

## **Wasser = Kohle der Zukunft?!**

**Dr. Eberhard Brezski**

Sector Research: Energy

# Einleitung

## **Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft gewinnt an Fahrt...**

„Wasser ist die Kohle der Zukunft. Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. Die so zerlegten Elemente des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern.“<sup>1</sup> Dieses Zitat von Jules Verne beinhaltet im Wesentlichen zwei Kernaussagen:

- // Die Grundlagen der Wasserstofftechnologie sind keineswegs neu. Sie sind vielmehr seit 1800 bekannt. Auch viele Anwendungsfelder, wie z.B. die Speicherung von Energie oder die Verwendung als Energieträger für Mobilität<sup>2</sup> etc. wurden bereits früh erforscht oder sind seit längerem geläufig. Viele dieser Ansätze konnten sich aber nicht marktseitig durchsetzen.
- // Wasserstoff wird eine zentrale Rolle in der Energieversorgung zugemessen, wenngleich diese zu den Zeiten von Jules Verne sicherlich noch nicht im Detail erkennbar war.

Beide Aussagen prägen auch die aktuellen Anstrengungen zum Aufbau einer umfassenden (grünen) Wasserstoffwirtschaft:

- // Wasserstoff gilt als zentraler Baustein bei der Dekarbonisierung der Wirtschaft. Dabei stehen in erster Linie, aber nicht nur, Anwendungen im Fokus, die sich einer direkten Elektrifizierung zur Erreichung der Klimaneutralität entziehen.
- // Das diskutierte Anwendungsspektrum für (grünen) Wasserstoff ist ausgesprochen breit und reicht von der Speicherung erneuerbarer Energien, über die CO<sub>2</sub>-neutrale industrielle Produktion von Grundstoffen etc., Mobilitätsanwendungen bis hin zur Wärmeversorgung.
- // Infolgedessen sind in vielen Ländern – unter anderem Deutschland – oder der Europäischen Union Wasserstoffstrategien erarbeitet und verabschiedet worden, die insbesondere auf den schnellen Aufbau von entsprechenden Elektrolysekapazitäten zur Produktion von Wasserstoff und anderer Infrastrukturkomponenten abzielen.

Angesichts der vor diesem Hintergrund beobachtbaren vielfältigen Aktivitäten auf den diversen Ebenen kann derzeit durchaus von einem Wasserstoffhype gesprochen werden.<sup>3</sup>

## **... aber es sind Begrenzungen und Unsicherheit zu beachten**

Mit dem Begriff des Hypes sind in der Regel aber auch irrealer Erwartungen verbunden. Dies ist aus unserer Sicht auch beim (grünen) Wasserstoff der Fall, wie die folgenden Aspekte aufzeigen:<sup>4</sup>

- // Wir werden zumindest auf Jahre keine im Ansatz ausreichenden Erzeugungskapazitäten für grünen Wasserstoff haben.
- // Deutschland und andere Länder werden dauerhaft Wasserstoffimporteure sein, da sie nicht die Voraussetzungen für eine dauerhafte Deckung der Nachfrage haben. Aber auch bei den Exporteuren müssen zunächst die Infrastrukturen zur Produktion von grünem Wasserstoff aufgebaut werden. Zudem gilt es, noch technische Fragen in Bezug auf den Transport zu klären.

---

<sup>1</sup> Jules Verne: Die geheimnisvolle Insel, 1874

<sup>2</sup> Das erste Brennstoffzellenfahrzeug GM Electrovan wurde 1966 von General Motors getestet.

<sup>3</sup> Vgl. Küfeoğlu: From Hydrogen Hype to Hydrogen Reality: A Horizon Scanning for the Business Opportunities, C-EENRG Working Papers, 2023-1, University of Cambridge

<sup>4</sup> NORD/LB: Wasserstoffwirtschaft: Chancen, Herausforderungen und Grenzen, Mai 2021

// Für die meisten potenziellen Anwendungsfelder existieren keine bereits etablierten Geschäftsmodelle, da die Märkte erst am Anfang ihrer Entwicklung stehen – sowohl technologisch als auch in Bezug auf die wirtschaftliche Tragfähigkeit. Wesentliche Marktstrukturen werden sich folglich erst im Zeitablauf herausbilden. Wenig überraschend besteht daher noch eine hohe Unsicherheit über die Ausgestaltung von letztlich erfolgsversprechenden Geschäftsmodellen. Allerdings dürfte sich dies vergleichsweise schnell ändern.<sup>5</sup>

Vor diesem Hintergrund sollen nachfolgend Geschäftsansätze und Potenziale beleuchtet werden. Eines kann aber bereits an dieser Stelle festgehalten werden: Der Aufbau der Wasserstoffwirtschaft setzt öffentliche Finanzierungen bzw. Förderungen voraus, zumindest auf absehbare Zeit. Das von der Europäischen Union aufgelegte Förderprogramm ICPEI Wasserstoff verdeutlicht dies beispielhaft. Auf lange Sicht sollten sich dann aber auch tragfähige private Finanzierungsstrukturen herausbilden.<sup>6</sup>

## Die Wertschöpfungskette Wasserstoffwirtschaft

### **Die Wertschöpfungskette: Der Fokus liegt aktuell auf der Erzeugung von Wasserstoff**

Die Wasserstoffwirtschaft bietet den Marktteilnehmern Potenziale über alle Stufen der Wertschöpfungskette hinweg. Dabei sind zwei Themenblöcke zu unterscheiden:

- // Die Produktion von grünem Wasserstoff sowie von besser transportierbaren Stoffen (insb. Ammoniak oder Methanol).
- // In einem zweiten Schritt geht es um den Transport von Wasserstoff aus Partnerländern, der Speicherung (auch zum Ausgleich saisonaler Schwankungen bei erneuerbaren Energien), seine Verteilung an die Einsatzorte und letztlich um die eigentlichen Endanwendungen in Industrie, Mobilität und Gebäude.

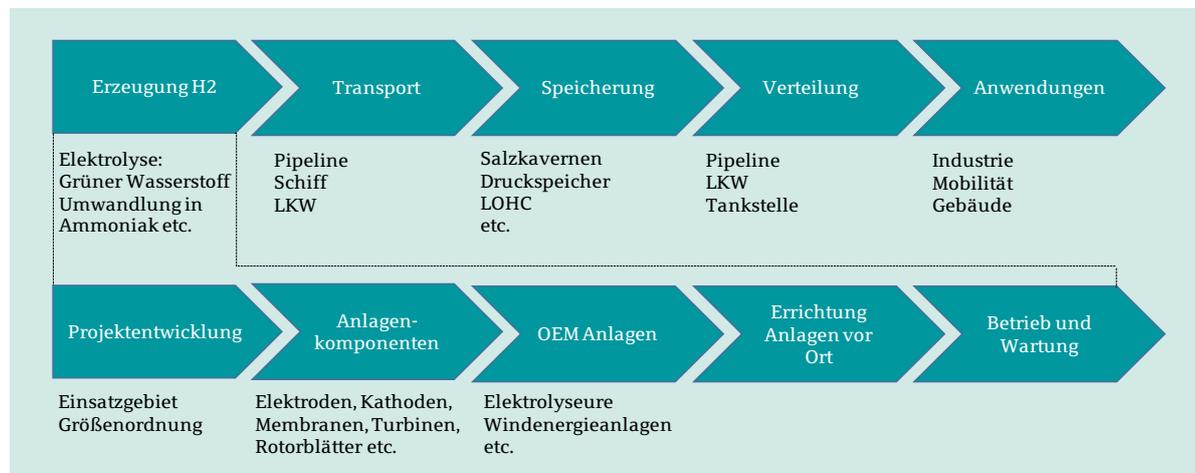
In der Summe wird – wie auch die folgende Abbildung veranschaulicht – damit deutlich, dass es vielfältige Ansatzpunkte für die Ausgestaltung von erfolgreichen Geschäftsmodellen in einer Wasserstoffwirtschaft gibt.

