

Arbeitspapiere Unternehmen und Region
Nr. R4/2025



Esther Schnabl
Maja Wielowiejski
Thomas Stahlecker

**Zur Rolle von Landesstrategien
beim Aufbau einer Wasserstoff-
wirtschaft – die Beispiele Baden-
Württemberg und Sachsen**

 **Fraunhofer**
ISI

Impressum

Zur Rolle von Landesstrategien beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft – die Beispiele Baden-Württemberg und Sachsen

Verantwortlich für den Inhalt des Textes

Esther Schnabl, Esther.Schnabl@isi.fraunhofer.de
Maja Wielowiejski
Thomas Stahlecker, Thomas.Stahlecker@isi.fraunhofer.de

Zitierempfehlung

Schnabl, E.; Wielowiejski, M.; Stahlecker, T. (2025): Zur Rolle von Landesstrategien beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft – die Beispiele Baden-Württemberg und Sachsen (Arbeitspapiere Unternehmen und Region Nr. R4/2025). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Hinweise

Dieser Bericht einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Die Informationen wurden nach bestem Wissen und Gewissen unter Beachtung der Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis zusammengestellt. Die Autorinnen und Autoren gehen davon aus, dass die Angaben in diesem Bericht korrekt, vollständig und aktuell sind, übernehmen jedoch für etwaige Fehler, ausdrücklich oder implizit, keine Gewähr. Die Darstellungen in diesem Dokument spiegeln nicht notwendigerweise die Meinung des Auftraggebers wider.

Kontakt:

Fraunhofer-Institut für System-
und Innovationsforschung ISI
Abteilung "Politik und Gesellschaft"
Breslauer Straße 48 | 76139 Karlsruhe
Tel.: +49 / 721 / 6809-138
E-Mail: christine.schaedel@isi.fraunhofer.de
URL: www.isi.fraunhofer.de

Karlsruhe 2025
ISSN 1438-9843
doi: [10.24406/publica-5178](https://doi.org/10.24406/publica-5178)

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Einleitung.....	5
2 Forschungsfragen.....	6
3 Wasserstoffstrategien der deutschen Bundesländer vor dem Hintergrund bestehender Herausforderungen beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft.....	7
4 Die Wasserstoffstrategien von Baden-Württemberg und Sachsen im Vergleich	10
4.1 Kriterien zum Vergleich von politischen Strategien.....	10
4.2 Auswahl der Fallbeispiele	12
4.3 Anwendung der Kriterien für die Wasserstoffstrategien Baden-Württembergs und Sachsens.....	14
4.4 Zur Rolle von Modellregionen in den Wasserstoffstrategien	21
5 Diskussion und Schlussfolgerungen.....	22
6 Literaturverzeichnis	23

Abkürzungsverzeichnis

AL	Arbeitslosenquote
BB	Brandenburg
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
EE	Erneuerbare Energien
F&E	Forschung und Entwicklung
HB	Bremen
HE	Hessen
HH	Hamburg
IMAG	Interministerielle Arbeitsgruppe
KH2	Kompetenzstelle Wasserstoff
MV	Mecklenburg-Vorpommern
NI	Niedersachsen
NRW	Nordrhein-Westfalen
NWS	Nationale Wasserstoffstrategie
RP	Rheinland-Pfalz
SH	Schleswig-Holstein
SK	Sächsische Staatskanzlei
SMEKUL	Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft
SMR	Sächsisches Staatsministerium für Regionalentwicklung
SMWA	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
SMWK	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus
SL	Saarland
SN	Sachsen
ST	Sachsen-Anhalt
TH	Thüringen
UM	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg

1 Einleitung

Die globale Energiewende und die dringende Notwendigkeit, CO₂-Emissionen drastisch zu senken, haben in den letzten Jahren das Interesse an alternativen und nachhaltigen Energieträgern wie grüner Wasserstoff verstärkt. Nachhaltig produzierter Wasserstoff gilt als vielversprechender Baustein für die Dekarbonisierung verschiedener Sektoren, insbesondere in der Industrie und im Verkehrsbereich. Er bietet das Potenzial, fossile Brennstoffe zu ersetzen und gleichzeitig als emissionsfreie Energiequelle den Übergang zu einer klimaneutralen Wirtschaft zu unterstützen. Deutschland, das sich ehrgeizige Klimaziele gesetzt hat, positioniert Wasserstoff in seiner nationalen Energiewendestrategie als Schlüsselement für die Reduzierung von CO₂-Emissionen. Trotz des hohen Potenzials steht die Entwicklung eines funktionierenden Wasserstoffmarktes jedoch vor zahlreichen technologischen, ökonomischen und politischen Herausforderungen. Um diese Herausforderungen zu bewältigen und den Aufbau einer nachhaltigen Wasserstoffwirtschaft voranzutreiben, sind umfassende Maßnahmen und gezielte politische Strategien erforderlich.

Die wirtschaftliche Relevanz von grünem Wasserstoff wird als erheblich eingeschätzt und er wird oft als wesentlicher Baustein für den Klimaschutz und die Dekarbonisierung betrachtet, da er fossile Energieträger in verschiedenen Bereichen ersetzen könnte. In der Industrie findet Wasserstoff Anwendung bei der Prozesswärme, der Stahl- und Chemieproduktion sowie in der Ammoniakherstellung. Im Verkehrssektor wird er für verschiedene Anwendungen erprobt und genutzt, wie etwa bei Nutzfahrzeugen oder im Schienenverkehr. Es zeichnet sich jedoch ab, dass die Nutzung im Luft- und Seeverkehr aufgrund der erforderlichen Energiedichte eingeschränkt bleibt, während in der Mikromobilität, etwa bei kleinen PKWs und Fahrrädern, batterieelektrische Lösungen aus wirtschaftlichen Gründen dominieren. Darüber hinaus bietet Wasserstoff Vorteile in der Energiespeicherung und Wärmeversorgung, obwohl der Einsatz im privaten Wärmesektor umstritten ist (vgl. Edwards et al. 2007; Wietschel et al. 2023; Winter 2009). Laut Doms (2023) hat Wasserstoff vor allem dort Potenzial, wo Elektrifizierung zu aufwendig ist, etwa in der chemischen Industrie, der Stahlproduktion und in Teilen des Verkehrssektors.

Die Einführung von Wasserstofftechnologien in unterschiedlichen Anwendungsbereichen hat eine system- oder strukturverändernde Wirkung. Insbesondere grüner Wasserstoff soll teilweise importiert oder beispielsweise in heimischen Elektrolyseuren erzeugt werden. Damit einhergehend stellt sich die Frage nach Infrastrukturen zum Transport und Verteilung wie Pipelines oder Tankstellen. Die inländische Produktion von grünem Wasserstoff in Elektrolyseuren erfordert neue Kapazitäten zur Erzeugung regenerativen Stroms. Des Weiteren soll Wasserstoff zu einer weitreichenden Sektorkopplung beitragen. Dies impliziert Innovationen, die eine Verschränkung der Sektoren technologisch und wirtschaftlich ermöglichen. Der Neuerungsbedarf betrifft letztlich auch den regulatorischen Rahmen wie Normen und Standards, die die Beschaffenheit von Technologien regeln, oder Gesetze und Verordnungen, die beispielsweise Genehmigungsverfahren regeln. Somit sind nicht nur technologische Innovationen erforderlich, um eine Marktdurchdringung von grünem Wasserstoff zu ermöglichen, sondern auch Dienstleistungs-, organisatorische und institutionelle Innovationen.

Angesichts des wirtschaftlichen Potenzials, der politischen Zielsetzung der Dekarbonisierung, aber auch der Notwendigkeit von Wandel und Innovation in vielen unterschiedlichen Bereichen verfolgen EU, Bund und nahezu alle Bundesländer strategische Ansätze, um die Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff zu fördern. So wurde 2020 z.B. die Nationale Wasserstoffstrategie Deutschlands in Anlehnung an die Ziele und Vorgaben der EU-Wasserstoffstrategie entwickelt. Fast alle 16 deutschen Bundesländer haben, im Einklang mit den Vorgaben der EU und des Bundes, individuelle

Wasserstoffstrategien vorgestellt¹, die an ihre jeweiligen regionalen Besonderheiten, verfügbaren Ressourcen und ökonomischen Kapazitäten angepasst sind. In diesen Strategien werden Ziele und Maßnahmen formuliert, um den Weg in Richtung einer wasserstoffbasierten Wirtschaft strategisch überlegt zu skizzieren. Allerdings ist das Verfassen politischer Strategien eine anspruchsvolle Aufgabe, die in der Praxis oft uneinheitlich umgesetzt wird, da ein konkreter, allgemein anerkannter Leitfaden oder Werkzeugkasten zur Erstellung solcher Strategien fehlt. Wie eine politische Strategie theoretisch und praktisch fundiert auszusehen hat, ist bislang nicht klar definiert. Vor diesem Hintergrund werden im Folgenden basierend auf Wielowiejski (2024) zunächst Kriterien skizziert, anhand derer politische Strategien analysiert werden können.

2 Forschungsfragen

Vor dem Hintergrund der im vorherigen Kapitel skizzierten Punkte ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- Forschungsfrage 1: Nach welchen Kriterien können politische Strategien analysiert werden?

Dieser Untersuchungsrahmen wird im Anschluss daran auf zwei Bundesländer angewendet. Für den Vergleich wurden Baden-Württemberg und Sachsen ausgewählt. In beiden Bundesländern gibt es Regionen, die im Automobilssektor mit Fokus auf Verbrennungsmotoren spezialisiert sind. Diese Regionen stehen vor Herausforderungen, die die Transformationen dieses Sektors in Richtung alternativer Antriebe mit sich bringt. Des Weiteren gelten beide Bundesländer als forschungsstark. Vor dem historischen Hintergrund bestehen Unterschiede jedoch in der gesamtwirtschaftlichen Leistungsfähigkeit.

- Forschungsfrage 2: Wie unterscheiden sich die Strategien zweier Bundesländer?

Um Erkenntnisse über die Einführung von Neuerungen, die eine strukturverändernde Wirkung haben, zu gewinnen, werden in den letzten Jahren verstärkt Modellregionen etabliert. Dabei handelt es sich in der Regel um Förderprojekte, in denen in einem begrenzten Raum in kooperativen Prozessen unterschiedliche Akteure miteinander erproben und demonstrieren, wie beispielsweise neue Technologien erzeugt und genutzt werden können. Die so gewonnenen Erkenntnisse sollen in der Region zu einer Verstetigung der Aktivitäten beitragen und einen Transfer in andere Regionen ermöglichen. Das Ziel von Modellregionen ist auch, eine gewisse Sichtbarkeit des Themas zu erzeugen (Graffenberger und Brödner 2022). Das Instrument der Modellregionen ermöglicht es, in einem begrenzten Raum neue strukturverändernde Technologien einzuführen und dabei das Zusammenwirken unterschiedlicher Akteure zu erproben.

- Forschungsfrage 3: Welche Rolle spielen großmaßstäbige Modellprojekte in den untersuchten Strategien und wie werden sie umgesetzt?

In Kapitel 2 werden Herausforderungen beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft dargestellt sowie die Wasserstoffstrategien der Bundesländer, die diese Herausforderungen adressieren und dabei ihre Potenziale nutzen. Darauf aufbauend widmet sich Kapitel 3 dem Vergleich der Wasserstoffstrategien von Baden-Württemberg und Sachsen. Hierfür wird ein Kriterienkatalog herangezogen, der die Strategien aus politikwissenschaftlicher Sicht betrachtet. Vertiefend wird das Förderinstrument der Modellregionen untersucht. Abschließend werden die Ergebnisse zusammengefasst und reflektiert. Dabei fließen auch Erkenntnisse aus sieben Interviews ein, die mit Stakeholdern aus den beiden Regionen geführt wurden.

¹ Untersuchungszeitraum bis Ende 2022

3 Wasserstoffstrategien der deutschen Bundesländer vor dem Hintergrund bestehender Herausforderungen beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft

Ein zentraler Punkt zur Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft ist der Aufbau eines funktionierenden Wasserstoffmarktes. Laut Wietschel et al. (2023) wurden 2021 weltweit lediglich fünf Prozent des produzierten Wasserstoffs gehandelt, was auf das Fehlen eines umfassenden globalen Wasserstoffmarktes hinweist. Trotz politischer Bemühungen zur Förderung von Wasserstoff bleibt der Aufbau eines solchen Marktes eine große Herausforderung. Zukünftige Prognosen zeigen jedoch, dass der Bedarf an Wasserstoff deutlich steigen wird, um die Klimaziele zu erreichen.² Nicht nur bei den Anwendungsfeldern herrscht Uneinigkeit, sondern auch bei den Bedarfsprognosen, die von Wissenschaft, Politik und Wirtschaft unterschiedlich eingeschätzt werden. Ein Beispiel ist die Nationale Wasserstoffstrategie Deutschlands (NWS). Ursprünglich war ein Ziel von 5 GW Elektrolyseleistung bis 2030 festgelegt, das später auf 10 GW erhöht wurde. Diese Leistung soll etwa 20 bis 30 % des aktuellen Wasserstoffbedarfs decken, der bislang überwiegend aus fossilen Brennstoffen stammt (Clausen 2022; Doms 2023). Ein weiteres Hindernis bei der Erzeugung von grünem Wasserstoff ist die Begrenzung der Flächen für Wind- und Photovoltaikanlagen, während gleichzeitig der Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigt werden muss, um den steigenden Energiebedarf zu decken. In den letzten Jahren sind zahlreiche Artikel erschienen, die die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Wasserstoffmarkt untersuchen. Wietschel et al. (2021) und Riemer et al. (2022) analysieren, welche Faktoren den Einsatz von Wasserstoff beeinflussen und vorantreiben. Eine zentrale Erkenntnis ist, dass Wasserstoff nur dann weitverbreitet eingesetzt werden kann, wenn er zu einem rentablen Preis angeboten wird – die Preiselastizität spielt dabei eine entscheidende Rolle (vgl. Wietschel et al. (2023)). Die Wettbewerbsfähigkeit von Wasserstoff ist demnach stark von den Produktionskosten abhängig. Clausen (2022) hebt hervor, dass sinkende Preise für EE und die Skalierung der Elektrolyseproduktion entscheidende Faktoren sind, um die Kosten zu senken. Weitere Einflüsse wie CO₂-Preise, die Kosten für synthetische Treibstoffe und internationale Marktpreise haben ebenfalls eine beeinflussende Rolle. Kostenschätzungen werden dabei oft genutzt, um die Attraktivität zukünftiger Szenarien zu bewerten. Ueckerdt et al. (2021) weisen zusätzlich daraufhin, dass der Ausbau der Produktionskapazitäten sowie der Transport- und Verteilungsinfrastruktur notwendig ist, um den Wasserstoffmarkt anzukurbeln.

