

„Elektrolyse made in Baden-Württemberg“

Markt- und Absatzanalyse für „grünen“ Wasserstoff in Deutschland

Gefördert durch:



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU





Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung
Baden-Württemberg (ZSW)
Meitnerstraße 1, D-70563 Stuttgart

Maike Schmidt

E-Mail: Maike.Schmidt@zsw-bw.de

Phone: +49-(0)711-7870-232

Maike Schmidt, Stefan Fidaschek, Patrick Wolf
Stuttgart, 25.04.2021

Inhaltsverzeichnis

Abbildungen und Tabellen.....	IV
1 Einleitung	1
2 Aktuelle Rahmendaten des weltweiten und deutschen Wasserstoffmarktes	2
3 Szenarienanalyse	3
3.1 Sektoraler Wasserstoffbedarf	3
3.2 Wasserstoffbedarf in der Industrie	6
3.3 Herstellungsformen in den Szenarien	7
4 Analyse potenzieller Absatzmärkte für „grünen“ Wasserstoff	9
4.1 Wasserstoffabsatzpotenzial	9
4.2 Energie- und Kraftstoffpreise	10
4.3 Wasserstoffbedarfe	10
4.4 Herstellungskosten und Importpreise	13

Abbildungen und Tabellen

Abbildungen

Abbildung 1: Szenarienübersicht über künftigen Wasserstoffbedarf in Deutschland nach Sektoren. ...	5
Abbildung 2: Szenarienübersicht über die künftige Wasserstoffnachfrage im Industriesektor.....	7
Abbildung 3. Übersicht über Herstellungsform und Herkunft des Wasserstoffs in den betrachteten Szenarien.....	8
Abbildung 4: Aktuelle Marktpreise und potenzielle Wasserstoffbedarfe.	11
Abbildung 5: Kostenpotenzialkurve für Wasserstoffanwendungen im Jahr 2030.	12
Abbildung 6: Kostenpotenzialkurve für Wasserstoffanwendungen im Jahr 2050.	12
Abbildung 7: Herstellungs- und Importkosten aus den betrachteten Quellen/Szenarien (s. Tabelle 3) verglichen mit dem in Abbildung 5 identifizierten Potenzial für 2030. Für den Verkehrssektor wurden hier die Endverbraucherpreise verwendet.	14
Abbildung 8: Herstellungs- und Importkosten aus vier unterschiedlichen Quellen/ Szenarien (s. Tabelle 3) verglichen mit dem in Abbildung 6 identifizierten Potenzial für 2050. Für den Verkehrssektor wurden hier die Endverbraucherpreise verwendet.	15

Tabellen

Tabelle 1: Betrachtete Studien für den sektoralen Wasserstoffbedarf in Deutschland	4
Tabelle 2: Zusätzlich betrachtete Studien für die Untersuchung des Industriesektors	6
Tabelle 3: Hintergründe zu den für zukünftige Preise grünen Wasserstoffs verwendeten Szenarien .	13

1 Einleitung

Die Umsetzung des Klimaschutzabkommens von Paris verlangt es, für die Einhaltung der eingegangenen Verpflichtungen Maßnahmen zu ergreifen, die mindestens dazu führen, dass die durchschnittliche Erderwärmung auf deutlich unter 2° C, vorzugsweise sogar auf 1,5° C, begrenzt wird. Die Europäische Kommission hat vor dem Hintergrund der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse, wie dem 1,5°-Sonderbericht des IPCC aus dem Herbst 2018, der zunehmend wahrnehmbaren Bedrohung des Klimawandels durch Dürren, Waldbrände aber auch der zunehmenden Forderungen nach weitergehenden Klimaschutzmaßnahmen insbesondere der jungen Generationen im Herbst 2020 den europäischen Grünen Deal verabschiedet. Ein Kernelement ist das Ziel, Europa zum ersten klimaneutralen Kontinent zu entwickeln – wenn möglich deutlich vor 2050. Im Unterschied zu den bisherigen Strategien sowohl auf europäischer als auch auf deutscher Ebene, deren Maßnahmensetting bis 2050 auf eine Treibhausgasreduzierung von 80 % abzielte und in denen folglich grüner Wasserstoff als Lösungsoption nicht benötigt wurde, kann ein klimaneutrales Europa nur mit grünem Wasserstoff erreicht werden. Denn ohne grünen Wasserstoff ist Klimaneutralität weder für wichtige Industrieprozesse (wie Stahlindustrie, Chemieindustrie, Raffinerien) noch für Teile des Verkehrssektors möglich. Dabei sind mindestens der Flugverkehr und die internationale Seeschifffahrt auch langfristig auf synthetische Kohlenwasserstoffe angewiesen, die nur auf Basis von grünem Wasserstoff erzeugt werden können. Neben diesem neuen Anforderungsniveau begünstigen auch die mittlerweile ausgesprochen kostengünstige Erzeugung von erneuerbarem Strom und die zunehmende Verfügbarkeit von Kapital, das in nachhaltige Anlagegüter investiert werden soll, die Marktentwicklung für grünen Wasserstoff. Diese neue Dynamik spiegelt sich auch in der Verabschiedung der deutschen ebenso wie der europäischen Wasserstoffstrategie im Sommer 2020 wider.

Um der Politik für die Entwicklung weiterführender Markteinführungsinstrumente eine Entscheidungsgrundlage an die Hand geben zu können, werden nachfolgend die Absatzpotenziale für grünen Wasserstoff in den Jahren 2030 und 2050 in Deutschland aufgezeigt. Diese basieren auf einer umfangreichen Recherche und Auswertung bestehender Energie- und Verkehrsszenarien, die aufgrund ihrer Treibhausgasreduzierungsanforderungen (bis 2050 Klimaneutralität oder -95 % Treibhausgasreduzierung gegenüber 1990) die Nutzung von Wasserstoff bzw. synthetischen Folgeprodukten explizit vorsehen (siehe Kapitel 3). Ebenso wurden die aktuell bekannten Marktpreise für Wasserstoff oder für die Energieträger, welche durch Wasserstoff ersetzt werden könnten, für Endverbraucher und teilweise für Zwischenhändler in den Sektoren Verkehr, Gebäudewärme, Chemieindustrie, Raffinerien, Stahlindustrie und für Flaschengas ermittelt. Der Marktpreis definiert dabei den Preis, der aktuell am Markt entweder von Endverbrauchern, Zwischenhändlern oder verarbeitenden Unternehmen bezahlt wird. Falls Preise nicht bekannt sind, wird auf auf plausiblen Annahmen beruhende Kostenberechnungen zurückgegriffen. Es wurden explizit keine Untersuchungen zu einem maximalen von den Verbrauchern akzeptierten Preis durchgeführt, wie sie üblicherweise zur Ermittlung der Zahlungsbereitschaft unter dem Willingness-to-pay-Ansatz erfolgen. Letzteres erschien im Rahmen dieses Vorhabens nicht nur zu aufwendig, sondern auch mit großen Unsicherheiten behaftet, da für die meisten Anwendungsfälle

noch keine ausreichende Produktpalette vorhanden ist. Somit fehlt den Befragten Technologieanwendungserfahrung, was die Angaben zur Zahlungsbereitschaft erheblich beeinflussen könnte. Um einen Vergleichspreis in den Sektoren zu generieren, in denen bislang kein Wasserstoff zum Einsatz kommt, erfolgte eine Recherche der Preise für die derzeit eingesetzten Energieträger, Roh- und Hilfsstoffe. Diese wurden unter Beachtung eines eventuellen Wirkungsgradunterschieds in einen fiktiven Wasserstoffpreis in der erforderlichen Einheit (€/kg H₂) transferiert. Parallel erfolgte die Recherche prognostizierter Wasserstoffkosten. Hierfür wurden drei Quellen (Greenpeace, Agora, Prognos) mit vier unterschiedlichen Szenarien ausgewertet (siehe 4.4, Tabelle 3). Aus der Verknüpfung der Marktpreise mit den erwarteten Kostenentwicklungen für die Wasserstoffbereitstellung wurden Absatzpotenziale ermittelt. Hierzu wurden die Marktpreise in den jeweiligen Sektoren mit den prognostizierten Wasserstoffkosten verglichen. Liegen die prognostizierten Wasserstoffkosten niedriger oder auch auf gleicher Höhe mit den Marktpreisen im jeweiligen Sektor, wird unterstellt, dass der entsprechende Wasserstoffbedarf eben jenes Sektors bei gleichbleibenden Bedingungen gedeckt werden könnte und zählt somit als Absatzpotenzial. Dadurch ergeben sich in Abhängigkeit von der Kostenentwicklung unterschiedlich hohe Absatzpotenziale.

