

e | m | w

Energie. Markt. Wettbewerb.

**Schwerpunkt** H<sub>2</sub> – Hoffnung oder Hype?

Mit Wasserstoff in die Zukunft

Von **Matthias Schlegel**, Head of Hydrogen, Fichtner GmbH & Co. KG  
und **Oliver Broich**, Consultant, Fichtner Management Consulting AG

# Mit Wasserstoff in die Zukunft

Chancen für kommunale Unternehmen

✦ Von **Matthias Schlegel**, Head of Hydrogen, Fichtner GmbH & Co. KG  
und **Oliver Broich**, Consultant, Fichtner Management Consulting AG



**W**asserstoff ist derzeit eines der dominierenden Themen in der Energiewirtschaft und Industrie. Vor dem Hintergrund zukünftig benötigter Importe bringen sich verschiedene internationale Player mit Gigaprojekten in Stellung. Doch auch auf kommunaler Ebene bieten sich große Chancen.

Wasserstoff ist zur Zeit allgegenwärtig: Eine ständig wachsende Zahl an Projekten in stetig zunehmender Größenordnung wird angekündigt, nationale Wasserstoffstrategien entstehen in vielen Ländern überall in der Welt und die verschiedensten Unternehmen positionieren sich, um den Trend zu nutzen. Doch woher kommt diese Entwicklung und welche Chance bietet sie für die Energiewirtschaft in Deutschland? Um diese Fragen zu beantworten, lohnt es sich, zunächst die Treiber hinter der rasanten und für viele überraschenden Entwicklung von Wasserstoff in der Diskussion um die Energieversorgung der Zukunft zu beleuchten: Die Welt hat sich höchst ambitionierte Ziele für die Dekarbonisierung gesetzt. Im Pariser Klimaabkommen wurde eine weitgehende Klimaneutralität bis 2050 vereinbart.

### Wasserstoff – nachhaltiger Trend oder heiße Luft?

Ob und in welchem Anteil Wasserstoff diese Energiewende bestimmen wird, hängt zum guten Teil davon ab, inwieweit ein „all electric“-Szenario – also die Nutzung von Strom als Hauptenergieträger – realistisch ist. Hier sind vor allem zwei Aspekte zu betrachten: Die Energieform, die Verbraucher heute nutzen, und die Verfügbarkeit von Energie.

In den letzten Jahrzehnten wurden große Anstrengungen zur Dekarbonisierung des Stromsektors unternommen. Betrachtet man jedoch die Form der Energie in Europa, die letztlich beim Verbraucher ankommt, wird eines schnell klar: Eine Dekarbonisierung des Stromsektors allein wird bei weitem nicht ausreichen, um unsere Klimaziele zu erreichen. Wie in Abbildung 1 ersichtlich, werden heute gut 60 Prozent der Endenergie als Direktnutzung der chemischen Energieträger Kohle, Erdölprodukte und Erdgas verbraucht. Die Anwendungen vom Verbrennungsmotor über Industrieprozesse wie die Stahlherzeugung bis hin zu

Gasheizungen sind teils einfach, teilweise aber auch technisch kaum auf die Nutzung von Elektrizität umstellbar. Daher ist die Erwartung realistisch, dass wir auch in einer weitgehend dekarbonisierten Welt chemische Energieträger benötigen werden.