Vor dem Hintergrund dieser Herausforderungen und den gesetzten Zielen der Dekarbonisierung, wird die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger in den letzten Jahren verstärkt politisch gefördert. Clausen (2022, S. 12) stellt fest, dass "die Wasserstoffwirtschaft eine politisch gewollte Entwicklung" darstellt. Ohne diesen politischen Willen wären weder die nötigen Produktionsinfrastrukturen noch die technologischen Grundlagen zur Nutzung von Wasserstoff entstanden. Seit 2014, beeinflusst durch Impulse aus Japan und China, hat die Forschung und Weiterentwicklung von Wasserstoff weltweit an Fahrt aufgenommen, was auch in Deutschland eine Reihe von Projekten, Förderprogrammen und politischen Initiativen zur Folge hatte (Pingkuo und Xue 2022). Die Grundlage für diese systematischen Anstrengungen bildet die Wasserstoffstrategie, welche als politisches Steuerungsinstrument fungiert. Politische Strategien dienen dazu, klare Ziele zu formulieren und durch Maßnahmenkataloge konkrete Handlungsempfehlungen an die relevanten Akteure zu richten.

² Vgl. die Texte und zitierte Literatur aus Wietschel et al. (2021) und Wietschel et al. (2023) wie beispielsweise Hydrogen Council & McKinsey (2022) und International Renewable Energy Agency (IRENA) (2022).

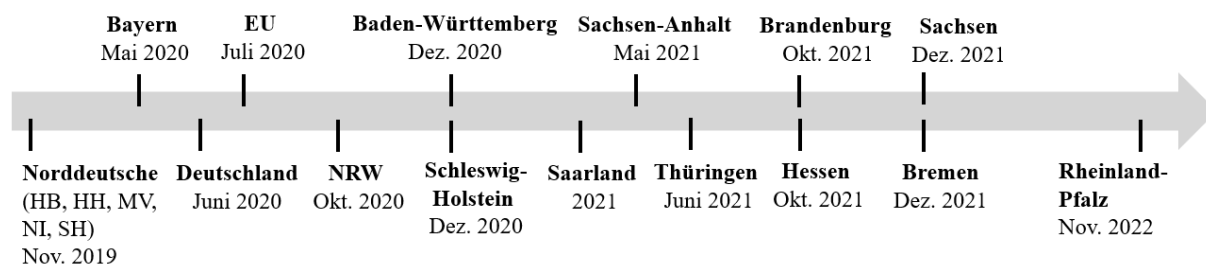
Die umfassende Länderanalyse von Artz et al. (2023) analysierte sogar 43 H₂-Strategien und stellt damit einen wichtigen Beitrag zur vergleichenden Forschung dar. Albrecht et al. (2020) untersuchten auch die europäische "Wasserstoffstrategie für ein klimaneutrales Europa", die 2020 von der Europäischen Kommission vorgestellt wurde. Diese Strategie zielt auf den Ausbau der Wasserstoffproduktion in mehreren Phasen ab und hebt die verschiedenen Anwendungsfelder von Wasserstoff hervor, basierend auf den Empfehlungen von Zachmann et al. (2021) (vgl. Clausen 2022). Auch Deutschland folgte dem politischen Trend und führte 2020 unter dem CDU-geführten Wirtschaftsministerium die Nationale Wasserstoffstrategie (NWS) ein. Diese umfasst diverse Maßnahmen zur Erzeugungssteigerung, zur Nutzung im Verkehrssektor und zur Förderung von Forschung und Innovation. Mit dem Regierungswechsel und dem Koalitionsvertrag der Ampelregierung 2021 (SPD-Grüne-FDP) wurden einige Rahmenbedingungen angepasst und eine Fortschreibung der NWS mit dem Ziel eines beschleunigten Markthochlaufs wurde angekündigt. Dies führte zur Veröffentlichung des "Fortschrittsberichts zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie" durch die neue Bundesregierung im Jahr 2022 (Clausen 2022).

Zwar werden die Ziele der Klima- und Energiepolitik auf internationaler, europäischer und nationaler Ebene festgelegt und somit von der deutschen Bundesregierung zentral gesteuert, jedoch spielen die Bundesländer eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung. Insbesondere im Ausbau und in der Bereitstellung von Erneuerbaren Energien (EE), die für die Produktion von grünem Wasserstoff erforderlich sind, haben die Länder erheblichen Einfluss. Sie agieren als Bindeglied zwischen der Bundesebene, den kommunalen Entscheidungsträgern und der Bevölkerung. Darüber hinaus sind die Bundesländer aktiv in der Schaffung von Wasserstoffnetzwerken, Innovationsclustern und Reallaboren, was einen entscheidenden Beitrag zur Technologieentwicklung und Innovationsförderung leistet. Dies zeigt, wie bedeutend die regionalen Initiativen für die Wasserstoffwirtschaft sind. Die Veröffentlichung der NWS durch den Bund sowie die jeweiligen Zuständigkeiten der Bundesländer führten dazu, dass nahezu jedes Bundesland in den letzten fünf Jahren eine eigene H₂-Strategie entwickelt und vorgelegt hat.³ Diese Strategien orientieren sich häufig an den Vorgaben des Bundes und der Europäischen Union sowie an den jeweiligen regionalen Entwicklungsständen, den vorhandenen Ressourcen und den wirtschaftlichen Kapazitäten (vgl. Clausen 2022; Doms 2023; Flath et al. 2023 und Wurster 2010). Aufgrund der unterschiedlichen Ausgangslagen gelten einige Bundesländer als Vorreiter, während andere eher als Nachzügler angesehen werden.

Die Tabelle im Anhang bietet einen chronologischen Überblick über die veröffentlichten Wasserstoffstrategien in den deutschen Bundesländern (erfasst bis Ende 2022). Sie enthält zudem zusätzliche Informationen zu den Wasserstoffanwendungsfeldern sowie zu den Bedarfsschwerpunkten basierend auf den Analysen von Clausen (2022) und Doms (2023). Die folgende Abbildung 1 visualisiert die Tabelle als Zeitstrahl, während Abbildung 2 eine kartografische Übersicht der Bundesländer und ihrer Strategien bietet.

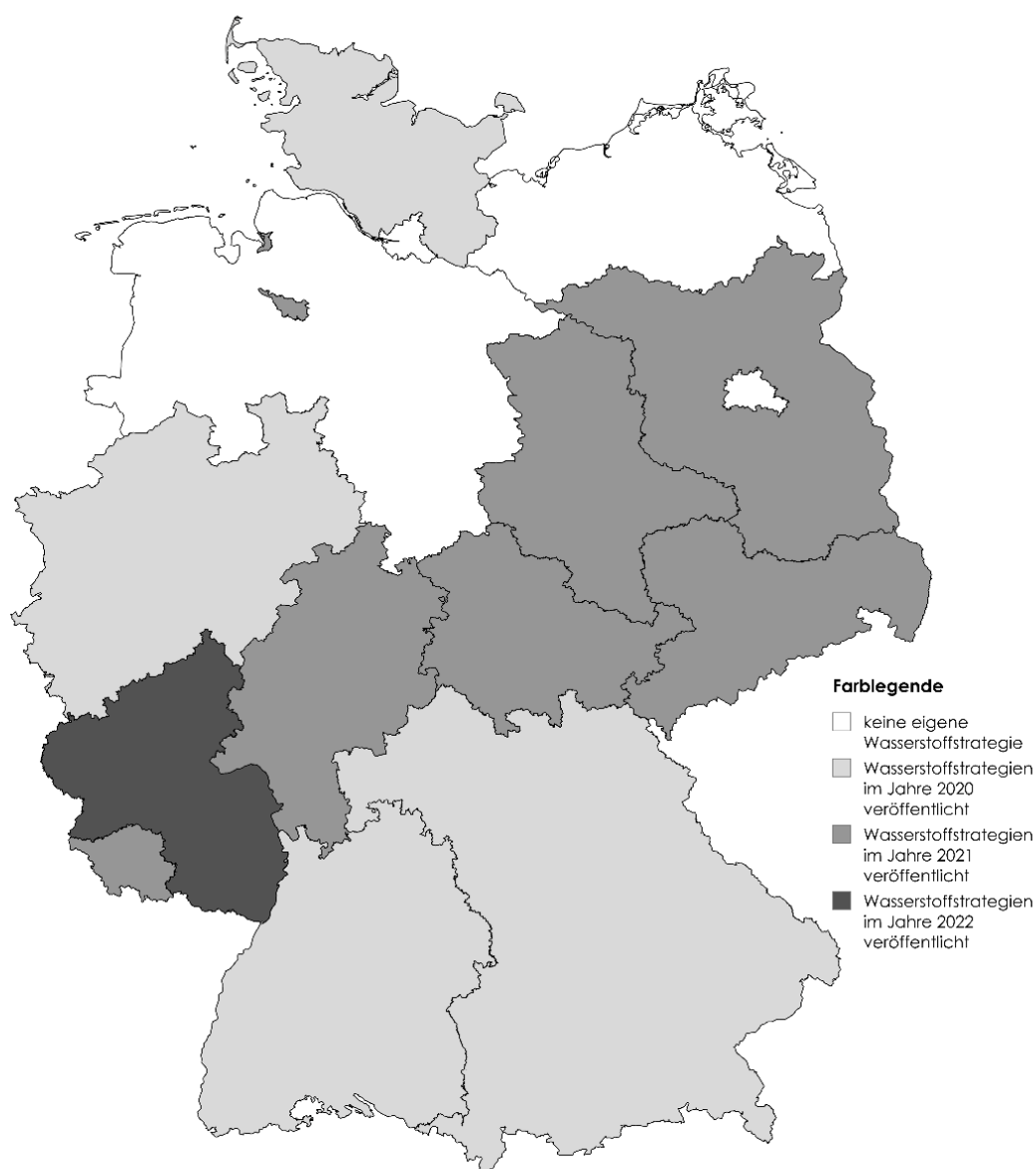
³ Vgl. Bayerische Staatsregierung (2020); UM (2020); Freistaat Sachsen (2021); Freistaat Thüringen Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2021); Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (2021); Land Brandenburg Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie (2021); Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2020); Rheinland-Pfalz Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (2022); Saarland Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr (2021); Sachsen-Anhalt Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie (2020); Schleswig-Holstein Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (2020); Stadtstaat Bremen (2021) und Wirtschafts- und Verkehrsministerien der norddeutschen Küstenländer Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (2019).

Abbildung 1: Wasserstoffstrategien in Deutschland: Chronologische Übersicht der Veröffentlichungen nach Bundesländern und der EU (2019–2022)



Quelle: Wielowiejski (2024), S. 14

Abbildung 2: Wasserstoffstrategien in Deutschland: Kartografische Übersicht der Veröffentlichungen (2020-2022)



Quelle: Wielowiejski (2024), S. 14

Die besagten Unterschiede nahm sich Clausen (2022) zum Anlass, die bis dahin veröffentlichten Strategien hinsichtlich ihrer Anwendungsfelder vergleichend zu analysieren und stellt dabei fest, dass nicht alle Bundesländer einen umfassenden Überblick über alle möglichen Anwendungsbereiche von Wasserstoff haben, die von Zachmann et al. (2021, S. 72) als relevant angesehen werden. Obwohl in nahezu allen Strategien der Länder ein breiter Bedarf für mögliche Wasserstoffanwendungen reflektiert wird, liegt der Schwerpunkt bei den meisten Strategien auf dem Mobilitätssektor. Dieser wird jedoch in der wissenschaftlichen Literatur oft als spekulativ angesehen (Clausen 2022, S. 21-22)⁴. Doms (2023) vertiefte in einer späteren Studie die Analyse der Wasserstoffstrategien der Bundesländer und zeigte, dass jedes Land unterschiedliche Prioritäten setzt, insbesondere in Bezug auf die Rolle des Wasserstoffs für die Energiewende, dessen Erzeugung, Nutzung und wirtschaftliche Bedeutung. Dabei wiesen die Strategien Unterschiede in ihrem Umfang und ihrer Detailtiefe auf. Während einige Bundesländer nur grobe Handlungsanweisungen formulierten, stellten andere detaillierte, langfristig angelegte Pläne mit Potenzialanalysen vor. Angelehnt an den Studienergebnissen von Knodt et al. (2022) teilt Doms (2023, S. 6-7) die Bundesländer in vier Gruppen ein, wobei die jeweiligen Schwerpunktsetzungen der Länder auf den von Knodt et al. (2022) identifizierten regionalen Unterschieden basieren: Der Fokus der nördlichen Bundesländer (NI, SH, MV), die bereits 2019 gemeinsam mit HB und HH die Norddeutsche Wasserstoffstrategie vorgelegt haben, liegt auf den Standortvorteilen zur H₂-Produktion auf der Grundlage von Windenergie sowie der Bedeutung der maritimen Wirtschaft. In den ostdeutschen Bundesländern (SN, ST, BR), aber auch SL spielt H₂ eine Schlüsselrolle im Strukturwandel, denn die Region wird häufig mit Herausforderungen des wirtschaftlichen Umbaus assoziiert. In den mittel-/süddeutschen Bundesländern liegt der Fokus auf der Entwicklung und Produktion von Technologien und Komponenten, die für die Wasserstoffwirtschaft benötigt werden. Im Westen (NRW) wird die Bedeutung von Wasserstoff zur Dekarbonisierung der Industrie hervorgehoben.

