daher nicht gegeben werden.

Mit der Verwendung dieser Analyse erkennt der Empfänger die obigen Bedingungen an.

Die NORD/LB gehört dem Sicherungssystem der Deutschen Sparkassen-Finanzgruppe an. Weitere Informationen erhält der Empfänger unter Nr. 28 der Allgemeinen Geschäftsbedingungen der NORD/LB oder unter www.dsgv.de/sicherungssystem.

Vorkehrungen zur vertraulichen Behandlung von sensiblen Kunden- und Geschäftsdaten, zur Vermeidung von Interessenkonflikten und zum Umgang mit Interessenkonflikten:

Geschäftsbereiche, die regelmäßig Zugang zu sensiblen und vertraulichen Informationen haben können, werden von der Compliance-Stelle als Vertraulichkeitsbereiche eingestuft. Diese Vertraulichkeitsbereiche sind funktional, räumlich und durch dv-technische Maßnahmen von anderen Bereichen getrennt. Der Bereich Research der NORD/LB ist als ein solcher Vertraulichkeitsbereich eingestuft und ist unabhängig von anderen Bereichen, die Wertpapier- und Wertpapierneben-dienstleistungen erbringen.

Die Weitergabe vertraulicher Informationen, die Einfluss auf Wertpapierkurse haben kann, wird durch die von den Handels-, Geschäfts- und Abwicklungsabteilungen unabhängige Compliance-Stelle der NORD/LB überwacht. Die Compliance-Stelle kann evtl. erforderliche Handelsverbote und -beschränkungen aussprechen, um sicherzustellen, dass Informationen, die Einfluss auf Wertpapierkurse haben können, nicht missbräuchlich verwendet werden und um zu verhindern, dass vertrauliche Informationen an Bereiche weitergegeben werden, die nur öffentlich zugängliche Informationen verwenden dürfen.

Die Analysten sind verpflichtet, die Compliance-Stelle über sämtliche (einschließlich externe) Transaktionen zu unterrichten, die sie auf eigene Rechnung oder für Rechnung eines Dritten oder im Interesse von Dritten tätigen. Auf diese Weise wird die Compliance-Stelle in die Lage versetzt, jegliche nicht-erlaubten Transaktionen durch die Analysten zu identifizieren.

Zur Vermeidung von Interessenkonflikten ist die Vergütung unserer Finanzanalysten nicht unmittelbar mit den Erfolgen anderer Geschäftsbereiche mit potenziell widerstreitenden Interessen verknüpft.

Weitere Informationen hierzu sind unserer Interessenkonflikt-Policy zu entnehmen, die auf Nachfrage bei der Compliance Stelle der NORD/LB erhältlich ist.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Australien:

DIE NORD/LB IST KEINE NACH DEM BANKING ACT 1959 OF AUSTRALIA AUTORISIERTE BANK ODER DEPOSIT TAKING INSTITUTION. SIE WIRD NICHT VON DER AUSTRALIAN PRUDENTIAL REGULATION AUTHORITY BEAUFSICHTIGT.

Die NORD/LB bietet mit dieser Analyse keine persönliche Beratung an und berücksichtigt nicht die Ziele, die finanzielle Situation oder Bedürfnisse des Empfängers (außer zum Zwecke der Bekämpfung von Geldwäsche).

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Belgien:

Die Bewertung individueller Finanzinstrumente auf der Grundlage der in der Vergangenheit liegenden Erträge ist nicht notwendigerweise ein Indikator für zukünftige Ergebnisse. Die Empfänger sollten beachten, dass die verlaublichen Zahlen sich auf vergangene Jahre beziehen.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Dänemark:

Diese Analyse stellt keinen Prospekt i.S.d. Dänischen Wertpapierrechts dar und dementsprechend besteht keine Verpflichtung, noch ist es unternommen worden, sie bei der Dänischen Finanzaufsichtsbehörde einzureichen oder von ihr genehmigen zu lassen, da diese Analyse (i) nicht im Zusammenhang mit einem öffentlichen Anbieten von Wertpapieren in Dänemark oder der Zulassung von Wertpapieren zum Handel auf einem regulierten Markt i.S.d. Dänischen Wertpapierhandelsgesetzes oder darauf erlassenen Durchführungsverordnungen erstellt worden ist oder (ii) im Zusammenhang mit einem öffentlichen Anbieten von Wertpapieren in Dänemark oder der Zulassung von Wertpapieren zum Handel auf einem regulierten Markt unter Berufung auf einen oder mehrere Ausnahmetatbestände von dem Erfordernis der Erstellung und der Herausgabe eines Prospekts nach dem Dänischen Wertpapierhandelsgesetz oder darauf erlassenen Durchführungsverordnungen erstellt worden ist.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Estland:

Es ist empfehlenswert, alle Geschäfts- und Vertragsbedingungen der von der NORD/LB angebotenen Dienstleistungen genau zu prüfen. Falls notwendig, sollten sich Empfänger dieser Analyse mit einem Fachmann beraten.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Finnland:

Die in dieser Analyse beschriebenen Finanzprodukte dürfen, direkt oder indirekt, Einwohnern der Republik Finnland oder in der Republik Finnland nicht angeboten oder verkauft werden, es sei denn in Übereinstimmung mit den anwendbaren Finnischen Gesetzen und Regelungen. Speziell im Falle von Aktien dürfen diese nicht, direkt oder indirekt, der Öffentlichkeit angeboten oder verkauft werden – wie im Finnischen Wertpapiermarktgesetz (746/2012, in der gültigen Fassung) definiert.

Der Wert der Investments kann steigen oder sinken. Es gibt keine Garantie dafür, den investierten Betrag zurückzuerhalten. Erträge in der Vergangenheit sind keine Garantie für zukünftige Ergebnisse.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Frankreich:

Die NORD/LB ist teilweise reguliert durch die „Autorité des Marchés Financiers“. Details über den Umfang unserer Regulierung durch die zuständigen Behörden sind von uns auf Anfrage erhältlich.

Diese Analyse stellt eine Analyse i.S.v. Art. 24 Abs. 1 der Richtlinie 2006/73/EG, Art. L.544-1 und R.621-30-1 des Französischen Geld- und Finanzgesetzes dar und ist als Empfehlung gemäß der Richtlinie 2003/6/EG und 2003/125/EG zu qualifizieren.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Griechenland:

Die in dieser Analyse enthaltenen Informationen beschreiben die Sicht des Autors zum Zeitpunkt der Veröffentlichung und dürfen vom Empfänger nicht verwendet werden, bevor nicht feststeht, dass sie zum Zeitpunkt ihrer Verwendung zutreffend und aktuell sind.

Erträge in der Vergangenheit, Simulationen oder Vorhersagen sind daher kein verlässlicher Indikator für zukünftige Ergebnisse. Investmentfonds haben keine garantierten Erträge und Renditen in der Vergangenheit garantieren keine Erträge in der Zukunft.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Indonesien:

Diese Analyse enthält allgemeine Informationen und ist nicht auf die Verhältnisse einzelner oder bestimmter Empfänger zugeschnitten. Diese Analyse ist Teil des Marketingmaterials der NORD/LB.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Irland:

Diese Analyse wurde nicht in Übereinstimmung mit der Richtlinie 2003/71/EG (in der gültigen Fassung) betreffend Prospekte (die „Prospektrichtlinie“) oder aufgrund der Prospektrichtlinie ergriffenen Maßnahmen oder dem Recht irgendeines Mitgliedsstaates oder EWR-Vertragsstaates, der die Prospektrichtlinie oder solche Maßnahme umsetzt, erstellt und enthält deswegen nicht alle diejenigen Informationen, die ein Dokument enthalten muss, das entsprechend der Prospektrichtlinie oder den genannten Bestimmungen erstellt wird.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Japan:

Diese Analyse wird Ihnen lediglich zu Informationszwecken zur Verfügung gestellt und stellt kein Angebot und keine Aufforderung zur Abgabe von Angeboten für Wertpapiertransaktionen oder Warentermingeschäfte dar. Wenngleich die in dieser Analyse enthaltenen tatsächlichen Angaben und Informationen Quellen entnommen sind, die wir für vertrauenswürdig und verlässlich erachten, übernehmen wir keinerlei Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit dieser tatsächlichen Angaben und Informationen.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Kanada:

Diese Analyse wurde allein für Informationszwecke im Zusammenhang mit den hierin enthaltenen Produkten erstellt und ist unter keinen Umständen als ein öffentliches Angebot oder als ein sonstiges (direktes oder indirektes) Angebot zum Kauf oder Verkauf von Wertpapieren in einer Provinz oder einem Territorium Kanadas zu verstehen.