---

<sup>5</sup> Roland Berger: How to capture value in the emerging hydrogen market, 2023; Küfeoğlu: From Hydrogen Hype to Hydrogen Reality: A Horizon Scanning for the Business Opportunities, C-EENRG Working Papers, 2023-1, University of Cambridge

<sup>6</sup> vgl. Roland Berger: How to capture value in the emerging hydrogen market, 2023; vgl. Küfeoğlu: From Hydrogen Hype to Hydrogen Reality: A Horizon Scanning for the Business Opportunities, C-EENRG Working Papers, 2023-1, University of Cambridge

## Die Wertschöpfungskette Wasserstoff



Quelle: Roland Berger, Küfeoğlu, Zukunftsagentur Rheinisches Revier, NORD/LB Sector Research

Im Folgenden sollen diese beiden Stränge der Wertschöpfungskette kurz im Einzelnen skizziert werden.

### Die Produktion von grünem Wasserstoff

Natürlich steht die Produktion von grünem Wasserstoff am Anfang. Denn ohne Produktion keine Dekarbonisierung von Anwendungen, die derzeit grauen Wasserstoff nutzen bzw. keine Erschließung neuer Einsatzgebiete, wie z.B. Wasserstoff in der Mobilität. Überdies ist ein schneller Ausbau von Produktionskapazitäten nötig, damit Kostendegressionseffekte genutzt werden können und dadurch die Gesteungskosten von grünem Wasserstoff zumindest mittelfristig sinken. Letzteres ist ein Treiber für die Wettbewerbsfähigkeit und damit die Nachfrage.

Eine Voraussetzung für den Ausbau der Produktionskapazitäten ist, dass dies mit einem Ausbau der erneuerbaren Energien einhergehen muss. Schließlich ist erneuerbarer Strom ein zwingender Inputfaktor für die Erzeugung von grünem Wasserstoff und die bisher vorhandenen Kapazitäten sind unabhängig von einer Wasserstoffwirtschaft entstanden. Aus diesem Grund prognostiziert Roland Berger ein weltweites<sup>7</sup> Wertschöpfungspotenzial von rd. EUR 500 Mrd. bis 2030 für die Wasserstoffproduktion. Davon entfallen rund 75,6% auf Anlagen zur Erzeugung von erneuerbarem Strom.<sup>8</sup> Angesichts der Tatsache, dass für die Erzeugung von 1 GW grünem Wasserstoff via Elektrolyse zwischen 1 GW und 4 GW zusätzlicher Leistung aus erneuerbaren Energien nötig sind<sup>9</sup>, ist diese Zahl nachvollziehbar.

Deutschland trägt etwa mit einem Wasserstoffbedarf von ca. 52 TWh in 2030 zu diesen Potenzialen bei, was einer Elektrolyseleistung von 22 bis 37 GW entspricht. Andere Schätzungen gehen von einem Bedarf zwischen 60 TWh und 130 TWh aus.<sup>10</sup> Egal wie groß der Bedarf am Ende wirklich ist. Der erneuerbare Strom hierfür muss auch bereitgestellt werden.<sup>11</sup>

<sup>7</sup> Nicht enthalten sind Asien, Afrika und der Nahe Osten.

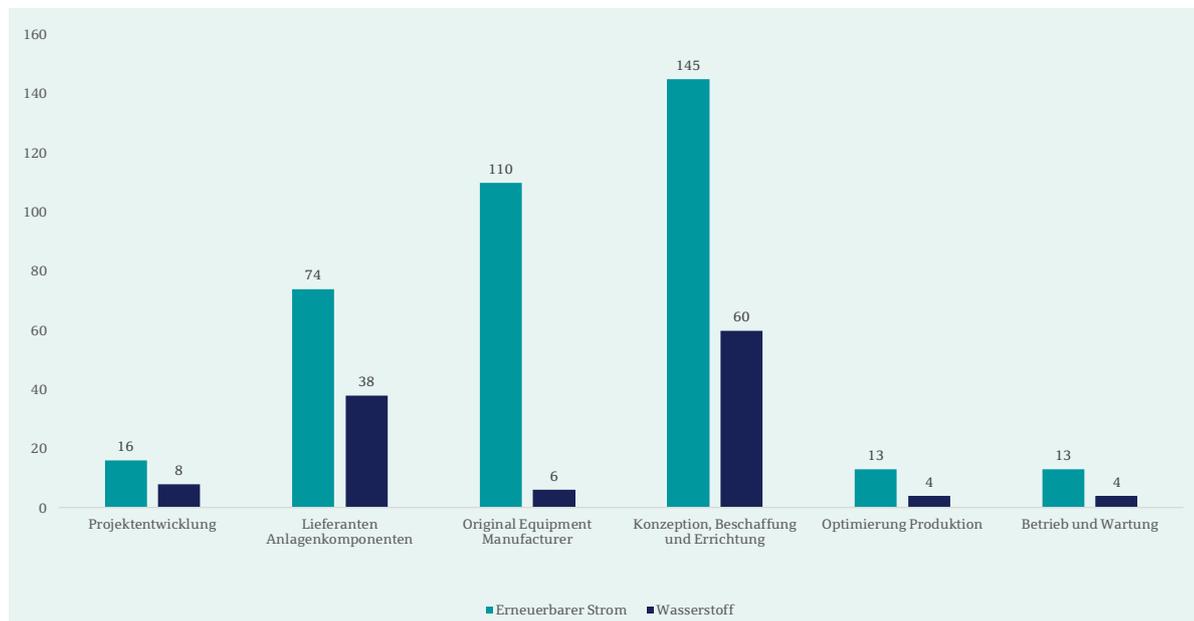
<sup>8</sup> Roland Berger: How to capture value in the emerging hydrogen market, 2023

<sup>9</sup> Agora Energiewende, Agora Industrie: 12 Thesen zu Wasserstoff, 2022

<sup>10</sup> Zukunftsagentur Rheinisches Revier: Wasserstoffwertschöpfungskette im Rheinischen Revier, 2022

<sup>11</sup> Nationaler Wasserstoffrat: Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland, 2023

