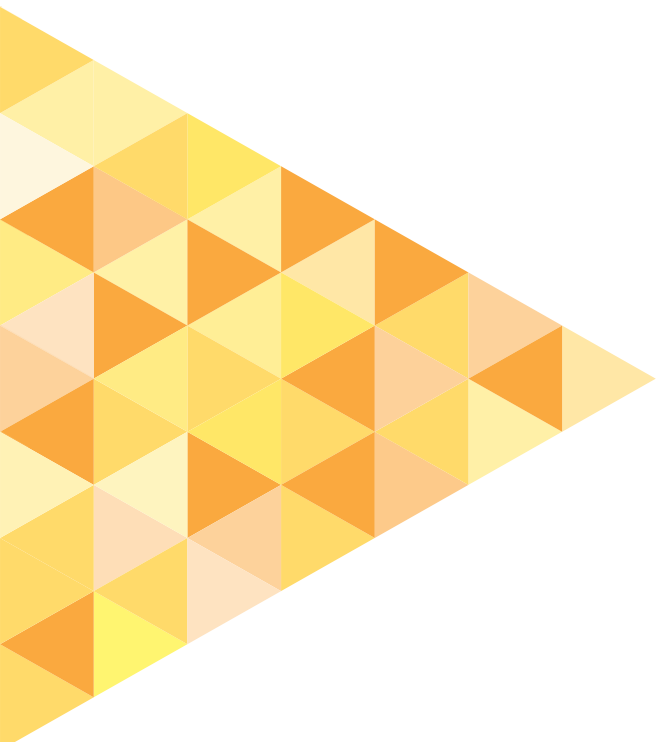


Anke Mönnig | Linus Ronsiek | Lisa Becker | Stefanie Steeg

# Wasserstoffbasierte Transformation und die Auswirkungen auf den Importbedarf Deutschlands



BIBB Discussion Paper

Ein Gemeinschaftsprojekt von



Zitiervorschlag:

Mönnig, Anke; Ronsiek, Linus; Becker, Lisa; Steeg, Stefanie:  
Wasserstoffbasierte Transformation und die Auswirkungen  
auf den Importbedarf Deutschlands. Version 1.0 Bonn, 2022.  
Online: [https://res.bibb.de/vet-repository\\_780209](https://res.bibb.de/vet-repository_780209)



© Bundesinstitut für Berufsbildung, 2022

Version 1.0  
Mai 2022

**Herausgeber**

Bundesinstitut für Berufsbildung  
Robert-Schuman-Platz 3  
53175 Bonn  
Internet: [www.vet-repository.info](http://www.vet-repository.info)  
E-Mail: [repository@bibb.de](mailto:repository@bibb.de)

**CC Lizenz**

Der Inhalt dieses Werkes steht unter Creative-Commons-Lizenz  
(Lizenztyp: Namensnennung – Keine kommerzielle Nutzung –  
Keine Bearbeitung – 4.0 International).

Weitere Informationen finden sie im Internet auf unserer  
Creative-Commons-Infoseite

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Diese Netzpublikation wurde bei der Deutschen  
Nationalbibliothek angemeldet und archiviert:  
urn:nbn:de:0035-vetrepository-780209-1

---

## **Wasserstoffbasierte Transformation und die Auswirkungen auf den Importbedarf Deutschlands**

Anke Mönning<sup>1</sup>, Linus Ronsiek<sup>1</sup>, Lisa Becker<sup>1</sup>, Stefanie Steeg<sup>2</sup>

---

### **Abstract:**

Der Energiesektor in Deutschland basiert aktuell zu einem erheblichen Anteil auf fossilen Energieträgern. Um das 1,5-Grad-Ziel des Pariser Klimaabkommens von 2015 zu erreichen, stehen erhebliche Umstrukturierungen an, wozu insbesondere der Ausbau erneuerbarer Energien gehört. Die konkrete Ausgestaltung der grünen Transformation in Wirtschaft und Gesellschaft ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch unklar. Sicher ist allerdings, dass der zukünftige Energiemix – gemäß Stand heute – in Deutschland strombasiert sein wird und, dass das Ende des fossilen Energiezeitalters näher rückt. Strom aus erneuerbaren Energien, grüner Wasserstoff und grüne Power-to-X-Technologien werden fossile Energierohstoffe ersetzen. Das vorliegende Diskussionspapier greift diese Entwicklungen auf und betrachtet explizit die zukünftigen Importbedarfe, die sich für Deutschland aus dem Hochlauf grünen Wasserstoffs im Inland ergeben. Dazu werden insgesamt zehn Studien ausgewertet, die anhand verschiedener Szenarien die künftigen Energiebedarfe Deutschlands aufzeigen. Im Ergebnis zeigt sich, dass das neu definierte Ziel der Nationalen Wasserstoffstrategie in Höhe von zehn Gigawatt Elektrolysekapazität in 2030, den zukünftigen Bedarf an grünem Wasserstoff nicht decken können. Die starke Importabhängigkeit Deutschlands bei Energieträgern wird damit ebenso in einem dekarbonisierten Energiesystem bestehen bleiben – auch wenn die Importquote deutlich kleiner ist als bei fossilen Energieträgern.

<sup>1</sup> Anke Mönning, Linus Ronsiek und Lisa Becker, Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH

<sup>2</sup> Stefanie Steeg, Bundesinstitut für Berufsbildung

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis .....	3
Abbildungsverzeichnis .....	4
Tabellenverzeichnis .....	4
1 Einleitung .....	5
2 Zukünftiger Strombedarf und die Rolle erneuerbarer Energien .....	5
3 Der Beitrag der Nationalen Wasserstoffstrategie .....	8
4 Zukünftige Wasserstoffbedarfe Deutschlands .....	9
5 Fazit .....	12
6 Literaturverzeichnis .....	14

## Abkürzungsverzeichnis

BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
CCS	Carbon capture and storage
CCU	Carbon capture and utilization
COP26	26. Klimakonferenz der Vereinten Nationen
GW	Gigawatt
IG BCE	Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
kW	Kilowatt
NOW	Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
OPEC	Organisation erdölexportierender Länder
TWh	Terawattstunde
UN	Vereinte Nationen

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien.....	6
Abbildung 2: Stromverbrauch, -erzeugung und der Beitrag erneuerbarer Energien .....	7
Abbildung 3: Endenergieverbrauch von Strom nach Anwendungsbereichen, 2020 .....	8
Abbildung 4: Bruttostromverbrauch: Heute und morgen und der Bedarf für die Herstellung von grünem Wasserstoff.....	9
Abbildung 5: Wasserstoffbedarfe 2030 und 2050 ausgewählter Szenarien ausgewählter Studien .....	11
Abbildung 6: Projizierter Wasserstoffbedarf Deutschlands 2030 und 2050 (Median) .....	12

