

Arbeitskräftebedarf und Arbeitskräfteangebot entlang der Wertschöpfungskette „Wasserstoff“

Kurzbeschreibung



Ein Gemeinschaftsprojekt von



INSTITUT FÜR ARBEITSMARKT- UND
BERUFSFORSCHUNG

Die Forschungseinrichtung der Bundesagentur für Arbeit



SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH

gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und
Forschung (BMBF)

Projektnummer 7.8.219

Projektverantwortliche im BIBB

Robert Helmrich, Tobias Maier

Mitarbeitende im BIBB

Stefanie Steeg

Alexander Schur

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	5
2 Erste Projektphase (01.01.2022 – 31.03. 2023) – 7. Welle	6
2.1 Überblick erste Projektphase	6
2.2 Literaturrecherche	7
2.3 Expert:innengespräche.....	8
2.4 Entwicklung einer Befragung	8
2.5 Systematische Herleitung des „Wasserstoff“-Szenarios.....	9
2.6 Modellrechnung und Auswertung	10
3 Weitere Projektphasen.....	12
4 Literatur	13

Abkürzungsverzeichnis

acatech	Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.
Akademienunion	Union der deutschen Akademien der Wissenschaften
BCG	Boston Consulting Group
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
dena	Deutsche Energie-Agentur
FDP	Freie Demokratische Partei
GWS	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH
IAB	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung
IRENA	International Renewables Energy Agency
KldB	Klassifikation der Berufe
Leopoldina	Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina
QINFORGE	Qualification and Occupation in the INterindustry FORecasting Germany
QuBe	BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen
SPD	Sozialdemokratische Partei Deutschlands

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ordnungsschema für mögliche Szenario-Eingriffe	9
Abbildung 2: Szenarienvergleich	11

1 Einleitung

Mit dem Beschluss ihrer Nationalen Wasserstoffstrategie (vgl. BMWi 2020) hat die vergangene Bundesregierung die zentrale Bedeutung von Wasserstoff im Rahmen der Energiewende anerkannt. Laut dem neuen Koalitionsvertrag zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90/Die Grünen und der Freien Demokratischen Partei (FDP) soll diese in 2022 fortgeführt und weiterentwickelt werden, um Deutschland bis 2030 zu einem „Leitmarkt für Wasserstofftechnologien“ zu entwickeln (SPD/ Bündnis 90/Die Grünen/ FDP 2021, S. 26). Als Speicher von Erneuerbaren Energien ermöglicht grüner Wasserstoff sowie dessen Folgeprodukte (Power-to-X) eine flexible Nutzung Erneuerbarer Energien und leistet damit einen entscheidenden Beitrag das Energie-, Wärme-, Wirtschafts- und Verkehrssystem in Deutschland zu dekarbonisieren. So lässt er sich als Energieträger in Brennstoffzellen verwerten oder für die Produktion von synthetischen Kraftstoffen einsetzen, um das Verkehrssystem zu dekarbonisieren. Außerdem lassen sich ebenso Industriezweige mit erneuerbarem Strom versorgen, bei denen eine Verstromung nicht wirtschaftlich oder aus technischen Gründen nicht umsetzbar ist (vgl. Runge et al. 2020; Timmerberg/Kaltschmitt 2019). Wasserstoff und dem damit verbundenen Einsatz von synthetischen Energieträgern kommt daher eine zentrale Rolle zur Erreichung der Klimaziele zu (vgl. dena 2018; BMVI 2018; acatech/Leopoldina/Akademieunion 2017; Agora Energiewende/Wuppertal Institut 2019; IRENA 2020). Als sogenannte „Game Changer“ (BCG/Prognos 2018, S. 72) werden Wasserstofftechnologien die Energiewende deutlich vereinfachen und zudem günstiger gestalten.