2 Aktuelle Rahmendaten des weltweiten und deutschen Wasserstoffmarktes

Der weltweite Wasserstoffverbrauch liegt derzeit bei ca. 70 Mio. Tonnen pro Jahr.¹ Das entspricht ca. 1,4 % des Weltenergiebedarfs. Das monetäre Marktvolumen beträgt dadurch ca. 140 Mrd. € pro Jahr, bei einem angenommenen Preis von 2 €/kg, ausgehend vom aktuellen Preisniveau von sog. grauem Wasserstoff aus der Dampfreformierung von Erdgas. 48 % des weltweit erzeugten Wasserstoffs stammen aus Erdgas gefolgt von Mineralöl (30 %) und Kohle mit 18 %. Wasserstoff als Nebenprodukt der Chlor-Alkali-Elektrolyse trägt mit 4 % zur weltweiten Wasserstoffproduktion bei.² Die Wasserelektrolyse spielt weltweit bislang kaum eine Rolle als Erzeugungstechnologie für Wasserstoff. Die Nachfrage nach Wasserstoff kommt aktuell weltweit nahezu vollständig aus dem Sektor Industrie: Die chemische Industrie steht dabei für ca. 65 % der Nachfrage, Raffinerien nehmen ca. 25 % der Wasserstoffproduktion ab und die verbleibenden 10 % der Nachfrage stammen aus der allgemeinen Industrie, wobei der Bedarf sich hier auf ein breites Industriespektrum verteilt (Stahlproduktion, Lebensmittelerzeugung, Glasindustrie, etc.).²

In Deutschland beträgt der Verbrauch von Wasserstoff derzeit zwischen 1,6 und 2,6 Mio. Tonnen pro Jahr^{3,4}, was wiederum einem Marktvolumen von 3,2 – 5,2 Mrd. € entspricht, wenn von einem Wert für Wasserstoff von 2 €/kg (siehe oben) ausgegangen werden kann. Die Zusammensetzung der Wasserstoffnachfrage in Deutschland weicht von der auf globaler Ebene beobachteten Nachfragezusammensetzung ab. In Deutschland werden 40 % des Wasserstoffs in Raffinerien benötigt, 45 % in der

¹ IEA (2019) – The Future of Hydrogen, S. 17

² Schmidt, M.; ZSW - „Wasserstoff - Chancen und Herausforderungen“, Präsentation vom 23.07.2020

³ Geitman, S. (1998) nach DWV, <http://www.hydrogeit.de/wasserstoff.htm> (abgerufen am 12.11.2020)

⁴ Brinner, A. nach Daten IEA (2019) – The Future of Hydrogen

chemischen Industrie, von denen wiederum 25 % für die Ammoniakproduktion und 20 % für die Methanolherstellung verwendet werden.² Im deutschen Verkehrssektor werden jährlich ca. 12,5 Tonnen H₂ eingesetzt (Stand Okt. 2020)⁵, die über derzeit 86 Wasserstofftankstellen verteilt werden. Damit werden derzeit 951 Brennstoffzellen-Pkw, 49 Brennstoffzellen-Busse und ein Brennstoffzellen-Nutzfahrzeug in Deutschland versorgt⁶, weltweit waren dies Ende 2019 immerhin ca. 19.000.⁷ Im Vergleich zum industriellen Bedarf spielt Wasserstoff im Verkehrsbereich derzeit keine Rolle.

3 Szenarienanalyse

3.1 Sektoraler Wasserstoffbedarf

Für einen genaueren Überblick über den zukünftigen Wasserstoffbedarf in den einzelnen Sektoren wurde für Deutschland eine Szenarienanalyse durchgeführt. Im Rahmen der anhaltenden Klimadiskussion wurde deutlich, dass das untere Ende der Bandbreite der avisierten Treibhausgasminderung von -80 bis -85 % nicht ausreichend ist, um die durchschnittliche Erderwärmung auf unter 2 °C bzw. vorzugsweise auf 1,5 °C zu begrenzen, weshalb nachfolgend insbesondere Szenarien mit einer Minderung von mindestens 90/95 % herangezogen werden. Aus Gründen einer besseren Vergleichsbildung werden nachfolgend jedoch auch existierende Szenarien mit geringerem Ambitionsniveau dargestellt und kurz umrissen. Für die Analyse werden nur Studien herangezogen, deren Szenarien sektorspezifische Angaben zum künftigen Wasserstoffbedarf beinhalten.

⁵ H2 MOBILITY Deutschland, <https://h2.live/> (abgerufen am 12.11.2020)

⁶ NOW GmbH, <https://www.now-gmbh.de/> (abgerufen am 12.11.2020)

⁷ Jahresbericht 2019 des ZSW

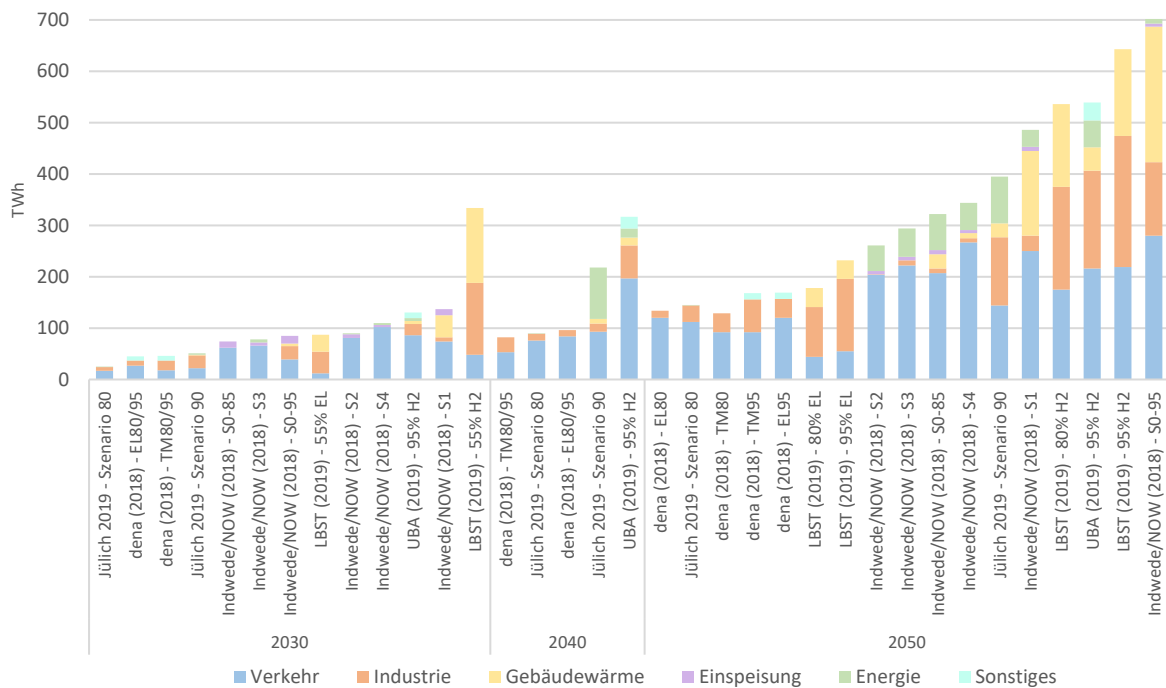
Tabelle 1 gibt nachfolgend einen Überblick über die betrachteten Studien, deren Szenarien sowie die jeweiligen Ambitionsniveaus. Auf diesen basierend gibt Abbildung 1 einen Überblick über den zukünftigen sektorspezifischen Wasserstoffbedarf in Deutschland. Die dargestellten Werte entsprechen hierbei dem Gesamtbedarf an Wasserstoff, unabhängig von dessen Herstellungsform und Herkunft. Entsprechende Studienannahmen hierzu werden im nachfolgenden Text näher ausgeführt.

Tabelle 1: Betrachtete Studien für den sektoralen Wasserstoffbedarf in Deutschland

Titel	Auftraggeber/ Ersteller, Jahr	Szenarien	Ambitionsniveau
Studie IndWEde - Industrialisierung der Wasserelektrolyse in Deutschland: Chancen und Herausforderungen für nachhaltigen Wasserstoff für Verkehr, Strom und Gebäudewärme.	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NOW), 2018	S0-85	85 % CO ₂ -Reduktion bis 2050
		S1	
		S2	
		S3	
		S4	
Wege für die Energiewende. Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050.	Forschungszentrum Jülich GmbH (Jülich), 2019	Szenario 80	80 % CO ₂ -Reduktion bis 2050
		Szenario 90	90 % CO ₂ -Reduktion bis 2050
Roadmap Gas für die Energiewende – Nachhaltiger Klimabeitrag des Gassektors.	Umweltbundesamt (UBA), 2019	95%-E-Methan	95 % THG-Reduktion bis 2050
		95%-H ₂	
Wasserstoffstudie Nordrhein-Westfalen.	Ludwig-Bölkow-Systemtechnik (LBST), 2019	55 % EL	55 % THG-Reduktion bis 2030
		55 % H ₂	
		80 % EL	80 % THG-Reduktion bis 2050
		80 % H ₂	
		95 % EL	
95 % H ₂	95 % THG-Reduktion bis 2050		
Leitstudie Integrierte Energiewende. Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050	Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2018	EL80	80 % THG-Reduktion
		TM80	
		EL95	95 % THG-Reduktion
		TM95	