Globaler Wertschöpfungsbeitrag Wasserstoffproduktion nach Wertschöpfungsstufen



Quelle: Roland Berger, NORD/LB Sector Research

Damit ist aber noch keine Aussage darüber getroffen, an welchem Ort der grüne Wasserstoff produziert wird und wie er nach Deutschland kommt. Fakt ist jedenfalls, dass Deutschland dauerhaft Nettoimporteur von grünem Wasserstoff sein wird, da es nicht über die strukturellen und geographischen Voraussetzungen für die Schaffung eines Gleichgewichts zwischen Angebot und Nachfrage verfügt. Allerdings müssten in anderen Regionen und Ländern ebenfalls erst die Voraussetzungen für die Produktion von grünem Wasserstoff geschaffen werden. Es versteht sich von selbst, dass dies Zeit benötigt, so dass grüner Wasserstoff auf absehbare Zeit ein knappes Gut sein wird.<sup>12</sup>

Ein weiteres Problem ist, dass Angebot und Nachfrage eigentlich parallel entwickelt werden müssten, da nur so eine wirklich wettbewerbsfähige Wasserstoffinfrastruktur entstehen kann. Dennoch ist bereits an dieser Stelle festzuhalten, dass die Wasserstoffproduktion vielfältige Möglichkeiten, angefangen von der Komponentenherstellung über schlüsselfertige Anlagen bis hin zu ergänzenden Dienstleistungen, zur Gestaltung von Geschäftsmodellen bietet. Zu berücksichtigen ist überdies der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien, auch wenn sich hier bereits erfolgreiche Geschäftsmodelle etabliert haben.

### Wasserstoffproduktion: An welcher Stelle und wie groß?

Eine weitere wichtige Frage ist die geographische Verortung von Produktionsanlagen und deren Dimensionierung. Diesbezüglich lassen sich die folgenden Typologien unterscheiden:<sup>13</sup>

// Export- oder verteilorientierte Gigawatt Projekte: Dies sind Produktionsanlagen mit mindestens 1 GW, die sinnvollerweise dort angesiedelt werden, wo ausreichend erneuerbarer Strom vorhanden ist. Potenzielle Importstandorte sind daher Norwegen, Schweden, Südeuropa, die Mena-Staaten<sup>14</sup> oder Südamerika. Aus Sicht von Deutschland wären dies typische Adressen für Energie- bzw. Wasserstoffpartnerschaften, die partiell auch bereits begründet wurden. Das interessante an solchen Anlagen ist,

<sup>12</sup> Roland Berger: How to capture value in the emerging hydrogen market, 2023; Bertelsmann Stiftung: Wasserstoffwirtschaft – Chancen und Herausforderungen für die Nachhaltige Soziale Marktwirtschaft, 2023; Hydrogen Europe: Clean Hydrogen Monitor 2022; Guidekouse: Facilitating hydrogen imports from non-EU countries, 2022; Quitzow et al: Partnerschaften für eine internationale Wasserstoffwirtschaft, FES Diskurs 2023

<sup>13</sup> Roland Berger: How to capture value in the emerging hydrogen market, 2023

<sup>14</sup> Vgl. Viebahn et al: Synthese und Handlungsoptionen – Ergebnisbericht des Projekts MENA-Fuels, 2022

dass der Wasserstoff via Pipelines oder Häfen in die Zielregionen transportiert und dort über Verteilernetze zu den Abnehmern geliefert werden kann.

- // Mittelgroße industrieorientierte Projekte: Hierbei handelt es sich um Projekte in der Größenordnung von 10 MW bis zu 1 GW. Derartige Anlagen werden in der Regel integrierter Bestandteil der industriellen Produktionsprozesse und sind daher in unmittelbarer Nähe der jeweiligen Industrieunternehmen zu platzieren. Allerdings gilt auch hier die Nebenbedingung, dass zu jedem Zeitpunkt ausreichend erneuerbare Energien vorhanden sein müssen.
- // Kleine dezentrale Projekte mit einer Größenordnung von weniger als 50 MW. Dies sind Anlagen, die insbesondere im Bereich der Mobilität oder Gebäudewärme zum Einsatz kommen. Auch bei diesen Anlagen muss natürlich die Versorgung mit erneuerbaren Energien sichergestellt sein.

In der Realität ist allerdings davon auszugehen, dass nicht immer und überall die Elektrolysekapazitäten in unmittelbarer Nähe der Wasserstoffnachfrage errichtet werden können. Insoweit wird es nicht nur On-Site-Anlagen geben, auch wenn diese aktuell deutlich überwiegen.<sup>15</sup> Ergänzend hierzu wird es auch zu einer geteilten Nutzung von Wasserstoff kommen, der entweder in einer größeren regionalen Erzeugungseinheit (Shared-Anlagen) produziert und verteilt wird oder aber auf der Nutzung von importierten und verteilten Wasserstoff basiert. Gegebenenfalls sind in beiden Fällen noch Umwandlungsprozesse nötig. Das Geschäftsmodell würde sich dann in Richtung eines Versorgers entwickeln bzw. könnte sich als Erweiterung von Versorgern anbieten.

### **Transport und Verteilung von Wasserstoff**

Auch wenn alle aktuell angekündigten Projekte eher den On-Site-Anlagen zuzuordnen sind, müssen zwingend auch Investitionen in die Transport- und Verteilungsinfrastruktur vorgenommen werden. Denn in letzter Konsequenz wird Deutschland – wie bereits mehrfach dargestellt – seinen Wasserstoffbedarf nicht allein decken können.<sup>16</sup> Dies eröffnet im Übrigen in zweierlei Hinsicht Geschäftspotenziale:

- // Für die weiter vorn angeführten Partnerländer bzw. -regionen ergeben sich Chancen zum Aufbau von arbeitsplatzschaffenden Wertschöpfungsketten bzw. zur Substitution bestehender Wertschöpfungsketten auf der Basis von Erdöl bzw. Erdgas.
- // Für die deutsche Wirtschaft ergeben sich Exportchancen für ihre Anlagen und Anlagenkomponenten für grünen Wasserstoff bzw. erneuerbare Energien. Dies gerade vor dem Hintergrund, dass europäische und deutsche Unternehmen derzeit noch eine führende Stellung bei Wasserstoffpatenten einnehmen.<sup>17</sup> Die Absatzpotenziale lassen sich natürlich umso besser heben, je besser der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im eigenen Land funktioniert.

Vor diesem Hintergrund ist es wenig überraschend, dass weltweit 61 GW-Projekte mit einem eher exportorientierten Charakter angekündigt wurden. Allerdings ist deren endgültige Realisierung derzeit noch nicht absehbar. Allerdings sollen 51 dieser Projekte bis 2030 umgesetzt werden.<sup>18</sup>

Um die dann gegebenenfalls vorhandenen internationalen Lieferpotenziale und der Wasserstoff aus Shared-Anlagen zu nutzen, sind die entsprechenden Infrastrukturen zu implementieren:<sup>19</sup>

---

<sup>15</sup> Hydrogen Europe: Clean Hydrogen Monitor 2022, 2022

<sup>16</sup> Die EU hat im Rahmen von RePower EU das Ziel, dass sie ab 2030 jährlich 10 Mt Wasserstoff importieren will.