### Europa als Energieimporteur

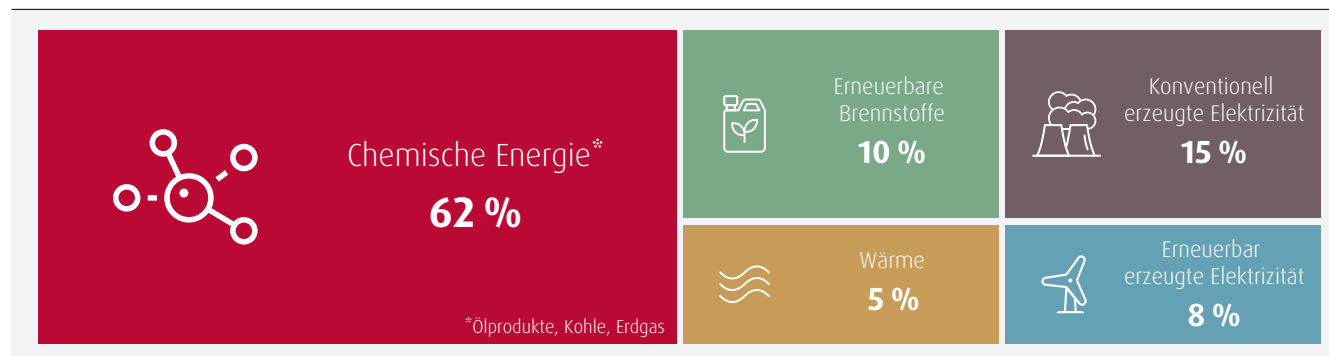
Der Stromsektor umfasst lediglich circa ein Viertel der verbrauchten Endenergie Europas. Das macht deutlich, dass in jedem Fall ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energien notwendig sein wird, um eine nachhaltige Elektrifizierung von bisher mit chemischer Energie versorgten Anwendungen zu erreichen. Wie groß die Herausforderung ist, zeigt sich aber nicht nur im Vergleich der beiden Sektoren Stromnutzung (23 %) und Nutzung chemischer Energieträger (62 %). Auch die Energiebilanz Europas spricht eine deutliche Sprache: Basierend auf Eurostat-Daten lässt sich ermitteln, dass die EU-27 aktuell ungefähr 55 Prozent der Primärenergie importiert. Dies geschieht vorwiegend in der Form fossiler chemischer Energieträger. Diese Importe gilt es im Rahmen der Dekarbonisierung zu ersetzen – entweder durch Strom aus erneuerbaren Energien oder durch CO<sub>2</sub>-neutrale chemische Energie.

Bei Betrachtung des bisherigen Ausbaupfades erscheint es einerseits nur schwer vorstellbar, dass Europa innerhalb kurzer Zeit die Mengen aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms selbst erzeugt. Andererseits ist der Import von Strom spätestens seit dem Scheitern von Desertec nur noch projektbezogen und nicht mehr als Gesamtlösung für Europa in der Diskussion. Aus diesem Grund ist zu erwarten, dass zumindest ein Teil der Energieimporte Europas auf einem CO<sub>2</sub>-neutral erzeugten, chemischen Energieträger basieren werden.

### Die Zeit für Wasserstoff ist gekommen

Das große Potenzial von Wasserstoff ist es also, bestehende Prozesse, die chemische Energie nutzen, und die Energieimporte Europas zu dekarbonisieren. Doch dieses Potenzial hatte Wasserstoff schon lange und schon mehrmals in der Geschichte wurde ihm eine große Zukunft vorausgesagt. Für Unternehmen und Entscheidungsträger ist es daher wichtig, die Frage zu beantworten, ob es dieses Mal anders sein wird. Aus unserer Sicht sorgen mehrere Faktoren für ein Umfeld, das sich fundamental von der Vergangenheit unterscheidet. Die Anstrengungen zur Dekarbonisierung haben somit eine andere Verbindlichkeit als in der Vergangenheit: Erstens ist der Klimawandel immer stärker spürbar. Dies erzeugt einen stetig steigenden Druck von Wählern und Konsumenten auf Politik und Industrie. Erleichtert werden

## 01 Zusammensetzung des Endenergieverbrauchs in Europa



die Anstrengungen gegen den Klimawandel weiterhin durch historisch niedrige und immer noch fallende Kosten für erneuerbare Energien und durch die große Menge an Kapital, das für nachhaltige Investitionen zur Verfügung steht. Klimaabkommen, nationale Ziele und Steuern auf CO<sub>2</sub>-Emissionen, die in den letzten Jahren verabschiedet wurden, zeigen, dass dieser Weg an Verbindlichkeit zunimmt. Ergänzt wird dieser regulatorische Aspekt durch freiwillige Initiativen der Industrie, die Nachhaltigkeit als Wettbewerbsvorteil und immer häufiger sogar als Teil ihrer Geschäftsgrundlage versteht.