Für den Wasserstoffbedarf im Jahr 2030 ergibt sich basierend auf der Szenarienauswertung eine Bandbreite zwischen 45 TWh (1,36 Mio. t H₂) und 334 TWh (10,1 Mio. t H₂), wobei lediglich bei einem der 14 Szenarien der prognostizierte Bedarf über 137 TWh (4,15 Mio. t H₂) liegt. Hinsichtlich der sektoralen Nutzung fallen starke Unterschiede zwischen den untersuchten Studien auf. Zahlreiche Studien sehen eine primäre Wasserstoffnutzung im Verkehrsbereich, wobei insbesondere in den Szenarien von Indwede (2018) sowie UBA (2019) Bedarfe von über 50 TWh (1,5 Mio. t H₂) gesehen werden. Insgesamt ergibt sich für den Verkehrssektor eine Bandbreite von 10 TWh (0,3 Mio. t H₂) bis 102 TWh (3,1 Mio. t H₂). Die Industrie ist gerade in den Szenarien von LBST (2019) ein wesentlicher Abnehmer von Wasserstoff, der hier insbesondere Anwendung als Brennstoff für die industrielle Prozesswärmeerzeugung findet. Die Bandbreite der industriellen Nutzung liegt in den Szenarien bei 0 bis 140 TWh (4,24 Mio. t H₂), wobei lediglich in den wenig ambitionierten Szenarien (S2-S4) der Indwede-Studie (2019) von keinem Bedarf ausgegangen wird. Ein Einsatz von Wasserstoff zur Wärmeerzeugung im Gebäudesektor wird insbesondere im ambitionierten Wasserstoffszenario von LBST (2019) sowie dem S1-Szenario von Indwede, welches eine frühzeitig deutliche Steigerung der Elektrolyse-Wirkungsgrade und damit verbunden einen frühen Markthochlauf im Bereich Elektrolyse unterstellt, als zentral gesehen. Die Bandbreite für den Einsatz im Gebäudebereich liegt insgesamt zwischen 0 und 146 TWh (4,42 Mio. t H₂). Im Vergleich zu den Sektoren Verkehr, Industrie und Gebäude wird in den Szenarien Wasserstoff nur zu einem kleinen Anteil ins Erdgasnetz eingespeist (0 – 15 TWh; 0 – 0,45 Mio. t H₂) oder im Energiesektor genutzt (0 – 6 TWh; 0 – 0,18 Mio. t H₂).

Für das Jahr 2040 liegen für drei der betrachteten Studien Angaben vor. Demnach bewegt sich der Gesamtwasserstoffbedarf zwischen 82 TWh (2,48 Mio. t H₂) und 317 TWh (9,6 Mio. t H₂). In allen Szenarien spielt hierbei der Einsatz im Verkehrssektor mit 53 TWh (1,6 Mio. t H₂) bis 93 TWh (2,82 Mio. t H₂) eine wesentliche Rolle. Der Einsatz im Industriesektor bewegt sich hingegen zwischen 12 TWh (0,36 Mio. t H₂) und 64 TWh (1,94 Mio. t H₂). Lediglich das 90% Szenario des FZ Jülich (2019) sieht mit 100 TWh (3,03 Mio. t H₂) im Energiesektor noch ein wesentliches Anwendungsfeld außerhalb der Sektoren Industrie und Verkehr.



Die Angaben von Jülich (2019) beziehen sich auf den Wasserstoffbedarf für die Sektorkopplung; Angaben von Dena (2018) ohne Wasserstoffbedarf in der Ammoniakherstellung der chemischen Industrie; Indwede/NOW (2018) nur direkte Wasserstoffnachfrage.

Abbildung 1: Szenarienübersicht über künftigen Wasserstoffbedarf in Deutschland nach Sektoren.

Die unterschiedlichen Ambitionsniveaus und Technologiefokussierungen der Szenarien spiegeln sich sehr deutlich in den jeweils prognostizierten Wasserstoffbedarfen für das Jahr 2050 wieder. Insgesamt ergibt sich hier eine sehr große Bandbreite zwischen 129 TWh (3,91 Mio. t H₂) und 706 TWh (21,4 Mio. t H₂). Der Einsatz im Verkehrssektor spielt hierbei in fast allen Szenarien eine wesentliche Rolle (44 TWh bis 280 TWh; 1,33 bis 8,48 Mio. t H₂). Ausnahme bilden die Studien EL80% und EL90% von LBST (2019), welche eine vornehmliche Elektrifizierung des Verkehrssektors unterstellen. Hinsichtlich des Einsatzes von Wasserstoff im Industriebereich gibt es zwischen den Szenarien deutliche Unterschiede. So wird dieser in den beiden EL-Szenarien von LBST (2019) primär als Grundstoff verwendet, wohingegen die beiden H₂-Szenarien neben dem Einsatz als Grundstoff auch eine wesentliche Nutzung als industrieller Brennstoff (46% - 70%) sehen. Auch das 90% Szenario des FZ Jülich (2019) sieht einen zentralen Einsatz sowohl als Grund- (insb. Stahlindustrie) als auch Brennstoff vor. Bei den meisten Szenarien aus Indwede (2019) ist der industrielle Einsatz kaum relevant. Lediglich die Szenarien S95 und S1

sehen einen vornehmlichen Einsatz im Bereich industrieller Prozesswärme. Eine wesentliche Wasserstoffnutzung im Gebäudesektor findet sich insbesondere in Szenarien mit starker Wasserstofffokussierung von LBST sowie den ambitionierten und technologiefokussierten Szenarien von Indwede (2019). Das Ausmaß der Wasserstoffnutzung im Energiesektor bewegt sich in den Szenarien zwischen 0 TWh und ca. 90 TWh (0 bis 2,73 Mio. t H₂).

3.2 Wasserstoffbedarf in der Industrie

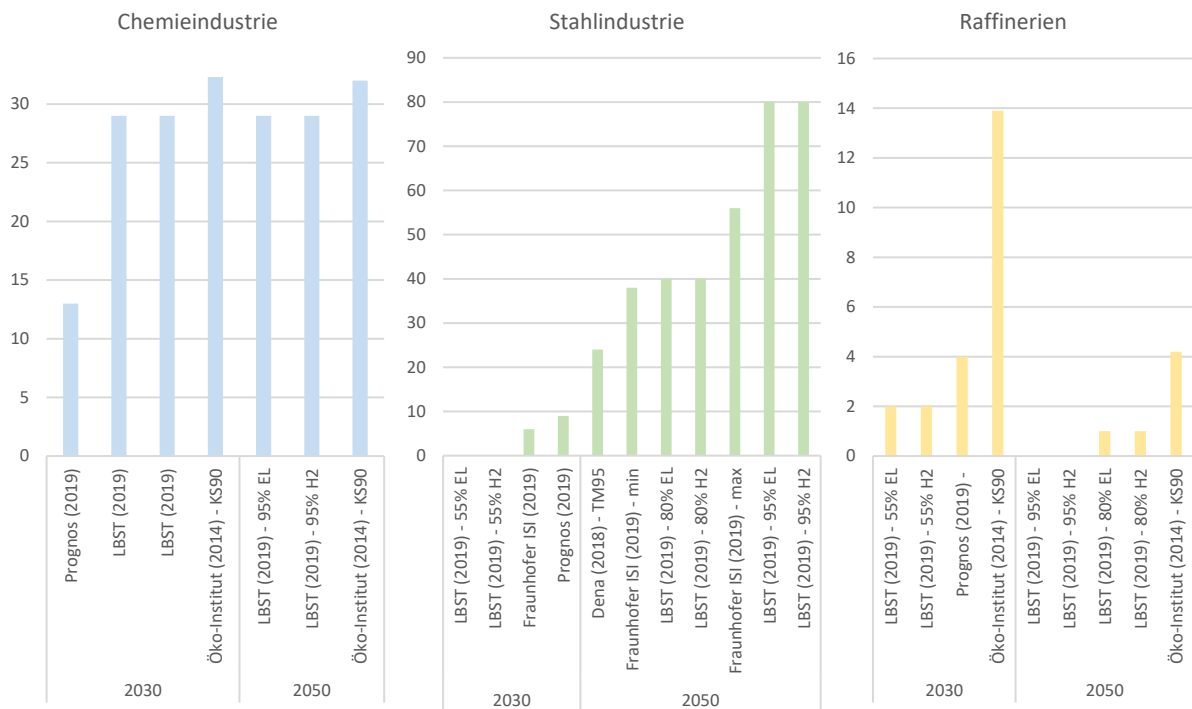
Nachfolgend soll ergänzend zur sektoralen Analyse auch eine Detailanalyse des Wasserstoffbedarfs im Industriesektor erfolgen. Mit Ausnahme der Studie von LBST (2019) und dena (2018) beinhalten die bisher aufgezeigten Studien keine Aufschlüsselung des Industriesektors, weshalb für dessen Untersuchung zusätzlich die in Tabelle 2 dargestellten Studien mit Industriefokus herangezogen wurden. Es sei hierbei darauf hingewiesen, dass den Studien teilweise kein konkretes Ambitionsniveau zur Treibhausgasreduktion zugeordnet werden kann und es somit zu Diskrepanzen zu den Industriebedarfen in Abbildung 1 kommt. Teile der Industrienachfrage in Abbildung 1 entfallen zudem auf die Nutzung von Wasserstoff als industrieller Brennstoff, welcher nachfolgend nicht detailliert betrachtet wird.