4 Die Wasserstoffstrategien von Baden-Württemberg und Sachsen im Vergleich

4.1 Kriterien zum Vergleich von politischen Strategien

Strategien wurden für ein breites Spektrum an Politikfeldern entwickelt, von Nachhaltigkeitsstrategien über Innovationsstrategien bis hin zu Wasserstoffstrategien (Raschke und Tils 2011). Um diese Strategien untersuchen und bewerten zu können, entwickelt Wielowiejski (2024) einen analytischen Rahmen, der 24 Kriterien umfasst. Die folgende Tabelle stellt daraus acht Kriterien dar, die im Folgenden für den Vergleich der Wasserstoffstrategien von BW und SN herangezogen werden.

Tabelle 1: Kriterien zur Analyse von politischen Strategien

	Konkrete Fragen zur Analyse der Wasserstoffstrategien
Darstellung der Zielsetzung	Welche übergeordneten Ziele verfolgt die Strategien? Werden diese Ziele klar formuliert, sind sie präzise und eindeutig definiert? Wird nach langfristigen und kurzfristigen Zielen unterschieden?

⁴ Für eine ausführliche Analyse hinsichtlich der Schwerpunktsetzung siehe Clausen (2022). Besonders erwähnenswert sind die dort zitierten Studien, die sich mit der Errechnung und Schätzung der Wasserstoffbedarfe für Deutschland versuchten; darunter: Lechtenböhrner et al. (2019) und Peterssen et al. (2022).

	Konkrete Fragen zur Analyse der Wasserstoffstrategien
Einsatz von argumentativen Mitteln bei Zielformulierung und Kommunikation der Ziele nach Außen	Welche argumentativen Mittel (Themen wie Klimawandel, Personen wie zentrale Akteure und Symbole wie grün und nachhaltig) werden bei der Zielformulierung eingesetzt?
Komplexität und Mehrdimensionalität der Zielsetzung	Wie komplex sind die Überlegungen in der Wasserstoffstrategie? Werden verschiedene Perspektiven (wirtschaftliche, ökologische, soziale, geopolitische Faktoren) gleichzeitig betrachtet oder bleibt es bei einer eindimensionalen Sichtweise?
Bezug zur Gesellschaft, Öffentlichkeit und Wähler:innenpräferenzen (Anpassung an Umwelt)	Werden die Präferenzen der Wähler:innen und Bürger:innen von Anfang an in den Strategien berücksichtigt? Werden gesellschaftliche Erwartungen bei der Zielformulierung von Anfang an adressiert?
Planung des Ressourceneinsatzes zur konkretisierten Zielerreichung	Wie werden die verfügbaren Ressourcen (Technologien, Infrastruktur, Förderungen) zur Erreichung der Ziele eingeplant? Gibt es angemessene institutionelle und personelle Kapazitäten? Werden die Kapazitäten der Bundesländer in der Wasserstoffstrategie berücksichtigt?
Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes bei der Strategieentwicklung	Wird die aktuelle Forschung, Literatur und Datenlage in der Strategie berücksichtigt? Werden die für Deutschland wissenschaftlich ermittelten Hindernisse und Herausforderungen – wie z.B. unzureichende Infrastruktur, fehlende erneuerbare Energien, mangelnde gesellschaftliche Akzeptanz, fehlende Standards, der Bedarf an verstärkter Kooperation zwischen Forschung und Wirtschaft sowie eine bessere Koordinierung innerhalb der Bundesländer – im Kontext des Aufbaus des Wasserstoffmarkts adressiert?
Praxisnähe, Erreichbarkeit der Ziele und Ausgangslage des Bundeslandes	Wie praxisnah sind die Überlegungen in der Wasserstoffstrategie? Werden die Anforderungen des politischen Tagesgeschäfts berücksichtigt? Sind die Ziele unter den aktuellen Bedingungen aktuell und erreichbar? Wird die Ausgangslage des Bundeslandes in der Wasserstoffstrategie berücksichtigt?
Führungsfrage, beratende Instanzen und Teams bei der Strategieentwicklung und interne Organisationsstruktur	Wer ist für die Umsetzung der Wasserstoffstrategie verantwortlich? Gibt es klare Führungsstrukturen oder Konflikte? Ist eindeutig kommuniziert, wer die Führung hat bzw. welche Instanzen federführend sind? Wer sind die federführenden Ressorts und erfolgt die Koordination z.B. im Zuge einer interministeriellen Arbeitsgruppe?
Monitoring und Evaluation	Gibt es Mechanismen zur Überwachung und regelmäßigen Evaluation der Strategie? Gibt es festgelegte Indikatoren zur Überwachung der Fortschritte? Wie wird die Wasserstoffstrategie im Laufe der Zeit evaluiert und angepasst? Gibt es regelmäßige Fortschrittsberichte oder Evaluationsmechanismen zur Strategieumsetzung?

Quelle: in Anlehnung an Wielowiejski (2024)

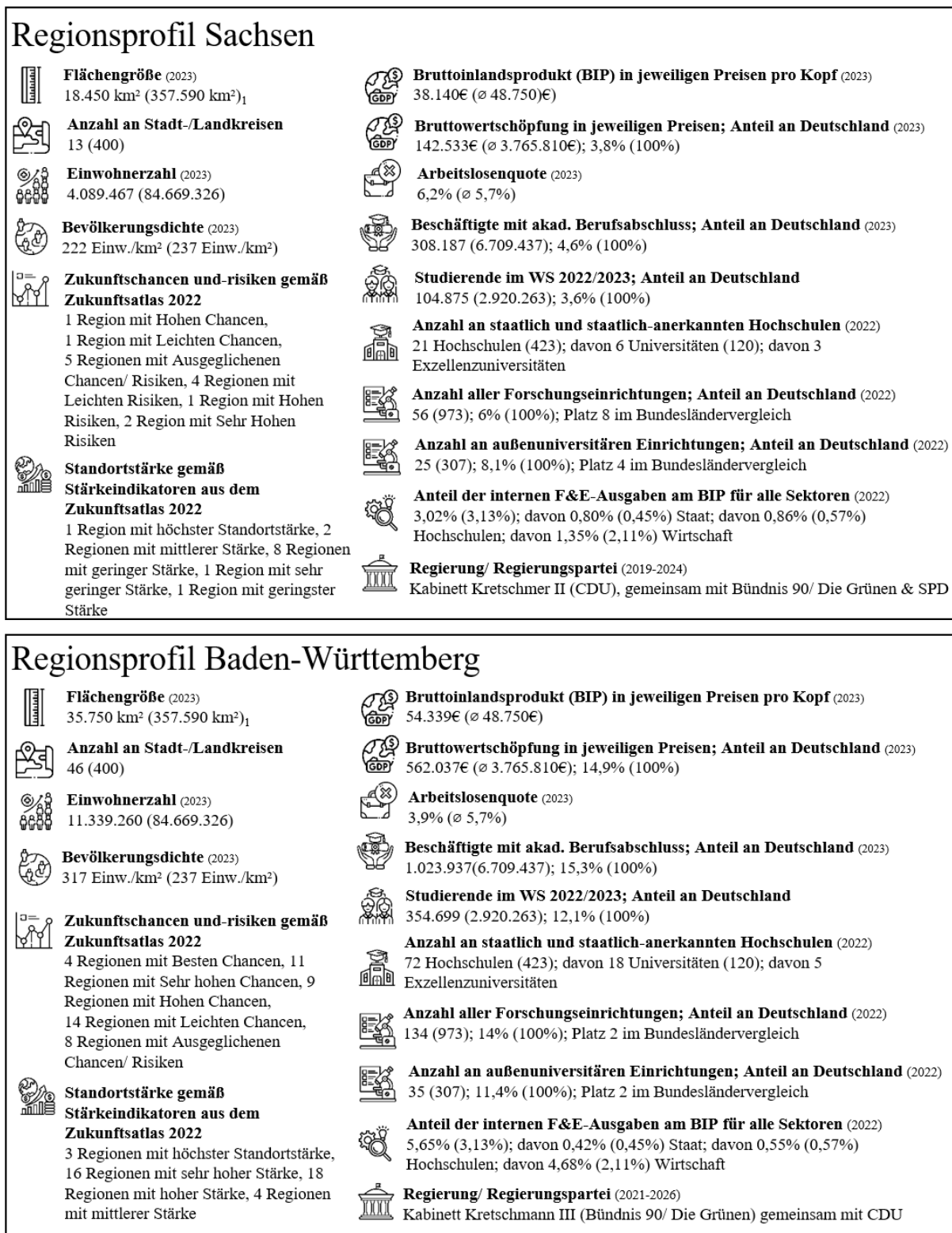
Der Vergleich ist so aufgebaut, dass die Wasserstoffstrategien von Sachsen und Baden-Württemberg direkt gegenübergestellt werden. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, die Unterschiede und Gemeinsamkeiten beider Strategien klar und übersichtlich herauszuarbeiten. Dabei kann es zu inhaltlichen Wiederholungen kommen, da bestimmte Aspekte in beiden Strategien mehrere

Analysekriterien betreffen. Diese Wiederholungen werden jedoch bewusst beibehalten, um einen direkten und umfassenden Vergleich zu gewährleisten.

4.2 Auswahl der Fallbeispiele

Ein detaillierter Vergleich der Wasserstoffstrategien von Baden-Württemberg (BW) und Sachsen (SN) ist aus mehreren Gründen interessant: Die beiden Bundesländer unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht, unter anderem in ihren historischen, wirtschaftlichen und sozialen Kontexten. BW liegt im wohlhabenden Südwesten Deutschlands und ist bekannt für seine starke Industrie- und Technologiebasis. Allerdings beruht die wirtschaftliche Stärke Baden-Württembergs zu einem großen Teil auf der Stärke der Automobilindustrie. Im Zuge der Transformation des Mobilitätssektors hin zu CO₂-Neutralität werden die etablierten, auf die Herstellung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor spezialisierten Unternehmen jedoch vor große Herausforderungen gestellt. Vor diesem Hintergrund unternimmt BW den Versuch, einen präventiven Strukturwandel basierend auf den vorhandenen Kompetenzen im Automobilsektor voranzutreiben. Im Gegensatz dazu ist SN im Osten Deutschlands verortet, eine Region, die nach der Wiedervereinigung eine ganz andere wirtschaftliche und soziale Entwicklung durchlaufen hat und sich immer noch mit dem Strukturwandel auseinandersetzt. Wie Abbildung 3 verdeutlicht, gibt es signifikante Unterschiede in grundlegenden geografischen und demografischen Merkmalen: SN ist fast halb so groß wie BW und hat etwa halb so viele Einwohner:innen. Infolge der geringeren Größe verfügt SN über weniger Universitäten und Forschungseinrichtungen als BW. Ein weiteres zentrales Unterscheidungsmerkmal ist die wirtschaftliche Situation der beiden Länder: Während BW im Zukunftsatlas 2022 (Prognos AG 2022) als Region mit hohen Chancen und Stärken bewertet wird, sind in SN die wirtschaftlichen Risiken höher und die Standortstärken schwächer ausgeprägt. Auch die Arbeitslosenquote (AL) spiegelt diesen Unterschied wider: BW weist mit 3,9 % eine deutlich niedrigere Quote auf als SN, wo die AL bei 6,2 % liegt und somit über dem Bundesdurchschnitt von 5,7 %. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei den F&E-Ausgaben: In BW machen diese 5,65 % des BIP aus, was einen sehr hohen Anteil darstellt, während SN mit 3,02 % nahe dem Bundesdurchschnitt von 3,13 % liegt. Politisch unterscheiden sich die beiden Länder ebenfalls. In BW regiert seit drei Legislaturperioden eine grün-schwarze Koalition unter der Führung von Winfried Kretschmann (Bündnis 90/Die Grünen), während in SN eine Koalition von CDU (Ministerpräsident Michael Kretschmer), Grünen und SPD die Regierung von 2019 bis 2024 stellte. Diese politischen Unterschiede könnten ebenfalls Einfluss auf die Strategien der beiden Länder haben, insbesondere im Hinblick auf die Entwicklung von Wasserstofftechnologien.

Abbildung 3: Regionsprofile für Sachsen und Baden-Württemberg



Quelle: Darstellungen mit konkreten Daten von BMBF (2022), Statista (2024), Destatis (2023), Destatis (2024a), Destatis (2024b), Handelsblatt (2022), Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2022, 2023), Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2024a, 2024b) und Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2024).

Für die Darstellungsform wurden Icons von Freepik, Dewi Sari und Iconpixmap auf Flaticon (n.d.) verwendet.

1 Wenn vorhanden, dann stellen die Angaben in Klammern die Zahlen und/oder den Durchschnitt für Deutschland im Vergleich dar.

Ein entscheidender Punkt für die Auswahl der Fallbeispiele ist die Forschungs- und Entwicklungslandschaft, da beide Bundesländer, BW und SN, über technologische Stärken verfügen, die für die Entwicklung eines Wasserstoffmarktes von zentraler Bedeutung sind. Besonders BW wird aus historischer Perspektive als entscheidend für die Entwicklung von Wasserstofftechnologien angesehen (Bockris 2013), mehr als jedes andere Bundesland. Obwohl auch eine Betrachtung von BY, NRW oder BB interessant wäre, erscheinen BW und SN als die repräsentativsten Fälle.