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Annahmenset für den Investitionsbedarf nach erneuerbaren Energieträgern.....	7
Tabelle 2: Ausgewertete Studien zu nationalen Wasserstoffbedarfen .....	10

## 1 Einleitung

Im Herbst 2021 fand die 26. Klimakonferenz der Vereinten Nationen (UN) in Glasgow statt (kurz: COP26). Sechs Jahre nach dem Pariser Klimaabkommen sollten nun die Maßnahmen definiert werden, die für die Erreichung der damals in Paris definierten Klimaziele notwendig sind. In der Zwischenzeit hat der letzte Report des Weltklimarates (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) deutlich gemacht, dass mit den gegenwärtigen Maßnahmen das 1,5-Grad-Ziel nicht erreichbar ist, hat das Bundesverfassungsgericht in Deutschland die Bundesregierung zu mehr Klimaschutz verpflichtet und nehmen weltweit Hitze-, Flut- und Sturmkatastrophen zu (MDR 2021). In Deutschland wurde bei der Bundestagswahl im Jahr 2021 mit dem Bündnis 90 / Die Grünen eine Klimapartei in die Regierung gewählt. Nachhaltige Produkte und nachhaltige Produktion wird in den Industrieländern immer öfter zum Differenzierungsmerkmal bei Verkauf und Finanzierung.

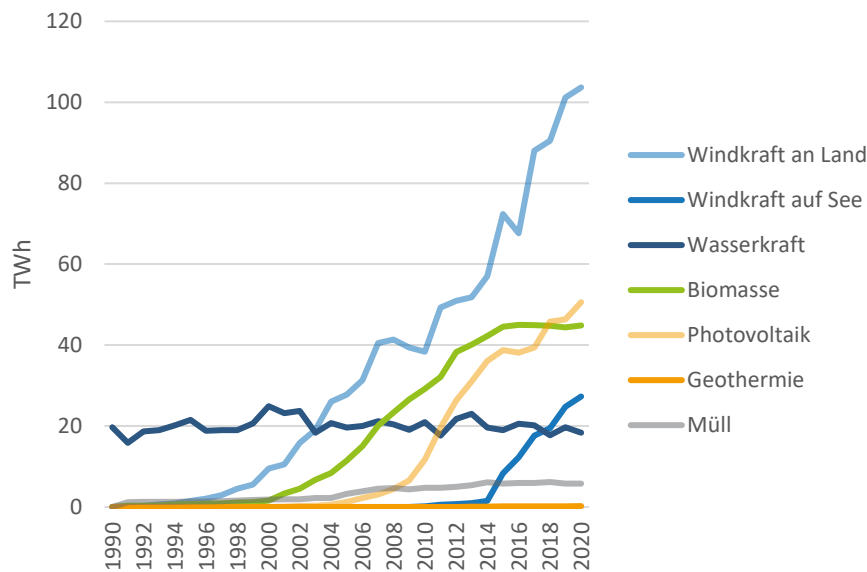
Dies macht deutlich, dass die Stimmung weltweit, aber auch in Deutschland günstig für einen Wandel in der Klimapolitik zu sein scheint. Die konkrete Ausgestaltung der grünen Transformation in Wirtschaft und Gesellschaft ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch unklar. Es wird aber mit aller Voraussicht nach ein Potpourri an Maßnahmen sein, die sowohl Elemente der Industrie- als auch der Ordnungspolitik in sich führen (LUTZ/WOLTER 2021). Sicher ist allerdings, dass der zukünftige Energiemix – gemäß Stand heute – in Deutschland strombasiert sein wird und, dass das Ende des fossilen Energiezeitalters näher rückt. Strom aus erneuerbaren Energien, grüner Wasserstoff und grüne Power-to-X-Technologien werden fossile Energierohstoffe ersetzen (BMW 2020).

Das vorliegende Diskussionspapier greift diese Entwicklung auf, fokussiert sich dabei jedoch vornehmlich auf die zukünftigen Importbedarfe, die sich für Deutschland aus dem Hochlauf grünen Wasserstoffs im Inland ergeben. Zur Einordnung werden in Kapitel 2 zunächst der zukünftige Strombedarf in Deutschland und die Rolle, die die erneuerbaren Energien dabei spielen werden, aufgezeigt. Anschließend wird eine Einordnung der Nationalen Wasserstoffstrategie gegeben (Kapitel 3). Zum Schluss werden basierend auf einer Literaturstudie die zukünftigen Importbedarfe Deutschlands abgeschätzt (Kapitel 4).

## 2 Zukünftiger Strombedarf und die Rolle erneuerbarer Energien

In Abbildung 1 ist die Bruttostromerzeugung verschiedener erneuerbarer Energieträger in Deutschland von 1990 bis 2020 in Terawattstunden (TWh) dargestellt. Daraus wird ersichtlich, dass die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sich seit 1990 sehr dynamisch entwickelt, jedoch erst mit Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes im Jahr 2000 einen deutlichen Schub erfuhr. In der Regel lagen die Wachstumsraten über denen der Bruttostromerzeugung insgesamt, was zu einem Anteil der erneuerbaren Energien an der Bruttostromerzeugung von 43 Prozent im Jahr 2020 geführt hat (vgl. BMWK 2021). Während bis zur Jahrtausendwende erneuerbare Energie hauptsächlich aus Wasserkraft erzeugt wurde, haben sich in den anschließenden Jahren die erneuerbaren Energieträger merklich diversifiziert. Heute spielt Wasserkraft aufgrund ihrer begrenzten Ausbaubarkeit und dem hohen Wachstum der anderen erneuerbaren Energieträger kaum mehr eine Rolle im erneuerbaren Energieträgermix (vgl. Abbildung 1). Mit 52 Prozent dominiert die Windkraft (onshore und offshore) gefolgt von Photovoltaik (20 %) und Biomasse (18 %).