Tabelle 2: Zusätzlich betrachtete Studien für die Untersuchung des Industriesektors

Titel	Auftraggeber/ Ersteller, Jahr	Szenarien	Ambitionsniveau
Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland.	Fraunhofer ISI (2019)	Min	k.A.
		Max	
Klimaschutzszenario 2050.	Öko-Institut (2014)	KS 90	90 % THG-Reduktion bis 2050
Kosten und Transformationspfade für strombasierte Energieträger.	Prognos AG (2019), Auftraggeber: BMWi	-	95 % THG-Reduktion bis 2050

Abbildung 2 gibt einen Überblick über den prognostizierten Einsatz von Wasserstoff in verschiedenen Industriebereichen. In der Chemieindustrie kann hierbei für das Jahr 2030 eine Bandbreite der Wasserstoffnachfrage zwischen 29 und 32 TWh (0,88 bis 0,97 Mio. t H₂) identifiziert werden, wobei die Bandbreite der Elektrolysewasserstoffnutzung zwischen 2 und 11 TWh (0,06 bis 0,33 Mio. t H₂) liegt. Nach LBST (2019) und Öko-Institut (2014) bleibt die Wasserstoffnachfrage in der Grundstoffchemie bis 2050 in etwa konstant. Im Bereich der Stahlverarbeitung fällt die Bedarfssteigerung bis 2050 besonders deutlich aus. Entspricht die Nachfrage in 2030 im ambitioniertesten Szenario noch 9 TWh (0,27 Mio. t H₂), steigt der Bedarf in den ambitionierten Szenarien bis zum Jahr 2050, vor allem aufgrund einer zunehmenden Etablierung von Direktreduktionsverfahrens auf H₂-Basis, auf bis zu 80 TWh (2,42 Mio. t H₂). Hinsichtlich der Wasserstoffnutzung in Raffinerien ist ab 2030 eine rückläufige Entwicklung erkennbar. So ist der Wasserstoffbedarf zunächst noch im Bereich von 2 bis 13 TWh (0,06 – 0,39 Mio. t H₂) zu verorten und sinkt bis 2050 auf ein Maximum von 4,2 TWh (0,13 Mio. t H₂).

Insgesamt ergibt sich als Basis für die nachfolgenden Untersuchungen eine konstante mittlere Wasserstoffnachfrage der Chemieindustrie von ca. 30 TWh (0,91 Mio. t H₂) im Jahr 2030⁸ und im Jahr 2050. Von Raffinerien werden im Jahr 2030 durchschnittlich 6 TWh (0,18 Mio. t H₂) sowie 1 TWh (0,03 Mio. t H₂) im Jahr 2050 nachgefragt. Der mittlere Bedarf in der Stahlindustrie steigt von 3 TWh (0,09 Mio. t H₂) im Jahr 2030 auf 51 TWh (1,55 Mio. t H₂) im Jahr 2050.



Prognos (2019) bezieht sich bei seiner Angabe zur Chemieindustrie ausschließlich auf die Ammoniakherzeugung; Nach LBST (2019) liegt der heutige Wasserstoffbedarf bei der Ammoniak- und Methanolerzeugung bei ca. 20,1 TWh (bzw. ca. 29 TWh zzgl. der sonstigen chemischen Industrie) wobei in der Studie von einem zukünftig konstanten Bedarf ausgegangen wird; Die Angabe des Öko-Institut (2014) zur Chemieindustrie setzt sich aus den Bedarfen für Ammoniak- und Methanolerzeugung zusammen; Zum zukünftigen Wasserstoffeinsatz im Industriebereich Petrochemie konnten in den herangezogenen Studien keine konkreten Angaben identifiziert werden. Im Falle einer vollständigen Umstellung auf methanolbasierte Verfahren könnte die Herstellung von Olefinen und Aromaten nach LBST (2019) jedoch eine immense zusätzliche Wasserstoffnachfrage nach sich ziehen.

Abbildung 2: Szenarienübersicht über die künftige Wasserstoffnachfrage im Industriesektor (Grundstoff) in TWh

3.3 Herstellungsformen in den Szenarien

Abbildung 3 gibt nachfolgend einen Überblick über die unterstellte Herstellungsform des Wasserstoffs der in Abschnitt 3.1 betrachteten Studien, sofern entsprechende Angaben vorlagen. Für importierten Wasserstoff lagen in den Studien i.d.R. keine Angaben zu dessen Herstellung (bspw. ob es sich um grünen Wasserstoff handelt) vor, weshalb der Anteil des importierten Wasserstoffs in der Abbildung lediglich als ‚Import‘ angeführt wird. Insgesamt wird in allen betrachteten Studien von einem zunehmend hohen Anteil grünen Wasserstoffs ausgegangen. So wird in den Szenarien von LBST (2018) eine überwiegende Bereitstellung von Elektrolyse-Wasserstoff zur Nachfragedeckung unterstellt, so dass Wasserstoff aus Erdgas-Dampfreformierung in 2030 für Deutschland nur noch 13 TWh/a (0,39 Mio. t H₂) ausmacht und bis 2050 vollständig ersetzt wird. Auch Indwede (2018) geht bereits für 2030 von

⁸ Die Werte von Prognos (2019) werden hier aus den in Abbildung 2 aufgezeigten Gründen nicht in die Durchschnittsbildung einbezogen.

einem großen Anteil an Elektrolyse-Wasserstoff aus, welcher im Inland produziert wird und je nach Szenario zwischen ca. 60% (S0-85) und 98% (S1) liegt. Eine Ausnahme stellt hier das Szenario S0-95 dar, bei welchem knapp 69% des Wasserstoffs importiert und lediglich 5% inländisch via Elektrolyse erzeugt werden. Der Anteil von Wasserstoff aus biogenen Quellen liegt 2030 je nach Szenario bei bis zu 35%. Der Anteil an Dampfreformierung liegt bei bis zu 47%, spielt allerdings in den meisten Szenarien bereits im Jahr 2030 eine eher untergeordnete Rolle.

Bis 2050 wird in den Szenarien ein zunehmender Rückgang des biogenen Wasserstoffs auf 0 bis 42 TWh (0% - 15%) und eine gleichzeitige Zunahme des Anteils an Elektrolyse-Wasserstoff (84% – 96%) angenommen. Auch in Szenario S0-95 kommt es bis 2050 zu einer erhöhten inländischen Produktion via Elektrolyse (33%) bei gleichzeitig leichten Importrückgängen (nun ca. 63%). In der Studie des FZ Jülich (2019) liegen genauere Angaben zur Herstellungsart und Herkunft des Wasserstoffs lediglich für das Jahr 2050 vor. Demnach dominiert im 80%-Szenario der Anteil an mittels Erdgasreformierung erzeugten Wasserstoffs mit ca. 60% die elektrolysebasierte Bereitstellung mit ca. 40%, wohingegen im 95%-Szenario ca. 55% des Bedarfs mit Importen aus Europa gedeckt und der Rest über Elektrolyse im Inland bereitgestellt werden kann. Die inländische Wasserstoffproduktion wird hierbei als international zumindest teilweise wettbewerbsfähig gesehen. In den Szenarien von Dena (2018) wird ab 2040 von einer nahezu ausschließlichen Nutzung von Elektrolyse-Wasserstoff ausgegangen, der zum größten Teil im Inland erzeugt wird. Auch die Bedarfe in UBA (2019) werden durch eine regionale inländische Produktion gedeckt. Im Jahr 2030 ist der Anteil an fossilem Wasserstoff, welcher primär im Verkehrsbereich eingesetzt wird, mit ca. 47% noch recht hoch, sinkt aber im Jahr 2040 deutlich ab (ca. 21%) und wird schließlich 2050 vollständig durch Elektrolysewasserstoff ersetzt.



Abbildung 3. Übersicht über Herstellungsform und Herkunft des Wasserstoffs in den betrachteten Szenarien

4 Analyse potenzieller Absatzmärkte für „grünen“ Wasserstoff

In diesem Kapitel sollen mögliche zukünftige Wasserstoffabsatzmengen herausgearbeitet werden. Es sollen dadurch Abschätzungen möglich sein, welches Niveau Wasserstoffpreise in den unterschiedlichen Sektoren erreichen dürfen, um bestimmte Potenziale realisieren zu können. Hierzu werden die bestehenden Marktpreise in den verschiedenen Sektoren, welche bereits Wasserstoff verwenden oder die substituierbare Teile ihres Energie-, Roh- oder Hilfsstoffbedarfs sinnvoll durch Wasserstoff decken könnten (siehe Abbildung 4), aufgezeigt. Ebenfalls wird der mittlere prognostizierte Wasserstoffbedarf pro Sektor, der aus der Szenarienanalyse (s. o.) extrahiert wurde, betrachtet.