### Globale Wertschöpfungsketten für Wasserstoff Giga-Projekte in potenziellen Exportländern

Die Ernsthaftigkeit, mit der Europa die Dekarbonisierung vorantreibt, wird weltweit wahrgenommen. Die Erkenntnis, dass Europa dabei zumindest teilweise vom Import CO<sub>2</sub>-neutraler Energieträger abhängig sein wird, hat die Entwicklung einer gigantischen Investitionspipeline weltweit in Gang gesetzt: Fast im monatlichen Abstand werden derzeit Projektpläne für die Erzeugung von Wasserstoff im Gigawatt-Bereich veröffentlicht: In Saudi Arabien wird beispielsweise im Zuge der Errichtung der Modellstadt Neom das Projekt Helios geplant. Ziel ist es hierbei, bis 2025 täglich 650 Tonnen grünen Wasserstoff und 3.000 Tonnen grünen Ammoniak zum Export bereitzustellen. Ein Konsortium unter Beteiligung des deutschen Autobauers Porsche plant in Chile die Errichtung einer E-Fuels-Anlage, die bis zum Jahr 2026 550 Millionen Liter Kraftstoff produzieren soll. Dies sind nur zwei Beispiele für die weltweit angekündigten Giga-Projekte.

Aus ihnen lässt sich erkennen: Zum einen streben Staaten und Unternehmen, die bisher vorwiegend auf den Export von fossilen Energieträgern gesetzt haben, danach, den zukünftigen Absatzrückgang mit Wasserstoff zu kompensieren. Insbesondere Staaten in der Golfregion wie Saudi Arabien oder der Oman fokussieren sich darauf, die natürlichen Ressourcen Sonne und Wind zur Wasserstoffproduktion zu nutzen. Neben den

Golfstaaten positionieren sich auch Gazprom in Russland und Equinor in Norwegen als zukünftige Wasserstofflieferanten. Hierbei sollen vor allem türkiser und blauer Wasserstoff eine große Rolle spielen.

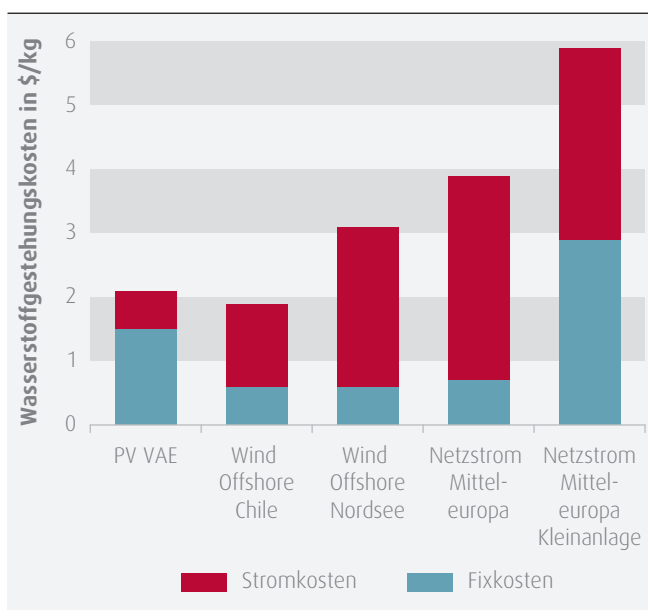
Demgegenüber gibt es international auch neue Player, die am steigenden Bedarf von CO<sub>2</sub> freien Energieträgern teilhaben möchten. Hierzu zählen insbesondere Australien und Chile. In Australien sind Projekte für eine kumulierte installierte Elektrolyseleistung von 29,9 GW angekündigt. In Chile sollen die weltweit einzigartig niedrigen Wasserstoffgestehungskosten genutzt werden, um ein Großexporteur zu werden.