Abbildung 1: Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien



Quelle: BMWK (2021, Tabelle 22)

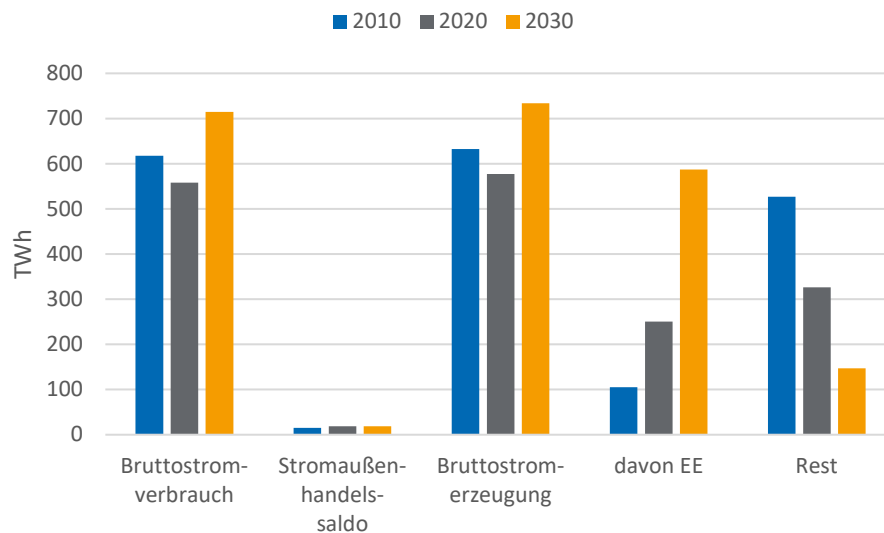
Der Bruttostromerzeugung des Jahres 2020 in Höhe von 577,2 TWh – aus konventionellen und erneuerbaren Energiequellen – stand ein Bruttostromverbrauch in Höhe von 558,3 TWh gegenüber (BMWK 2021). Damit hat Deutschland im Jahr 2020 Strom in Höhe von 18,9 TWh exportiert (netto). In den vergangenen Jahren hat Deutschland ebenso regelmäßig mehr Strom exportiert als importiert.

Der zukünftige Bruttostromverbrauch bis 2030 wurde in verschiedenen Studien (GERBERT u. a. 2018; LUTZ u. a. 2018; ÖKO-INSTITUT E. V. u. a. 2018) wie auch von der Politik (BUNDESREGIERUNG 2019) lange als mehr oder weniger konstant angenommen. Erst zum Ende der Amtszeit der letzten Bundesregierung wurde erkannt, dass eine Erhöhung des zukünftigen Strombedarfes realistischer erscheint. Die neue Bundesregierung hat diese Annahme nochmals erhöht und geht von einem Bruttostromverbrauch im Jahr 2030 zwischen 680 und 750 TWh aus – im Mittel also in Höhe von 715 TWh (Koalitionsvertrag 2021: S. 56). In Abbildung 2 sind der Stromverbrauch und die -erzeugung sowie der Beitrag erneuerbarer Energien für die Jahre 2010, 2020 und 2030 nach Einschätzung der Bundesregierung dargestellt. Unter der Annahme eines im Jahr 2030 weiterhin auf der Höhe von heute liegendem positiven Stromhandelsaldos in Höhe von 19 TWh wird 2030 eine Bruttostromerzeugung von 734 TWh in Deutschland notwendig sein.

Die neue Bundesregierung strebt an, dass 2030 80 Prozent der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern stammen (Koalitionsvertrag 2021: S. 56). Dies entspricht fast 590 TWh, was gegenüber 2020 einem Wachstum der Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 135 Prozent entspricht bzw. einen Zuwachs von 336 TWh bedeuten würde (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Stromverbrauch, -erzeugung und der Beitrag erneuerbarer Energien



Quelle: BMWK (2021, Tabelle 22); eigene Berechnung

Damit sollen gemäß den Plänen der neuen Bundesregierung bis 2030 zusätzlich 336 TWh Strom aus erneuerbaren Energien erzeugt werden. Dies erfordert voraussichtlich einen sehr hohen Investitionsbedarf, der gemäß der in Tabelle 1 zusammengefassten Annahmen zu nach Energieträgern differenzierten Volllaststunden, Investitionsfaktoren und Verteilung der Bruttostromerzeugung abgeschätzt wurde. Daraus ergibt sich ein Investitionsbedarf in Höhe von insgesamt 196 Mrd. Euro für den Zeitraum zwischen 2020 und 2030. Die Summe entspricht zwar fast komplett (90 %) der allein im Jahr 2020 getätigten Ausrüstungsinvestitionen in Deutschland, kumuliert über einen Zeitraum von zehn Jahren relativiert sich die Summe allerdings.

Tabelle 1: Annahmenset für den Investitionsbedarf nach erneuerbaren Energieträgern

	Volllaststunden	Spezifischer Investitionsfaktor in Euro / kW	Verteilung Bruttostromerzeugung in Prozent
Wind onshore	1932	1100	32
Wind offshore	3800	2000	9
Photovoltaik	957	575	59

Quelle: PROGNOSE AG U.A. 2020

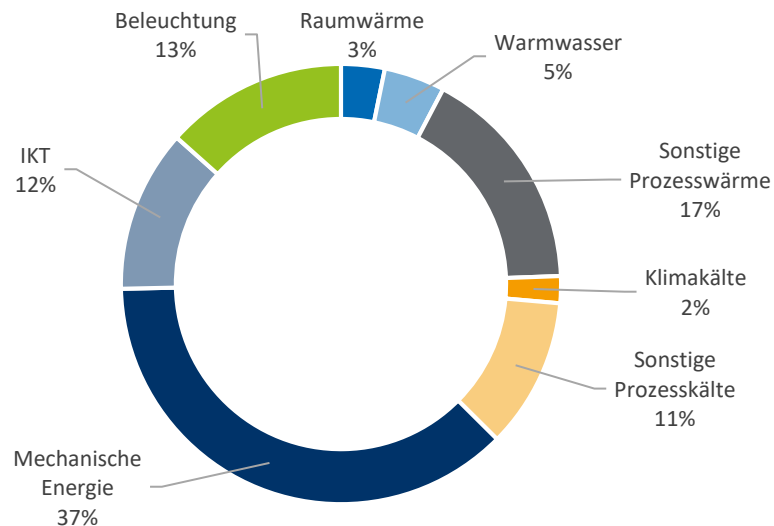
Der Ausbau der erneuerbaren Energien ist demnach ambitioniert. Ob genügend personelle Kapazitäten für den Hochlauf dieses beschleunigten Ausbaupfades vorhanden sind, ist fraglich; insbesondere, weil die Transformation zu einer nachhaltigen und kohlenstoffarmen Wirtschaft auch Maßnahmen jenseits des Ausbaus erneuerbarer Energien notwendig macht. Studien legen nahe, dass die bereits heute zu beobachtenden Engpässe in einigen Berufsgruppen zukünftig durch diese Transformation deutlich stärker werden (ZIKA u. a. 2021, 2022; MÖNNIG u. a. 2020).

Auch wie der produzierte grüne Strom verwendet werden soll ist noch offen. Um die anvisierten knapp 590 TWh Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Quellen im Jahr 2030 wird es Konkurrenz geben. Strombasierte Fahrzeuge – ob Personen-/Lastkraftwagen oder Eisenbahn – sowie der Stromverbrauch für Wärme, Licht, Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) oder Prozesswärme

konkurrieren untereinander. Die inländische Produktion von grünem Wasserstoff wird zusätzliche Nachfrage nach Strom aus erneuerbaren Energiequellen auf den Markt bringen.