Eine Ausschöpfung dieser Nutzungsmöglichkeiten und der daraus resultierenden Einsparpotenziale von CO₂-Emissionen sind jedoch mit umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Investitionen und Umstrukturierungen von industriellen Prozessen verbunden. Dabei wird sich mit der Erzeugung, dem Transport und der Nutzung von grünem Wasserstoff eine Wasserstoffwirtschaft etablieren. Da damit der Aufbau einer eigenen Wertschöpfungskette innerhalb des bestehenden Wirtschaftssystems verbunden ist, wird diese im Folgenden auch als *Wertschöpfungskette „Wasserstoff“* bezeichnet (vgl. BMVI 2018). Die Transformation in eine Wasserstoffwirtschaft gemäß der Nationalen Wasserstoffstrategie wird nicht nur die Art und Weise der Stromgewinnung ändern, sondern wird sich auch auf die Infrastruktur, auf die Produktionsweisen energieintensiver Industrien sowie auf die Importbedarfe und auf die Exportmöglichkeiten auswirken. Daraus werden sich weitreichende Folgen für die Bedarfe am Arbeitsmarkt und somit für das Aus- und Weiterbildungssystem in Deutschland ergeben. Damit die Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie nicht durch Fachkräfteengpässe ausgebremst wird, ist es erforderlich bereits frühzeitig aufzuzei-

gen, welche Berufe, Qualifikationen und Kompetenzen zukünftig dafür benötigt werden. Ebenso ist zu evaluieren, ob der aktuell eingeschlagene Entwicklungspfad im Bildungssystem diese zukünftigen Bedarfe decken kann.

Die BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen (QuBe, www.QuBe-Projekt.de), welche unter der gemeinsamen Leitung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH (GWS) durchgeführt werden, bieten die Möglichkeit solche Analysen durchzuführen. Anhand von Modellrechnungen zeigen sie konsistente Entwicklungspfade auf, wie sich die Wirtschaft und der Arbeitsmarkt in Deutschland bis zum Jahr 2040 entwickeln könnten. Arbeitskräfteangebot und -bedarf lassen sich dabei getrennt nach 63 Wirtschaftszweigen, 144 Berufsgruppen (Dreisteller der Klassifikation der Berufe (KlB) 2010) sowie vier Qualifikations- bzw. Anforderungsniveaus ausweisen. Zudem wurde mit der adjustierten Suchdauer (vgl. Maier/Steeg/Zika 2020) ein Indikator zur Beurteilung der Fachkräfte-situation aus Betriebssicht entwickelt.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat das QuBe-Projekt mit der Durchführung des Projektes „Arbeitskräftebedarf und Arbeitskräfteangebot entlang der Wertschöpfungskette ‚Wasserstoff‘“ betraut, um die Folgen der Nationalen Wasserstoffstrategie für den Arbeitsmarkt und das Bildungssystem in Deutschland zu analysieren.

Im Folgenden werden die dafür angesetzten Projektphasen inklusive zu schließender Wissenslücken und dafür vorgesehene Lösungsstrategien sowie die zugehörigen Zwischenziele dargestellt.

2 Erste Projektphase (01.01.2022 – 31.03. 2023) – 7. Welle

2.1 Überblick erste Projektphase

Die erste Projektphase erstreckt sich über den Zeitraum vom 01.01.2022 bis 31.03.2023. Ziel dieser ersten Phase ist es, die zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie erforderlichen Bedarfe an Arbeitskräften sowohl quantitativ (nach Personen- und Stundenzahl) als auch qualitativ (getrennt nach Anforderungsniveau und Fachrichtung) auszuweisen und mit dem entsprechend zur Verfügung stehenden Angebot gegenüberzustellen. Dazu erstellen wir auf Basis der siebten Welle des QuBe-Projektes ein Wasserstoff-Szenario, in dem die Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie abgebildet wird. Der Projektionshorizont erstreckt sich dann bis zum Jahr 2045.

Es handelt sich dabei zunächst um ein einfaches Szenario, da die Wertschöpfungskette „Wasserstoff“ bis dahin nicht in den Input-Output-Tabellen des Modellsystems integriert sein wird. Damit lassen sich die dynamischen Prozesse, welche sich aus

der Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie ergeben, zunächst nur anhand von Annahmen im Modell berücksichtigen.