### Skaleneffekte und günstige Wasserstoff-Gestehungskosten als Wettbewerbsvorteil

Der Wettbewerbsvorteil von Ländern wie Chile, Australien oder den Staaten am Persischen Golf liegt in ihren geringen Kosten für die Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien. So kann in den Vereinigten Arabischen Emiraten Strom aus Photovoltaik zu Kosten unter 1,5 Dollar-Cent pro Kilowattstunde erzeugt werden. Wind an der Magellanstraße in Chile schafft mit seinen hohen Vollbenutzungsstunden ebenfalls beste Voraussetzungen für die Erzeugung von grünem Wasserstoff mittels Elektrolyse, weshalb die Fixkosten in Abbildung 2 deutlich geringer sind als beispielsweise bei einer Kleinanlage in Europa.

Es wird klar, dass die Produktion von grünem Wasserstoff in Großanlagen in den Ländern mit den besten Erneuerbare-Energien-Ressourcen der Welt große Wettbewerbsvorteile gegenüber Deutschland hat. Neben den geringeren Energiekosten kommen hier die Skaleneffekte der oben beschriebenen Großprojekte zum Tragen: Während in Deutschland Projekte im ein-, zwei- und inzwischen perspektivisch auch im niedrigen dreistelligen MW-Bereich entwickelt werden, setzt die Exportwirtschaft weltweit auf Größenordnungen mehrerer Gigawatt. Die dadurch entstehende Reduktion der spezifischen Kapitalkosten ergibt zusammen mit den geringen Energiekosten einen deutlichen Wettbewerbsvorteil im Produktionsteil der Wasserstoff-Wertschöpfungskette.