4.3 Anwendung der Kriterien für die Wasserstoffstrategien Baden-Württembergs und Sachsens

Die Erstellung einer Wasserstoffstrategie für das Bundesland Sachsen wurde im Koalitionsvertrag von 2019 angekündigt. Daraufhin wurde sie von einer interministeriellen Arbeitsgruppe, der Vertreter:innen des Sächsischen Staatsministeriums für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft, als federführendes Ministerium, des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, des Sächsischen Staatsministeriums für Wissenschaft, Kultur und Tourismus, des Sächsischen Staatsministeriums für Regionalentwicklung sowie die Sächsische Staatskanzlei angehörten, bis Ende 2021 erstellt. Neben diesen Akteuren wird in der Strategie einleitend auf die Einbindung einer Vielzahl von sächsischen Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft verwiesen. Ziel der Einbindung von Expert:innen war es, die gesamte Wertschöpfungskette widerzuspiegeln. Dazu zählen auch Intermediäre wie Energy Saxony und HZwo.

Die landesseitige Förderung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie wird in BW bereits seit längerem verfolgt. Dies belegen unter anderem die Gründung von Netzwerken wie die Brennstoffzellen-Allianz Baden-Württemberg oder die Erstellung von Studien, die die landesweiten Potenziale in Wissenschaft und Wirtschaft beleuchten⁵ und auf die bei der Erstellung der Roadmap zurückgegriffen werden konnte. Die H2-Roadmap Baden-Württembergs wurde 2020, also ein Jahr vor der sächsischen Strategie, fertiggestellt. Herausgeber ist das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. An der Konzeption und Ausarbeitung waren darüber hinaus das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE sowie das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI beteiligt. Auch in Baden-Württemberg wurde ein begleitender Beteiligungsprozess durchgeführt, um unterschiedliche Perspektiven berücksichtigen zu können.

Darstellung der Zielsetzung

Sowohl die H2-Roadmap BW als auch die sächsische H2-Strategie beziehen sich auf die nationale und die europäische Wasserstoffstrategie, die als Rahmengerber und Grundlage für beide Strategien dienen. Gleichzeitig werden in beiden Strategien eine strengere Regulierung und mehr Klarheit bei den Definitionen auf europäischer und auf Bundesebene gefordert. Ein weiterer Hinweis auf die Bezugnahme zur übergeordneten Ebene in der H2-Roadmap des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM 2020) ist die Erwähnung des europäischen Emissionsgesetzes (ebd., Kap. 5 und Kap. 6, Maßnahme 25-26).

Direkt zu Beginn von Kapitel 2 der H2-Strategie Sachsens (Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL 2021, S. 8) werden die zwei übergeordneten Ziele deutlich herausgearbeitet und erwähnt. "Zum einen soll Wasserstoff als Sekundärenergieträger einen signifikanten Beitrag zur Sektorenkopplung und damit auch zum Klimaschutz leisten und

⁵ "Energieträger der Zukunft" Potenziale der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg (ZSW und WBZU 2012) und "Potenziale der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Industrie in Baden-Württemberg" (Roland Berger GmbH 2020).

zum anderen sollen die sächsischen Akteure befähigt werden, bis zum Jahr 2030 eine Wasserstoffwirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette im Freistaat Sachsen aufzubauen."

Es folgt eine ausführliche Beschreibung und eine Einteilung in drei Teilziele, die eine präzise Definition und Erklärung enthalten (ebd., S. 9):

- Wasserstoff in Wissenschaft und Forschung stärken
- Wasserstoff in Industrieanwendungen vorantreiben
- Wasserstoff in Mobilitätsanwendungen forcieren

Auch wenn der interne Abstimmungsprozess in der Strategie nicht detailliert beschrieben wird, könnte der Hinweis in der Einleitung, dass die "sächsische Wasserstoffstrategie im intensiven Austausch mit Stakeholdern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verbänden im Freistaat Sachsen erstellt und ressortübergreifend abgestimmt [wurden]" darauf hindeuten, dass die Ziele vor verfassen und Veröffentlichung der Strategie verständlich, klar und deutlich intern abgesprochen wurden (ebd., S. 7). Ein weiterer Hinweis dafür könnte die Erwähnung in Kap. 2 sein, dass der am Ende erstellte Maßnahmenkatalog die Akteure vor Ort unterstützen soll. Ein Blick auf die gesamte Struktur in Kap. 2 ermöglicht es, die Ziele und insbesondere die Teilziele visuell direkt zu lokalisieren. Die Ziele sind hier bzgl. ihrer Kurz-, Mittel- und Langfristigkeit konkretisiert. Im Maßnahmenkatalog (ebd., Kap. 5) werden die Maßnahmen – analog zu den Zielen – ebenfalls in kurzfristige (bis 2030) und langfristige (bis 2050) Maßnahmen untergliedert.

In der H2-Roadmap von Baden-Württemberg (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) 2020) wird am Ende der Einleitung angekündigt, dass die Ziele in Kap. 2, das sich den Handlungsfeldern widmet, benannt und beschrieben werden. Allerdings sind die Ziele so stark im Fließtext eingebettet, dass sie nicht eindeutig formuliert und strukturell schwer erkennbar sind. Zwar lassen sich die Ziele bei genauerer Lektüre erschließen, doch das Kriterium der Klarheit und Eindeutigkeit der Zielformulierung wird nicht erfüllt. Die Ziele verteilen sich über die gesamte Strategie, ohne klar definiert zu sein. Zudem erfolgt selten eine Einteilung nach der zeitlichen Dimension (kurz-, mittel- und langfristig). Lediglich die übergeordneten Ziele, einen H2-Markt aufzubauen und sowohl national als auch international eine Vorreiterrolle einzunehmen, werden zu Beginn deutlich kommuniziert. "Wir haben den Ehrgeiz, das Land als führenden Standort in der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zu etablieren. Baden-Württemberg soll national wie international Vorreiter auf diesem Gebiet werden. Dazu werden wir Infrastruktur ausbauen, Forschung fördern und Unternehmen unterstützen. Mit unserer Roadmap haben wir die Grundlage für unseren Weg zum Technologiestandort Nummer 1 gelegt" (ebd., S. 3, Vorwort). Kap. 6 greift die Ziele auf und formuliert konkrete Maßnahmen, jedoch ohne eine klare zeitliche Differenzierung. Diese Maßnahmen wirken eher wie eine Art Zusammenfassung der zuvor genannten Ausführungen. Insgesamt liegt der Schwerpunkt der Roadmap BW weniger auf der Beschreibung des internen Abstimmungsprozesses, sondern vielmehr darauf, auf die zukünftige Notwendigkeit von Austausch und Zusammenarbeit sowie auf die bereits erfolgreich umgesetzten Kooperationen wichtiger Akteure hinzuweisen. Ähnlich wie in der Strategie SN wird in einem einzigen Satz erwähnt, dass es im Vorfeld der Roadmap BW einen begleitenden Beteiligungsprozess gab, um verschiedene Perspektiven und Fachwissen zu berücksichtigen.

Einsatz von argumentativen Mitteln bei Zielformulierung und Kommunikation der Ziele nach außen

Im Verlauf der gesamten sächsischen H2-Strategie (SMEKUL 2021) werden Themen wie Energiewende, Emissionsenkung, Klimaschutz, Strukturwandel, Kohleausstieg, Standortentwicklung, Wertschöpfung sowie Arbeitsplatzpotenziale und Arbeitsplatzsicherung angesprochen, um die Notwendigkeit der Wasserstoffstrategie und die Zielformulierung zu untermauern. Zentrale Akteure aus

Politik, Wissenschaft und Wirtschaft werden namentlich im Fließtext in Kap. 3 erwähnt (ebd. S 12ff.), mit zusätzlichen Verweisen auf eine ausführliche Akteursliste im Anhang. Konkretisierungen zu grünem Wasserstoff, Sektorenkopplung und Zukunftsfähigkeit verstärken die Ziele der Strategie.

Darüber hinaus wird durch die klare Struktur und die ausführliche Darstellung der kurz-, mittel- und langfristigen Ziele sowie Maßnahmen und die detaillierte Nennung zentraler Akteure und Projekte die Kommunikation nach außen bereits effektiv sichergestellt.

Beginnend in der Einleitung werden auch im Verlauf der gesamten H2-Roadmap Baden-Württembergs (UM 2020) die folgenden Themen adressiert: Klimakrise, Begrenzung des Klimawandels, Emissionsreduktion, Sektorenkopplung, wirtschaftliche Chancen und Potenziale, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, internationale Wettbewerbsfähigkeit, die Schaffung neuer Arbeitsplätze, zahlreiche Anwendungsbereiche von Wasserstoff, Energiewende, Versorgungssicherheit und ein klimafreundliches Zukunftsversprechen. Diese Narrative, insbesondere der Bezug auf grünen Wasserstoff, ähneln denen der sächsischen H2-Strategie. Zudem wird in der Roadmap auf die Vielfalt an hochqualifizierten Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Universitäten und innovativen Unternehmen (sowohl KMU als auch Global Player) sowie auf erprobte Netzwerke und erfolgreiche Projekte hingewiesen, allerdings ohne diese so konkret zu benennen oder aufzulisten wie in der Strategie SN⁶. Das Thema Strukturwandel wird auch hier angeführt, jedoch im Kontext des Übergangs von fossilen Energiesystemen hin zu einer grünen Wasserstoffwirtschaft (ebd., S. 5). Zusätzlich wird Wasserstoff in Baden-Württemberg im Rahmen der Innovationsstrategie erwähnt, wodurch auch das Framing von Innovation identifiziert wurde (ebd., S. 5).

Komplexität und Mehrdimensionalität der Zielsetzung

Sowohl die sächsische Wasserstoffstrategie als auch die Roadmap BW zeichnen sich durch ein mehrdimensionales Denken aus, das wirtschaftliche (z.B. Stärkung der Industrie in Bereichen wie Maschinenbau und Automobil sowie die Schaffung neuer Arbeitsplätze), ökologische (starker Fokus auf Dekarbonisierung und die EU-Klimaziele durch den Einsatz von grünem Wasserstoff in der Industrie) und geopolitische Faktoren (z.B. mögliche H2-Importe und die Zusammenarbeit mit anderen Regionen zur Erschließung eines globalen H2-Marktes) gleichermaßen berücksichtigt. Keine der Strategien ist einseitig ausgerichtet, sondern integriert alle relevanten Dimensionen, um eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft zu fördern. Sie verbinden technologische Innovationen (z.B. die Entwicklung neuer Elektrolyse- und Brennstoffzellentechnologien) mit wirtschaftlichen Zielen (z.B. Aufbau von Produktionskapazitäten, Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit) und ökologischen Anforderungen (z.B. Reduzierung von CO₂-Emissionen, Erreichung der Klimaziele). Somit verknüpfen beide Strategien wirtschaftliche, ökologische und geopolitische Dimensionen und setzen klare Prioritäten.

Auch die soziale Dimension wird thematisiert: In der sächsischen H2-Strategie (SMEKUL 2021) insbesondere durch den Hinweis auf den Strukturwandel in den vom Kohleausstieg betroffenen Regionen sowie durch die Schaffung von Arbeitsplätzen. In der Roadmap BW (UM 2020) wird ebenfalls auf die Generierung und den Erhalt von Arbeitsplätzen hingewiesen. Insgesamt wird in beiden Strategien der Aspekt der Arbeitsplatzschaffung und damit die soziale Ebene weniger ausführlich behandelt als die zuvor beschriebenen Dimensionen.

⁶ Die Benennung von Akteuren erfolgt allerdings in der ebenfalls 2020 erstellten Studie "Potenziale der Wasserstoff- und Brennstoffzellenindustrie in Baden-Württemberg" (Roland Berger 2020).

Bezug zur Gesellschaft, Öffentlichkeit und Wähler:innenpräferenzen (Anpassung an Umwelt)

In der sächsischen H2-Strategie (SMEKUL 2021) lassen sich nur indirekte Hinweise darauf finden, dass die Wähler:innenpräferenzen bereits bei der Zielformulierung berücksichtigt wurden: Einerseits werden gesellschaftliche Forderungen indirekt dadurch sichtbar, indem die Strategie den Fokus auf Nachhaltigkeit und Klimaschutz legt (ebd., Kap. 2 und 3). Außerdem wird in Kap. 2 Wasserstoff als Chance für den Strukturwandel kommuniziert, da durch dessen Einsatz neue Arbeitsplätze entstehen sollen. Der explizite Hinweis auf die Schaffung von Arbeitsplätzen könnte als indirekte Berücksichtigung universeller Wähler:innenpräferenzen interpretiert werden. Diese Themen werden als relevant anerkannt, ohne dass die Präferenzen der Bürger:innen ausdrücklich als Grundlage der Zielsetzung genannt werden. Ähnlich ist es im Falle der H2-Roadmap BW (UM 2020): Der Bezug auf gesellschaftlich als wichtig erachtete Themen wie Klimawandel, Arbeitsplatzsicherung und Arbeitsplatzschaffung deutet auch hier lediglich indirekt auf eine Berücksichtigung der Wähler:innenpräferenzen hin.

Demgegenüber berücksichtigen beide H2-Strategien die Präferenzen der Bürger:innen in Form von Maßnahmen zur Förderung der Akzeptanz im weiteren Verlauf der Strategieumsetzung, jedoch in unterschiedlichem Ausmaß: In der Sächsischen H2-Strategie (SMEKUL 2021) erfolgt die Einbindung der Bürger:innen kontinuierlich, vor allem durch die Arbeit der Sächsischen Kompetenzstelle Wasserstoff (KH2) und der Interministeriellen Arbeitsgruppe (IMAG), wie in Kap. 6 ausgiebig beschrieben. Modellregionen und Pilotprojekte (bspw. Reallabore der Energiewende) tragen ebenso dazu bei, die Akzeptanz in der Bevölkerung zu stärken. Zusätzlich stellt die Zusammenarbeit mit Kommunen den lokalen Bezug her. Die H2-Roadmap von BW (UM 2020) setzt ebenfalls auf Bürger:innendialoge, auf Zusammenarbeit mit Kommunen und die Einbindung der Öffentlichkeit während der Umsetzung (ebd., Kap 6), beschreibt jedoch keine detaillierten Mechanismen zur kontinuierlichen Überwachung der Wähler:innenpräferenzen.