Momentan nimmt Strom einen Anteil von 21 Prozent am Endenergieverbrauch ein. Verwendet wird der Strom überwiegend für mechanische Energie (zum Betrieb von Motoren und Maschinen), Prozesswärme, Beleuchtung und IKT (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3: Endenergieverbrauch von Strom nach Anwendungsbereichen, 2020



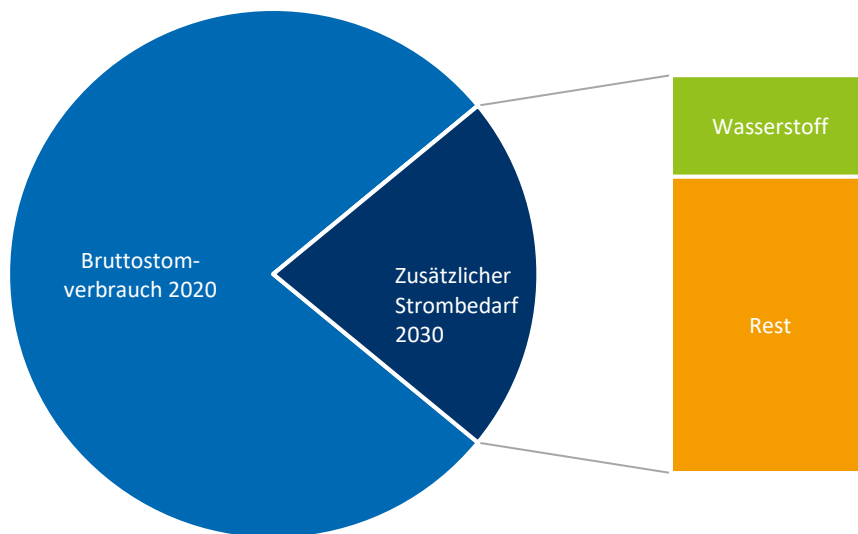
Quelle: BMWK (2021, Tabelle 7)

### 3 Der Beitrag der Nationalen Wasserstoffstrategie

Wie im vorherigen Kapitel dargestellt lag 2020 der Bruttostromverbrauch bei rund 560 TWh und die neue Bundesregierung unterstellt einen Bruttostromverbrauch im Jahr 2030 in Höhe von 715 TWh. Wirtschafts- und Klimaschutzminister Robert Habeck hat in seiner Eröffnungsbilanz Klimaschutz angekündigt, dass die Nationale Wasserstoffstrategie noch in 2022 überarbeitet und ambitionierter ausgestaltet werden soll. Dabei wird das Ziel inländischer Erzeugungskapazitäten für grünen Wasserstoff auf zehn Gigawatt (GW) in 2030 verdoppelt (BMWK 2022a). Dafür ist unter der Annahme von 4.000 Volllaststunden der Anlagen 40 TWh Strom aus erneuerbaren Energien notwendig. Allein dies entspricht knapp 25 Prozent des im Vergleich zu 2020 zusätzlichen, prognostizierten Strombedarfes (vgl. Kapitel 2 und Abbildung 1).

Die 40 TWh Strombedarf zur Erzeugung von 28 TWh Wasserstoff (bei einem unterstellten durchschnittlichen Wirkungsgrad von 70 Prozent der Elektrolyseure) entsprechen zwar nur 6 Prozent des gesamten projizierten Strombedarfes im Jahr 2030, verlangen jedoch bspw. fast vollständig den aktuell produzierten Strom aus Photovoltaik-Anlagen bzw. 17 Prozent des zurzeit aus erneuerbaren Energien produzierten Stromes (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4: Bruttostromverbrauch: Heute und morgen und der Bedarf für die Herstellung von grünem Wasserstoff



Quelle: BMWK (2021, Tabelle 7); eigene Berechnung

Die Umstellung auf eine zu einem geringen Anteil auf Wasserstoff basierte Wirtschaft zieht demnach Strombedarfe nach sich, die sehr groß sind und gegenwärtig erneuerbare Energiekapazitäten binden würden, die zunehmend in Konkurrenz zu anderen Anwendungen stehen.

Auf dem Weg des Umbaus des Energiesektors kann Wasserstoff nur eine Ergänzung sein. Alternativen sind enorme Anstrengungen bei dem Ausbau von erneuerbaren Energien, hohe Importbedarfe von Wasserstoff oder die Nutzung von blauem Wasserstoff (erdgasbasierter Wasserstoff mit Wiederverwendung (CCU – Carbon capture and utilization) und/oder Einlagerung (CCS – Carbon capture and storage) von CO<sub>2</sub>). Die Verwendung von blauem Wasserstoff ist allerdings umstritten (HOWARTH/JACOBSON 2021) und im Zuge der Gasabhängigkeit Deutschlands zukünftig eher fraglich. Zudem erscheint eine ausschließlich auf Strom basierte Ausgestaltung des Energiesektors aufgrund mangelnder Speichermöglichkeiten als momentan unrealistisch bzw. nicht umsetzbar (FRONTIER ECONOMICS 2017). Im nachfolgenden Kapitel wird auf die Importbedarfe von grünem Wasserstoff in Deutschland näher eingegangen.

## 4 Zukünftige Wasserstoffbedarfe Deutschlands

Für die Darstellung der Wasserstoffbedarfe in Deutschland wurden insgesamt zehn verschiedene Studien, welche unterschiedliche Szenarien beinhalten, ausgewertet. Sämtliche Studien wurden zwischen 2017 und 2021 veröffentlicht. Ein Großteil dieser Veröffentlichungen differenziert in der Darstellung der Bedarfe zwischen Bedarfen im Jahr 2030 und Bedarfen im Jahr 2050, wobei diese oftmals auch nach einzelnen Sektoren getrennt ausgewiesen werden. Diese zehn Studien und die ausgewerteten Szenarien sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Der zukünftige Wasserstoffbedarf Deutschlands geht in den allermeisten untersuchten Studien über die anvisierte Elektrolysekapazität der Nationalen Wasserstoffstrategie von zehn GW in 2030 deutlich hinaus. Unter der Annahme, dass dieses Ziel an inländischer Produktion von grünem Wasserstoff erreicht werden kann, wird zur inländischen Bedarfsdeckung der Import von grünem Wasserstoff notwendig sein.

