





Erster Fortschrittsbericht zur Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg

 Mai 2023

 Fortschrittsbericht zur
Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg

Inhaltsverzeichnis

Executive Summary	6
Teil I: Weiterentwicklung der Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg	12
1. Einleitung	13
2. Auf veränderte Rahmenbedingungen reagieren	14
Europäische Ebene	14
Bundesebene	16
Landesebene	17
3. Weiterentwicklung der Wasserstoff Roadmap	18
3.1 Empfehlungen des Wasserstoff-Beirats BW	18
3.2 Plattform H2BW	20
3.3 Wasserstoffverfügbarkeit und Infrastrukturauf- und -ausbau	21
Zukünftige Wasserstoffbedarfe berücksichtigen	21
Aufbau dezentraler Erzeugungskapazitäten	23
Infrastrukturausbau	25
3.4 Industrie und Stromerzeugung	30
Industrie	30
Stromerzeugung und Fernwärme	31
3.5 Mobilität	32
Ausbau der Wasserstofftankinfrastruktur	33
3.6 Gebäude	34
3.7 Technologie	36
3.8 Angewandte Forschung	38
3.9 Bildung und gesellschaftliche Akzeptanz	39
Gesellschaftliche Akzeptanz	41

Teil II: Umsetzung der Maßnahmen der Wasserstoff-Roadmap BW	43
4. Zwei Jahre Wasserstoff-Roadmap BW – Bereits 500 Millionen Euro Förderung in Projekten wirksam	44
4.1 EFRE-Modellregion Grüner Wasserstoff Mittlere Alb-Donau (ehemals HyFIVE)	45
4.2 EFRE-Modellregion Grüner Wasserstoff „H2GeNeSiS“ – Region Stuttgart	45
4.3 Projekt „HyFaB-BW“ – Industrialisierung der Brennstoffzellenfertigung	46
4.4 „IPCEI Wasserstoff“ – Important Projects of Common European Interest	47
4.5 Leuchtturmprojekte H2Rivers und H2Rhein-Neckar	48
4.6 Förderprogramm „Zukunftsprogramm Wasserstoff“ – ZPH2	50
4.7 Förderprogramm „Klimaschutz und Wertschöpfung durch Wasserstoff – KWH2“	53
4.8 Klimaneutrales Stadtquartier „Neue Weststadt Esslingen“	53
4.9 Leuchtturmprojekt „Power-to-Gas Baden-Württemberg“ und Reallabor der Energiewende „H2-Wyhlen“	53
4.10 Forschungsinitiative „reFuels –Kraftstoffe neu denken“	54
4.11 Herstellung von grünem Wasserstoff – „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“	54
4.12 „Zero-Emission“ und RegioWIN-Leuchtturmprojekt „Hydrogenium“	54
4.13 Projekte des „Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff – NIP“	56
4.14 Forschungsstarke Hochschulen und Forschungseinrichtungen als Basis für Innovation	56
Forschungsinfrastrukturen an wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen	57

EXECUTIVE SUMMARY

Die Wasserstoff-Roadmap des Landes wurde im Dezember 2020 vom Kabinett beschlossen. Damit hat die Landesregierung einen Fahrplan für die kommenden Jahre erarbeitet, um das Land zu einem führenden Wasserstoff-Standort zu etablieren. Insbesondere vor dem Hintergrund der veränderten Energieversorgungssituation und der sich rasch verändernden Rahmenbedingungen erfährt das Thema Wasserstoff eine zusätzliche Dynamik. Der Fortschrittsbericht trägt diesen Entwicklungen Rechnung und ergänzt die Maßnahmen der Wasserstoff-Roadmap um weitere Handlungsfelder in den verschiedenen Sektoren. Gleichzeitig informiert der Bericht über die Umsetzung der Roadmap.

Der frühzeitige Aufbau einer Wasserstoff-Infrastruktur und die Bereitstellung von Wasserstoff sind zentrale Themen im Fortschrittsbericht und in der weiteren Umsetzung der Roadmap.

Klimaneutralität ist nur zu erreichen, wenn der eingesetzte Wasserstoff nachweislich grün ist. Das muss von Anfang an berücksichtigt werden. Vorübergehend können auch andere CO₂-arme Herstellungsmethoden zum Einsatz kommen.