Keine Finanzmarktaufsicht oder eine ähnliche Regulierungsbehörde in Kanada hat diese Wertpapiere dem Grunde nach bewertet oder diese Analyse überprüft und jede entgegenstehende Erklärung stellt ein Vergehen dar.

Mögliche Verkaufsbeschränkungen sind ggf. in dem Prospekt oder anderer Dokumentation des betreffenden Produktes enthalten.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Korea:

Diese Analyse wurde Ihnen kostenfrei und lediglich zu Informationszwecken zur Verfügung gestellt. Alle in der Analyse enthaltenen Informationen sind Sachinformationen und spiegeln somit weder die Meinung noch die Beurteilung der NORD/LB wider. Die in der Analyse enthaltenen Informationen dürfen somit nicht als Angebot, Vermarktung, Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes oder Anlageberatung hinsichtlich der in der Analyse erwähnten Anlageprodukte ausgelegt werden.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Luxemburg:

Unter keinen Umständen stellt diese Analyse ein individuelles Angebot zum Kauf oder zur Ausgabe oder eine Aufforderung zur Abgabe eines Angebots zum Kauf oder zur Abnahme von Finanzinstrumenten oder Finanzdienstleistungen in Luxemburg dar.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Neuseeland:

Die NORD/LB ist keine in Neuseeland registrierte Bank. Diese Analyse stellt lediglich eine allgemeine Information dar. Sie berücksichtigt nicht die finanzielle Situation oder Ziele des Empfängers und ist kein persönlicher Finanzberatungsservice („personalized financial adviser service“) gemäß dem Financial Advisers Act 2008.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in den Niederlanden:

Der Wert Ihres Investments kann schwanken. Erzielte Gewinne in der Vergangenheit bieten keinerlei Garantie für die Zukunft. (De waarde van uw belegging kan fluctueren. In het verleden behaalde resultaten bieden geen garantie voor de toekomst).

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Österreich:

Keine der in dieser Analyse enthaltenen Informationen stellt eine Aufforderung oder ein Angebot der NORD/LB oder mit ihr verbundener Unternehmen dar, Wertpapiere, Terminprodukte oder andere Finanzinstrumente zu kaufen oder zu verkaufen oder an irgendeiner Anlagestrategie zu partizipieren. Nur der veröffentlichte Prospekt gemäß dem Österreichischen Kapitalmarktgesetz kann die Grundlage für die Investmententscheidung des Empfängers darstellen.

Aus Regulierungsgründen können Finanzprodukte, die in dieser Analyse erwähnt werden, möglicherweise nicht in Österreich angeboten werden und deswegen nicht für Investoren in Österreich verfügbar sein. Deswegen kann die NORD/LB ggf. gehindert sein, diese Produkte zu verkaufen bzw. auszugeben oder Anfragen zu akzeptieren, diese Produkte zu verkaufen oder auszugeben, soweit sie für Investoren mit Sitz in Österreich oder für Mittelsmänner, die im Auftrag solcher Investoren handeln, bestimmt sind.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Polen:

Diese Analyse stellt keine Empfehlung i.S.d. Regelung des Polnischen Finanzministers betreffend Informationen zu Empfehlungen zu Finanzinstrumenten oder deren Aussteller vom 19.10.2005 dar.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Portugal:

Diese Analyse ist nur für institutionelle Kunden gedacht und darf nicht (i) genutzt werden von, (ii) in irgendeiner Form kopiert werden für oder (iii) verbreitet werden an irgendeine andere Art von Investor, insbesondere keinen Privatkunden. Diese Analyse stellt weder ein Angebot noch den Teil eines Angebots zum Kauf oder Verkauf von in der Analyse behandelten Wertpapieren dar, noch kann sie als eine Anfrage verstanden werden, Wertpapiere zu kaufen oder zu verkaufen, sofern diese Vorgehensweise für ungesetzlich gehalten werden könnte. Diese Analyse basiert auf Informationen aus Quellen, von denen wir glauben, dass sie verlässlich sind. Trotzdem können Richtigkeit und Vollständigkeit nicht garantiert werden. Soweit nicht ausdrücklich anders angegeben, sind alle hierin enthaltenen Ansichten bloßer Ausdruck unserer Recherche und Analyse, die ohne weitere Benachrichtigung Veränderungen unterliegen können.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in der Republik China (Taiwan):