*Table 2: Ausgewertete Studien zu nationalen Wasserstoffbedarfen*

Autoren/Organisation	Veröffentlichungsjahr	Studientitel	Ausgewertete Szenarien	Prognosehorizont/e
HECKING u. a.	2017	Energemarkt 2030 und 2050	Revolution	2030, 2050
			Evolution	2030, 2050
GERBERT u. a.	2018	Klimapfade für Deutschland	95%-Klimapfad	2050
BRÜNDLINGER u. a.	2018	dena-Leitstudie Integrierte Energiewende	TM80	2030, 2050
			EL80	2030, 2050
			TM95	2030, 2050
			EL95	2030, 2050
NOW	2018	Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen	S85	2050
			S90	2050
			S95	2050
HEBLING u. a.	2019	Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland	Szenario A	2030, 2050
			Szenario B	2030, 2050
MICHALSKI u. a.	2019	Wasserstoffstudie Nordrhein-Westfalen	EL -80%	2030, 2050
			EL -95%	2030, 2050
			H <sub>2</sub> -80%	2030, 2050
			H <sub>2</sub> -95%	2030, 2050
ROBINIUS u. a.	2020	Wege für die Energiewende	Szenario 80	2030, 2050
			Szenario 95	2030, 2050
PROGNOS AG u. a.	2020	Klimaneutrales Deutschland	Klimaneutral 2050	2030, 2050
			Klimaneutral minimal	2030, 2050
STERCHELE u. a.	2020	Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem	Referenz	2030, 2050
			Beharrung	2030, 2050
			Inakzeptanz	2030, 2050
			Suffizienz	2030, 2050
STIFTUNG ARBEIT UND UMWELT DER IG BCE	2021	Wasserstoffbasierte Industrie in Deutschland und Europa	Szenario A	2030, 2050
			Szenario B	2030, 2050

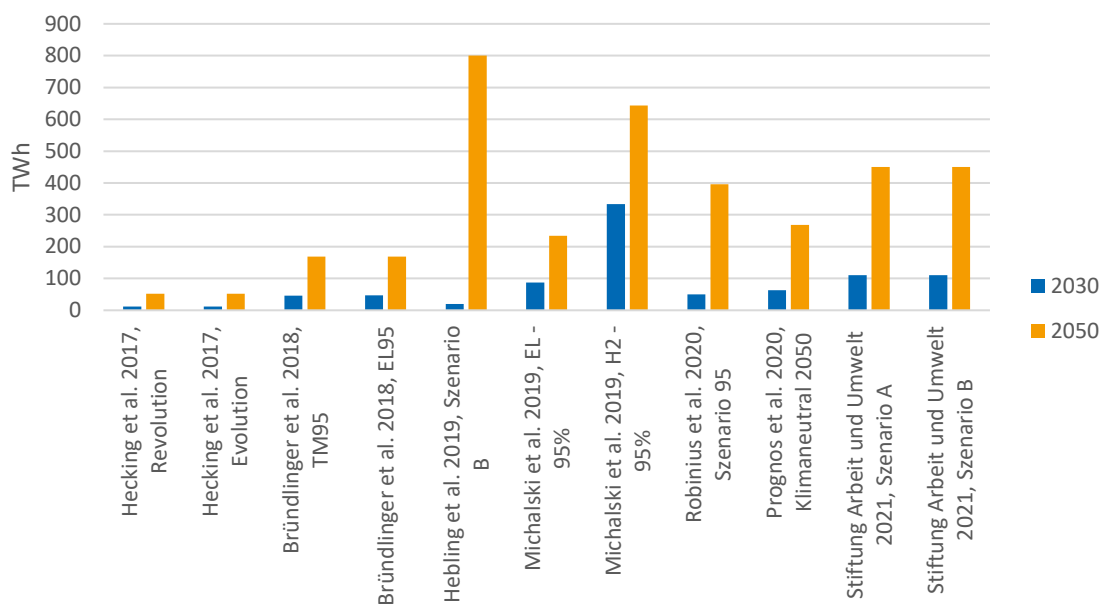
Quelle: Eigene Darstellung.

Alle betrachteten Studien – mit Ausnahme von STIFTUNG ARBEIT UND UMWELT DER IG BCE (2021) – gehen von der Verwendung und dem Import von ausschließlich elektrolysebasiertem, grünem Wasserstoff

aus. WIETSCHEL u. a. (2021) merken allerdings an, dass die Verwendung von fossilbasiertem Wasserstoff mit anschließender CO<sub>2</sub>-Abschneidung aus der Luft und anschließender Einlagerung mittels CCS-Technologien als ein möglicher „Game Changer“ für die Bewertung von Syntheseprodukten in der Zukunft gesehen werden könnte. Voraussetzung sei allerdings eine Nutzung in größerem Umfang.

Abbildung 5 zeigt die Bedarfsschätzungen von acht der betrachteten Studien für die Jahre 2030 und 2050 für Deutschland. Im Jahr 2030 variiert der geschätzte Wasserstoffbedarf um den Medianwert von 50 TWh (der Mittelwert liegt bei 81 TWh, allerdings ist der Median an dieser Stelle aussagekräftiger, da die Prognose für das H2-95%-Szenario von MICHALSKI u. a. (2019) als Ausreißer interpretiert werden kann). Dabei sind alle in der Abbildung betrachteten Szenarien auf eine 95 %-Reduktion der Treibhausgase zum Jahr 2050 im Vergleich zu 1990 ausgelegt – und somit auf eine Reduktion von 55 % zum Jahr 2030. Als ein Ausreißer kann hier die Prognose von MICHALSKI u. a. (2019) identifiziert werden, die im H2 95 %-Szenario einen Bedarf von 334 TWh in 2030 schätzen. Dies lässt sich mit den verwendeten Annahmen erklären, die, im Gegensatz zum EL 95 %-Szenario, bei dem der Fokus auf einer Elektrifizierung des Energiesystems liegt, die Nutzung von Wasserstoff in allen Sektoren in den Mittelpunkt stellen. Somit entsteht im H2-95%-Szenario sehr früh ein hoher Bedarf an Wasserstoff. HECKING u. a. (2017) gehen davon aus, dass eher andere Power-to-X-Technologien – die auch zur Speicherung und Nutzung von Strom genutzt werden können –, wie zum Beispiel synthetisches Methan verwendet werden und schätzen einen Bedarf von zwölf TWh in 2030.