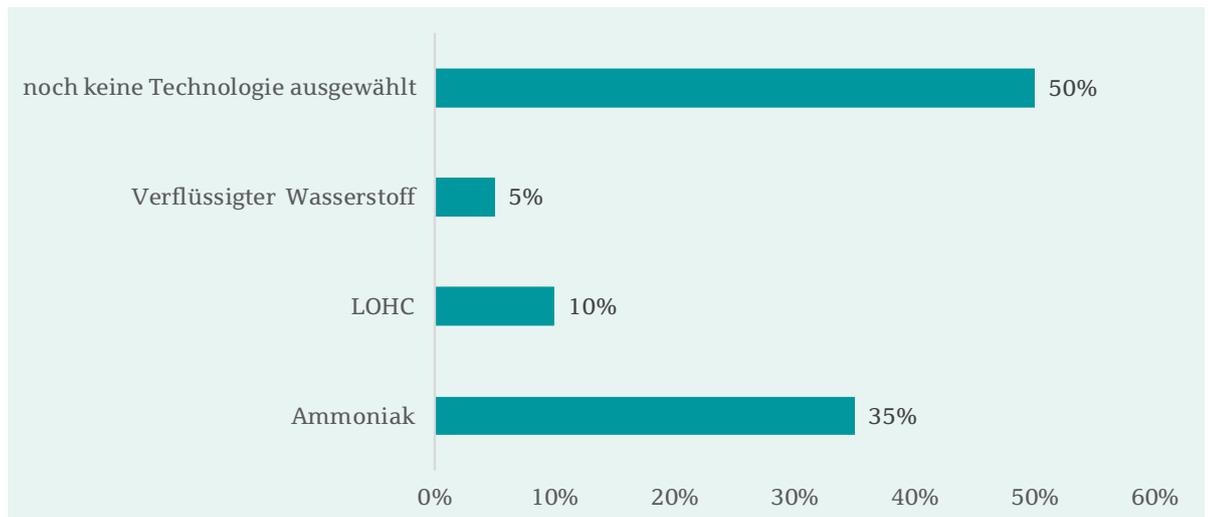
<sup>17</sup> IEA: Hydrogen patents for a clean energy future – A global trend analysis of innovation along hydrogen value chains, 2023

<sup>18</sup> McKinsey, Hydrogen Council: Hydrogen Insights 2022 – An updated perspective on hydrogen market development and action required to unlock hydrogen at scale, 2022

<sup>19</sup> Bertelsmann Stiftung: Wasserstoffwirtschaft – Chancen und Herausforderungen für die Nachhaltige Soziale Marktwirtschaft, 2023; Hydrogen Europe: Clean Hydrogen Monitor 2022; Guidekouse: Facilitating hydrogen imports from non-EU countries, 2022; Quitzow et al: Partnerschaften für eine internationale Wasserstoffwirtschaft, FES Diskurs 2023; McKinsey, Hydrogen Council: Hydrogen Insights 2022 – An updated perspective on hydrogen market development and action required to unlock hydrogen at scale, 2022; Hydrogen Europe: Clean Hydrogen Monitor 2022

- // Im internationalen Kontext sind dies vor allem Pipelines und Schiffstransporte. Allerdings sind Pipelines nicht auf allen Strecken wirtschaftlich darstellbar, wobei auch noch zwischen dem Transport von reinen Wasserstoff oder umgewandelten Produkten unterschieden werden muss. Bei Strecken von mehr als 8.000 km ist allerdings das Schiff das bevorzugte Transportmedium.<sup>20</sup> Auch wenn die Wasserstofftanker noch in der Entwicklungsphase sind, haben Häfen, wie z.B. der Hafen Rotterdam, bereits Absichtserklärungen mit Partnern zur Anlandung von Wasserstoff unterschrieben.<sup>21</sup> Deren Realisierung wird erhebliche Infrastrukturinvestitionen bedingen, wie z.B. in Rückwandlungstechnologien.
- // Für die eher kleinteilige Verteilung von Wasserstoff innerhalb von Deutschland kommen ebenfalls Pipelines, LKW, die Bahn oder auch die Binnenschifffahrt in Frage. Im Fokus steht diesbezüglich zunächst die Nutzung des bestehenden Gasnetzes, was aber Modifikationen (z.B. an den Verdichterstationen) bedingen würde. Auch eignen sich nicht alle Rohrleitungen, z.B. aufgrund des verwendeten Stahltyps für den Wasserstofftransport. Am Ende werden daher sowohl im Fernleitungs- als auch im Verteilernetz ferner Neubauten nötig sein. Für Europa rechnet das European Hydrogen Backbone etwa mit Investitionen von EUR 80 Mrd. bis EUR 143 Mrd. bis 2040, wobei zu 60% bestehende Gasleitungen genutzt werden und zu 40% neue Wasserstoffleitungen benötigt werden.<sup>22</sup> Darüber hinaus sind im Umfeld der Themen Transport und Verteilung noch weitere Fragen zu klären:
- // Mit welcher Trägertechnologie soll der Wasserstoff transportiert werden, wenn Schiffe oder andere Transportmedien zum Einsatz kommen.

#### Trägertechnologie für den Wasserstofftransport



Quelle: McKinsey, Hydrogen Council; NORD/LB Sector Research

- // Auch wenn sich in Bezug auf die Trägertechnologie noch keine Form endgültig durchgesetzt hat, bietet Ammoniak zumindest bei langen Transportwegen nach Ansicht einiger Experten Vorteile, da es

<sup>20</sup> Quitzow et al: Partnerschaften für eine internationale Wasserstoffwirtschaft, FES Diskurs 2023; Bertelsmann Stiftung: Wasserstoffwirtschaft – Chancen und Herausforderungen für die Nachhaltige Soziale Marktwirtschaft, 2023

<sup>21</sup> Hydrogen Europe: Clean Hydrogen Monitor 2022

<sup>22</sup> [www.ehb.eu/page/estimated-investment-cost](http://www.ehb.eu/page/estimated-investment-cost)

auch als Treibstoff genutzt werden kann und aufgrund seiner Stofflichkeit Diffusionsverluste vermieden werden können. Ähnliches gilt auch für Synfuels.<sup>23</sup> Dies setzt freilich auch den Aufbau einer Umwandlungsinfrastruktur bei der Wasserstoffherzeugung bzw. einer Rückwandlungsinfrastruktur (z.B. Ammoniakcracker) in Deutschland voraus.

- // Mit Blick auf engmaschige Verteilung von Wasserstoff ist ein Wasserstofftankstellennetz (incl. Synfuels) zu planen und zu errichten, damit Fahrzeuge, mit denen Wasserstoff transportiert wird, auch klimaneutral angetrieben werden können. Dies, wie auch die Produktion von Schiffen, Eisenbahnwaggons oder LKW für den Wasserstofftransport, stellen zweifelsohne Potenziale für den Fahrzeugbau dar.
- // Es ist vorstellbar, dass sich Industrieunternehmen in der Nähe von Pipelines ansiedeln, so dass dann auch an dieser Stelle Übergabeschnittstellen errichtet werden müssen.

Der Auf- und Ausbau einer Transport- und Verteilungsinfrastruktur ist aus unserer Sicht ein kritischer Punkt beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft, da sich hier ein Investitionsrückstau abzeichnet. Konkret bedeutet dies, dass die angekündigten Projekte weniger als 15% des geschätzten Investitionsbedarfs ausmachen.<sup>24</sup> Insoweit ist an dieser Stelle festzuhalten, dass mit dem Aufbau der Wasserstoffproduktion und dem Ausbau von internationalen Energiepartnerschaften auch der Aufbau der Transport- und Verteilerinfrastruktur einhergehen muss. Andernfalls wird der angestrebte Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft nicht gelingen.