Diese Analyse stellt ausschließlich allgemeine Informationen bereit und berücksichtigt nicht die individuellen Interessen und Bedürfnisse, Vermögensverhältnisse und Investitionsziele von Investoren. Die Inhalte der Analyse sollen nicht als Empfehlung oder Beratung zum Erwerb eines bestimmten Finanzprodukts ausgelegt werden. Investitionsentscheidungen sollen nicht ausschließlich auf Basis dieser Analyse getroffen werden. Für Investitionsentscheidungen sollten immer eigenständige Beurteilungen vorgenommen werden, die einbeziehen, ob eine Investition den persönlichen Bedürfnissen entspricht. Darüber hinaus sollte für Investitionsentscheidungen professionelle und rechtliche Beratung eingeholt werden.

NORD/LB hat die vorliegende Analyse mit einer angemessenen Sorgfalt erstellt und vertraut darauf, dass die enthaltenen Informationen am Veröffentlichungsdatum verlässlich und geeignet sind. Es wird jedoch keine Zusicherung oder Garantie für Genauigkeit oder Vollständigkeit gegeben. In dem Maß, in dem die NORD/LB ihre Sorgfaltspflicht als guter Verwalter ausübt wird keine Verantwortung für Fehler, Versäumnisse oder Unrichtigkeiten in der Analyse übernommen. Die NORD/LB garantiert keine Analageergebnisse, oder dass die Anwendung einer Strategie die Anlageentwicklung verbessert oder zur Erreichung Ihrer Anlageziele führt.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Schweden:

Diese Analyse stellt keinen Prospekt, kein öffentliches Angebot, kein sonstiges Angebot und keine Aufforderung (und auch keinen Teil davon) zum Erwerb, Verkauf, Zeichnung oder anderen Handel mit Aktien, Bezugsrechten oder anderen Wertpapieren dar. Sie und auch nur Teile davon dürfen nicht zur Grundlage von Verträgen oder Verpflichtungen jeglicher Art gemacht oder hierfür als verlässlich angesehen werden. Diese Analyse wurde von keiner Regulierungsbehörde genehmigt. Jedes Angebot von Wertpapieren erfolgt ausschließlich auf der Grundlage einer anwendbaren Ausnahme von der Prospektspflicht gemäß der EG-Prospektrichtlinie und kein Angebot von Wertpapieren erfolgt gegenüber Personen oder Investoren in einer Jurisdiktion, in der ein solches Angebot vollständig oder teilweise rechtlichen Beschränkungen unterliegt oder wo ein solches Angebot einen zusätzlichen Prospekt, andere Angebotsunterlagen, Registrierungen oder andere Maßnahmen erfordern sollte.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in der Schweiz:

Diese Analyse wurde nicht von der Bundesbankkommission (übergegangen in die Eidgenössische Finanzmarktaufsicht FINMA am 01.01.2009) genehmigt.

Die NORD/LB hält sich an die Vorgaben der Richtlinien der Schweizer Bankiervereinigung zur Sicherstellung der Unabhängigkeit der Finanzanalyse (in der jeweils gültigen Fassung).

Diese Analyse stellt keinen Ausgabeprospekt gemäß Art. 652a oder Art. 1156 des Schweizerischen Obligationenrechts dar. Diese Analyse wird allein zu Informationszwecken über die in dieser Analyse erwähnten Produkte veröffentlicht. Die Produkte sind nicht als Bestandteile einer kollektiven Kapitalanlage gemäß dem Bundesgesetz über Kollektive Kapitalanlagen (CISA) zu qualifizieren und unterliegen daher nicht der Überwachung durch die Eidgenössische Finanzmarktaufsicht FINMA.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Singapur:

Diese Analyse richtet sich ausschließlich an zugelassene Anleger („Accredited Investors“) oder institutionelle Anleger („Institutional Investors“) gemäß dem Securities and Futures Act in Singapur.