Da die Nationalen Wasserstoffstrategie die Förderung der Forschung und Entwicklung sowie die Erarbeitung von Umsetzungskonzepten beinhaltet, ist aktuell noch offen, mit welchen konkreten Maßnahmen sie tatsächlich umgesetzt wird. Damit sind für die Entwicklung der Annahmen des Wasserstoff-Szenarios und seine Umsetzung umfangreiche Recherchen erforderlich. Dazu gehören bspw. die folgenden offenen Fragen:

- In welchem Umfang ist der Ausbau von Offshore-Produktion von Wasserstoff bzw. Power-to-X realistisch und erforderlich?
- Welche Wirtschaftszweige sind von der Umstellung auf Wasserstoff als Energieträger und in welchem Umfang betroffen?
- Wie ändern sich die Vorleistungsverflechtungen dieser Wirtschaftszweige im Zuge der Umstellung auf Wasserstoff als Energieträger?
- In welchem Umfang wird eine Pipeline- und Tankinfrastruktur von Wasserstoff benötigt?
- Welche Berufe / Qualifikationen werden in der Fertigungs- und Zulieferindustrie von Brennstoffzellensystemen benötigt?
- In welchem Maße ergeben sich Chancen und Risiken im internationalen Handel?

Dazu sieht das QuBe-Projekt zum einen eine enge Zusammenarbeit mit dem BMBF bzw. mit dessen Beratungsgremium im Punkt Wasserstoff vor. Zum anderen ist eine Befragung von Fördermittelbeziehenden des BMBF im Rahmen von Wasserstoffprojekten geplant. Dazu wird ein Befragungskonzept entwickelt, mit dem die verschiedenen blinden Flecken entlang der Wertschöpfungskette „Wasserstoff“ aufgedeckt werden sollen. Somit zählen zur Zielgruppe der Befragung sowohl die Forschung und Entwicklung (wodurch die frühe Umsetzungsphase der Nationalen Wasserstoffstrategie adressiert wird) als auch die Industrie (wodurch die Implementierung im laufenden Betrieb berücksichtigt wird). Dabei werden vornehmlich die Arbeitskräftebedarfe nach Berufen, Anforderungsniveaus und Kompetenzen im Vordergrund stehen. Ebenso werden die Unternehmen nach ihren Einschätzungen zur Entstehung neuer Märkte im In- und Ausland befragt.

2.2 Literaturrecherche

Zunächst wird eine Literaturrecherche von nationalen und internationalen Studien zu dem Auf- und Ausbau und zu den Wirkungen einer Wasserstoffwirtschaft durchge-

führt. Ziel dieser Arbeit ist, umfassende Erkenntnisse zu dem aktuellen Forschungsstand zum Thema Wasserstoff zu erhalten. Dabei stehen alle Bereiche des Aufbaus und Betriebes einer Wertschöpfungskette „Wasserstoff“ im Fokus. Der internationale Blick erlaubt vergleichend ins Ausland zu schauen. Dies ist insbesondere angesichts des Importbedarfes an grünem Wasserstoff für Deutschland entscheidend.

Dazu wurde bereits ein BIBB-Discussion Paper veröffentlicht, welches die aktuelle Studienlage zusammenfassend darstellt. Die Studie ist unter <https://lit.bibb.de/vufind/Record/DS-779809> abrufbar. Angesichts der Brisanz des Themas ist mit weiteren Studien zu rechnen, wodurch es sich bei der Literaturrecherche um eine Daueraufgabe im Projekt handelt. Neue Erkenntnisse werden in den im weiteren Projektverlauf veröffentlichten Studien zusammenfassend dargestellt.

2.3 Expert:innengespräche

Die Studienlandschaft legt nahe, dass sich eine Wertschöpfungskette „Wasserstoff“ grundlegend von heute beobachtenden Produktions- und Arbeitsweisen unterscheiden wird. Um diese studienbasierte Erkenntnis zu verifizieren, werden qualitative Expert:innengespräche durchgeführt. Ziel ist es, vertiefende Informationen aus den Erkenntnissen der Literaturrecherche und den eigenen Überlegungen zu erhalten. Dafür werden leitfadengestützte Gespräche geführt. Erstrebenswert ist es, Expert:innengespräche in den unterschiedlichen Stationen der Wertschöpfungskette „Wasserwirtschaft“ zu führen. Auch zielt die Expert:innenbefragung darauf hinaus, die im folgenden Arbeitspaket durchzuführende Befragung zielgerichtet erstellen zu können.