### **Speicherung von Wasserstoff**

Die Speicherung von Wasserstoff ist in zweierlei Hinsicht von Bedeutung. Zum einen kann erneuerbare Energie auf diese Art und Weise gespeichert werden, so dass ein saisonaler Ausgleich möglich ist. Zum anderen muss natürlich auch bei Wasserstoffanwendungen ein zeitlicher Ausgleich zwischen Produktion und Nutzung ermöglicht werden.

Mit Blick auf die Speicherung von grünem Wasserstoff aus erneuerbarer Energien im großen Maßstab bieten sich in Deutschland vor allem die Salzkavernen an, in den derzeit partiell auch schon Erdgas gelagert wird. Natürlich sind auch diese Speicher mit einer Transport- und Verteilerinfrastruktur zu verbinden. Zumal gegebenenfalls der Wasserstoff rückverstromt werden muss.

Darüber hinaus werden aber auch Druckbehälter benötigt, in denen Wasserstoff gasförmig oder flüssig gespeichert werden kann. Hierbei sind auch aufgrund der leichten Entzündbarkeit von Wasserstoff erhöhte Sicherheitsaspekte zu beachten.

Fakt ist, dass die Planung von Speichern bereits jetzt beginnen muss. Dies ist der Fall, weil die Umwidmung aller geologischen Gasspeicher bei weitem nicht den zukünftigen Bedarf an Wasserstoff abdeckt. Aufgrund der langen Vorlaufzeiten von 5 bis 10 Jahren ist daher bereits heute eine Planung von neuen Speicherorten einzuleiten.<sup>25</sup> Insoweit gelten hier die im Bereich Transport bzw. Verteilung getroffenen Aussagen zur Wichtigkeit analog.

---

<sup>23</sup> Viebahn et al: Synthese und Handlungsoptionen MENA-Fuels – Ergebnisbericht des Projektes, 2022

<sup>24</sup> McKinsey, Hydrogen Council: Hydrogen Insights 2022 – An updated perspective on hydrogen market development and actions required to unlock hydrogen at scale, 2022

<sup>25</sup> Agora Energiewende, Agora Industrie: 12 Thesen zu Wasserstoff, 2022

## Wasserstoffanwendungen<sup>26</sup>

Ein wesentlicher Treiber für den schnellen Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft sind aber vor allem die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten. Dazu zählen nicht zuletzt seine Nutzung in der Mobilität, in der Wärmeversorgung von Gebäuden und sein Einsatz als Energieträger und Rohstoff in der Industrie. Diese Bereiche werden nachfolgend in der gebotenen Kürze diskutiert.

### // Anwendungsgebiet Mobilität

Es ist hinlänglich bekannt, dass Wasserstoff mittels Brennstoffzellentechnologie und Elektromotor direkt zum Antrieb von Fahrzeugen verwendet werden kann. Dabei existieren aber einige Grenzen. Diese liegen in der Reichweite von konventionellem Wasserstoff aufgrund seines hohen Volumens und der daraus folgenden energieintensiven Verflüssigung oder Komprimierung von Wasserstoff. Vor diesem Hintergrund stellt die Agora Energiewende fest, dass die Effizienz von mit Wasserstoff betriebenen Fahrzeugen ca. 60% unter der von batterieelektrischen Fahrzeugen liegt.<sup>27</sup> Demzufolge sollte Wasserstoff nur dort zum Einsatz kommen, wo eine direkte Elektrifizierung entweder technisch nicht möglich oder wirtschaftlich nicht sinnvoll ist. Dies vorausgeschickt ergeben sich die folgenden Aussagen:

- PKW werden überwiegend batterieelektrisch angetrieben. Dies dürfte auch für kleinere Nutzfahrzeuge gelten. Gleichwohl wird es aber auch ein kleineres Marktsegment für H<sub>2</sub>-Fahrzeuge geben, wobei die Entwicklungen hierzu eher außerhalb von Deutschland stattfinden.
- Für schwere Nutzfahrzeuge und Busse könnten dagegen Brennstoffzellen eine geeignete Variante sein, da sie höhere Zuladungen als batteriebetriebene Nutzfahrzeuge gestatten. Die Agora Energiewende geht aber davon aus, dass auch in diesem Segment verstärkt batterieelektrische Antriebe zum Einsatz kommen. Dies liegt zum einen in der Tatsache begründet, dass rund 80% der Tagesdistanzen unter 400 km liegen. Zum anderen wird an effizienteren Batterien geforscht, so dass einige aktuelle Nachteile zukünftig nicht mehr vorhanden sein dürften.<sup>28</sup>
- Der Bahnverkehr ist zu 60% elektrifiziert, so dass Brennstoffzügen in Deutschland eher eine Ausnahme bleiben werden. International könnten sich aber für die in Deutschland entwickelten Brennstoffzüge Absatzchancen ergeben, da nicht überall das Bahnnetz derart elektrifiziert ist.
- Im Schiffs- und Flugverkehr bieten Flüssigkraftstoffe aufgrund ihrer höheren Energiedichte gegenüber reinen Wasserstoff komparative Vorteile. Insoweit werden sich hier strombasierte synthetische Flüssigkraftstoffe oder wasserstoffbasierte Kraftstoffe (z.B. Methanol) durchsetzen. Lediglich auf kurzen Schiffs- und Flugstrecken wäre ein batterieelektrischer Antrieb technologisch denkbar und machbar. Inwieweit diese Variante sich dann durchsetzt, hängt von den Entwicklungsergebnissen in der Batterieforschung ab.

Trotz dieser Einschränkungen sieht der Nationale Wasserstoffrat für 2030 einen Wasserstoffbedarf von ca. 27 TWh in diesem Segment. Davon entfallen 17 TWh auf direkt genutzten Wasserstoff und 10 TWh auf Syntheseprodukte.

<sup>26</sup> Bertelsmann Stiftung: Wasserstoffwirtschaft – Chancen und Herausforderungen für die Nachhaltige Soziale Marktwirtschaft, 2023; Küfeoğlu: From Hydrogen Hype to Hydrogen Reality: A Horizon Scanning for the Business Opportunities, C-EENRG Working Papers, 2023-1, University of Cambridge; SCI4Climate.NRW: Treibhausgasneutralität in Deutschland bis 2045, 2023; Nationaler Wasserstoffrat: Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland, 2023; McKinsey, Hydrogen Council: Hydrogen Insights 2022 – An updated perspective on hydrogen market development and actions required to unlock hydrogen at scale, 2022; Hydrogen Europe: Clean Hydrogen Monitor 2022, 2022; Energy Brainpool: Gohydrogen: Eine Wasserstoff-Energie-Welt zur Erreichung der europäischen Klimaneutralität, 2023; NORD/LB: Wasserstoffwirtschaft: Chancen, Herausforderungen und Grenzen, Mai 2021

<sup>27</sup> Agora Energiewende, Agora Industrie: 12 Thesen zu Wasserstoff, 2022

<sup>28</sup> Agora Energiewende, Agora Industrie: 12 Thesen zu Wasserstoff, 2022

#### // Anwendungsgebiet Gebäudewärme

Der Wärmesektor verantwortet ca. 50% des deutschen Endenergiebedarfs. Insoweit liegt auch hier die Nutzung von Brennstoffzellen bzw. von Wasserstoff in Heizkesseln zur Dekarbonisierung nahe. Allerdings existieren gerade bei der Gebäudewärme vielfältige Alternativen, wie z.B. Solarenergie, Wärmepumpen oder Fernwärme.