Diese Analyse ist lediglich zur allgemeinen Verbreitung gedacht. Sie stellt keine Anlageberatung dar und berücksichtigt nicht die konkreten Anlageziele, die finanzielle Situation oder die besonderen Bedürfnisse des Empfängers. Die Einholung von Rat durch einen Finanzberater („financial adviser“) in Bezug auf die Geeignetheit des Investmentproduktes unter Berücksichtigung der konkreten Anlageziele, der finanziellen Situation oder der besonderen Bedürfnisse des Empfängers wird empfohlen, bevor der Empfänger sich zum Erwerb des Investmentproduktes verpflichtet.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in der Tschechischen Republik:

Es gibt keine Garantie dafür, den investierten Betrag zurückzuerhalten. Erträge in der Vergangenheit sind keine Garantie für zukünftige Ergebnisse. Der Wert der Investments kann steigen oder sinken.

Die in dieser Analyse enthaltenen Informationen werden nur auf einer unverbindlichen Basis angeboten und der Autor übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit des Inhalts.

Informationen für Empfänger im Vereinigten Königreich:

Die NORD/LB unterliegt einer teilweisen Regulierung durch die „Financial Conduct Authority“ (FCA) und die „Prudential Regulation Authority“ (PRA). Details über den Umfang der Regulierung durch die FCA und die PRA sind bei der NORD/LB auf Anfrage erhältlich.

Diese Analyse ist „financial promotion“. Empfänger im Vereinigten Königreich sollten wegen möglicher Fragen die Londoner Niederlassung der NORD/LB, Abteilung Investment Banking, Telefon: 0044 / 2079725400, kontaktieren.

Ein Investment in Finanzinstrumente, auf die in dieser Analyse Bezug genommen wurde, kann den Investor einem signifikanten Risiko aussetzen, das gesamte investierte Kapital zu verlieren.

Zusätzliche Informationen für Empfänger in Zypern:

Diese Analyse stellt eine Analyse i.S.d. Abschnitts über Begriffsbestimmungen der Zypriotischen Richtlinie D1444-2007-01 (Nr. 426/07) dar. Darüber hinaus wird diese Analyse nur für Informations- und Werbezwecke zur Verfügung gestellt und stellt keine individuelle Aufforderung oder Angebot zum Verkauf, Kauf oder Zeichnung eines Investmentprodukts dar.

Zusätzliche Angaben**Redaktionsschluss**

03.05.2021 07:15

Offenlegung möglicher Interessenkonflikte bei der NORD/LB gem. § 85 Abs. 1 WpHG i.V.m. Art. 20 der Marktmissbrauchsverordnung (EU) Nr. 596/2014 sowie Art. 5 und 6 der del. Verordnung (EU) 2016/958

Keine

Quellen und Kursangaben

Für die Erstellung der Anlageempfehlungen nutzen wir emittentenspezifisch jeweils Finanzdatenanbieter, eigene Schätzungen, Unternehmensangaben und öffentlich zugängliche Medien. Wenn in der Studie nicht anders angegeben, beziehen sich Kursangaben auf den Schlusskurs des Vortages. Im Zusammenhang mit Wertpapieren (Kauf, Verkauf, Verwahrung) fallen Gebühren und Provisionen an, welche die Rendite des Investments mindern.

Bewertungsgrundlagen und Aktualisierungsrhythmus

Für die Erstellung der Anlageempfehlungen verwenden wir jeweils unternehmensspezifische Methoden aus der fundamentalen Wertpapieranalyse, quantitative / statistische Methoden und Modelle sowie Verfahrensweisen aus der technischen Analyse. Hierbei ist zu beachten, dass die Ergebnisse der Analysen Momentaufnahmen sind und die Wertentwicklung in der Vergangenheit kein zuverlässiger Indikator für zukünftige Erträge ist. Die Bewertungsgrundlagen können sich jederzeit und unvorhersehbar ändern, was zu abweichenden Urteilen führen kann. Der Empfehlungshorizont liegt bei 6 bis 12 Monaten. Die vorstehende Studie wird monatlich erstellt. Ein Anspruch des Empfängers auf Veröffentlichung von aktualisierten Studien besteht nicht. Nähere Informationen zu unseren Bewertungsgrundlagen erhalten Sie unter www.nordlb-pib.de/Bewertungsverfahren.