Abbildung 5: Wasserstoffbedarfe 2030 und 2050 ausgewählter Szenarien ausgewählter Studien



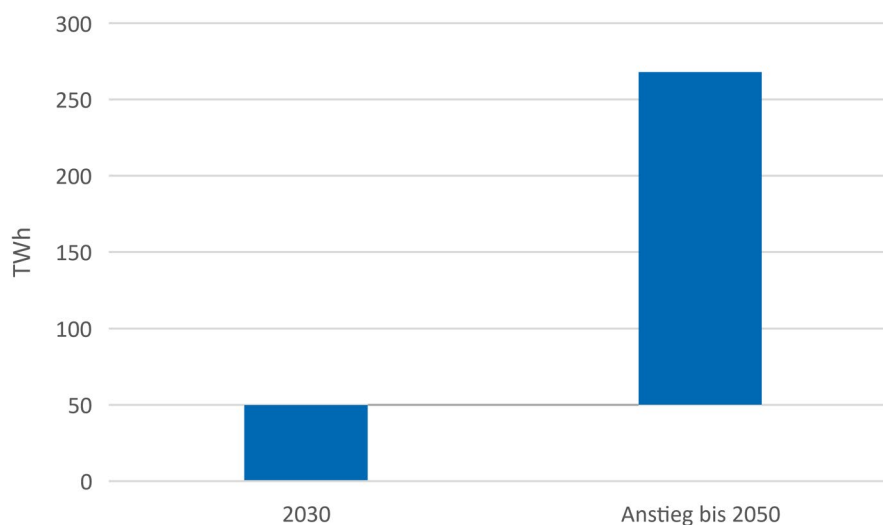
Quelle: Eigene Darstellung. Datengrundlage: HECKING u. a. (2017); BRÜNDLINGER u. a. (2018); HEBLING u. a. (2019); MICHALSKI u. a. (2019); ROBINIUS u. a. (2020); PROGNOSE AG u. a. (2020); STIFTUNG ARBEIT UND UMWELT DER IG BCE (2021).

Bei Betrachtung der prognostizierten Bedarfe für das Jahr 2050 ergibt sich ein ähnliches Bild: Die Wasserstoffnachfrage steigt um durchschnittlich 254 TWh auf 335 TWh, der Median liegt bei 268 TWh. HEBLING u. a. (2019) schätzen im Szenario B ihrer Wasserstoff-Roadmap den Bedarf mit 800 TWh am höchsten ein. Gleichzeitig bedeutet dies eine Steigerung um 780 TWh verglichen mit ihrer Prognose für 2030 und somit einen starken Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft im Zeitraum zwischen 2030 und 2050. Dies lässt sich damit erklären, dass Wasserstoff im betreffenden Szenario eine zentrale Rolle einnimmt. Es wird nicht von einer vollelektrifizierten Welt ohne stoffliche Energieträger ausgegangen, sondern von einer Substitution von fossilen (stofflichen) Energieträgern durch gasförmige

Energieträger und synthetische Flüssigkraftstoffe (HEBLING u. a. 2019). Diese Differenzierung ist, wie bereits im Jahr 2030, an den beiden Szenarien von MICHALSKI u. a. (2019) erkennbar, die sich in ihren Bedarfsprognosen um 409 TWh unterscheiden.

Zusammenfassend stellt Abbildung 6 den Medianbedarf aus den analysierten Studien für 2030 und 2050 dar. Während bis 2030 ein moderater Anstieg auf 50 TWh erwartet wird, wird in den Jahren danach bis 2050 mit einem weiteren Wasserstoffbedarfsanstieg von 218 TWh gerechnet. Während bis 2030 von einem jährlichen Bedarfsanstieg von 5 TWh ausgegangen wird, wird in den folgenden zwanzig Jahren mit einem Anstieg von 11 TWh pro Jahr gerechnet.

Abbildung 6: Projizierter Wasserstoffbedarf Deutschlands 2030 und 2050 (Median)



Quelle: Eigene Berechnung; Datengrundlage: HECKING u. a. (2017); BRÜNDLINGER u. a. (2018); HEBLING u. a. (2019); MICHALSKI u. a. (2019); ROBINIUS u. a. (2020); PROGNO AG u. a. (2020); STIFTUNG ARBEIT UND UMWELT DER IG BCE (2021).

## 5 Fazit

Der Primärenergiebedarf Deutschlands lag 2020 bei 3308 TWh, davon wurden 944 TWh im Inland gewonnen. Somit werden etwa zwei Drittel des Primärenergiebedarfes importiert, vor allem Erdgas und Erdöl, aber auch Steinkohle. Rohöl importiert Deutschland überwiegend aus Russland (36 %) und den Ländern der Organisation erdölexportierender Länder (OPEC) (22,6 %). Norwegen (12 %) und Großbritannien (7,8 %) sind ebenfalls wichtige Lieferanten.<sup>3</sup> Naturgas wird vorwiegend aus Russland, den Niederlanden und Norwegen importiert (BMWK 2021). Deutschland ist heute in hohem Grade abhängig von Energieimporten. Dies ist im Zuge des Angriffskriegs Russlands auf die Ukraine im Frühjahr 2022 und der daraus folgenden Sanktionen gegenüber Russland in schrecklicher Weise deutlich geworden (WOLTER u. a. 2022).

In Anbetracht dessen scheint die Realisierung der Nationalen Wasserstoffstrategie eine konservative Annahme der Entwicklung der Elektrolysekapazität von grünem Wasserstoff zu sein. Ein „schnellerer Hochlauf von Wasserstoff“ (BMWK 2022b) erscheint aus der heutigen Sicht unausweichlich. Allerdings hält die Bundesregierung noch offen, ob mit „schnellerem Hochlauf“ eine frühere Zielerreichung der zehn GW Ziel-Kapazität vor 2030 gemeint ist, oder die anvisierte installierte Leistung über die zehn GW hinausgehen soll.

<sup>3</sup> Zahlen von 2018

Denn der Annahme folgend, dass bis 2030 in Deutschland lediglich das neu gesteckte Ziel der zehn GW Elektrolysekapazität und entsprechend 28 TWh grünem Wasserstoff erreicht werden kann, wird auch zur Deckung des inländischen grünen Wasserstoffbedarfes eine Importabhängigkeit bestehen bleiben. Um die heimische Gesamtnachfrage nach grünem Wasserstoff zu decken wird ein Importbedarf in Höhe von rund 22 TWh notwendig sein. Die Importquote bei grünem Wasserstoff würde damit im Jahr 2030 44 Prozent betragen. Unter der weiteren Annahme, dass die heimische Wasserstoffproduktion so schnell wächst wie der globale Wasserstoffbedarf, wird sich der Importbedarf erhöhen. Bis 2050 kann dann der Importanteil auf über 50 Prozent ansteigen. Die starke Importabhängigkeit Deutschlands bei Energieträgern wird damit ebenso in einem dekarbonisierten Energiesystem bestehen bleiben – auch wenn die Importquote deutlich kleiner ist als bei fossilen Energieträgern.

Die Ausrichtung auf eine strombasierte, grüne Energiewirtschaft wird den Energieträgermix bei der Stromerzeugung verändern. Grüner Wasserstoff wird dabei eine wichtige Rolle spielen und als zusätzlicher Energieträger in Erscheinung treten. Jedoch wird Wasserstoff eine Energiequelle bleiben, die auch importiert werden muss. Die schon heute existierende Importabhängigkeit von Energie bleibt daher bestehen. Allerdings kann die Konzentration der Importe auf ein paar wenige Rohstoffländer aufgelöst werden, denn die Gegebenheiten zur kostengünstigen Herstellung von grünem Wasserstoff in großem Umfang ist breiter verteilt, als die fossilen Energierohstoffe. Notwendige Bedingung hierfür ist jedoch eine bestehende und funktionierende Infrastruktur, die von der Effizienz der Transportwege per Schiff und Pipeline, über Häfen und den inländischen Weitertransport des Wasserstoffs reicht (MERTEN u. a. 2020; EGENOLF-JONKMANN u. a. 2021).