Planung des Ressourceneinsatzes zur konkretisierten Zielerreichung

In der sächsischen H2-Strategie (SMEKUL 2021, Kap. 2-3) liegt der Fokus stark auf den technologischen Kapazitäten in den Bereichen Elektrolyse und Brennstoffzellentechnologie. Konkretisiert wird das strategische Herangehen in einem Maßnahmenkatalog. Dieser ist untergliedert in sieben Handlungsfelder ((1.) strategische Aspekte; (2.) Forschung und Entwicklung; (3.) Produktionswertschöpfung; (4.) Erzeugung von Wasserstoff; (5.) Handeln von Wasserstoff und dessen Folgeprodukten; (6.) Wasserstoffinfrastruktur – Transport, Verteilung und Speicherung von Wasserstoff; (7.) Wasserstoffnutzung) mit insgesamt 24 Einzelmaßnahmen. Forschungseinrichtungen wie Fraunhofer-Institute spielen dabei eine zentrale Rolle, während der Ausbau der Versorgungsinfrastruktur für Wasserstoff sowie die Bereitstellung öffentlicher Fördermittel als entscheidend hervorgehoben werden. Es wird ausführlich dargestellt, dass durch die vorhandenen Kraftwerkstandorte gut ausgebildete Fachkräfte und umfassendes energietechnisches Know-how verfügbar sind. Weiterhin wird betont, dass hervorragende Voraussetzungen in der Elektrolyseforschung und -entwicklung bestehen sowie gute technische und politische Vernetzungen mit den benachbarten Bundesländern vorhanden sind. Die Forschungs-, Hochschul- und Universitätslandschaft wird dabei sowohl im Fließtext durch Beispiele als auch im Anhang durch eine vollständige Liste detailliert beschrieben. Darüber hinaus wird auf die Zusammenarbeit im Kontext des Strukturwandels eingegangen. Trotz dieser starken Ausgangsposition wird in Maßnahme 6 (ebd., Kap. 5) darauf hingewiesen, dass zur Erreichung der Ziele noch weitere Kapazitäten aufgebaut werden müssen. Es gibt also klare Hinweise auf eine konkrete Planung, wie die in Kap. 3 dargestellten Ressourcen im Laufe der Maßnahmen genutzt werden sollen.

In der H2-Roadmap Baden-Württembergs (UM 2020) wird ebenfalls ausführlich die ideale Ausgangslage des Bundeslandes beschrieben, wobei betont wird, dass zahlreiche Forschungseinrichtungen, Universitäten und Unternehmen als wichtige Akteure für die Umsetzung der Strategie herangezogen werden können. Ähnlich wie in der sächsischen Wasserstoffstrategie werden in der Roadmap Baden-Württembergs konkrete Maßnahmen benannt. Die 36 aufgeführten Maßnahmen sind in sechs Kategorien nach Sektoren untergliedert (Sektor- und Technologieübergreifende Maßnahmen; Sektor Erzeugung, Speicherung, Verteilung; Sektor Industrie; Sektor Mobilität; Sektor Gebäude; Sektor Stromerzeugung). Zu den Maßnahmen zählen etwa die Einrichtung von Modellregionen und Technologiehubs. Leuchtturmprojekte und zusätzliche Förderprogramme sollen den Ausbau unterstützen, während Demonstrationsprojekte, Technologietransfer und Innovationsförderung ebenfalls als entscheidend erachtet werden. Es wird ein Ausbau der Produktionsforschung sowie der Aufbau unabhängiger Test- und Kompetenzzentren angestrebt. Baden-Württemberg verfügt damit über gute Voraussetzungen und kann auf bestehende Projekte zurückgreifen, um die vorhandenen Kompetenzen weiter auszubauen. Ein neu betontes Element zur Zielerreichung in der Roadmap ist die Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften an Hochschulen und Universitäten für H2-bezogene Studiengänge und Ausbildungen (ebd., Kap. 2).

Berücksichtigung des aktuellen Forschungsstandes und Problemsteuerung

In der sächsischen H2-Strategie (SMEKUL 2021) werden zahlreiche, bereits aus der Forschung bekannte Hindernisse und Herausforderungen thematisiert, vor allem im Maßnahmenkatalog. Viele der Maßnahmen in Kap. 5 adressieren diese direkt, wie etwa die Anpassung der Regulierung des Wasserstoff- und Energiemarktes, der Ausbau erneuerbarer Energien (EE), eine notwendige Verstärkung von Kofinanzierung, mehr Projektförderung, höhere sächsische Haushaltsausgaben, Maßnahmen zur Akzeptanzsteigerung, die Vereinfachung von Genehmigungsverfahren für Wasserstoffprojekte, den Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur und die Sicherung der wirtschaftlichen Stabilität im Hinblick auf die Wasserstoffreadiness. Darüber hinaus werden Schwächen des Bundeslandes transparent benannt, wie das geringe Erzeugungspotenzial und der langsame Ausbau von EE-Anlagen, bürokratische Hürden und das Fehlen geologischer Voraussetzungen für natürliche Untergrundspeicher. Hinsichtlich der Überwindung der historischen Pfadabhängigkeit von fossilen Industrien strebt die sächsische H2-Strategie eine Neuausrichtung der Förderpolitik an, bei der fossile Energieträger nicht länger unterstützt und Fördermittel verstärkt in Wasserstofftechnologien investiert werden (ebd., S. 8; S. 26). Dass die vorübergehende Toleranz von nicht-grünem Wasserstoff als Zwischenlösung in der Forschung bereits als Hindernis identifiziert wurde, scheint die Strategie zu ignorieren. Stattdessen wird diese Toleranz aus wirtschaftlichen Gründen aufgrund der unzureichenden Kapazitäten für erneuerbare Energien (EE) und zur Unterstützung des Markthochlaufs kurzfristig akzeptiert (ebd., S. 29).

In ähnlicher Weise wie in der sächsischen Wasserstoffstrategie werden auch in der H2-Roadmap Baden-Württembergs (UM 2020) bekannte Hindernisse und Herausforderungen adressiert. Dazu zählen der Ausbau der Infrastruktur, die Erweiterung der EE, die Steigerung der Akzeptanz sowie die Förderung von mehr Kooperation und Koordination – insbesondere zwischen Industrie und Forschung. Lösungen zur Überwindung der historischen Dominanz fossiler Energiesysteme werden zwar nicht explizit vorgestellt, jedoch wird in den Maßnahmen betont, dass diese dazu beitragen sollen, die Wirtschaft zu stärken, das Wohl der Menschen zu fördern, die Zukunftsfähigkeit der Wirtschaft und des Klimaschutzes zu sichern und eine Energiewende weg von fossilen Energien voranzutreiben. Das Problem der Sicherheitsbedenken wird ebenfalls in der Roadmap angesprochen, jedoch stärker im Kontext der Wirtschaftlichkeit und weniger im Hinblick auf die gesellschaftliche Akzeptanz. Ein weiterer Aspekt, der als Beitrag zur Problemsteuerung betrachtet werden kann, ist die transparente Ermittlung des Wasserstoffbedarfs in Kap. 3 und 4, die als Grundlage für die Maßnahmen dient.

Praxisnähe, Erreichbarkeit der Ziele und Ausgangslage des Bundeslandes

In der sächsischen H2-Strategie (SMEKUL 2021) beziehen sich die Maßnahmen nicht nur auf die Ziele, sondern berücksichtigen und thematisieren stets die vorteilhafte Ausgangslage des Bundeslandes, die in Kap. 3 ausführlich vorgestellt wird. Diese detaillierte Darstellung der Ausgangslage vermittelt den Eindruck, dass die Strategie realistisch umsetzbar ist, da ausreichend Kapazitäten zur Verfügung stehen. Dazu zählt auch die ausführliche Nennung zentraler Akteure und Projekte, sowohl im Fließtext als auch im Anhang. Ein besonderes Merkmal in Kap. 4 ist die kontinuierliche Erwähnung regionaler politischer Bestrebungen und Eigeninitiativen in Form von Policies aus Sachsen. Zudem werden Akteure und Projekte vorgestellt, die bereits vor der Veröffentlichung und Planung der H2-Strategie Sachsens existierten und als personelle Kapazitäten verstanden werden können. Die Erreichbarkeit der Ziele erscheint durchdacht, da langfristige Ziele klar definiert sind, aber zunächst andere Maßnahmen umgesetzt werden müssen, um die Grundlagen zu schaffen, wie etwa der Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur (Maßnahme 16) und der Tankinfrastruktur (Maßnahme 17). Dieser zukunftsorientierte Ansatz zeigt, dass erste Schritte notwendig sind, um später weitergehende Maßnahmen umzusetzen.

Die H2-Roadmap Baden-Württembergs (UM 2020) betont die hervorragenden Voraussetzungen des Bundeslandes für die Erreichung der Ziele, insbesondere durch die Ansiedlung vieler renommierter Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau sowie führender Forschungsinstitutionen im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie. Diese starke industrielle und wissenschaftliche Basis, ergänzt durch eine Vielzahl hochqualifizierter Forschungseinrichtungen, Hochschulen, Universitäten und hochinnovativer Unternehmen, die in etablierten Netzwerken zusammenarbeiten, erfüllt bereits die Kriterien der Erreichbarkeit, Praxisnähe und einer idealen Ausgangslage. Darüber hinaus verfügt Baden-Württemberg über umfangreiche Kapazitäten in der Industrie, dem Anlagen- und Maschinenbau sowie in der Mobilitätsbranche. Die starke mittelständische Industrie mit ihren "Hidden Champions" und die exportorientierte Technologiebranche tragen zusätzlich zur gut aufgestellten Forschungslandschaft bei. Das Bundesland verfügt damit über eine starke wirtschaftliche Leistungsfähigkeit, internationale Wettbewerbsfähigkeit und exzellente Forschungs- und Technologiekompetenz. Die bestehende Vernetzung und Clusterbildung der beteiligten Akteure stellt einen weiteren Wettbewerbsvorteil dar. Ein Grund für diese günstige Ausgangslage ist, dass Baden-Württemberg früh das Potenzial von Wasserstoff erkannt hat, was zur frühen Ansiedlung vieler renommierter Forschungszentren geführt hatte.

Führungsfrage, beratende Instanzen und Teams bei der Strategieentwicklung und interne Organisationsstruktur

In der sächsischen H2-Strategie (SMEKUL 2021) liegt die Verantwortung für die Umsetzung klar bei den federführenden Staatsministerien, insbesondere beim Sächsischen Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL), das die Interministerielle Arbeitsgruppe (IMAG) leitet. "Die darüber hinaus thematisch direkt betroffenen Ressorts SMWK, SMWA, SMR sowie die SK entsenden je einen ständigen Vertreter mindestens auf Referatsleiterebene in die IMAG, die mindestens zweimal jährlich tagt. Andere Ministerien werden zu den Sitzungen der IMAG eingeladen, wenn dies thematisch geboten ist" (ebd., 37). Diese Aspekte klären die Führungsfrage konkret und transparent und geben Einblick in die interne Organisationsstruktur. Ein Schaubild in Kap. 6 veranschaulicht die Zuständigkeiten visuell. Die IMAG koordiniert die Zusammenarbeit der verschiedenen Ressorts und gewährleistet durch regelmäßige Sitzungen und Berichte eine konsistente Überwachung und Anpassung der Strategie. Diese klare Führungsstruktur minimiert das Risiko von Zuständigkeitskonflikten. Die IMAG bildet somit die zentrale Grundlage für die Koordination und Weiterentwicklung der sächsischen Wasserstoffstrategie und bietet eine solide Struktur für die strategische Steuerung. Die sächsische H2-Strategie informiert detailliert darüber.

Darüber hinaus spielen beratende Instanzen und strategische Teams eine wichtige Rolle bei der Entwicklung und Umsetzung der sächsischen H₂-Strategie (SMEKUL 2021). Forschungseinrichtungen wie Fraunhofer-Institute, Ministerien und wirtschaftliche Akteure haben den Strategieentwicklungsprozess von Beginn an mit ihrer technologischen Expertise und ihren Marktkenntnissen unterstützt (ebd., Einleitung, Kap. 3) und setzen dies fort. Die Sächsische Kompetenzstelle Wasserstoff schafft zudem eine Plattform für den regelmäßigen Austausch. Sowohl die IMAG als auch die KH₂ übernehmen beratende Funktionen und überwachen den Fortschritt der Strategie. Die KH₂ tritt zudem als wichtige und leistungsfähige Servicestelle auf und fungiert als zentrale Anlaufstelle für Bürger:innen, Kommunen, Medien, Wirtschaft und Wissenschaft. Sie beantwortet Fragen rund um Wasserstofferzeugung, -transport, -speicherung und -anwendung und kann als verlängerter Arm der IMAG verstanden werden. Eine ihrer zentralen Aufgaben ist zudem die Steigerung der Akzeptanz durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit. Die namentliche Erwähnung dieser Akteure und die klare Beschreibung ihrer Aufgaben schaffen Transparenz in der Einbindung der beratenden Instanzen (ebd., Kap. 6).

Die H₂-Roadmap Baden-Württembergs (UM 2020) liefert nicht die gleiche Ausführlichkeit in Bezug auf die Führungsstruktur und die beratende Organisationsstruktur wie die sächsische Strategie. Es wird darauf hingewiesen, dass die "einrichtende Plattform H₂BW" die Kompetenzen und Akteure aus der Forschung weiter bündeln und diese in Netzwerken unterstützen wird. Allerdings ist anzumerken, dass der sog. Beirat Wasserstoff-Roadmap BW institutionalisiert wurde, auch wenn das Gremium in der Wasserstoff-Roadmap nicht erwähnt ist. Dieses Gremium setzt sich aus aktuell 23 Vertreter:innen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Zivilgesellschaft und Kommunen zusammen und wird organisatorisch durch die Plattform H₂BW unterstützt. In der Roadmap werden dagegen die bereits bestehenden Initiativen wie e-mobil BW, das Cluster Brennstoffzelle BW und der Strategiedialog Automobilwirtschaft erwähnt, ohne jedoch detaillierter darauf einzugehen. Was die beratenden Akteure betrifft, könnte der vor der Strategieformulierung durchgeführte begleitende Beteiligungsprozess als solcher betrachtet werden, da in diesem Prozess viele Perspektiven und Fachleute einbezogen wurden (ebd., 6).