2.4 Entwicklung einer Befragung

Aufgrund der bisher unzureichenden Datengrundlage lässt sich eine Wertschöpfungskette „Wasserstoff“ aktuell nicht in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung identifizieren. Datenbasierte Informationen zur Wasserstoffwirtschaft liegen nicht oder nur in sehr begrenztem Umfang vor. Aus diesem Grund wird in einem weiteren Projektschritt eine quantitative Befragung von unterschiedlichen Akteur:innen innerhalb der Wertschöpfungskette „Wasserstoff“ durchgeführt. Ziel ist es, diese Datenlücken zu schließen.

Die Entwicklung des Fragebogens leitet sich aus der Literaturrecherche und den Expert:innengesprächen ab. Ein möglichst kurzer und prägnanter Fragebogen wird angestrebt, um eine möglichst hohe Rücklaufquote zu erhalten. Der Fragebogen soll möglichst sämtlichen Teilnehmenden von wasserstoffspezifischen Fördermaßnahmen des BMBF zukommen.

2.5 Systematische Herleitung des „Wasserstoff“-Szenarios

Die Entwicklung eines wie in dieser Projektphase vorgesehen einfachen Wasserstoff-Szenarios bedingt die Entwicklung eines Annahmensests, welches in das bestehende Modellsystem QINFORGE (Qualification and Occupation in the INterindustry FOREcasting GErmany) (vgl. Maier et al. 2020) eingebaut wird. Die Annahmen leiten sich aus den vorangehenden Erkenntnissen aus der Literaturrecherche, den qualitativen Expert:innengesprächen und der quantitativen Befragung ab. Die Herleitung eines in sich konsistenten Szenarios bedingt die Zusammenführung der Erkenntnisse aus den drei vorgelagerten Arbeitsschritten. Anschließend sind die getroffenen Annahmen im Modellsystem QINFORGE zu verorten und in ihrer qualitativen (welche Modellgröße ist betroffen? Mehr oder weniger?) und quantitativen (wieviel) Wirkung einzustellen. Grundsätzlich lassen sich die Eingriffsmöglichkeiten in fünf Dimensionen oder Wirkungsraster einteilen (vgl. Abbildung 1), welche sich an den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen des Statistischen Bundesamtes und den dahinterstehenden Buchungssystemen der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen orientieren. Ziel eines solchen Rasters ist es, ein möglichst vollständiges Bild zu zeichnen. Das Modell des QuBe-Projektes QINFORGE bildet die Buchungssysteme der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen in Gänze und interdependent ab. Das Raster unterstützt die eindeutige Einordnung denkbarer Veränderungen, um doppelte Erfassungen zu vermeiden und den jeweiligen Wirkungsbereich sichtbar zu machen.

Abbildung 1: Ordnungsschema für mögliche Szenario-Eingriffe



Quelle: Eigene Darstellung

Konkret sind Szenario-Eingriffe dazu geeignet, die **Verhaltensweisen** von privaten Haushalten, des Staates oder der Investierenden kurz-, mittel- und langfristig zu verändern. Dazu zählen Szenario-Komponenten wie veränderte Investitionsneigung in den Bereichen Bau, Ausrüstungen und immaterielle Güter, sowie staatliche Forschungsförderung. Dabei werden ebenso die Veränderungen der Verhaltensweisen der übrigen Welt berücksichtigt, welche die deutsche Exportnachfrage beeinflussen. Ferner sind die **Produktionsweisen** der Unternehmen zu berücksichtigen, welche sich in ihren Kostenstrukturen widerspiegeln: Hierzu zählen Veränderungen, die zur Verwendung von z. B. mehr oder weniger Materialien oder Energie führen. Bspw. wird sich im Zuge der Wasserstoffwirtschaft die Kostenstruktur der Energiewirtschaft ändern, da im Zeitverlauf immer weniger fossile Brennstoffe benötigt werden. Auch die Produktionsweise der Chemie, sowie der Glas-, Keramik- oder Stahlindustrie werden sich ändern.