## 02 Wasserstoffgestehungskosten



### Die Chance für Deutschlands Unternehmen

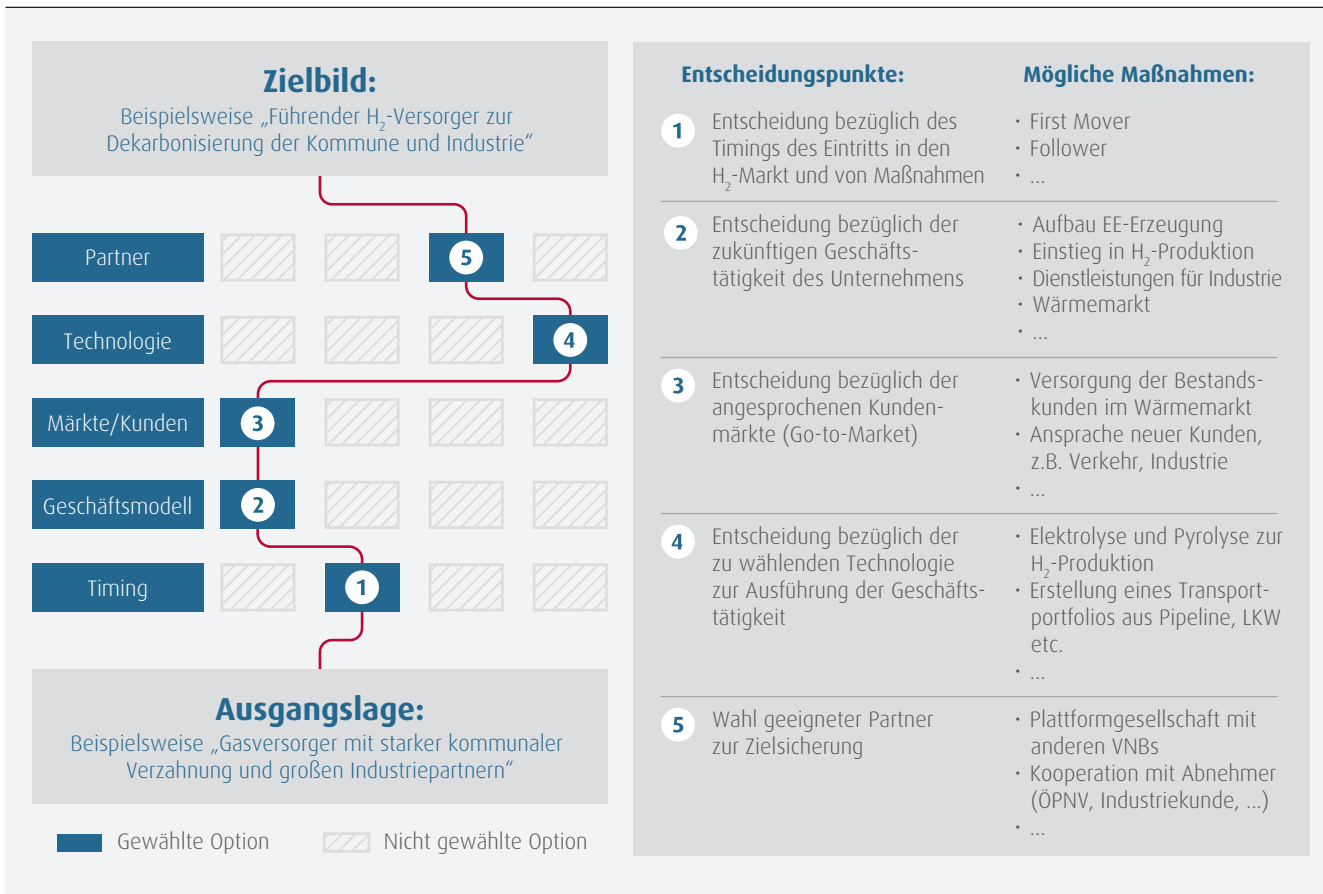
Bedeutet die Vorteile der Exportländer in der Produktion, dass die Chancen für Deutschlands Unternehmen, und insbesondere für die kommunale Energiewirtschaft im Bereich Wasserstoff zu klein sind, um hier aktiv zu werden? Im Gegenteil. Transport und die Entwicklung des Absatzes spielen eine mindestens ebenso große Rolle.

### Chancen für die kommunale Energiewirtschaft

Beobachtet man die aktuellen Projekte und Initiativen, so lassen sich zwei Ansätze zur Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft erkennen:

Zum einen ist hier der Top-down-Ansatz, das heißt, große Vorabinvestition mit großskaligen Anlagen und dem Ausbau einer entsprechenden Infrastruktur zu nennen. Beispiele hierfür sind North H2, der European Hydrogen Backbone oder die Diskussionen um den Wasserstoffimport. Diese Ansätze fokussieren sich auf Produktion und Infrastruktur. Während sie essenziell für die Entwicklung von Wasserstoff sind, hängen sie ihrerseits davon ab, dass der Bedarf an Wasserstoff entwickelt wird. Bei Diskussionen über die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft wird daher oft vom „Henne-Ei-Problem“ gesprochen: Wasserstoffabnehmer schieben eine Investition in die Dekarbonisierung ihrer Prozesse

## 03 Strategische Entscheidungsmöglichkeiten kommunaler Unternehmen



auf, da einerseits grüner Wasserstoff noch nicht großflächig verfügbar ist und andererseits verschiedene Technologien konkurrieren und ein Lock-in-Effekt vermieden werden soll. Potenzielle Wasserstoffproduzenten wiederum investieren nicht in Anlagen zur Bereitstellung von Wasserstoff, da nicht ausreichend gesicherte Wasserstoffabnehmer existieren.