Monitoring und Evaluation

In Kap. 6 der sächsischen H₂-Strategie (SMEKUL 2021, S. 37) wird explizit festgelegt: "Ein Bericht der KH₂ zum Stand der sächsischen Wasserstoffprojekte, zu akquirierten Fördermitteln, zur Umsetzung der Maßnahmen der Sächsischen Wasserstoffstrategie und erforderlichen Anpassungen ist fester Bestandteil der IMAG-Sitzungen. Die IMAG berät über die Weiterentwicklung des Maßnahmenplans. Durch dieses Monitoring wird die sächsische Wasserstoffstrategie zu einem dynamischen Steuerungselement, das Akteuren aus Wirtschaft, Wissenschaft, Kommunen und Verbänden stets einen aktuellen Rahmen und die passende Unterstützung bietet." Damit wird deutlich, dass die H₂-Strategie Sachsens die Notwendigkeit eines umfassenden Monitorings und regelmäßiger Evaluationsberichte betont und plant.

In der H₂-Roadmap Baden-Württembergs (UM 2020) wird hingegen lediglich in der Einleitung in einem Satz darauf hingewiesen, dass die Landesregierung den Austausch im Rahmen der Umsetzung der Ziele fortsetzen will (ebd., 6). Auch wenn daraus abzuleiten ist, dass eine Evaluation und ein Monitoring der Roadmap vorgesehen sind, wird dieses Thema nicht genügend ausgeführt.

Zwischenzeitlich wurden von beiden Bundesländern Berichte vorgelegt, die über den Umsetzungsstand informieren: Der "Erste Umsetzungsbericht zur Sächsischen Wasserstoffstrategie" wurde im August 2023 veröffentlicht (SMEKUL 2023) und der "Erste Fortschrittsbericht zur Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg" im Mai 2023 (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) 2023).

4.4 Zur Rolle von Modellregionen in den Wasserstoffstrategien

Um den Markthochlauf zu unterstützen, kann das Lernen in großmaßstäbigen Modellversuchen hilfreich sein, um Erfahrungen in der praktischen Umsetzung zu sammeln (Gaffenberger und Brödner 2022). Beide Strategien sehen entsprechende Ansätze vor, die Roadmap Baden-Württembergs expliziter als die Wasserstoffstrategie Sachsens: Maßnahme 3 der Wasserstoff-Roadmap konkretisiert: "Baden-Württemberg fördert Modellregionen, die als Keimzelle für die Markterprobung der neuen Technologien und Geschäftsmodelle dienen und Strahlwirkung für einen flächendeckenden Markthochlauf entwickeln. In diesem Sinne sollen die Modellregionen mit ihren Wasserstoffanwendungen als Schaufenster genutzt werden" (UM 2020, S. 24). An anderer Stelle wird ausgeführt: "Zunächst sollen großmaßstäbliche Modellregionen als regionale und initiale Technologiehubs installiert werden. Diese Modellregionen unterstützen die Markteinführung und Markterprobung der neuen Wasserstofftechnologien. Sie dienen des Weiteren als Keimzelle für die Technologieverbreitung und den Markthochlauf" (ebd., S. 9). Der Begriff Modellregion wird in der Sächsischen Wasserstoffstrategie nicht erwähnt. Jedoch wird in Maßnahme 14 "Demonstrations- und Pilotvorhaben unterstützen" auf ähnliche Aspekte verwiesen: "Die Realisierung von Demonstrations- und Pilotvorhaben (bspw. Reallabore der Energiewende) ist ein wichtiger Bestandteil für den Aufbau sowie die Akzeptanz der Wasserstoffwirtschaft. Es sollen kurz- und mittelfristig Pilot- und Modellanlagen gefördert werden, die eine intelligente Verknüpfung der Wasserstofferzeugung – im Sinne einer nachhaltigen Sektorenkopplung – ermöglichen. Mittel- und langfristig wird damit gerechnet, dass sich wirtschaftlich stabile Geschäftsmodelle in der Wasserstofferzeugung auch in Sachsen etablieren" (ebd., S. 32). Zudem forciert Maßnahme 13 die Etablierung innovativer Technologien und Geschäftsmodelle. "Ziel ist es daher, innovative Technologien und Geschäftsmodelle zu unterstützen, die dabei helfen Wertschöpfungsketten zu schließen, die Effizienz von Systemen zu steigern, Einstiegsbarrieren zu senken oder die Digitalisierung der Systeme befördern" (ebd., S. 32).

Wie aus dem Ersten Umsetzungsbericht zur Sächsischen Wasserstoffstrategie (SMEKUL 2023) hervorgeht, nutzt SN EFRE- und JTF-Mittel, um die avisierten Vorhaben umzusetzen. Des Weiteren wird darauf verwiesen, dass die Region Chemnitz mit dem Netzwerk HZwo Mittel im Rahmen der Hy.Land-Initiative des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr einwerben will.⁷ Den Charakter von Modellregionen haben somit vor allem das Lausitzer Revier, wo u.a. das Referenzkraftwerk Lausitz aufgebaut werden soll, sowie die Region Chemnitz, in der das Nationale Innovations- und Technologiezentrum Wasserstoff (ITZ) entstehen soll. Diese Sichtweise wurde auch im Rahmen der geführten Gespräche geteilt und insbesondere auf die Aktivitäten des 2017 in Chemnitz gegründeten Vereins HZwo e.V. verwiesen.

Baden-Württemberg initiierte das Förderprogramm "Modellregion Grüner Wasserstoff" im Rahmen des EFRE-Programms. Ziel hierbei ist es, "den Aufbau von ökonomisch und strukturell vernetzten Regionen, die ausschließlich Wasserstoff als Energieträger einsetzen und damit ein möglichst vollständiges Ökosystem für grünen Wasserstoff klimaneutral erzeugt darstellen." (Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2023, S. 44). Mit diesen Mitteln werden zwei Modellregionen gefördert. Dabei handelt es sich um die Region H₂-Wandel in der teilweise ländlich geprägten Region Mittlere Alb-Donau-Ostwürttemberg sowie H₂-GeNeSiS in der Region Stuttgart. Des Weiteren verweist die Veröffentlichung "Erster Fortschrittsbericht zur Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg" auf die Leuchtturmprojekte H₂Rivers in der Metropolregion Rhein-Neckar und H₂Rhein-Neckar (ebd., S. 48). Während H₂Rivers mit Mitteln des HyLand-Förderprogramms unterstützt wurde, erfolgte die Förderung von H₂Rhein-Neckar mit Mitteln des baden-württembergischen Umweltministeriums.

⁷ Gefördert wurde das Projekt HyExperts Wasserstoff-Modellregion Chemnitz bis 2023 (siehe auch Stadt Chemnitz 2023).

5 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Analyse der sächsischen H2-Strategie und der H2-Roadmap Baden-Württembergs hat gezeigt, dass beide Strategien in vielerlei Hinsicht vergleichbare Ansätze verfolgen und sich in den zentralen Bereichen stark ähneln: Es werden zahlreiche narrative Mittel und Framings verwendet, um die Akzeptanz von Wasserstoff als zentrale Technologie der Energiewende zu fördern. Beide Bundesländer stellen zudem ihre idealen Ausgangslagen in Bezug auf technologische und wirtschaftliche Ressourcen vor, um die Mittel zur Erreichung ihrer Ziele zu skizzieren und die vorhandenen Kompetenzen realistisch einzuschätzen. Eine weitere Gemeinsamkeit besteht in der detaillierten Darstellung der Hindernisse und Herausforderungen, denen sich beide Strategien stellen müssen. Diese Herausforderungen, wie der Ausbau der erneuerbaren Energien, die Akzeptanz der Technologie in der Bevölkerung und die Anpassung der Infrastruktur, werden umfassend behandelt. Es zeigt sich, dass beide Strategien in vielen dieser Punkte ähnliche Lösungsansätze verfolgen. Zudem wird in beiden Strategien eine mehrdimensionale Betrachtungsweise deutlich, indem wirtschaftliche, ökologische und geopolitische Aspekte gleichermaßen berücksichtigt werden. Auch die Flexibilität der Strategien, auf technologische Entwicklungen und politische Rahmenbedingungen reagieren zu können, scheint in beiden Fällen gegeben zu sein.

In Bezug auf die Unterschiede zeigt sich, dass die sächsische Strategie im Vergleich zur Roadmap BW deutlichere und klarer formulierte Ziele präsentiert. Dies wird nicht nur durch die detaillierte Darstellung der kurz-, mittel- und langfristigen Ziele sichtbar, was eine bessere Orientierung bietet, sondern auch direkt an der strukturierten Darstellung, Einteilung und damit auch Kommunikation. Auch wenn sich die Wasserstoffstrategie aus Baden-Württemberg als "Roadmap" bezeichnet, wird im Text darauf hingewiesen, dass es sich um eine Strategie handelt, und es wird die Notwendigkeit weiterer Strategien für andere Themenbereiche betont. Dies legt nahe, dass der Begriff "Roadmap" hier als Synonym für Strategie verwendet wird und somit dieselben Anforderungen an die Eindeutigkeit der Zielformulierung gelten. Ein weiterer Unterschied zeigt sich darin, dass die sächsische H2-Strategie ausführlicher über die Führungsfrage und die interne Organisationsstruktur aufklärt. Dies kann aber auch mit wie oben dargestellt unterschiedlichen Autorenschaft – mehrere Ministerien wie im Fall von Sachsen versus ein Ministerium – zusammenhängen.

Beide Strategien sehen die Ausweisung von großmaßstäbigen Pilot- oder Modellregionen vor, um die Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff sowie die Sektorkopplung zu testen. Um dies zu finanzieren, bauen sie entweder auf bestehenden Aktivitäten auf, wie etwa Aktivitäten, die im Rahmen der HyLand-Initiative des BMDV gefördert werden oder sie nutzen beispielsweise EFRE- (oder JTF-) Mittel, um Modellregionen zu finanzieren. Bei den Modellregionen handelt es sich insbesondere um solche Regionen, für die Transformationsprozesse besonders relevant sind. Während das Lausitzer Revier den Ausstieg aus dem Braunkohleabbau zu bewältigen hat, handelt es sich sowohl bei der Region Chemnitz als auch bei den Regionen Stuttgart und im östlichen BW um solche Regionen, für die der Automobilbau ein wichtiger Wirtschaftsfaktor ist. Die Modellregionen können damit auf vorausgehende Aktivitäten in Wissenschaft und Wirtschaft in den Bereichen Energie oder Brennstoffzellentechnologie verweisen.

Aus Sicht der Gesprächspartner:innen liegt der Mehrwert einer Strategie insbesondere darin, einen strukturierten und richtungsweisenden Handlungsrahmen aufzuzeigen und Zuständigkeiten zu koordinieren. In beiden Bundesländern wurden Stakeholder im Vorfeld oder bei der Erstellung der jeweiligen Strategie einbezogen. Dieses Vorgehen wird als essenziell angesehen, um Wertschöpfungsketten umfassend adressieren zu können und alle relevanten Akteure von Anfang an mitzunehmen. Somit wurden bereits im Vorfeld Lernprozesse angestoßen und die Entstehung von Netzwerken gefördert. Des Weiteren fungieren die Strategien im Außenraum als Aushängeschild, mit

dem die Aktivitäten im jeweiligen Bundesland dargestellt werden und dienen als Basis für weiteren Austausch.

Die untersuchten Strategien, die auf Ebene der Bundesländer erarbeitet und umgesetzt werden, liefern somit eine gute Basis, um die Förderung von Themen und Technologien wie Wasserstoff in einem umfassenden Rahmen weiter voranzutreiben und auf den jeweiligen landesspezifischen Kontext anzupassen. Die Bündelung von bestehenden Aktivitäten, etwa in den Bereichen Forschung und Entwicklung oder Infrastrukturausbau sowie die Planung neuer Maßnahmen, ermöglicht eine umfassende Adressierung des Themas Wasserstoff. Somit tragen die Strategien zu einer umfassenden Förderung des Themas Wasserstoff im eigenen Bundesland bei und fördern dort das politische Commitment. Über das eigene Bundesland hinaus steigern sie die Wahrnehmung der landesinternen Kompetenzen.

6 Literaturverzeichnis

- Albrecht, Uwe; Bünger, Ulrich; Michalski, Jan; Raksha, Tetyana; Wurster, Reinhold; Zerhusen, Jan (2020): International Hydrogen Strategies. A study commissioned by and in cooperation with the World Energy Council Germany. Final Report. Hg.v. Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH & World Energy Council - Weltenergierat Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.weltenergierat.de/publikationen/studien/international-hydrogen-strategies/>.
- Artz, Jens; Biegel, Marie; Blaumeister, Dominik; Löffler, Michaela; Lübcke, Andrea; Runkel, Anna; Yildirim, Emre (2023): Internationale Wasserstoffstrategien im Vergleich. Länderanalyse 2023. Hg. v. acatech DECHEMA. Frankfurt. Online verfügbar unter <https://www.wasserstoff-kompass.de/news-media/dokumente/wasserstoff-strategien-laender-vergleich>.
- Bayerische Staatsregierung (2020): Bayerische Wasserstoffstrategie. Hg. v. Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie. München. Online verfügbar unter <https://www.stmwi.bayern.de/energie/energiewende/wasserstoffstrategie/>.
- BMBF (2022): Bundesbericht Forschung und Innovation (BuFI) 2022. Wissenschaftseinrichtungen. Übersichtskarte. Online verfügbar unter <https://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/de/Ubersichtskarte-1791.html>.
- Bockris, John O'M. (2013): Review. The hydrogen economy: Its history. In: *International Journal of Hydrogen Energy* 38, S. 2579–2588.
- Bundesregierung (2022): Fortschrittsbericht zur Umsetzung der Nationalen Wasserstoffstrategie. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschrittsbericht-der-nws.html>.
- Cerniauskas, Simonas; Markewitz, Peter; Linßen, Jochen Franz; Kullmann, Felix; Groß, Theresa Martina; Lopion, Peter Marco et al. (2021): Wissenschaftliche Begleitstudie der Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen. Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH Zentralbibliothek Verlag (Schriften des Forschungszentrums Jülich Reihe Energie & Umwelt, energy & environment, Band/volume 535). Online verfügbar unter https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/eu_535_h2_roadmap_nrw.pdf.
- Clausen, Jens (2022): Das Wasserstoffdilemma: Verfügbarkeit, Bedarfe und Mythen. Berlin: Borderstep.