Die **Arbeitsweise** gibt Aufschluss über mögliche Veränderungen der Arbeitsproduktivität einzelner Branchen und den spezifischen Beiträgen der Berufe in einer Branche zum Arbeitseinsatz, gemessen in Arbeitsstunden (vgl. Mönnig et al. 2018). Diese beeinflussen ebenso die Verdienstmöglichkeiten der Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen. Das einfache Wasserstoff-Szenario prüft Veränderungen der Arbeitsweise in Form neuer Zusammensetzungen von Berufen z. B. in der Stahlindustrie.

Das Verarbeitende Gewerbe in Deutschland ist stark exportorientiert (vgl. Mönnig/Wolter 2020) und daher gibt es mit der **Außenwirtschaft** ein weiteres Raster, in das Veränderungen des Wasserstoff-Szenarios eingruppiert werden können. Die denkbaren Verschiebungen von Importen und neue Exportmöglichkeiten gehören dazu.

Zudem ist die **zeitliche Verteilung der Wirkungen** zu bewerten. Wie bereits geschildert, wird die Implementierung der Wertschöpfungskette „Wasserstoff“ in verschiedenen Abschnitten vorangehen.

2.6 Modellrechnung und Auswertung

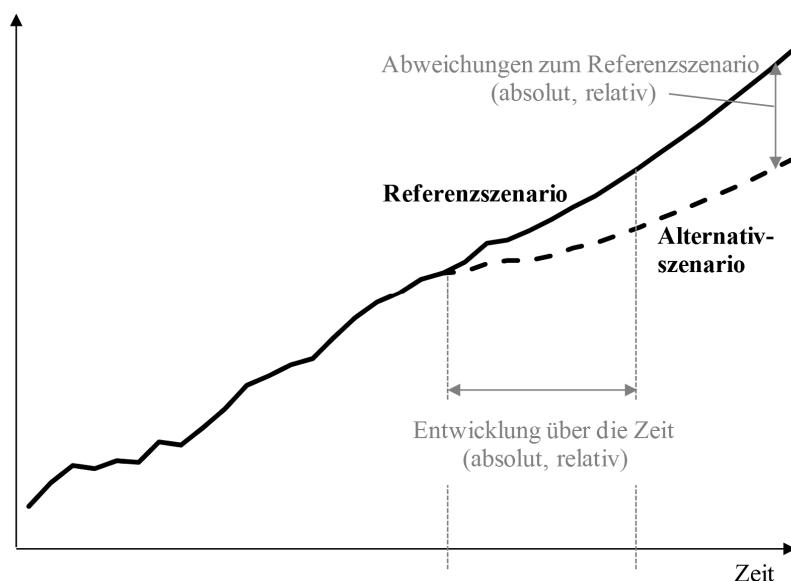
Nachdem das Wasserstoff-Szenario beschrieben und im Modellkontext verortet wurde, wird anschließend die theoretische Ebene verlassen und die getroffenen Annahmen in das Modellsystem QINFORGE implementiert. Die Annahmen werden als Differenz zu einem Referenzszenario eingebaut. Das Referenzszenario wird in der ersten Projektionsphase dem Basislauf der siebten Welle des QuBe-Projektes entsprechen. Diese Basisprojektion schreibt in der Vergangenheit beobachtbare Trends und Verhaltensweisen im Bildungssystem, auf dem Arbeitsmarkt und in der ökonomischen Entwicklung in die Zukunft fort. Damit wird ein Entwicklungspfad abgebildet auf

dem sich Deutschland aktuell befindet. Die Nationale Wasserstoffstrategie ist darin nicht enthalten und der („träge“) Vergangenheitstrend wird beibehalten.

Die Annahmen werden schließlich einzeln und aufeinander aufbauend in das Modellsystem eingebaut, so dass die Einzelaspekte aus den fünf Dimensionen aus Abbildung 1 und ihre Wirkung auf Wirtschaft und Arbeitsmarkt differenzierbar und quantifizierbar sind. Dies dient zum einen zur Evaluation der Ergebnisse, zum anderen aber auch zur Ergebnistransparenz.