Dieses Problem geht zum anderen ein Bottom-up-Ansatz an, den wir oft in lokal fokussierten Projekten wahrnehmen: Hierbei dienen einzelne Wasserstoffprojekte als Keimzelle zur Dekarbonisierung von Prozessen und Industrien in der Region. Durch die lokale Vernetzung können bereits heute attraktive, örtliche Nischen und Synergien gefunden werden. Die Erzeugung, Verteilung und der Absatz entwickeln sich parallel weiter. Dies reduziert das Risiko für alle Projektbeteiligten und ermöglicht eine Hochskalierung des lokalen Wasserstoffmarktes.

#### Erfolgsnischen für kommunale Wasserstoffprojekte

Vor dem Hintergrund des langwierigen Ausbaus der großen Wasserstoffprojekte und -infrastrukturen bietet sich für die kommunale Energiewirtschaft gerade ein attraktives Zeitfenster. Der teure Transport von Wasserstoff – sowohl auf der Straße als auch auf der See – lässt gepaart mit dem Interesse von Industrie und Mobilität am Thema Wasserstoff attraktive Nischen entstehen, die gezielt zur Projektentwicklung genutzt werden können. Aus der Arbeit von Fichtner und deren Strategie- und Managementbe-

ratung Fichtner Management Consulting in vielen dieser Projekte lassen sich vier Erfolgsfaktoren identifizieren:

#### Produktion

Dem Nachteil fehlender Skaleneffekte und damit einhergehender hoher Wasserstoffgestehungskosten kann dadurch begegnet werden, dass gezielt günstige Stromquellen mit hohen Volllaststunden als Stromquelle genutzt werden. Beispiele hierfür sind lokale Wasserkraft, eine Kombination aus Post-EEG-Wind und -Photovoltaik-Anlagen oder die Müllverbrennung.

#### Transport

Durch geringe Entfernungen reduzieren sich die Transportkosten für den Wasserstoff. Diesen Wettbewerbsvorteil lokaler Projekte gilt es zu maximieren. Dies kann einerseits durch Produktion direkt beim Verbraucher, durch die Minimierung von Transportwegen oder durch kurze, lokale Netzabschnitte für Wasserstofftransport geschehen.


#### Abnehmer

Auf lokaler und kommunaler Ebene können gezielt hochpreisige Anwendungsfälle frühzeitig identifiziert und abgedeckt werden, um hohe Deckungsbeiträge zu erwirtschaften. Essenzieller Bestandteil dieses Ansatzes ist die Kooperation mit Ankerkunden, mit denen eine Hochskalierung des Geschäfts möglich ist. Somit ist eine frühzeitige Positionierung als lokaler „Dekarbonisie-

rungspartner“ möglich und Schlüsselkunden können frühzeitig gebunden werden, ohne ein übermäßiges Risiko einzugehen.

### Synergien

Die lokale Vernetzung und Synergien in allen Wertschöpfungsstufen helfen beispielsweise entstehende Nebenprodukte zu verwerten und dadurch die ökonomische Attraktivität der Wasserstoffherzeugung weiter zu erhöhen. Ein Beispiel ist die Auskopplung und Vermarktung der Abwärme in Fern- oder Nahwärmenetze.

Neben der Akquise von Ankerkunden sollten auch andere Aspekte betrachtet werden, die in Abbildung 3 auf Seite 27 anhand eines Strategiepfads veranschaulicht sind. So sollte die gesamte Wertschöpfungskette der zukünftigen Geschäftsaktivitäten analysiert und geeignete Partner gesucht werden. Vor dem Hintergrund der teilweise sehr jungen Technologien ist weiterhin ein Screening der Auswahl am Markt essenziell für den Erfolg. Insofern ist unserer Ansicht nach ein strategisches Gesamtkonzept des Unternehmens wichtig, um den Vorhaben über das einzelne Projekt hinaus „Wert“ zu geben. Einerseits unterstützt dies die Identifikation und Ansprache von Ankerkunden. Andererseits kann so die langfristige Rolle des eigenen Unternehmens im Bereich Wasserstoff klar definiert werden und bereits das erste Projekt unter Berücksichtigung der eigenen Schwächen und Stärken und der spezifischen Chancen und Risiken ein Schritt in der Entwicklung im Bereich Wasserstoff sein. Mit diesen Leitlinien lassen sich unserer Erfahrung nach bereits heute strategisch wertvolle und erfolgreiche Projekte auf kommunaler Ebene entwickeln. 