In Deutschland und speziell in Süddeutschland übersteigen die Wasserstoffbedarfe die vorhandenen und kurzfristig zu erwartenden Wasserstofferzeugungskapazitäten. Ab 2030 wird der prognostizierte Bedarf an Wasserstoff in Baden-Württemberg von derzeit 3,1 Terrawattstunden (TWh) Wasserstoff auf 16,5 TWh im Jahr 2035 deutlich wachsen (vgl.: H₂-Bedarfsstudie im Auftrag der Plattform H2BW; Stand: Januar 2022). Die Studie zu den Sektorzielen in Baden-Württemberg (vgl.: Zwischenbericht Stand Mai 2022) geht von einem Wasserstoffbedarf in 2040 von rund 30 TWh aus. Bei einem angenommenen Endenergieverbrauch

von 197 TWh in 2040 würde Wasserstoff mit rund 30 TWh einen Anteil von rund 15 Prozent ausmachen (ohne Power to Liquid – PtL), wobei der Energiesektor den größten Bedarf an Wasserstoff aufweist – jede zweite Kilowattstunde (kWh) Wasserstoff wird 2040 in diesem Sektor verortet. Zur Deckung des Bedarfs sind erhebliche Importkapazitäten und eine leitungsgebundene Infrastruktur notwendig, um den Wasserstoff dorthin zu transportieren, wo er gebraucht wird.

Ein aktuelles Grundlagenpapier des Nationalen Wasserstoffrates vom Februar 2023 geht davon aus, dass aufgrund des russischen Angriffs auf die Ukraine und der daraus resultierenden Änderungen auf den Energiemärkten ein deutlich größerer Bedarf an grünem Wasserstoff für Deutschland bereits im Jahr 2030 anfallen wird, als bisher angenommen – die Prognosen gehen von Bedarfen an grünem Wasserstoff in Deutschland von 53 bis zu 90 TWh aus (ohne Wärmemarkt, Rückverstromung und Ersatz von grauem Wasserstoff). Auch für Baden-Württemberg ist mit höheren Bedarfen zu rechnen. Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft wird deshalb gemeinsam mit Fernleitungsnetzbetreibern und Verbänden eine neue Bedarfsanalyse durchführen. Unterstützt wird die Bedarfsabfrage von einem breiten Bündnis aus dem Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, der Plattform H2BW, Netzbetreibern, dem baden-württembergischen Industrie- und Handelskammertag sowie Branchen- und Wirtschaftsverbänden (terraneis BW GmbH, Open Grid Europe GmbH, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (DVGW), Verband für Energie- und Wasserwirtschaft Baden-Württemberg e. V. (vfew), Unternehmer Baden-Württemberg e. V. (UBW), Verband der chemischen Industrie e.V. Baden-Württemberg

(VCI BW), Wirtschaftsverband Papier Baden-Württemberg (WVP) e.V., Großabnehmerverband Energie (GAV) Baden-Württemberg, TransnetBW GmbH, H2vorOrt). Die Initiative „Wasserstoff für Baden-Württemberg“ wird von der Plattform H2BW koordiniert. Ziel der Bedarfsabfrage ist es, über Veranstaltungen vor Ort viele Unternehmen mit Informationen zu erreichen, für das Thema zu sensibilisieren, zur Meldung ihrer realistischen, zukünftigen H₂-Bedarfe zu motivieren und so eine möglichst große und belastbare Datenbasis für die weiteren Infrastrukturplanungen zu liefern.

Baden-Württemberg wird nur zu einem geringeren Anteil selbst grünen Wasserstoff erzeugen können. Die Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur für Erzeugung, Speicherung und Transport (einschließlich Import) von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten stellt daher eine zentrale Voraussetzung für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in Baden-Württemberg dar. Auf europäischer und auf Bundesebene, aber auch im Land müssen hierfür die entsprechenden Voraussetzungen geschaffen werden. Die aktuellen Entwicklungen auf Bundes- wie auf EU-Ebene sind dazu in Teilen derzeit nicht förderlich.

Die Planungen zum Ausbau eines europäischen Wasserstoffnetzes werden maßgeblich von Fernleitungsnetzbetreibern entwickelt. Die leitungsgebundene Netzentwicklung wird sich in Deutschland größtenteils von Nord nach Süd entwickeln, was bedeutet, dass Teile Süddeutschlands erst wesentlich später einen Anschluss ans deutsche Wasserstoffnetz haben werden als Norddeutschland. Für 2030 kann in Baden-Württemberg mit einem Anschluss an das Wasserstoffnetz und Verbindungen zur Nordsee und in den Ostseeraum gerechnet werden. Die von Deutschland und Frankreich angekündigte Wasserstoffpipeline von Marseille nach

Deutschland kann für Baden-Württemberg eine wichtige Zusatzoption darstellen. Diese Option hängt allerdings von dem Bau der Mittelmeerpipeline „H2Med“ von Barcelona nach Marseille und von einem anhaltenden energiepolitischen Konsens ab.