Wie im Verkehrssektor hat der Wasserstoff auch hier Effizienz Nachteile, da sein Wirkungsgrad niedriger ist als bei einigen Alternativen. Dies führt dazu, dass die Bereitstellung einer bestimmten Wärmemenge mit Wasserstoff ca. 500 % bis 600 % mehr erneuerbaren Strom benötigt als die Herstellung der gleichen Wärmemenge mit einer Wärmepumpe.<sup>29</sup>

Insoweit ist der Einsatz von Wasserstoff hier eher von geringer Bedeutung. Dies kann sich eventuell im Rahmen der kommunalen Wärmeplanungen partiell ändern, doch ist im Zweifel die direkte Elektrifizierung der Wärmeversorgung effizienter.

#### // Anwendungsgebiet Industrie

In der Industrie wird Wasserstoff als Energieträger und Rohstoff benötigt. Dabei handelt es sich vor allem um sogenannte „No-regret-Anwendungen“, die sich ohne grünen Wasserstoff einer Dekarbonisierung entziehen. Dies gilt für die Chemische Industrie, die Zementindustrie oder die Eisenstahlindustrie. Aber auch für die Papierindustrie, die Glasindustrie und in Teilen die Ernährungsindustrie ist Wasserstoff zumindest ein zentraler Energieträger zur Dekarbonisierung der Produktionsprozesse.

Bis 2030 wird z.B. für die Stahlindustrie ein Wasserstoffbedarf von ca. 20 TWh erwartet. In der Chemischen Industrie müsste 1 Mio. Tonnen an grauen Wasserstoff ersetzt werden. Auch in den anderen Branchen muss dann Erdgas durch Wasserstoff ersetzt werden.

Insoweit eignet sich gerade der Industriesektor für den Auf- und Ausbau von Wasserstoffinfrastrukturen. Dies auch vor dem Hintergrund, dass dadurch die Risiken der Investitionen minimiert werden können, da keine Substitution durch andere Dekarbonisierungstechnologien möglich ist. Lediglich im Bereich der Niedertemperaturwärme ist die direkte Nutzung elektrischer Energie (z.B. durch Wärmepumpen) eindeutig effizienter.<sup>30</sup>

Wesentlich ist in diesem Kontext aber, dass die Planung der Energie-/Wasserstoffinfrastruktur den Industriebedarf auf der einen Seite und die geplanten Standorte für die Erzeugung erneuerbarer Energien auf der anderen Seite integriert. Dies gilt insbesondere für On-Site-Anlagen für Wasserstoff aber auch für regionale Netze. Das auf EU-Ebene vorhandene „Energy and Industry Geography Lab“ bietet hierzu Geodaten an, die derartige Planungen erleichtern können.<sup>31</sup>

In der Summe lässt sich damit festhalten, dass die verschiedenen Anwendungen ebenfalls diverse Ansätze zur Entwicklung von Wasserstoffgeschäftsmodellen bieten. Aus unserer Sicht ist dabei aber zunächst den „No-regret-Anwendungen“ in der Industrie Vorrang einzuräumen, da hier keine technologischen Alternativen vorliegen und der Hebel zur Verringerung von Treibhausgasen am höchsten ist. Allerdings muss die Nutzung dieser Anwendungen, und dies kann nicht oft genug betont werden, mit einem deutlichen Ausbau der erneuerbaren Energien einhergehen.

---

<sup>29</sup> Sachverständigenrat für Umweltfragen: Wasserstoff im Klimaschutz – Klasse statt Masse, 2021

<sup>30</sup> Agora Energiewende, Agora Industrie: 12 Thesen zu Wasserstoff, 2022

<sup>31</sup> Agora Energiewende, Agora Industrie: 12 Thesen zu Wasserstoff, 2022

## Grenzen für Potenziale in der Wertschöpfungskette

### **Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff reicht nicht aus**

Deutschland wird auf absehbare Zeit auf den Import von grünem Wasserstoff angewiesen sein, da zum einen keine ausreichenden Produktionskapazitäten vor Ort existieren und zum anderen auch Schwellen- und Entwicklungsländer wahrscheinlich keine ausreichenden Mengen an grünem Wasserstoff liefern können. Wasserstoff wird also ein knappes Gut bleiben. Dies verdeutlichen auch die folgenden Zahlen:

- // Bis 2045 bzw. 2050 wird über alle Anwendungsbereiche hinweg ein Bedarf von ca. 616 TWh grünen Wasserstoff erwartet. Davon entfallen ca. 444 TWh auf reinen Wasserstoff und 172 TWh auf Wasserstoff in Form von Derivaten.<sup>32</sup>
- // Laut einer Studie des Norddeutschen Reallabors werden 2045 in Deutschland ca. 96 TWh bis 272 TWh an grünem Wasserstoff produziert. Es wird von Importen zwischen 138 TWh und 422 TWh ausgegangen. Allerdings ist es offen, inwieweit der Importbedarf wirklich durch ein entsprechendes Angebot gedeckt werden kann.<sup>33</sup>

In der Summe bedeutet dies, dass verstärkt an einem integrierten Hochlauf der Wasserstoffproduktion, wie bei den industriellen Anwendungen beschrieben, gearbeitet werden muss. Dementsprechend sollten auch Plan- und Genehmigungsverfahren beschleunigt werden. Dies auch vor dem Hintergrund, dass mit der Wasserstoffproduktion auch ein deutlicher Ausbau bei den erneuerbaren Energien einhergehen muss.

Dies gilt nicht nur für Deutschland und die EU, sondern weltweit. McKinsey und das Hydrogen Council schätzen, dass zur Erreichung des Null-Emissionszieles bis 2050 Investitionen in Höhe von USD 700 Mrd. in eine Wasserstoffwirtschaft vorgenommen werden müssen. Aktuell liegen nur verbindliche Investitionen in einer Größenordnung von 3% dieser Summe vor.<sup>34</sup> Ohne eine deutliche Zunahme des Auf- und Ausbautempos würde sich folglich ein Investitionsstau abzeichnen.

In diesem Kontext sei noch auf einen weiteren Aspekt hingewiesen. Bislang sind die EU (und hier vor allem Deutschland), Japan und die USA führend bei Wasserstoffinnovationen. Auf alle zusammen entfallen 72% der Wasserstoffpatente zwischen 2011 und 2020.<sup>35</sup> Dies eröffnet Chancen im internationalen Handel, aber nur dann, wenn die Vorteilhaftigkeit der Wasserstofftechnologien vor Ort in der Praxis demonstriert werden kann.