**MATTHIAS SCHLEGEL**

Jahrgang 1982

- 2002–2008 Studium des Technologiemanagements, Universität Stuttgart
- seit 2008 unterschiedliche Positionen, Fichtner GmbH & Co.KG
- seit 2019 Head of Hydrogen, Fichtner GmbH & Co.KG
- ✉ [matthias.schlegel@fichtner.de](mailto:matthias.schlegel@fichtner.de)



**OLIVER BROICH**

Jahrgang 1991

- 2011–2018 Studium des Wirtschaftsingenieurwesens, TU Braunschweig
- 2019–2020 Projektingenieur/Projektleiter, ILF Consulting Engineers GmbH, München
- seit 2020 Consultant, Fichtner Management Consulting AG
- ✉ [oliver.broich@fmc.fichtner.de](mailto:oliver.broich@fmc.fichtner.de)

## Wasserstoff Farbenlehre



### Schwarzer Wasserstoff

wird mittels Vergasung von Steinkohle hergestellt, bei der Herstellung fällt Kohlendioxid- bzw. Kohlenmonoxid an.



### Brauner Wasserstoff

wird mittels Vergasung von Braunkohle hergestellt, bei der Herstellung fällt Kohlendioxid- bzw. Kohlenmonoxid an.



### Grauer Wasserstoff

wird mittels Dampfreformierung aus Kohlenwasserstoffen (meist Erdgas) und Wasser hergestellt. Neben Wasserstoff entsteht dabei Kohlenstoffdioxid. Die für den Prozess benötigte Energie stammt aus fossilen Energieträgern, in der Regel aus Erdgas.



### Blauer Wasserstoff

Grauer Wasserstoff, bei dem das CO<sub>2</sub> anschließend abgeschieden wird.



### Türkiser Wasserstoff

wird mittels Methanpyrolyse aus Erdgas oder Biogas gewonnen, als Nebenprodukt entsteht fester Kohlenstoff.



### Weißer Wasserstoff

stammt aus natürlichen Quellen.



### Grüner Wasserstoff

wird mittels Elektrolyse von Wasser hergestellt, der Energie-Input kommt aus Ökostrom, Endprodukte: Wasserstoff und Sauerstoff.



### Oranger Wasserstoff

wird mithilfe von Abfällen oder Bioenergie (Biogas, Biomasse, Biomethan) hergestellt; dabei kommen unterschiedliche Verfahren zum Einsatz (Dampfreformierung, Elektrolyse, Vergasung).



### Roter und gelber Wasserstoff

wird mittels Elektrolyse von Wasser hergestellt, der Energie-Input kommt aus Atomstrom, Endprodukte: Wasserstoff und Sauerstoff.



### Bunter Wasserstoff

wird mittels Elektrolyse von Wasser hergestellt, der Strom stammt dabei vom Strommarkt, Endprodukte: Wasserstoff und Sauerstoff.

# e | m | w

Energie. Markt. Wettbewerb.

energate gmbh

Norbertstraße 3-5

D-45131 Essen

Tel.: +49 (0) 201.1022.500

Fax: +49 (0) 201.1022.555

[www.energate.de](http://www.energate.de)

[www.emw-online.com](http://www.emw-online.com)

Bestellen Sie jetzt Ihre persönliche Ausgabe!

[www.emw-online.com/bestellen](http://www.emw-online.com/bestellen)