Die Auswertung erfolgt anhand der sogenannten Szenarientechnik (vgl. Helmrich/Zika 2018), welche sich dazu eignet, Wirkungen von bestimmten Maßnahmen auf den Arbeitsmarkt aufzuzeigen oder alternative Entwicklungspfade zu analysieren. Dies wurde bspw. bereits im Kontext der Industrie 4.0 (vgl. Wolter et al. 2015), Wirtschaft 4.0 (vgl. Wolter et al. 2016, 2019), der Elektromobilität (vgl. Mönnig et al. 2018) und des Klimaprogramms 2030 (vgl. Mönnig et al. 2020) durch das QuBe-Projekt analysiert.

Abbildung 2: Szenarienvergleich



Quelle: Eigene Darstellung

Abbildung 2 veranschaulicht dazu, dass sich bei der Szenarientechnik die Ergebnisse anhand zweier Perspektiven auswerten lassen: Ein Vergleich zwischen der Basisprojektion und dem Wasserstoff-Szenario zu bestimmten Projektionszeitpunkten zeigt die zusätzlichen (oder geringeren) Bedarfe an Arbeitskräften nach Branchen, Berufen und Anforderungsniveaus auf, welche aus der Nationalen Wasserstoffstrategie hervorgehen. Zum anderen ermöglicht ein Zeitvergleich innerhalb des Wasserstoff-Szenarios wie stark sich der Arbeitsmarkt von morgen in einer Wasserstoffwirtschaft vom gegenwärtigen Zustand unterscheidet.

Im Ergebnis können u. a. Handlungsbedarfe insbesondere im Bildungs- und Forschungssystem, welches zu Beginn der Umsetzungsphase eine entscheidende Rolle einnehmen wird, identifiziert werden.

3 Weitere Projektphasen

Im Anschluss daran sind zwei weitere Projektphasen geplant:

- Zweite Projektphase (01.04.2023 – 31.03.2025) auf der Basis der 8. Welle
- Dritte Projektphase (01.04.2025 – 31.03.2027) auf der Basis der 9. Welle

Dabei wird ab der zweiten Phase eine komplexe Modellierung der Wertschöpfungskette „Wasserstoff“ im QuBe-Modell umgesetzt. Ziel ist es, dadurch Vorleistungsverflechtungen der Wasserstoffwirtschaft im Detail abzubilden und dynamisch zu modellieren.

In der dritten Projektphase ist schließlich eine regionale Modellierung geplant. Damit lassen sich die Effekte der Nationalen Wasserstoffstrategie nach Regionen ausweisen.

4 Literatur

- acatech (Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.); Leopoldina (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina); Akademienunion (Union der deutschen Akademien der Wissenschaften) (2017): Sektorkopplung – Optionen für die nächste Phase der Energiewende, Schriftenreihe zur wissenschaftsbasierten Politikberatung, Stellungnahme des Akademienprojekts „Energiesysteme der Zukunft“, München.
- Agora Energiewende; Wuppertal Institut (2019): Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Berlin, November 2019.
- BCG (Boston Consulting Group); Prognos (2018): Klimapfade für Deutschland. Studie im Auftrag des BDI. Boston Consulting Group, Prognos, München, Hamburg, Basel, Berlin
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) (2018): Integriertes Energiekonzept 2050. Strom Wärme Verkehr Industrie. Rechtliche Rahmenbedingungen für ein integriertes Energiekonzept 2050 und die Einbindung von EE-Kraftstoffen. Abschlussbericht (Kurzfassung). Berlin – URL: https://usercontent.one/wp/www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/03/2019_Studie_Rechtliche-Rahmenbedingungen-fuer-ein-integriertes-Energiekonzept_IEK2050.pdf?media=1628501676 (Stand: 10.08.2021)
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2020): Die Nationale Wasserstoffstrategie. Berlin – URL: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html> (Stand: 10.08.2021)
- dena (Deutsche Energie-Agentur) (2018): dena-Leitstudie Integrierte Energiewende. Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050. Berlin – URL: https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf (Stand: 10.08.2021)
- Helmrich, R.; Zika, G. (2018): Prognosen, Projektionen und Szenarien. In: Baur, N.; Blasius, J. (Hrsg.): Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung. Bd. 1, S. 231-246
- IRENA (International Renewables Energy Agency) (2020): Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050 (Edition: 2020). Summary. Abu Dhabi – URL: https://irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_GRO_Summary_2020