Daneben wurden zukünftige Wasserstoffpreisentwicklungen, sowohl für importierten, als auch für im Inland produzierten Wasserstoff, recherchiert. Vier Szenarien aus drei unterschiedlichen Quellen (Greenpeace, Agora, Prognos; siehe 4.4, Tabelle 3) konnten hierfür ausgewertet werden. Die Gegenüberstellung der derzeitigen Marktpreise unterschiedlicher Energieträger in den genannten Sektoren und der zukünftig zu erwartenden Wasserstoffpreise ermöglicht die Quantifizierung von Absatzpotenzialen für grünen Wasserstoff. Wird also die Höhe der Marktpreise durch den Wasserstoffpreis im Jahr 2030 oder 2050 unterschritten, wird der Wasserstoffbedarf aus Abbildung 4 als Absatzpotenzial in den Abbildungen

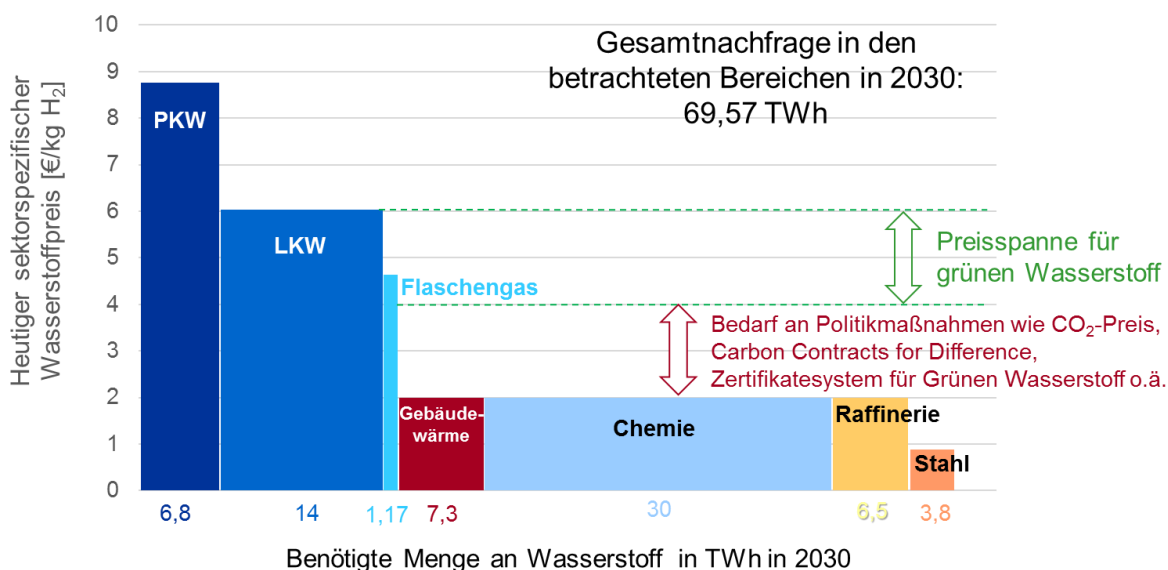


Abbildung Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. angenommen.

4.1 Wasserstoffabsatzpotenzial

Als potenzielle Absatzmärkte für grünen Wasserstoff werden in Studien, Szenarien und Roadmaps vorrangig die Sektoren Industrie, Verkehr und Wärmebereitstellung diskutiert (siehe Kapitel 3). Entsprechend wurden diese Sektoren in die Ermittlung des Wasserstoffabsatzpotenzials einbezogen. Für den Verkehr wurde neben der Gesamtdarstellung auch eine zusätzliche Aufteilung in Pkw und Lkw vorgenommen. Der Wärmebereich enthält auch den Gebäudesektor. Die Industrie wird durch die Chemieindustrie, die Stahlindustrie, die Raffinerien und den Bereich für Flaschengase repräsentiert, da für

zusätzliche und detailliertere Analysen die Datenbasis fehlt. Die gewählten Sektoren verwenden bereits Wasserstoff (Chemieindustrie, Raffinerien, teilweise Verkehr) oder weisen Eigenschaften auf, die eine zukünftige Wasserstoffnutzung nicht nur möglich, sondern wahrscheinlich macht. Fahrzeuge können durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs und den Einsatz von Brennstoffzellen mit Wasserstoff betrieben werden. Parallel dazu besteht gerade im Verkehrssektor ein relativ hoher Marktpreis, wodurch sich der Einsatz von Wasserstoff bereits früh rechnen könnte. Im Gebäudewärmebereich besteht ein hoher Brennstoffbedarf, der nur teilweise durch erneuerbare Energieträger CO₂-neutral gedeckt werden könnte. Zudem besteht die Möglichkeit durch Brennstoffzellen-BHKWs Gebäude sowohl mit Wärme als auch mit Strom zu versorgen. Durch eine Beimischung von Wasserstoff ins öffentliche Erdgasnetz könnten auch in herkömmlichen Gasheizungen und mit Erdgas betriebenen Warmwasserspeichern Emissionen verringert werden. Im Industriesektor könnten vor allem bei der Stahlherstellung durch den Ersatz von Koks und Erdgas durch Wasserstoff als Reduktionsmittel CO₂-Emissionen zukünftig nahezu vollständig vermieden werden, weshalb dies auch als eine der Schlüsseltechnologien für die klimaneutrale Produktion in der Industrie erachtet wird. Der Bereich der Flaschengase weist zwar einen eher geringen Bedarf auf, dafür jedoch einen relativ hohen Marktpreis.

Für die genannten Sektoren wurden die aktuellen Preise anhand von Preisstatistiken (Verkehrsbereich) und Literaturrecherchen ermittelt, welche zunächst auf Euro pro Kilowattstunde (€/kWh) vereinheitlicht und in einen potenziellen Wasserstoffpreis in Euro pro Kilogramm (€/kg) umgerechnet wurden.

4.2 Energie- und Kraftstoffpreise

Bei den Benzin- und Dieselpreisen wurden einerseits die vom Statistischen Bundesamt, dem Mineralwirtschaftsverband Deutschland und dem Energie Informationsdienst ausgewiesenen Endverbraucherpreise der letzten 13 Monate gemittelt. Zusätzlich wurde der gemittelte Bezugspreis für Tankstellenbetreiber (ohne Endverbrauchersteuern/ -abgaben und Händlermarge) nach Angaben der Deutschen AVIA Mineralöl-GmbH⁹ betrachtet. Für den Gebäudewärmesektor wurde der aktuelle Erdgaspreis als Referenzwert verwendet, da eine teilweise Substitution des Erdgases im Gasnetz durch Wasserstoff möglich ist. Derzeit liegt der Grenzwert bei 1 – 10 Vol. %, zukünftig soll dieser jedoch auf bis zu 20 Vol. % ausgeweitet werden.¹⁰ Ebenso wird der Aufbau einer reinen Wasserstoffinfrastruktur diskutiert. Dies wird jedoch mit erheblichen Investitionen und langen Realisierungszeiten verbunden sein, weshalb nicht von einer kurzfristigen Verfügbarkeit auszugehen ist. Für die Chemieindustrie und die Raffinerien wurde der Wasserstoffpreis aus Dampfreformierung angenommen, der sich wiederum aus dem Erdgaspreis zuzüglich weiterer Betriebskosten zusammensetzt. In der Stahlindustrie wird Wasserstoff aktuell nicht als Reduktionsmittel eingesetzt. Ein Vergleich mit derzeitigen Energiepreisen erscheint nicht zielführend, da der Gesamtprozess umgestellt werden muss. Um dennoch einen Referenzwert zu generieren, wird der für diese Branche vergünstigte Erdgaspreis angesetzt. Dampfreformierung aus Erdgas wäre entsprechend die konkurrierende Wasserstoffquelle.