- Destatis (2023): Bevölkerung nach Nationalität und Bundesländern. Stand 14. Juni 2024. Hg. v. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/bevoelkerung-nichtdeutsch-laender.html>.
- Destatis (2024a): Forschung in Deutschland. Standorte von Hochschulen und Institutionen nach Ländern. Hg. v. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Forschung-Entwicklung/Karte-Wissenschaftsstandorte.html>.
- Destatis (2024b): Studierende nach Bundesländern. Stand 9. August 2024. Hg. v. Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bildung-Forschung-Kultur/Hochschulen/Tabellen/studierende-insgesamt-bundeslaender.html>.
- Doms, Magnus (2023): Wasserstoff in den Bundesländern. Überblick zu Wasserstoffprojekten und -strategien in der föderalen Energiewende. Hg. v. Agentur für Erneuerbare Energien. In: *Re-news Kompakt* (57).
- Edwards, P.P.; Kuznetsov, V.L.; David, W.I.F. (2007): Hydrogen energy. In: *Phil. Trans. R. Soc. A* 365 (1853), S. 1043–1056. DOI: [10.1098/rsta.2006.1965](https://doi.org/10.1098/rsta.2006.1965).
- Flath, Lucas; Kemmerzell, Jörg; Knodt, Michèle (2023): Hydrogen governance in Germany: a challenge for federal coordination. In: *Regional & Federal Studies*, S. 1–23. DOI: [10.1080/13597566.2023.2232735](https://doi.org/10.1080/13597566.2023.2232735).
- Freistaat Sachsen (2021): Wasserstoffstrategie für Sachsen-Anhalt. Hg. v. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie des Landes Sachsen-Anhalt, Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung des Landes Sachsen-Anhalt und Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr des Landes Sachsen-Anhalt. Dresden. Online verfügbar unter https://mwu.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MWU/Energie/Erneuerbare_Energien/Wasserstoff/210503_Wasserstoffstrategie_Sachsen-Anhalt.pdf.
- Freistaat Sachsen (2023): Erster Umsetzungsbericht zur Sächsischen Wasserstoffstrategie. Hg. v. Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL). Dresden. Online verfügbar unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/42696>.
- Freistaat Thüringen Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz (2021): Thüringer Landesstrategie Wasserstoff. Hg. v. Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz. Erfurt. Online verfügbar unter <https://umwelt.thueringen.de/aktuelles/anzeigen-medieninformationen/wasserstoff-kabinett-beschliesst-landesstrategie>.
- Graffenberger, Martin; Brödner, Romy (2022): Die Modellregion. In: Ermann, Ulrich ; Höfner, Malte; Hostniker, Sabine; Michael Preininger, Ernst; Simic, Danko (Hrsg.): *Die Region - eine Begriffserkundung* (217-228). Bielefeld: transcript Verlag. <https://doi.org/10.14361/9783839460108-019>.
- Handelsblatt (2022): PROGNOSE Zukunftsatlas 2022. Online verfügbar unter <https://www.handelsblatt.com/prognos-zukunftsatlas-2022/28715856.html>.

- Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (2021): Die Potenziale des Wasserstoffs für Wirtschaft und Klimaschutz erschließen. Eine Strategie für Hessen. Hg. v. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen. Wiesbaden. Online verfügbar unter https://wirtschaft.hessen.de/sites/wirtschaft.hessen.de/files/2021-10/211025_Wasserstoffstrategie_Einzelseiten_kl.pdf.
- Hydrogen Council & McKinsey (2022): Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization. Hg. v. Hydrogen Council. Online verfügbar unter <https://hydrogen-council.com/wp-content/uploads/2022/10/Global-Hydrogen-Flows.pdf>.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2022): Global Hydrogen Trade to Meet the 1.5°C Climate Goal: Part I – Trade outlook for 2050 and way forward. Hg. v. International Renewable Energy Agency. Abu Dhabi. Online verfügbar unter https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Jul/IRENA_Global_hydrogen_trade_part_1_2022_.pdf.
- Knodt, Michèle; Rodi, Michael; Flath, Lucas; Kemmerzell, Jörg; Leukhardt, Falko; Flachsland, Christian (2022): Mehr Kooperation wagen: Wasserstoff-Governance im deutschen Föderalismus. Mehr Kooperation wagen: Wasserstoff-Governance im deutschen Föderalismus. Hg. v. Kopernikus-Projekt Ariadne. Potsdam.
- Land Brandenburg Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie (2021): Maßnahmenkonkrete Strategie für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im Land Brandenburg. Hg. v. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Energie des Landes Brandenburg. Potsdam. Online verfügbar unter https://mwae.brandenburg.de/media/bb1.a.3814.de/Wasserstoffstrategie_Brandenburg_2021.pdf.
- Lechtenböhrer, Stefan; Samadi, Sascha; Leipprand, Anna; Schneider, Clemens (2019): Grüner Wasserstoff, das dritte Standbein der Energiewende? In: *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 69 (10), S. 10–13. Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-74093>.
- Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (2020): Wasserstoffstrategie.SH. Wasserstoffstrategie des Landes Schleswig-Holstein. Online verfügbar unter https://wasserstoffwirtschaft.sh/file/h2-strategie_broschuere.pdf.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) (2020): Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg. Klimaschutz und Wertschöpfung kombinieren. Online verfügbar unter https://www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Wirtschaft/Wasserstoff-Roadmap-Baden-Wuerttemberg-bf.pdf.
- Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (UM) (2023): Erster Fortschrittsbericht zur Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg. Unter Mitarbeit von Plattform H2BW e-mobil BW GmbH Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg. Hg. v. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Online verfügbar unter https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Fortschrittsbericht-Wasserstoff-Roadmap-BW.pdf.
- Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2020): Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf. Online verfügbar unter https://www.wirtschaft.nrw/sites/default/files/documents/mwide_br_wasserstoff-roadmap-nrw_web-bf.pdf.

- Peterssen, Florian; Schlemminger, Marlon; Lohr, Clemens; Niepelt, Raphael; Bensmann, Astrid; Hanke-Rauschenbach, Richard; Brendel, Rolf (2022): Hydrogen supply scenarios for a climate neutral energy system in Germany. In: *International Journal of Hydrogen Energy* 47 (28), S. 13515–13523. DOI: [10.1016/j.ijhydene.2022.02.098](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.02.098).
- Pingkuo, Liu; Xue, Han (2022): Comparative analysis on similarities and differences of hydrogen energy development in the World's top 4 largest economies: A novel framework. In: *International Journal of Hydrogen Energy* 47 (16), S. 9485–9503. DOI: [10.1016/j.ijhydene.2022.01.038](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.01.038).
- Prognos AG (2022): Zukunftsatlas 2022. Prognos AG. Online verfügbar unter <https://www.prognos.com/de/zukunftsatlas>.
- Raschke, Joachim; Tils, Ralf (2011): Politik braucht Strategie - Taktik hat sie genug. Ein Kursbuch. 1. Aufl. Frankfurt am Main: Campus Verlag GmbH. Online verfügbar unter http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783593411286.
- Rheinland-Pfalz Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität (2022): Wasserstoffstudie mit Roadmap Rheinland-Pfalz. Online verfügbar unter https://mkuem.rlp.de/fileadmin/14/Themen/Energie_und_Klimaschutz/6_Gruener_Wasserstoff/Wasserstoffstudie_mit_Roadmap_Rheinland-Pfalz.pdf.
- Riemer, Matia; Zheng, Lin; Pieton, Natalia; Eckstein, Johannes; Kunze, Robert; Wietschel, Martin (2022): Future hydrogen demand: A cross-sectoral, multiregional meta-analysis. HYPAT Working Paper 04/2022. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (ed.). Online verfügbar unter https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2022/HYPAT%20WP_04_2022_Future%20hydrogen%20demand_V02.pdf.
- Roland Berger GmbH (2020): Potenziale der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Industrie in Baden-Württemberg. Online verfügbar unter https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/6_Wirtschaft/Ressourceneffizienz_und_Umwelttechnik/Wasserstoff/200724-Potentialstudie-H2-Baden-Wuerttemberg-bf.pdf.
- Saarland Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr (2021): Eine Wasserstoffstrategie für das Saarland - Saarland 2030 - auf dem Weg zum Wasserstoffland. Strategie erarbeitet im Rahmen der MyExpert-Modellregion Saarland. Mit Unterstützung durch: Reiner Lemoine Insitut, consulting4drive & iav automotive engineering. Hg. v. Ministerium für Wirtschaft, Arbeit, Energie und Verkehr Saarland. Saarbrücken. Online verfügbar unter https://www.saarland.de/mwide/DE/portale/wasserstoff/wasserstoffstrategie/wasserstoffstrategie_node.html.
- Sachsen-Anhalt Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Energie (2020): Weißbuch zur Entwicklung einer Wasserstoffstrategie für Sachsen-Anhalt. Unter Mitarbeit von Sachsen-Anhalt Ministerium für Landesentwicklung und Verkehr, Sachsen-Anhalt Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitalisierung. Magdeburg. Online verfügbar unter https://mwu.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MWU/Energie/Erneuerbare_Energien/Wasserstoff/201221_weissbuch_final.pdf.
- Sächsisches Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) (2023): Erster Umsetzungsbericht zur Sächsischen Wasserstoffstrategie. Online verfügbar unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/42696/documents/64949>.
- Stadt Chemnitz (2023): HyExperts Wasserstoff-Modellregion Chemnitz. Abschlussbericht. Online verfügbar unter https://hzwo.eu/media/240104_abschlussbericht_hyexperts_chemnitz.pdf.
- Stadtstaat Bremen (2021): Wasserstoffstrategie Land Bremen. Online verfügbar unter : <https://www.bremen-innovativ.de/wp-content/uploads/2022/02/Wasserstoffstrategie-Land-Bremen.pdf>.

- Statista (2024): Arbeitslosenquote in Deutschland nach Bundesländern. (Stand: August 2024). Hg. v. Bundesagentur für Arbeit. Online verfügbar unter <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36651/umfrage/arbeitslosenquote-in-deutschland-nach-bundeslaendern/>.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2022): Fläche und Bevölkerung nach Ländern. Hg. v. Statistische Ämter des Bundes und der Länder - Gemeinsames Statistikportal. Online verfügbar unter <https://www.statistikportal.de/de/bevoelkerung/flaechen-und-bevoelkerung>.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2023): Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung. Hg. v. Statistische Ämter des Bundes und der Länder - Gemeinsames Statistikportal. Online verfügbar unter <https://www.statistikportal.de/de/vgrdl/ergebnisse-laenderebene/bruttoinlandsprodukt-bruttowertschoepfung>.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2024a): Arbeitslose. Arbeitslosenquote im Bundesvergleich. Arbeitslose und Arbeitslosenquote in Deutschland 2023 nach Bundesländern. Hg. v. Bundesagentur für Arbeit. Online verfügbar unter https://www.statistik-bw.de/Arbeit/Arbeitslose/AL_arbeitslosenQuote.jsp.
- Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2024b): Sozialversicherungs-pflichtig Beschäftigte.Hochqualifizierte Beschäftigte im Bundesvergleich. Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Deutschland 2023 nach Bundesländern. Online verfügbar unter https://www.statistik-bw.de/Arbeit/Beschaeftigte/SB_beschaeftQualifikation.jsp.
- Statistisches Landesamt des Freistaates Sachsen (2024): Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung. Eckdaten für Sachsen. Letzte Aktualisierung: 28.03.2024. Online verfügbar unter https://www.statistik.sachsen.de/html/bruttoinlandsprodukt-bruttowertschoepfung.html?_cp=%7B%22accordion-content-8245%22%3A%7B%220%22%3Atrue%2C%22%22%3Atrue%7D%2C%22previousOpen%22%3A%7B%22group%22%3A%22accordion-content-8245%22%2C%22idx%22%3A0%7D%7D.
- Ueckerdt, Falko; Bauer, Christian; Dirnaichner, Alois; Everall, Jordan; Sacchi, Romain; Luderer, Gunnar (2021): Potential and risks of hydrogen-based e-fuels in climate change mitigation. In: *Nat. Clim. Chang.* 11 (5), S. 384–393. DOI: [10.1038/s41558-021-01032-7](https://doi.org/10.1038/s41558-021-01032-7).
- Wielowiejski, Maja (2024): Ein Analytischer Rahmen zur Untersuchung politischer Strategien – am Beispiel der sächsischen Wasserstoffstrategie und der Wasserstoff-Roadmap Baden-Württembergs. Unveröffentlichte Masterarbeit, eingereicht Universität Leipzig.
- Wietschel, Martin; Zheng, Lin; Arens, Marlene; Hebling, Christopher; Ranzmeyer, Ombeni; Schaadt, Achim; Hank, Christoph; Sternberg, André; Herkel, Sebastian; Kost, Christoph; Ragwitz, Mario, Herrmann, Ulrike, Pfluger, Benjamin (2021): Metastudie Wasserstoff – Auswertung von Energiesystemstudien. Studie im Auftrag des Nationalen Wasserstoffrats. Karlsruhe, Freiburg, Cottbus: Fraunhofer ISI, Fraunhofer ISE, Fraunhofer IEG (Hrsg.). Online verfügbar unter https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cce/2021/Metastudie_Wasserstoff_Abschlussbericht.pdf.
- Wietschel, Martin; Weißenburger, Bastian; Rehfeldt, Matthias; Lux, Benjamin; Zheng, Lin; Meier, Jonas (2023): Preiselastische Wasserstoffnachfrage in Deutschland - Methodik und Ergebnisse. HYPAT Working Paper 01/2023. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Hrsg.). Online verfügbar unter https://hypat.de/hypat-wAssets/docs/new/publikationen/HyPAT_Working-Paper-01_2023_Preiselastische-Nachfrage.pdf.
- Winter, Carl-Jochen (2009): Hydrogen energy – Abundant, efficient, clean: A debate over the energy-system-of-change. In: *International Journal of Hydrogen Energy* 34 (14), S1-S52. DOI: [10.1016/j.ijhydene.2009.05.063](https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2009.05.063).