<.pdf?la=en&hash=1F18E445B56228AF8C4893CAEF147ED0163A0E47>

(Stand: 10.08.2021)

Maier, T.; Steeg, S.; Zika, G. (2020): Die Modellierung adjustierter Suchdauern als Indikator für die Fachkräftesituation im Beruf. Version 1.0. Bonn – URL: <https://lit.bibb.de/vufind/Record/DS-185387> (Stand: 10.08.2021)

Maier, T.; Zika, G.; Kalinowski, M.; Steeg, S.; Mönnig, A.; Wolter, M. I.; Hummel, M.; Schneemann, C. (2020): COVID-19-Krise: Die Arbeit geht weiter, der Wohlstand macht Pause. BIBB-Report 4/2020 – URL: <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/show/16757> (Stand: 10.08.2021)

Mönnig, A.; Schneemann, C.; Weber, E.; Zika, G.; Helmrich, R. (2018): Elektromobilität 2035. Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch die Elektrifizierung des Antriebsstrangs von Personenkarfswagen. IAB-Forschungsbericht 8|2018 – URL: <https://www.iab.de/185/section.aspx/Publikation/k181130301> (Stand: 10.08.2021)

Mönnig, A.; Schneemann, C.; Weber, E.; Zika, G. (2020): Das Klimaschutzprogramm 2030 – Effekte auf Wirtschaft und Erwerbstätigkeit durch das Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung. IAB-Discussion Paper 2|2020 – URL: <https://www.iab.de/183/section.aspx/Publikation/k200115301> (Stand: 10.08.2021)

Mönnig, A.; Wolter, M. I. (2020): Exportweltmeister Deutschland: Ist das deutsche Geschäftsmodell im Wandel? GWS Discussion Paper 2020/5 – URL: <http://www.gws-os.com/discussionpapers/gws-paper20-5.pdf> (Stand: 10.08.2021)

Runge, P.; Sölch, C.; Albert, J.; Wasserscheid, P.; Zöttl, G.; Grimm, V. (2020): Economic comparison of electric fuels produced at excellent locations for renewable energies: A Scenario for 2035 – URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3623514 (Stand: 10.08.2021)

SPD (Sozialdemokratische Partei Deutschlands); Bündnis 90/Die Grünen; FDP (Freie Demokratische Partei): Mehr Fortschritt wagen. Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit. 28 Koalitionsvertrag 2021 – 2025 zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands (SPD), Bündnis 90/Die Grünen und den Freien Demokraten (FDP). Koalitionsvertrag der 20. Legislaturperiode vom 24. November 2021 2021. URL: https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf (Stand: 03.01.2022)

Timmerberg, S.; Kaltschmitt, M. (2019): Hydrogen from renewables: Supply from North Africa to Central Europe as blend in existing pipelines – Potentials and costs. *Applied Energy* (237), S. 795-809

Wolter, M. I.; Mönnig, A.; Hummel, M.; Schneemann, C.; Weber, E.; Zika, G.; Helmrich, R.; Maier, T.; Neuber-Pohl, C. (2015): Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB-Forschungsbericht 08|2015 – URL: <https://www.iab.de/185/section.aspx/Publikation/k151019301> (Stand: 10.08.2021)

Wolter, M. I.; Mönnig, A.; Hummel, M.; Weber, E.; Zika, G.; Helmrich, R.; Maier, T.; Neuber-Pohl, C. (2016): Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. IAB-Forschungsbericht 13|2016 – URL: <https://www.iab.de/185/section.aspx/Publikation/k161108j05> (Stand: 10.08.2021)

Wolter, M. I.; Mönnig, A.; Schneemann, C.; Weber, E.; Zika, G.; Helmrich, R.; Maier, T.; Winnige, S. (2019): Wirtschaft 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Ökonomie. Szenario-Rechnungen im Rahmen der fünften Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsprojektionen. Wissenschaftliche Diskussionspapiere Nr. 200 – URL: <https://www.bibb.de/dienst/veroeffentlichungen/de/publication/show/10197> (Stand: 10.08.2021)