⁹ Siehe unter <https://www.avia.de/avia-tanken/tankstellen/benzinpreise.html> (abgerufen am 12.11.2020)

¹⁰ Deutscher Bundestag, <https://www.bundestag.de/resource/blob/646488/a89bbd41acf3b90f8a5fbfbc8616df4/WD-8-066-19-pdf-data.pdf> (abgerufen am 12.11.2020)

4.3 Wasserstoffbedarfe

Die Wasserstoffbedarfe wurden über die Szenarienanalyse (siehe Abschnitt 3) ermittelt. Da die Ermittlung zukünftiger Absatzmärkte für grünen Wasserstoff aus Elektrolyse im Vordergrund der Untersuchungen steht, wurden die Bedarfswerte für 2030 und 2050 herangezogen. Diese sind in der nachfolgenden Darstellung in orange ausgewiesen (dunkles Orange = 2030, helles Orange = 2050; rechte y-Achse). Die derzeit gängigen Marktpreise umgerechnet in €/kg Wasserstoff sind in blau abgebildet (linke y-Achse). Dabei wurde der Verkehrssektor sowohl aus dem Blickwinkel der Endverbraucher („Was kostet das Tanken an der Zapfsäule?“) als auch aus dem Blickwinkel der Tankstellenbetreiber („Zu welchem Preis bezieht der Tankstellenbetreiber?“) betrachtet, was zu unterschiedlichen Preisen bei derselben Nachfrage führt. Ebenfalls wurden für diese Darstellung im Verkehrssektor die Kategorien Pkw und Lkw jeweils zusammengefasst. Der Preis ist hierbei jedoch nicht genau der Durchschnitt, da im Pkw-Preis Benzin und Diesel zusammengefasst sind. Für Flaschengas wurde der aktuelle Bedarf beibehalten, da hier keine Prognosen zu finden sind und der Bedarf in den letzten Jahren auf ähnlichem Niveau verharrte.

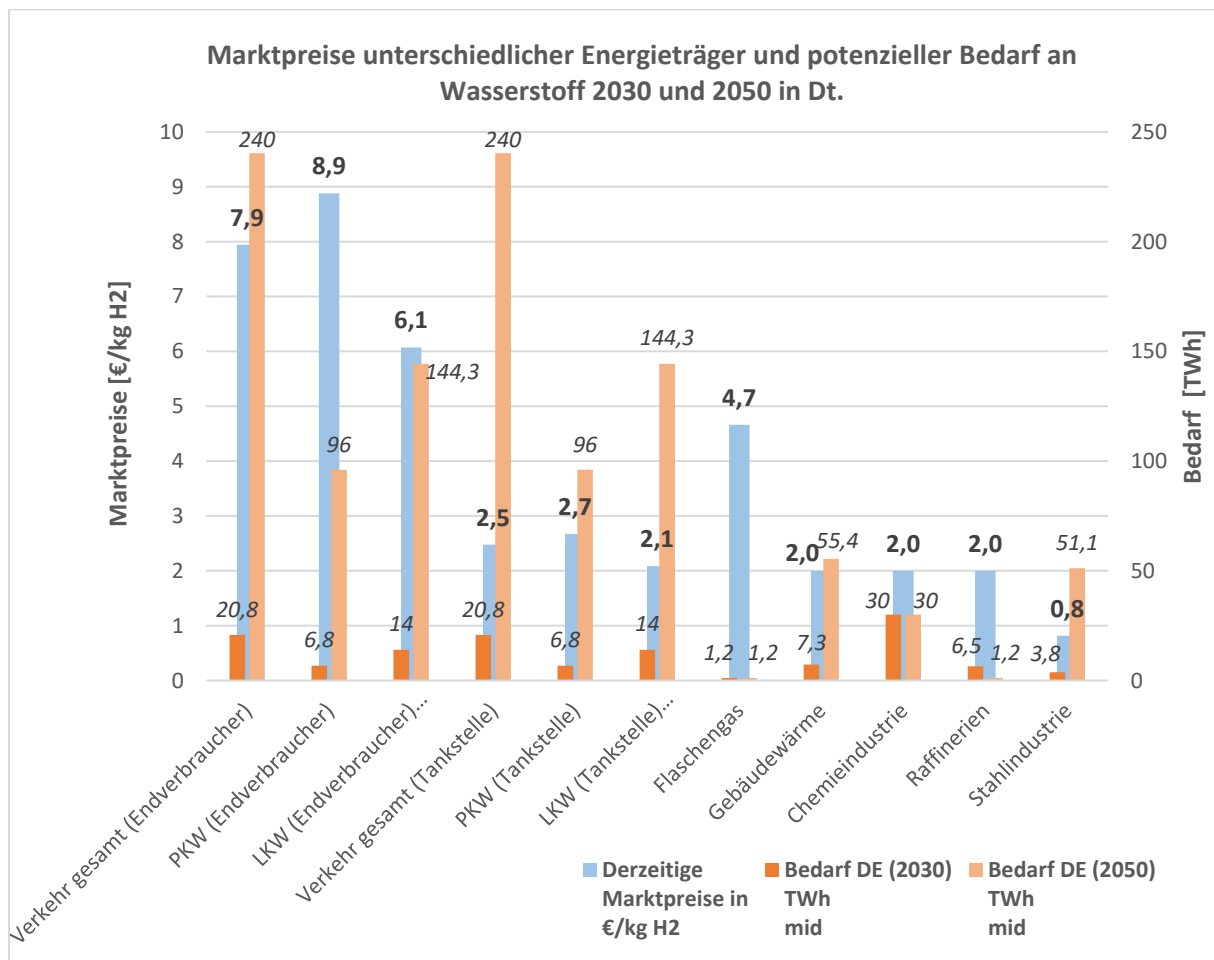


Abbildung 4: Aktuelle Marktpreise und potenzielle Wasserstoffbedarfe. Eigene Darstellung und teilweise eigene Berechnungen nach Preisdaten von Dena, Roland Berger, Statistisches Bundesamt, Mineralölwirtschaftsverband Deutschland e.V., Energie Informationsdienst, Deutsche AVIA Mineralöl-GmbH, AG-RAR PLUS GmbH; Quellen für Bedarfe aus Szenarien s. Abbildung 1 (Gebäudewärme ohne Ausreißer LBST 55% H₂) und Abbildung 2 (ohne Agora, Begründung s.o.)

Stellt man die erhobenen Daten als eine Art Kostenpotenzialkurve dar – hier wurde für den Verkehrssektor zur Vereinfachung nur die Endverbrauchersicht dargestellt – erhält man für 2030 das in Abbildung 5 gezeigte Bild.

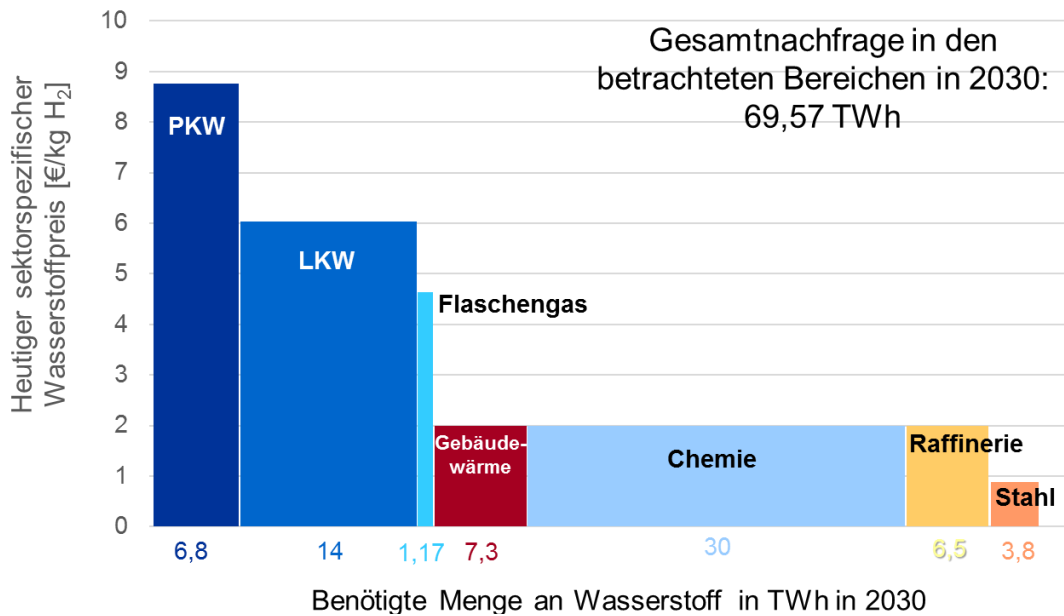


Abbildung 5: Kostenpotenzialkurve für Wasserstoffanwendungen im Jahr 2030. Eigene Darstellung auf Basis der Angaben in Abbildung 4.

Der Wasserstoffbedarf steigt bis 2030 auf rund 70 TWh (2,12 Mio. t H₂). Den höchsten Bedarf weist die Chemieindustrie auf, gefolgt vom Lkw-Segment, dem Gebäudewärmesektor, dem PKW-Segment und den Raffinerien.