- Wirtschafts- und Verkehrsministerien der norddeutschen Küstenländer Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein (2019): Nordeutsche Wasserstoff Strategie. Online verfügbar unter <https://norddeutschewasserstoffstrategie.de/>.
- Wurster, Stefan (2010): Zukunftsvorsorge in Deutschland. Eine vergleichende Untersuchung der Bildungs-, Forschungs-, Umwelt- und Energiepolitik. 1. Auflage. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG (Nomos Universitätschriften – Politik, 171). Online verfügbar unter <http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-epflicht-1202278>.
- Zachmann, Georg; Holz, Franziska; Roth, Alexander; McWilliams, Ben; Sogalla, Robin; Meißner, Frank; Kempfert, Claudia (2021): Decarbonisation of energy. Determining a robust mix of energy carriers for a carbon-neutral EU. Berlin: DIW Berlin Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin, 175). Online verfügbar unter https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.830824.de/diwkompakt_2021-175.pdf.
- ZSW; WBZU (2012): Energieträger der Zukunft - Potenziale der Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg. Online verfügbar unter https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Studien/Systemanalyse/Wasserstoff-Studie_2012.pdf.

Tabelle Anhang 1: Übersicht über die regionalen Wasserstoffstrategien in Deutschland inkl. inhaltlicher Schwerpunkte

Datum	Institution	Name der Strategie	Fortschrittsbericht vorhanden?	Inhaltliche Schwerpunktsetzung	Wasserstoff Bedarfsfelder
2019 Nov.	HB, HH, MV, NI, SW	" <i>Norddeutsche Wasserstoffstrategie</i> "	Keine Angaben gefunden	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) (eigentlich. in allen) Fokus auf regionale Wasserstofferzeugung 	(1) Industrie, (2) Strom/KWK, (3) Raffinerien, (4) Eisenbahn, (5) Schifffahrt, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (11) Brennstoffzellen-Pkw
2020 Mai	BY	" <i>Bayerische Wasserstoffstrategie</i> "	Keine Angaben gefunden	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) größere Rolle im Mobilitätssektor Herstellung von Komponenten für die Wasserstofferzeugung und -nutzung aufbauend auf Kompetenzen der bestehenden Zulieferindustrie im Anlagen- und Maschinenbau Ausbau der Forschungsförderung 	(1) Industrie, (4) Eisenbahn, (5) Schifffahrt, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (10) Gebäude, (11) Brennstoffzellen-Pkw
2020 Okt.	SH	" <i>Wasserstoffstrategie.SH. Wasserstoffstrategie des Landes Schleswig-Holstein</i> "	Ja, " <i>Die Wasserstoffstrategie für das klimaneutrale Industrieland Schleswig-Holstein. Fortschreibung der Wasserstoffstrategie.SH</i> " veröffentlicht 2024 "	<ul style="list-style-type: none"> keine Angabe 	<ul style="list-style-type: none"> keine Angabe
2020 Okt.	NRW	" <i>Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen</i> "	Ja, <i>Wissenschaftliche Begleitstudie der Wasserstoff Roadmap Nordrhein-Westfalen</i> " veröffentlicht am 2021	<ul style="list-style-type: none"> keine Angabe 	(1) Industrie, (2) Strom/KWK, (3) Raffinerien, (5) Schifffahrt, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (9) Prozesswärme, (10) Gebäude, (11) Brennstoffzellen-Pkw
2020 Nov.	ST	" <i>Weißbuch zur Entwicklung einer Wasserstoffstrategie für Sachsen-Anhalt</i> "	Keine Angaben gefunden	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) Ausbau der erneuerbaren Energien zur Wasserstofferzeugung und der Wasserstoffwirtschaft in Hinblick auf den Strukturwandel (Eckpunkteplan der ostdeutschen Kohleländer) Umbau von bestehender Kohle-Kraftwerk-Infrastruktur zu energiewendetauglichen Speicherkraftwerken 	(1) Industrie, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (9) Prozesswärme

Datum	Insti- tution	Name der Strategie	Fortschrittsbericht vorhanden?	Inhaltliche Schwerpunktsetzung	Wasserstoff Bedarfsfelder
2020 Dez.	BW	"Wasserstoff Roadmap Baden-Württemberg Klimaschutz und Wert-schöpfung kombinieren"	Ja, "Erster Fortschrittsbe- richt zur Wasserstoff- Roadmap Baden-Würt- temberg" veröffentlicht Mai 2023	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) größere Rolle im Mobilitätssektor Herstellung von Komponenten für die Wasserstoffherzeugung und –nutzung aufbauend auf Kompetenzen der bestehenden Zulieferindustrie im Anlagen- und Maschinenbau Ausbau der Forschungsförderung 	(1) Industrie, (2) Strom/KWK, (3) Raffinerien, (4) Eisenbahn, (5) Schifffahrt, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (9) Prozesswärme, (10) Gebäude, (11) Brennstoffzellen-Pkw, (12) Synth. Kraftstoffe
2021	SL	"Eine Wasserstoff-Strategie für das Saarland"	Keine Angaben gefunden	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) Betonung der Dekarbonisierung der Industrie (blau) (Aufgrund der Wirtschaftsstruktur höherer H₂-Verbrauch als in anderen Bundesländern) 	(1) Industrie, (4) Eisenbahn, (7) Lkw, (8) Busse, (10) Gebäude, (12) Synth. Kraftstoffe
2021 Juni	TH	"Thüringer Landesstrategie Wasserstoff"	Keine Angaben gefunden	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) größere Rolle im Mobilitätssektor 	(1) Industrie, (2) Strom/KWK, (3) Raffinerien, (4) Eisenbahn, (5) Schifffahrt, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (9) Prozesswärme
2021 Okt.	BB	"Maßnahmenkonkrete Strategie für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft im Land Brandenburg"	Keine Angaben gefunden	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Wasserstoffherzeugung und der Wasserstoffwirtschaft in Hinblick auf den Strukturwandel (Eckpunkteplan der ostdeutschen Kohleländer) Umbau von bestehenden Kohle-Kraftwerk-Infrastruktur zu energiewendetauglichen Speicherkraftwerken 	(1) Industrie, (2) Strom/KWK, (3) Raffinerien, (4) Eisenbahn, (5) Schifffahrt, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (9) Prozesswärme, (10) Gebäude, (11) Brennstoffzellen-Pkw
2021 Okt.	HE	"Die Potenziale des Wasserstoffs für Wirtschaft und Klimaschutz erschließen. Eine Strategie für Hessen"	Keine Angaben gefunden	<ul style="list-style-type: none"> Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) größere Rolle im Mobilitätssektor Herstellung von Komponenten für die Wasserstoffherzeugung und –nutzung aufbauend auf Kompetenzen der bestehenden Zulieferindustrie im Anlagen- und Maschinenbau Ausbau der Forschungsförderung 	(1) Industrie, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (10) Gebäude, (11) Brennstoffzellen-Pkw
2021 Dez.	HB	"Wasserstoffstrategie Land Bremen" (Land Bremen (2021))	Keine Angaben gefunden	<ul style="list-style-type: none"> keine Angabe 	<ul style="list-style-type: none"> keine Angabe

Datum	Institution	Name der Strategie	Fortschrittsbericht vorhanden?	Inhaltliche Schwerpunktsetzung	Wasserstoff Bedarfsfelder
2021 Dez.	SN	"Die Sächsische Wasserstoffstrategie"	Ja, "Erster Umsetzungsbericht zur Sächsischen Wasserstoffstrategie" veröffentlicht 2023	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) • Ausbau der Erneuerbaren Energien zur Wasserstofferzeugung und der Wasserstoffwirtschaft in Hinblick auf den Strukturwandel (Eckpunkteplan der ostdeutschen Kohleländer) • Umbau von bestehenden Kohle-Kraftwerk-Infrastruktur zu energiewendetauglichen Speicherkraftwerken 	(1) Industrie, (2) Strom/KWK, (3) Raffinerien, (4) Eisenbahn, (5) Schifffahrt, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (9) Prozesswärme, (12) Synth. Kraftstoffe
2022 Nov.	RP	"Wasserstoffstudie mit Roadmap Rheinland-Pfalz"	Keine Angaben gefunden	<ul style="list-style-type: none"> • Wasserstoffnutzung in Industrie und Verkehr (v.a. auf Flug-, Schiffs- und Schwerlastverkehr) • besonderer Bedarf in Chemieindustrie 	(1) Industrie, (2) Strom/KWK, (4) Eisenbahn, (5) Schifffahrt, (6) Luftverkehr, (7) Lkw, (8) Busse, (9) Prozesswärme

Quelle: eigene Darstellung; Informationen über die inhaltlichen Schwerpunkte angelehnt an Clausen (2022) und Doms (2023). Informationen über die Wasserstoffbedarfsfelder sind angelehnt an die tabellarische Übersicht von Clausen (2022, S. 21). Informationen über vorhandene Fortschrittsberichte gemäß Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2023), Bundesregierung (2022), Cerniauskas et al. (2021), Freistaat Sachsen (2023) und Schleswig-Holstein Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (2024).

Die Reihe "Arbeitspapiere Unternehmen und Region" präsentiert Forschungsergebnisse der Abteilung "Politik und Gesellschaft" des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe. Alle Veröffentlichungen dieser Reihe finden sich hier:

<https://www.isi.fraunhofer.de/de/competence-center/politik-gesellschaft/publikationen/unternehmen-region.html>

Nr.	Autor:innen	Titel
R4/2025	Esther Schnabl Maja Wielowiejski Thomas Stahlecker	Zur Rolle von Landesstrategien beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft – die Beispiele Baden-Württemberg und Sachsen
R3/2025	Knut Koschatzky Thomas Stahlecker Hendrik Hansmeier Esther Schnabl Florian Wittmann Andrea Zenker	Regionaler Strukturwandel in strukturschwachen Regionen Deutschlands im Kontext der Fördermaßnahme WIR! – Wandel durch Innovation in der Region
R2/2025	Thomas Stahlecker Esther Schnabl Wiebke Baumann Nico Ulmer Sophie Lohmann Catrice Christ	Die baden-württembergischen Modellregionen Grüner Wasserstoff im Kontext Bildung & Qualifizierung
R1/2025	Florian Wittmann Esther Schnabl Andrea Zenker	Structural change through innovation – new elements in funding guidelines
R2/2022	Hendrik Hansmeier Knut Koschatzky Andrea Zenker Thomas Stahlecker	Regional Perspectives on Socio-technical Transitions. Combining Research Insights from Geography of Innovation and Transition Studies
R1/2022	Knut Koschatzky Hendrik Hansmeier Esther Schnabl Thomas Stahlecker Florian Wittmann Andrea Zenker	Transformative Entwicklungsprozesse in struktur-schwachen Regionen des Wandels
R1/2020	Henning Kroll Knut Koschatzky	Potentials and role of peripheral or weakly structured regions in national innovation systems
R1/2019	Knut Koschatzky Henning Kroll	Innovationsbasierter regionaler Strukturwandel – Struktur-schwache Regionen in Deutschland
R3/2018	Thomas Stahlecker Knut Koschatzky Henning Kroll	Innovationsbasierter regionaler Wandel in Europa - Herausforderungen und politischer Handlungsrahmen in unterschiedlichen regionalen Kontexten

Nr.	Autor:innen	Titel
R2/2018	Knut Koschatzky Henning Kroll Mirja Meyborg Esther Schnabl Thomas Stahlecker	Politische Maßnahmen zur Unterstützung von innovationsbasiertem regionalen Strukturwandel
R1/2018	Knut Koschatzky	Innovation-based regional structural change – Theoretical reflections, empirical findings and political implications
R2/2017	Knut Koschatzky	A theoretical view on public-private partnerships in research and innovation in Germany
R1/2017	Henning Kroll	The Challenge of Smart Specialisation in less favoured Regions
R3/2016	Henning Kroll Niclas Meyer	Analysing FP7 from a Systemic Perspective What Role for the Delineation and the Set up of the Sub-Programmes?
R2/2016	Henning Kroll	Supporting New Strategic Models of Science-Industry R&D Collaboration – A Review of Global Experiences
R1/2016	Henning Kroll	Understanding the "Regional Policy Mix" – A Classification and Analysis of European Regions' Support Policies
R2/2015	Knut Koschatzky Henning Kroll Mirja Meyborg Thomas Stahlecker Anne Dwertmann Monika Huber	Public-private partnerships in Research and Innovation – Case studies from Australia, Austria, Sweden and the United States
R1/2015	Henning Kroll	Exploring Pathways of Regional Technological Development in China through Patent Analysis

Bestelladresse (Printexemplar):

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
 Breslauer Straße 48 | 76139 Karlsruhe
 Tel. +49 / 721 / 6809-219
 E-Mail: bibl@isi.fraunhofer.de