## 6 Literaturverzeichnis

BRÜNDLINGER, T.; KÖNIG, J. E.; FRANK, O.; GRÜNDIG, D.; JUGEL, C.; KRAFT, P.; KRIEGER, O.; MISCHINGER, S.; PREIN, P.; SEIDL, H.; SIEGEMUND, S.; STOLTE, C.; TEICHMANN, M.; WILLKE, J.; WOLKE, M.: dena-Leitstudie Integrierte Energiewende. Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050. Berlin 2018. URL: [https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261\\_dena-Leitstudie\\_Integrierte\\_Energiewende\\_lang.pdf](https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf) (Stand: 02.02.2022)

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (BMWi) (Hrsg.): Die Nationale Wasserstoffstrategie. 2020. URL: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=20](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=20) (Stand: 11.04.2022)

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (BMWK) (Hrsg.): Zahlen und Fakten: Energiedaten. Nationale und internationale Entwicklung. Berlin 2021. URL: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/energiedaten-gesamtausgabe.html> (Stand: 22.04.2022)

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (BMWK) (Hrsg.): Eröffnungsbilanz Klimaschutz. Berlin 2022a. URL: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111\\_eroeffnungsbilanz\\_klimaschutz.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=22](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/220111_eroeffnungsbilanz_klimaschutz.pdf?__blob=publicationFile&v=22) (Stand: 11.04.2022)

BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND KLIMASCHUTZ (BMWK) (Hrsg.): Fortschrittsbericht Energiesicherheit. Berlin 2022b. URL: [https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/0325\\_fortschrittsbericht\\_energiesicherheit.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=14](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/0325_fortschrittsbericht_energiesicherheit.pdf?__blob=publicationFile&v=14) (Stand: 11.04.2022)

BUNDESREGIERUNG (Hrsg.): Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Berlin 2019. URL: <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/974430/1679914/e01d6bd855f09bf05cf7498e06d0a3ff/2019-10-09-klima-massnahmen-data.pdf?download=1> (Stand: 11.04.2022)

EGENOLF-JONKMANN, B.; GLASNER, C.; SEIFERT, U.; KÜPER, M.; SCHAEFER, T.; MERTEN, F.; SCHOLZ, A.; TAUBITZ, A.: Wasserstoffimporte. Bewertung der Realisierbarkeit von Wasserstoffimporten gemäß den Zielvorgaben der Nationalen Wasserstoffstrategie bis zum Jahr 2030. Gelsenkirchen 2021. URL: [https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse\\_SCI4climate.NRW/Technologie\\_und\\_Infrastrukturen/bewertung-der-realisiertbarkeit-von-wasserstoffimporten-gemaess-den-zielvorgaben-der-nationalen-wasserstoffstrategie-bis-zum-jahr-2030-cr-sci4climatenrw.pdf](https://www.energy4climate.nrw/fileadmin/Service/Publikationen/Ergebnisse_SCI4climate.NRW/Technologie_und_Infrastrukturen/bewertung-der-realisiertbarkeit-von-wasserstoffimporten-gemaess-den-zielvorgaben-der-nationalen-wasserstoffstrategie-bis-zum-jahr-2030-cr-sci4climatenrw.pdf) (Stand: 28.03.2022)

FRONTIER ECONOMICS (Hrsg.): Der Wert der Gasinfrastruktur für die Energiewende in Deutschland. Eine modellbasierte Analyse. 2017. URL: <https://www.frontier-economics.com/media/2260/der-wert-der-gasinfrastruktur.pdf> (Stand: 11.04.2022)

GERBERT, P.; HERHOLD, P.; BURCHHARDT, J.; SCHÖNBERGER, S.; RECHENMACHER, F.; KIRCHNER, A.; KEMMLER, A.; WÜNSCH, M.: Klimapfade für Deutschland. 2018. URL: <https://bdi.eu/publikation/news/klimapfade-fuer-deutschland/> (Stand: 02.02.2022)

HEBLING, C.; RAGWITZ, M.; FLEITER, T.; GROOS, U.; HÄRLE, D.; HELD, A.; JAHN, M.; MÜLLER, N.; PFEIFER, T.; PLÖTZ, P.; RANZMEYER, O.; SCHAADT, A.; SENSFÜß, F.; SMOLINKA, T.; WIETSCHEL, M.: Eine Wasserstoff-Roadmap für Deutschland. Karlsruhe und Freiburg. 2019. URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/wasserstoff-roadmap-deutschland.html> (Stand: 02.02.2022)

HECKING, H.; HINTERMAYER, M.; LENCZ, D.; WAGNER, J.: Energiemarkt 2030 und 2050 – Der Beitrag von Gas- und Wärmeinfrastruktur zu einer effizienten CO<sub>2</sub>-Minderung. Köln 2017. URL: <https://>



[www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2017/11/ewi\\_ERS\\_Energiemarkt\\_2030\\_2050.pdf](http://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2017/11/ewi_ERS_Energiemarkt_2030_2050.pdf)  
(Stand: 02.02.2022)

HOWARTH, R. W.; JACOBSON, M. Z.: How green is blue hydrogen? In: Energy Science & Engineering 9 (2021) 10, S. 1676-1687.

LUTZ, C.; FLAUTE, M.; LEHR, U.; KEMMLER, A.; KIRCHNER, A.; MAUR, A. auf der; ZIEGENHAGEN, I.; WÜNSCH, M.; KOZIEL, S.; PIÉGSA, A.; STRAßBURG, S.: Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende. Osnabrück 2018. URL: [https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/gesamtwirtschaftliche-effekte-der-energiewende.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=8](https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/gesamtwirtschaftliche-effekte-der-energiewende.pdf?__blob=publicationFile&v=8) (Stand: 22.04.2022)

LUTZ, C.; WOLTER, M. I.: Wege zur Klimaneutralität bis 2045. Politische Handlungsfelder. 2021. URL: <https://papers.gws-os.com/gws-paper21-4.pdf> (Stand: 11.04.2022)

MDR (Hrsg.): UN-Gipfel in Glasgow: Weltklimakonferenz beginnt mit eindringlichen Appellen. 2021. URL: <https://www.mdr.de/nachrichten/welt/politik/weltklimakonferenz-glasgow-start-themen-100.html> (Stand: 11.04.2022)