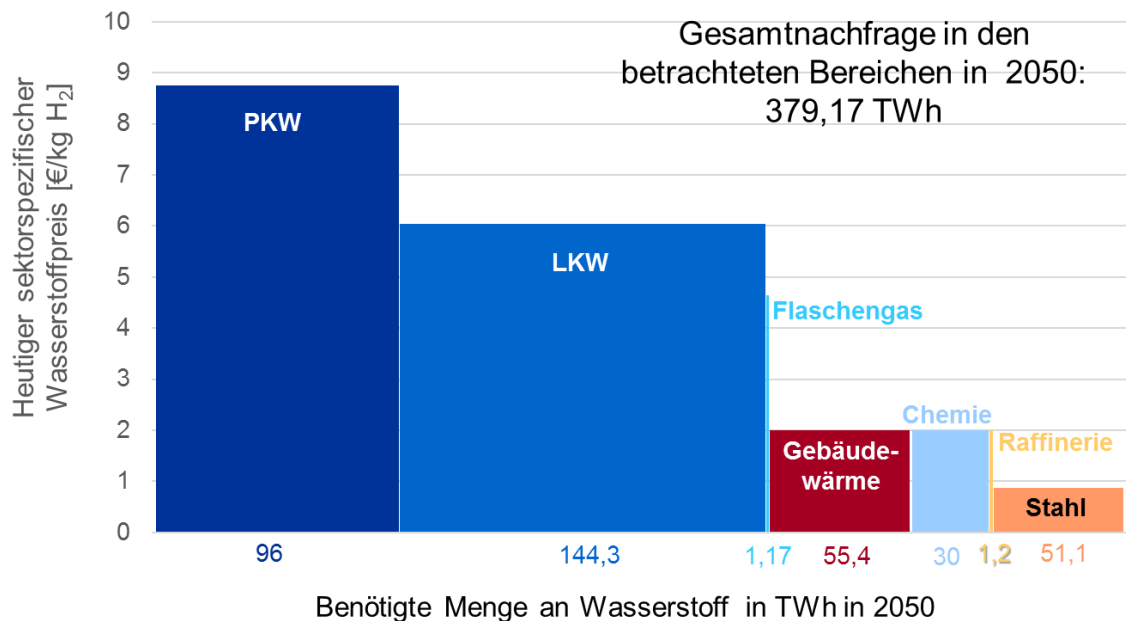


Abbildung 6: Kostenpotenzialkurve für Wasserstoffanwendungen im Jahr 2050. Eigene Darstellung auf Basis der Angaben in Abbildung 4.

Wie Abbildung 6 zeigt, steigt bis 2050 die Wasserstoffnachfrage deutlich auf jährlich knapp 380 TWh (11,5 Mio. t H₂) an. Der dominierende Nachfragesektor ist im Jahr 2050 der Verkehrssektor, wobei das Lkw-Segment der größte Einzelnachfrager wird, gefolgt vom Pkw-Segment und der Gebäudewärmebereitstellung noch vor der Stahlindustrie und der Chemieindustrie. Basierend auf den heutigen Endverbraucherpreisen, weist der Verkehrsbereich die höchsten Marktpreise auf und ist deshalb auf der linken Seite angesiedelt. Die Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt näher erläutert.

4.4 Herstellungskosten und Importpreise

Um Rückschlüsse auf Steuerungsbedarf auf politischer Ebene ziehen zu können, werden die im vorangegangenen Abschnitt dargestellten Marktpreise mit zukünftigen Herstellungskosten und Importpreisen von Wasserstoff verglichen.

Die Kostenentwicklungspfade stammen aus drei unterschiedlichen Quellen und insgesamt vier Szenarien. Die Annahmen und Hintergründe der Szenarien werden in der nachfolgenden Tabelle kurz skizziert.

Tabelle 3: Hintergründe zu den für zukünftige Preise grünen Wasserstoffs verwendeten Szenarien

Quelle	Szenario	Annahmen/ Grundlagen	Prognostizierte H ₂ -Preise/-Kosten
Greenpeace – Kurzstudie Blauer Wasserstoff (2020)	Grüner Wasserstoff (Trend) – Inländischer Wasserstoffpreis. Zur Preisfindung wurden, ähnlich wie in einer Metastudie, unterschiedliche Quellen ausgewertet: IEA, IRENA, Agora Energiewende, DNV, Energy Brainpool, Gigger/Weeda, Pöyry, Navigant	Dieses Szenario geht von den Annahmen der Berater von Agora Energiewende aus. Diese seien „[...] etwas pessimistischer als die internationalen Organisationen. Sie sehen die Kosten für Grünen Wasserstoff, der in Deutschland produziert wird, im Jahr 2030 immer noch bei rund 4,0 €/kgH ₂ , was deutlich über den aktuellen Kosten der SMR-Verfahren liegt (1,8 €/kgH ₂). Bis 2050 können die Kosten dann auf 2,8 €/kgH ₂ fallen. Die Annahmen sind hier Investitionskosten der Elektrolyseure von 500 €/kW (2030) und 250 €/kW (2050), 3.000 Volllaststunden pro Jahr und Windstromkosten von 60 €/MWh im Jahr 2030 und 50 €/MWh im Jahr 2050.“	2030: 4 €/kg 2050: 3 €/kg
Greenpeace – Kurzstudie Blauer Wasserstoff (2020)	Grüner Wasserstoff (Preissturz Elektrolyseure) – Inländischer Wasserstoffpreis. Zur Preisfindung wurden, ähnlich wie in einer Metastudie, unterschiedliche Quellen ausgewertet: IEA, IRENA, Agora Energiewende, DNV, Energy Brainpool, Gigger/Weeda, Pöyry, Navigant	„Sollten in Europa die Preise für Elektrolyseure bis 2030 von derzeit 500-1500 €/kW auf 200 €/kW sinken, wären konkurrenzfähige Preise für Grünen Wasserstoff ab 2030 möglich. Niedrige Anlagenpreise ermöglichen den kostendeckenden Betrieb selbst bei geringer Auslastung. Die Betreiber könnten die Produktion dann auf die Zeiten mit hohem Stromdarangebot, also geringen Stromkosten, beschränken.“ „Bis zum Jahr 2050 sind die Investitionskosten für Elektrolyseure und die Stromkosten dann aber so stark gefallen, dass Grüner Wasserstoff in den meisten Fällen kostengünstiger hergestellt werden kann als Blauer Wasserstoff.“	2030: 3 €/kg 2050: 2 €/kg
Agora – Klimaneutrale Industrie – Ausführliche Darstellung der Schlüsseltechnologien für die Branchen Stahl, Chemie und Zement (2019)	Unterer Wert der Bereitstellungskosten von importiertem Wasserstoff	„Zugrunde liegen hier ebenfalls (wie bei der heimischen Erzeugung) Investitionskosten der Elektrolyseure in Höhe von 500 €/kW (2030) beziehungsweise 250 €/kW (2050). Aufgrund des stetigeren und günstiger zu erschließenden Potenzials Erneuerbarer Energien in den potenziellen Erzeugungsregionen gehen wir im Falle des Imports – und jeweils basierend auf Fasihi et al. (2016) – von 6.000 Volllaststunden und Strombezugskosten von 25 €/MWh aus (sehr gute Standorte für die kombinierte Stromerzeugung aus Windenergie- und PV-Anlagen). Zudem werden Transportkosten (inklusive Umwandlung und Rückwandlung für den Schifftransport) in Höhe von rund 1,35 €/kg angesetzt. Dies entspricht 4 €-ct/kWh. Ein Kostenniveau in dieser Größenordnung könnte laut IEA (2019) realisiert werden, wenn der Wasserstoff für den Transport in Ammoniak umgewandelt wird. Für die Verteilung des Wasserstoffs werden im optimistischen Fall 1,1 €-ct/kWh angesetzt.“	2030: 3,30 €/kg 2050: 2,90 €/kg

Prognos	Kosten Wasserstoff (PtG), „MENA“ – Bereitstellungskosten von importiertem Wasserstoff.	Vortragsfolien von Prognos, welche vom Bundestag für die Dokumentation „Kosten der Produktion von grünem Wasserstoff“ verwendet wurden. Keine weiteren Hintergründe zum Szenario angegeben. s. o.g. Dokumentation unter https://www.bundestag.de/resource/blob/691748/01a954b2b2d7c70259b19662ae37a575/WD-5-029-20-pdf-data.pdf	2030: 5,99 €/kg 2050: 4,66 €/kg
---------	--	--	------------------------------------

Bei den Inlandspreisen handelt es sich um Herstellungskosten (bzw. Gesteungskosten), bei den Importpreisen um Herstellungskosten plus Transportkosten bis Deutschland, so dass die beiden Werte miteinander vergleichbar sind. Nachfolgend werden im Verkehrsbereich jedoch Endverbraucherpreise für Benzin und Diesel verwendet, wie in Abschnitt 4.3 Wasserstoffbedarfe erläutert. Diese enthalten unterschiedliche Steuern und Abgaben. Eine direkte Vergleichbarkeit mit den Wasserstoffherstellungskosten (bei Import inkl. Transport) wäre daher nur gegeben, wenn der Wasserstoff steuer- und abgabenbefreit bleiben würde und auch die restlichen Kosten (Transport innerhalb Deutschlands, Speicherung, etc.) bei nahezu Null blieben. Es soll daher in diesem Falle weniger ein reeller Vergleich gezogen werden, sondern dargestellt werden, welches Potenzial prinzipiell bzw. rein theoretisch möglich wäre.