Die Fernleitungsnetzbetreiber tragen mit ihren Bedarfserhebungen und Planungen wesentlich zur Fernnetzentwicklung bezogen auf Baden-Württemberg bei. Wichtige Faktoren für die Realisierung sind neben der konkreten Bedarfsabschätzung ausreichende Investitionsanreize und passende (rechtliche) Rahmenbedingungen auf EU- und Bundesebene. So gibt es bislang auf nationaler Ebene keine verbindliche Planung für ein Wasserstoffnetz. Darüber hinaus müssen die Verteilnetze, an die zahlreiche Privatkunden, Gewerbebetriebe und Industrieunternehmen in Baden-Württemberg angeschlossen sind, in die Planungen einbezogen werden.

Auf Bundesebene müssen zeitnah die richtigen Weichen gestellt werden, insbesondere im Bereich Infrastruktur. Dabei sind der Wasserstoffbedarf und seiner Derivate sowie die Notwendigkeit einer raschen leitungsgebundenen Versorgung Baden-Württembergs zu berücksichtigen. Wir streben ein bundesweit koordiniertes, flächendeckendes Netz, nicht aber die Einrichtung einer Bundesnetzgesellschaft an. Daher wurde in Baden-Württemberg mit wichtigen Stakeholdern ein strategischer Dialog zur Infrastrukturentwicklung gestartet.

Zusätzlich müssen Erzeugungskapazitäten im Land (Insel- bzw. Clusterlösungen) geschaffen werden, vor allem um kurz- und mittelfristig die wachsenden Bedarfe an grünem Wasserstoff bis zu einer Pipelineanbindung (aber auch danach) zu decken. Der Ausbau des Pipelinenetzes muss parallel zu den regionalen Lösungen vorangetrieben werden. Rahmenbedingungen auf Bundes- und EU-Ebene wie der delegierte Rechtsakt nach Art. 27 (3) Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II) fördern den Bau von Elektrolyseuren in Baden-Württemberg nur sehr begrenzt. Die Landesregierung tritt deshalb für Bedingungen ein, die den Aufbau von Elektrolyseuren im Südwesten ermöglichen. Sie wird, dort wo erforderlich, die Genehmigungsverfahren weiter durch unterstützende Leitfäden und Handlungsempfehlungen stärken. Aufgrund ähnlicher Rahmenbedingungen und zu etablierender Transportmöglichkeiten sind auch Kapazitäten durch den Import von Wasserstoffderivaten zu berücksichtigen, beispielsweise für die Produktion von strombasiertem Kerosin (PtL).

Bei der Wasserstoffproduktion muss sichergestellt werden, dass keine Anreize zur fossilen Stromerzeugung gesetzt werden. Die Nutzung eines Überstromangebots zur Herstellung von Wasserstoff ist dadurch nicht ausgeschlossen. Grundvoraussetzung für die Wasserstoffproduktion ist darüber hinaus der massive Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung.

Die Landesregierung hat neue Kooperationen mit Regionen wie Andalusien und Schottland vereinbart, bestehende Partnerschaften und Netzwerke ausgebaut sowie gezielt Delegationsreisen (beispielsweise nach Chile) durchgeführt, um Optionen für das Land im Bereich Wasserstoff (Flankierung möglicher Wasserstoffimporte, der Import von Wasserstoffderivaten wie Ammoniak und Methanol, Transportwege, Zusammenarbeit im Technologiebereich, Technologieexport) zu erschließen. Dieser Weg wird fortgeführt.

Baden-Württemberg gehört zu den führenden Standorten in der Entwicklung und Produktion von Brennstoffzellenkomponenten und -systemen. Zusätzlich ergeben sich Potenziale für baden-württembergische Unternehmen im Bereich der Fertigung von Elektrolysetechnologien. Vor allem die Skalierung und serielle Fertigung der oben genannten Technologien stellen ein wesentliches Handlungsfeld dar. Industrielle Fertigungsprozesse und Skalierungsprojekte müssen daher zukünftig weiter unterstützt und gefördert werden.