---

<sup>32</sup> Nationaler Wasserstoffrat: Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland, 2023

<sup>33</sup> von Düsterlho et al: Grüner Wasserstoff für die Energiewende, teil 1: Grüner Wasserstoff als Markt der Zukunft, NorddeutscheReaLLabor 2023

<sup>34</sup> McKinsey, Hydrogen Council: Hydrogen Insights 2022 – An updated perspective on hydrogen market development and actions required to unlock hydrogen at scale, 2022

<sup>35</sup> IEA: Hydrogen Patents for a clean energy future – A global trend analysis of innovation along hydrogen value chains, 2023

### **Viele Wasserstofftechnologien sind noch in der Entwicklung**

Auch wenn Wasserstoff und seine Nutzung schon lange bekannt sind, haben noch nicht alle Anwendungstechnologien eine ausreichende Marktreife erlangt. Insoweit sind noch weitere Anstrengungen nötig. Dies gilt nicht nur grundsätzlich, sondern insbesondere mit Blick auf eine möglichst effiziente, Energieverluste vermeidende Wasserstoffproduktion bzw. eine mit einem hohen Wirkungsgrad versehene Nutzung des Wasserstoffs.

In Summe bedeutet dies, dass alle Bereiche entlang der eingangs skizzierten Wasserstoffkette an einer umfangreichen Weiterentwicklung der Wasserstofftechnologie arbeiten müssen. Dies fängt bei der Wasserstoffproduktion an, geht über die Technologien zur Speicherung und zum Transport und endet bei der Verwendung von Wasserstoff in den jeweiligen Sektoren. Dies bedeutet aber auch, dass parallel an einer Bildungsinfrastruktur bezüglich der Entwicklung und Nutzung von Wasserstofftechnologien zu arbeiten ist. Denn mit zunehmender Marktreife wächst der Bedarf an entsprechenden Kompetenzen.<sup>36</sup>

### **Verbesserung der Energieeffizienz nach wie vor ein zentrales Thema**

In dem Ausmaß, in dem Wasserstoff ein knappes Gut ist, ist die Erreichung einer hohen Energieeffizienz weiterhin von hoher Bedeutung. Nur durch eine hohe Energieeffizienz kann der Wasserstoffbedarf reduziert werden. Insoweit sind auf allen Ebenen und in allen Sektoren weiterhin Anstrengungen zur Verringerung des Energieverbrauchs essentiell.

Daraus folgt aber auch, dass es nicht darum gehen kann, möglichst viele Anwendungen für grünen Wasserstoff zu finden. Vielmehr sollte der Wasserstoff im Sinne einer ganzheitlichen Energiewende dort zum Einsatz kommen, in denen seine Nutzung alternativlos ist.<sup>37</sup>

---

<sup>36</sup> Bertelsmann Stiftung: Wasserstoffwirtschaft – Chancen und Herausforderungen für die Nachhaltige Soziale Marktwirtschaft, 2023

<sup>37</sup> Düsterlho et al: Grüner Wasserstoff für die Energiewende, teil 1: Grüner Wasserstoff als Markt der Zukunft, NorddeutscheRealLabor 2023

## Fazit

### **Wasserstoff ist nicht die Kohle der Zukunft, aber zentral für die wirtschaftliche Entwicklung**

Ist Wasserstoff – wie von Jules Verne beschrieben – die Kohle der Zukunft? Aktuell muss man dies deutlich verneinen. Dafür sind zwei Aspekte verantwortlich: Zum einen die fehlende breite Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff und zum anderen seine Effizienz in Bezug auf viele Anwendungen. Aber Wasserstoff ist auch mehr als der Champagner der Energiewende<sup>38</sup>, dazu ist er vor allem in Bezug auf die „No-regret-Anwendungen“ viel zu wichtig. Mit Blick auf die industriellen Anwendungen wäre sogar die Bezeichnung „Kohle der Zukunft“ durchaus angebracht. Zumindest bei Betrachtung der Bedeutung des Wasserstoffs für eine ansonsten nicht erreichbare Dekarbonisierung und diese mit dem Gewicht der Kohle für die Industrialisierung vergleicht. Anders ausgedrückt: Wasserstoff ist eine zentrale Komponente bei der Transformation der Wirtschaft und damit für die wirtschaftliche Entwicklung.

Unabhängig von dieser Begrifflichkeit eröffnet der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft aber auch vielfältige Ansätze für Geschäftsmodelle. Diese liegen aktuell vor allem im Bereich der Infrastruktur und damit in der Wasserstoffproduktion, der Speicherung und der Verteilung. Deren Nutzung ergibt sich aber nicht von allein, sondern bedingt aus unserer Sicht die folgenden Aspekte:

- // Der Aufbau von Elektrolyse-Kapazitäten muss gemeinsam mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien gedacht und geplant werden.
- // Die Elektrolyse-Kapazitäten, die Anlagen für erneuerbare Energie und Verteilungsnetzwerke müssen auf den industriellen Bedarf und die industriellen Standorte abgestimmt sein, da hier in erster Linie On-Site-Anlagen zum Einsatz kommen sollten, die die geringsten Umwandlungsverluste haben.
- // Dementsprechend dürften die meisten Transport- und Verteilungsnetze zunächst eher regionaler Art sein. Überregional könnte es sein, dass vor allem umgewandelter Wasserstoff (Ammoniak, Synthetic Fuels) transportiert wird, zumindest dann, wenn der Transport zunächst via Schiff erfolgt.
- // Die Nutzung von Wasserstoff ist auf absehbare Zeit zu priorisieren. Konkret: Wasserstoff sollte zunächst für „No-regret-Anwendungen“ genutzt werden. Andere Anwendungen sind sicherlich industriepolitisch interessant, vernachlässigen aber, dass grüner Wasserstoff ein knappes Gut ist. Derzeit ist in den Märkten noch viel Dynamik vorhanden, so dass sich bis 2030 schon wesentliche Marktstrukturen herausgebildet haben dürften. Insoweit engt sich das Zeitfenster zur Etablierung erfolgreicher Geschäftsmodelle zunehmend ein.

Wichtig ist in diesem Kontext vor allem, dass Europa und Deutschland ihr gutes, auch durch Patente unterlegtes Marktstanding ausbauen, indem sie zunächst vor Ort schnell eine leistungsfähige Wasserstoffwirtschaft aufbauen. Daraus ergeben sich dann Absatzpotenziale im Ausland.

Dann wird auch die Wasserstoffwirtschaft ihrer zentralen Bedeutung für die Transformation der Wirtschaft bzw. der wirtschaftlichen Entwicklung gerecht.

---

<sup>38</sup> von Düsterlho et al: Grüner Wasserstoff für die Energiewende, teil 1: Grüner Wasserstoff als Markt der Zukunft, NorddeutscheRealLabor 2023

# Anhang

## **Ansprechpartner in der NORD/LB**



Dr. Martina Noß  
Leiterin Research  
+49 511 361 - 2008  
+49 172 512 2742  
[martina.noss@nordlb.de](mailto:martina.noss@nordlb.de)



Dr. Eberhard Brezski (Autor der Studie)  
Sector Research  
+49 511 361 - 2972  
+49 173 608 4575  
[eberhard.brezski@nordlb.de](mailto:eberhard.brezski@nordlb.de)



Thomas Wyberek  
Sector Research  
Senior Analyst  
+49 511 361 - 2337  
+49 172 5492936  
[thomas.wyberek@nordlb.de](mailto:thomas.wyberek@nordlb.de)



Pascal Seidel  
Sector Research  
Energy Analyst  
+49 511 361 - 8701  
+49 173 6247300  
[pascal.seidel@nordlb.de](mailto:pascal.seidel@nordlb.de)

# Wichtige rechtliche Rahmenbedingungen

Diese Studie (nachfolgend als „Information“ 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 Information 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 Information 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 Information werden den Empfängern auf streng vertraulicher Basis gewährt und die Empfänger erklären mit der Entgegennahme dieser Information ihr Einverständnis, diese nicht ohne die vorherige schriftliche Zustimmung der NORD/LB an Dritte weiterzugeben, zu kopieren und/oder zu reproduzieren. Diese Information ist nur an die relevanten Personen gerichtet und andere Personen als die relevanten Personen dürfen nicht auf die Angaben in dieser Information vertrauen. Insbesondere darf weder diese Information 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.