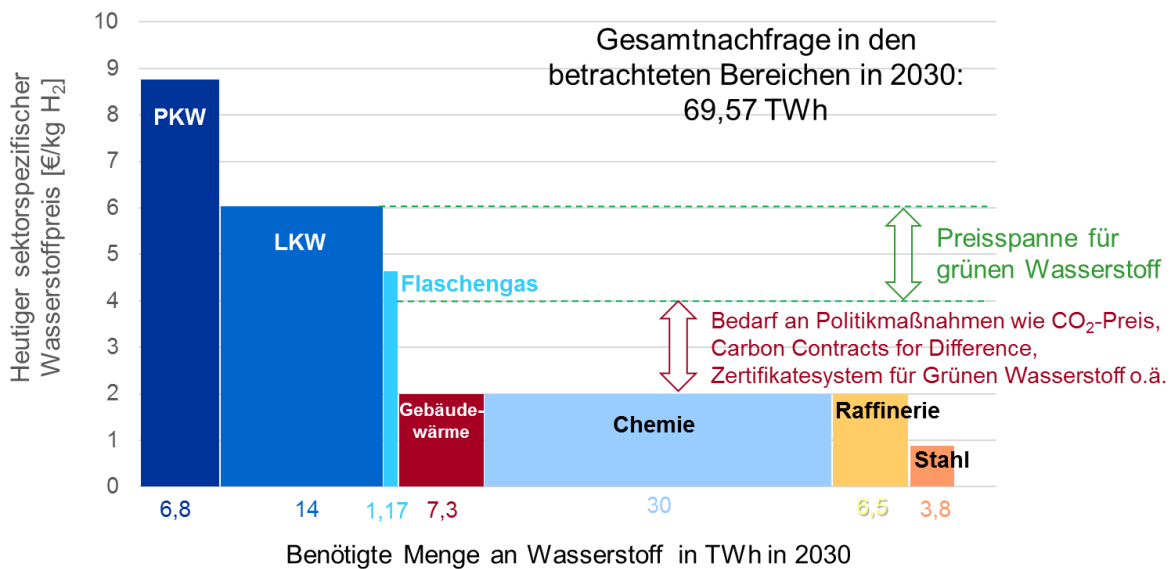


Abbildung 7: Herstellungs- und Importkosten aus den betrachteten Quellen/Szenarien (s. Tabelle 3) verglichen mit dem in Abbildung 5 identifizierten Potenzial für 2030. Für den Verkehrssektor wurden hier die Endverbraucherpreise verwendet.

Wie die obige Abbildung zeigt, kann bei einem Preis für grünen Wasserstoff zwischen 4 €/kg und 6 €/kg im Jahr 2030 eine Nachfrage von 20,8 TWh bis 22 TWh bedient werden. Die verbleibenden rd. 47,6 TWh würden zumindest unter heutigen Randbedingungen und bei den heutigen Marktpreisen nicht über grünen Wasserstoff bedient werden können, weil die Kostenvorgaben nicht erreicht werden. Lediglich die Nachfrage im Verkehrssektor bildet eine Ausnahme. Hier gilt es zu beachten, dass der heutige Wasserstoffpreis, der an der Tankstelle zu bezahlen ist, ein regulierter, gesetzlich vorgegebener Preis ist. Wird dies beibehalten, bedarf es diesbezüglich keiner weiteren politischen Interventionen, damit sich dieser Markt entwickeln kann. Hier bedarf es eher zusätzlicher Aktivitäten bezüglich der Entwicklung eines adäquaten Fahrzeugangebots. Damit die anderen Nachfragesegmente bis zum Jahr 2030 mit grünem Wasserstoff erschlossen werden können, sind Politikmaßnahmen erforderlich, die

die Mehrkosten für grünen Wasserstoff gegenüber der fossilen Konkurrenz kompensieren (z. B. CO₂-Preis für fossile Energieträger, Carbon Contracts for Difference) oder dessen Einsatz vorschreiben (z. B. Mindestquote für grünen Wasserstoff). Die größte Herausforderung liegt hierbei in der Stahlerzeugung, weil die erforderlichen Prozessumstellungen erhebliche Neuinvestitionen bedingen, die nur erfolgen werden, wenn für die Unternehmen kein Absatzrisiko für das entsprechend teurere Produkt entsteht. Für Baden-Württemberg ist dies jedoch kein akutes Handlungsfeld, da die in Baden-Württemberg ansässige Stahlerzeugung nach dem Elektrostahlverfahren arbeitet.

Bis zum Jahr 2050 wird in den Szenarien von deutlich sinkenden Preisen für grünen Wasserstoff ausgegangen. Wenn grüner Wasserstoff für 2 €/kg zur Verfügung steht, kann die Nachfrage nahezu vollständig gedeckt werden. Lediglich in der Stahlindustrie entspräche dies noch nicht dem Kostenniveau der derzeitigen Energieversorgung (Abbildung 8). Hier kann bis 2050 allerdings davon ausgegangen werden, dass in einem klimaneutralen Wirtschaftssystem innerhalb Europas und potenziell auch global die Mehrkosten über höhere Produktkosten gedeckt werden können.

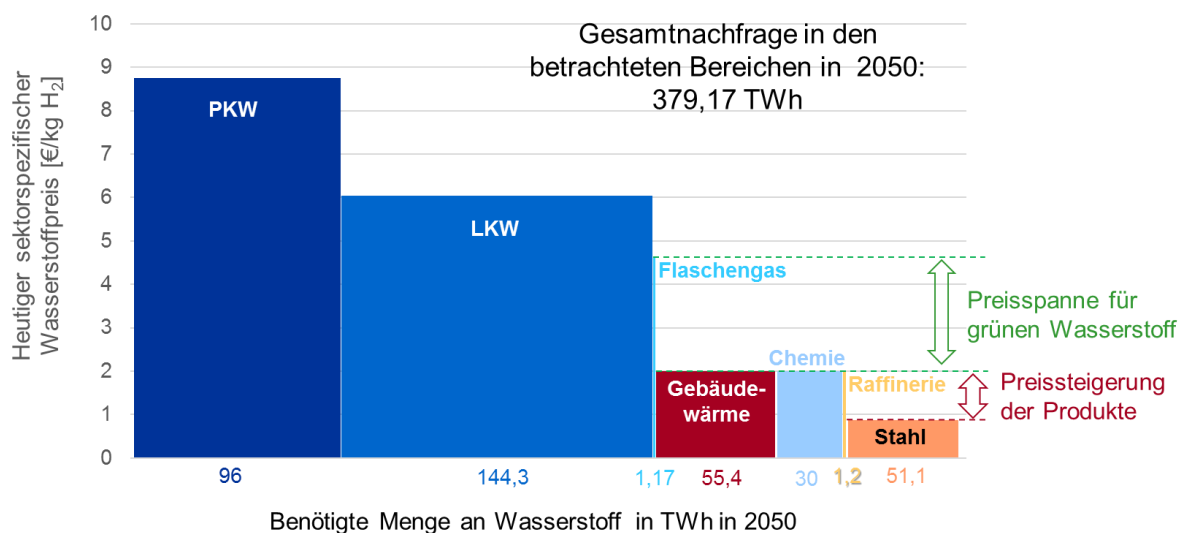


Abbildung 8: Herstellungs- und Importkosten aus vier unterschiedlichen Quellen/ Szenarien (s. Tabelle 3) verglichen mit dem in Abbildung 6 identifizierten Potenzial für 2050. Für den Verkehrssektor wurden hier die Endverbraucherpreise verwendet.

Für eine adäquate Marktentwicklung insbesondere bis zum Jahr 2030 ist eine rasche Kostensenkung für die Produktion von grünem Wasserstoff ebenso entscheidend, wie flankierende politische Maßnahmen zur Schließung der Kostenlücke zu den fossilen Alternativen. Auf europäischer Ebene wurde am 21. April 2021 ein ambitionierteres Klimaschutzziel für das Jahr 2030 beschlossen, um überhaupt erst die Voraussetzung für ein klimaneutrales Europa bis zum Jahr 2050 zu schaffen. Dabei geht es um eine Anhebung des Klimaschutzziels von -40 % ggü. 1990 auf -55 % ggü. 1990 bis zum Jahr 2030. Dies muss über eine Anpassung des gesetzlichen Rahmens der EU unterstützt werden, was bereits bis Juni 2021 angestrebt wird. Dies wird wiederum Auswirkungen auf das Klimaschutzziel für Deutschland bis zum Jahr 2030 ebenso wie auf die zu ergreifenden Maßnahmen haben. Hier erscheint es zwingend aktiv die Weichen für die Markteinführung und den raschen Markthochlauf von grünem Wasserstoff

zu stellen. Das Projekt „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ kann über die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten einen wichtigen Beitrag zur Kostensenkung für Elektrolysesysteme leisten und damit die Marktdurchdringung beschleunigen helfen. Eine Flankierung über die politische Rahmensetzung ersetzt dies jedoch nicht.