MERTEN, F.; SCHOLZ, A.; KRÜGER, C.; HECK, S.; GIRARD, Y.; MECKE, M.; GEORGE, M.: Bewertung der Vor- und Nachteile von Wasserstoffimporten im Vergleich zur heimischen Erzeugung. Studie für den Landesverband Erneuerbare Energien NRW. 2020. URL: <https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/LEE-H2-Studie.pdf> (Stand: 27.10.2021)

MICHALSKI, J.; ALTMANN, M.; BÜNGER, U.; WEINDORF, W.: Wasserstoffstudie Nordrhein-Westfalen. 2019. URL: [https://lbst.de/wp-content/uploads/2021/03/LBST\\_Wasserstoffstudie\\_NRW.pdf](https://lbst.de/wp-content/uploads/2021/03/LBST_Wasserstoffstudie_NRW.pdf) (Stand: 02.02.2022)

MÖNNIG, A.; SCHNEEMANN, C.; WEBER, E.; ZIKA, G.: Das Klimaschutzprogramm 2030. Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch das Klimaschutzprogramm. 2030 der Bundesregierung. Nürnberg 2020. URL: <http://doku.iab.de/discussionpapers/2020/dp0220.pdf> (Stand: 28.10.2021)

NOW (Hrsg.): Integriertes Energiekonzept 2050 Strom Wärme Verkehr Industrie. Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen. Berlin 2018. URL: [https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/iek-2050.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/MKS/iek-2050.pdf?__blob=publicationFile) (Stand: 02.02.2022)

ÖKO-INSTITUT E. V. (Hrsg.); FRAUNHOFER ISI (Hrsg.); PROGNOSE (Hrsg.); M-FIVE (Hrsg.); IREES (Hrsg.); FIBL (Hrsg.): Folgenabschätzung zu den ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Folgewirkungen der Sektorziele für 2030 des Klimaschutzplans 2050 der Bundesregierung. 2018. URL: <https://www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Folgenabschaetzung-Klimaschutzplan-2050.pdf> (Stand: 11.04.2022)

PROGNOS AG (Hrsg.); ÖKO-INSTITUT E. V. (Hrsg.); WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE GGMBH (Hrsg.): Klimaneutrales Deutschland. In drei Schritten zu null Treibhausgasen bis 2050 über ein Zwischenziel von -65% im Jahr 2030 als Teil des EU-Green-Deals. 2021. URL: [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020\\_10\\_KNDE/A-EW\\_195\\_KNDE\\_WEB.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2020/2020_10_KNDE/A-EW_195_KNDE_WEB.pdf) (Stand: 02.02.2022)

ROBINIUS, M.; MARKEWITZ, P.; LOPION, P.; KULLMANN, F.; HEUSER, P.-M.; SYRANIDIS, K.; CERNIAUSKAS, S.; SCHÖB, T.; REUß, M.; RYBERG, S.; KOTZUR, L.; CAGLAYAN, D.; WELDER, L.; LINßEN, J.; GRUBE, T.; HEINRICHS, H.; STENZEL, P.; STOLTEN, D.: Wege für die Energiewende. Kosteneffiziente und klimagerechte Transformationsstrategien für das deutsche Energiesystem bis zum Jahr 2050. 2020. URL: [https://www.fz-juelich.de/iek/iek-3/DE/\\_Documents/Downloads/transformationStrategies2050\\_](https://www.fz-juelich.de/iek/iek-3/DE/_Documents/Downloads/transformationStrategies2050_)

studyfinalreport\_2019-10-31.pdf.pdf;jsessionid=B2A8E5CE17E537B365C4FEAA02F42F4D?\_\_blob=publicationFile (Stand: 02.02.2022)

STERCHELE, P.; BRANDES, J.; HEILIG, J.; WREDE, D.; KOST, C.; SCHLEGL, T.; BETT, A.; HENNING, H.-M.: Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem. Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen. Freiburg 2020. URL: <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem.pdf> (Stand: 02.02.2022)

STIFTUNG ARBEIT UND UMWELT DER IG BCE (Hrsg.): Wasserstoffbasierte Industrie in Deutschland und Europa: Potenziale und Rahmenbedingungen für den Wasserstoffbedarf und -ausbau sowie die Preisentwicklungen für die Industrie. Berlin 2021. URL: [https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Studie\\_Wasserstoff\\_Industrie\\_StiftungIGBCE\\_enervis.pdf](https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/Studie_Wasserstoff_Industrie_StiftungIGBCE_enervis.pdf) (Stand: 02.02.2022)

WIETSCHEL, M.; ZHENG, L.; ARENS, M.; HEBLING, C.; RANZMEYER, O.; SCHAADT, A.; HANK, C.; STERNBERG, A.; HERKEL, S.; KOST, C.; RAGWITZ, M.; HERRMANN, U.; PFLUGER, B.: Metastudie Wasserstoff – Auswertung von Energiesystemstudien. Studie im Auftrag des Nationalen Wasserstoffrats. Karlsruhe, Freiburg, Cottbus 2021. URL: [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Metastudie\\_Wasserstoff.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Metastudie_Wasserstoff.pdf) (Stand: 31.03.2022)

WOLTER, M. I.; HELMRICH, R.; MAIER, T.; WEBER, E.; ZIKA, G.; GROßMANN, A.; DREUW, P.: Zeitenwende: Russischer Angriff auf die Ukraine. Herausforderungen für den Arbeitsmarkt und die Wirtschaft - eine Sortierung. Osnabrück 2022. URL: [https://downloads.gws-os.com/QuBe-Essay\\_2\\_2022.pdf](https://downloads.gws-os.com/QuBe-Essay_2_2022.pdf) (Stand: 31.03.2022)

ZIKA, G.; HUMMEL, M.; SCHNEEMANN, C.; STUDTRUCKER, M.; KALINOWSKI, M.; MAIER, T.; KREBS, B.; STEEG, S.; BERNARDT, F.; KRINITZ, J.; MÖNNIG, A.; PARTON, F.; ULRICH, P.; WOLTER, M. I.: Die Auswirkungen der Klimaschutzmaßnahmen auf den Arbeitsmarkt und die Wirtschaft. Berlin 2021. URL: [https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Forschungsberichte/fb526-5-auswirkungen-klimaschutzmassnahmen-auf-arbeitsmarkt-und-wirtschaft.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Forschungsberichte/fb526-5-auswirkungen-klimaschutzmassnahmen-auf-arbeitsmarkt-und-wirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=1) (Stand: 26.01.2022)

ZIKA, G., MAIER, T., MÖNNIG, A., SCHNEEMANN, C., STEEG, S., WEBER, E., WOLTER, M. I.; KRINITZ, J.: Die Folgen der neuen Klima- und Wohnungsbaupolitik des Koalitionsvertrags auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt. In: IAB-Forschungsbericht 3. Nürnberg 2022.