Bei dieser Information handelt es sich nicht um eine Anlageempfehlung/Anlagestrategieempfehlung, sondern um eine lediglich Ihrer allgemeinen Information dienende Werbemittelteilung. Aus diesem Grund ist diese Information nicht unter Berücksichtigung aller besonderen gesetzlichen Anforderungen an die Gewährleistung der Unvoreingenommenheit von Anlageempfehlungen/Anlagestrategieempfehlungen erstellt worden. Ebenso wenig unterliegt diese Information dem Verbot des Handels vor der Veröffentlichung, wie dies für Anlageempfehlungen/Anlagestrategieempfehlungen gilt.

Die hierin enthaltenen Informationen wurden ausschließlich zu Informationszwecken erstellt und werden ausschließlich zu Informationszwecken bereitgestellt. Es ist nicht beabsichtigt, dass diese Information 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 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. Für die Erstellung dieser Information nutzen wir emittentenspezifisch jeweils Finanzdatenanbieter, eigene Schätzungen, Unternehmensangaben und öffentlich zugängliche Medien. 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 Information geäußerten Meinungen und Prognosen stellen unverbindliche Werturteile 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 Information 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 Information in Bezug genommenen Finanzinstrumente oder darauf bezogener Instrumente negativ beeinflussen. Im Zusammenhang mit Wertpapieren (Kauf, Verkauf, Verwahrung) fallen Gebühren und Provisionen an, welche die Rendite des Investments mindern. Die Bewertung aufgrund der historischen Wertentwicklung eines Wertpapiers oder Finanzinstrumentes lässt sich nicht zwingend auf dessen zukünftige Entwicklung übertragen.

Diese Information stellt keine Anlage-, Rechts-, Bilanzierungs- oder Steuerberatung sowie keine Zusage dar, dass ein Investment oder eine Strategie für die individuellen Verhältnisse des Empfängers geeignet oder angemessen ist, und kein Teil dieser Information stellt eine persönliche Empfehlung an einen Empfänger der Information dar. Auf die in dieser Information 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 Information im Ganzen oder in Teilen um einen Verkaufs- oder anderweitigen Prospekt. Dementsprechend stellen die in dieser Information enthaltenen Informationen lediglich eine Übersicht dar und dienen nicht als Grundlage einer möglichen Kauf- oder Verkaufentscheidung eines Investors. Eine vollständige Beschreibung der Einzelheiten von Finanzinstrumenten oder Geschäften, die im Zusammenhang mit dem Gegenstand dieser Information stehen könnten, ist der jeweiligen (Finanzierungs-) Dokumentation zu entnehmen. Soweit es sich bei den in dieser Information 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](http://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 Information 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 Information sind, sowie für weitere und aktuellere Informationen im Hinblick auf bestimmte Anlagemöglichkeiten sowie für eine individuelle Anlageberatung einen unabhängigen Anlageberater konsultieren.

Jedes in dieser Information 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 Information 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 Information

dargestellten Finanzinstrumente haben sowie Absicherungsgeschäfte zur Absicherung von Positionen vornehmen. Diese Maßnahmen können den Preis der in dieser Information dargestellten Finanzinstrumente beeinflussen.

Soweit es sich bei den in dieser Information 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](http://www.nordlb.de) abrufbar ist.

Die in dieser Information enthaltenen Informationen ersetzen alle vorherigen Versionen einer entsprechenden Information und beziehen sich ausschließlich auf den Zeitpunkt der Erstellung der Information. Zukünftige Versionen dieser Information ersetzen die vorliegende Fassung. Eine Verpflichtung der NORD/LB, die Informationen in dieser Information 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 Information 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](http://www.dsgv.de/sicherungssystem).

**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 BEAUFICHTIGT.

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 Information 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 Information (i) nicht im Zusammenhang mit einem öffentlichen Angebot 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 Angebot 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 Information mit einem Fachmann beraten.

**Zusätzliche Informationen für Empfänger in Finnland:**

Die in dieser Information 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 Information stellt eine Analyse i.S.v. Art. 24 Abs. 1 der Richtlinie 2006/73/EG, Art. L544-1 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 Information 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 Information enthält allgemeine Informationen und ist nicht auf die Verhältnisse einzelner oder bestimmter Empfänger zugeschnitten. Diese Information ist Teil des Marketingmaterials der NORD/LB.

**Zusätzliche Informationen für Empfänger in Irland:**

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

**Zusätzliche Informationen für Empfänger in Luxemburg:**

Unter keinen Umständen stellt diese Information 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 inanzielle 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 Information 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 Investitionsentscheidung des Empfängers darstellen. Aus Regulierungsgründen können Finanzprodukte, die in dieser Information 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 Information 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 Information 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 Information stellt weder ein Angebot noch den Teil eines Angebots zum Kauf oder Verkauf von in der Information 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 Information 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 Information stellt ausschließlich allgemeine Informationen bereit und berücksichtigt nicht die individuellen Interessen und Bedürfnisse, Vermögensverhältnisse und Investitionsziele von Investoren. Die Inhalte der Information sollen nicht als Empfehlung oder Beratung zum Erwerb eines bestimmten Finanzproduktes ausgelegt werden. Investitionsentscheidungen sollen nicht ausschließlich auf Basis dieser Information 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 Information 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 Information übernommen.

Die NORD/LB garantiert keine Anlageergebnisse, oder dass die Anwendung einer Strategie die Anlageentwicklung verbessert oder zur Erreichung Ihrer Anlageziele führt.

**Zusätzliche Informationen für Empfänger in Schweden:**

Diese Information 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 Information wurde von keiner Regulierungsbehörde genehmigt. Jedes Angebot von Wertpapieren erfolgt ausschließlich auf der Grundlage einer anwendbaren Ausnahme von der Prospektpflicht 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 Information 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 Information stellt keinen Ausgabeprospekt gemäß Art. 652a oder Art. 1156 des Schweizerischen Obligationenrechts dar. Diese Information wird allein zu Informationszwecken über die in dieser Information 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 inanzielle 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 inanziellen 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 Information 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 Information 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 Information Bezug genommen wurde, kann den Investor einem signifikanten Risiko aussetzen, das gesamte investierte Kapital zu verlieren.

**Zusätzliche Informationen für Empfänger in Zypern:**

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

Redaktionsschluss und letzte Aktualisierung aller Marktdaten: Montag, 26. Juni 2023, 10:33 Uhr