Für Unternehmen in Baden-Württemberg ergeben sich daher Chancen, am Wasserstoffhochlauf zu partizipieren und Leitanbieter entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette zu werden. Besonders der Anlagenbau und der Export von Technologien und Komponenten für Brennstoffzellen, den Wasserstoffmotor und die Wasserstoffherzeugung und -nutzung werden sich zu wichtigen Geschäftsfeldern entwickeln. Neben der Notwendigkeit, baden-württembergische Unternehmen frühzeitig mit Wasserstoff zu versorgen, bieten internationale Märkte enorme Exportpotenziale für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien, die frühzeitig erschlossen werden sollten.

Weitere Kostendegressionen sind notwendig, um den Wasserstoff wettbewerbsfähig zu machen – diese können insbesondere durch technologische Entwicklungen und Skaleneffekte begünstigt werden. Die Entwicklung der Strompreise ist ein wichtiger Faktor für die Herstellungskosten und die Kosten der Elektrolyse.

Mit der Förderung von fünf in Baden-Württemberg allokierten IPCEI-Vorhaben, die von herausragender industriepolitischer Bedeutung für Baden-Württemberg sind, wird ein wichtiger Beitrag zur Klimaneutralität geleistet. Mit den IPCEI-Vorhaben besteht für das Land die Möglichkeit, die Entwicklung von Wasserstofftechnologien entscheidend voranzutreiben und vom Markthochlauf langfristig zu profitieren, indem Wertschöpfung im Land erhalten bleibt und Arbeitsplätze gesichert werden. Die Förderung von möglichst vielen hochwertigen Projekten ist deshalb von größtem Interesse für das Land.

Weil Wasserstoff auf absehbare Zeit ein knapper, wertvoller Rohstoff bleiben wird, wird der Einsatz sich voraussichtlich auf die Bereiche konzentrieren, die keine andere Alternative auf dem Weg zur Klimaneutralität haben.

Wasserstoff ist in der Stromversorgung eine Backup-Option. Bis spätestens 2040 muss der komplette Umstieg (Fuel-Switch zu Wasserstoff) abgeschlossen sein, um die Klimaneutralität in Baden-Württemberg zu gewährleisten. Die Gaskraftwerke stellen mit rund 70 Prozent der gesicherten Leistung einen wesentlichen Beitrag zur Versorgungssicherheit im transformierten, klimaneutralen Stromsystem 2040 dar. Während die Leistung von Kohle- und Kernkraftwerken vollständig ausscheidet, steigt die Leistung der Gaskraftwerke nahezu auf das Doppelte der heutigen Leistung an.

Für die verschiedenen Industriesektoren in Baden-Württemberg wird der Einsatz von Wasserstoff zum einen stofflich und

zum anderen energetisch für Hochtemperaturwärmeprozesse als Alternative zu fossilen Brennstoffen gesehen. Der Transformationsprozess der Wirtschaft, die einen erhöhten Bedarf an Wasserstoff und seinen Derivaten aufweist, hin zu klimaneutraler Produktion ist zwingend notwendig und wird weiterhin durch die Landesregierung unterstützt.

Die Anwendung von Wasserstofftechnologien im Mobilitätsbereich, vor allem im Schwerlastverkehr, stellt einen wesentlichen Schlüssel dar, um Klimaschutz im Verkehr wirksam umzusetzen. Mit der Roadmap für reFuels für Baden-Württemberg wird weiterhin ein Pfad zur Treibhausgasneutralität für den Luftverkehr, die Schifffahrt und die nicht elektrifizierbaren Teile des Güterverkehrs verfolgt, der letztlich auch auf Wasserstoff und importierten Wasserstoffderivaten als Grundbaustein basiert, wenn es um industrielle Maßstäbe geht. Daneben werden Potenziale für reFuels für die Pkw-Bestandsflotte gesehen.

Darüber hinaus gibt der Aufbau sowie die Standardisierung der Wasserstofftankinfrastruktur baden-württembergischen Industriezweigen im Bereich Automotive und Maschinenbau die Möglichkeit ihre Produkte am Markt zu platzieren. Um ein verzweigtes Netz an Tankinfrastruktur aufbauen und diese miteinander über Ländergrenzen hinweg verbinden zu können, sind Allianzen und Partnerschaften im europäischen Raum erforderlich.

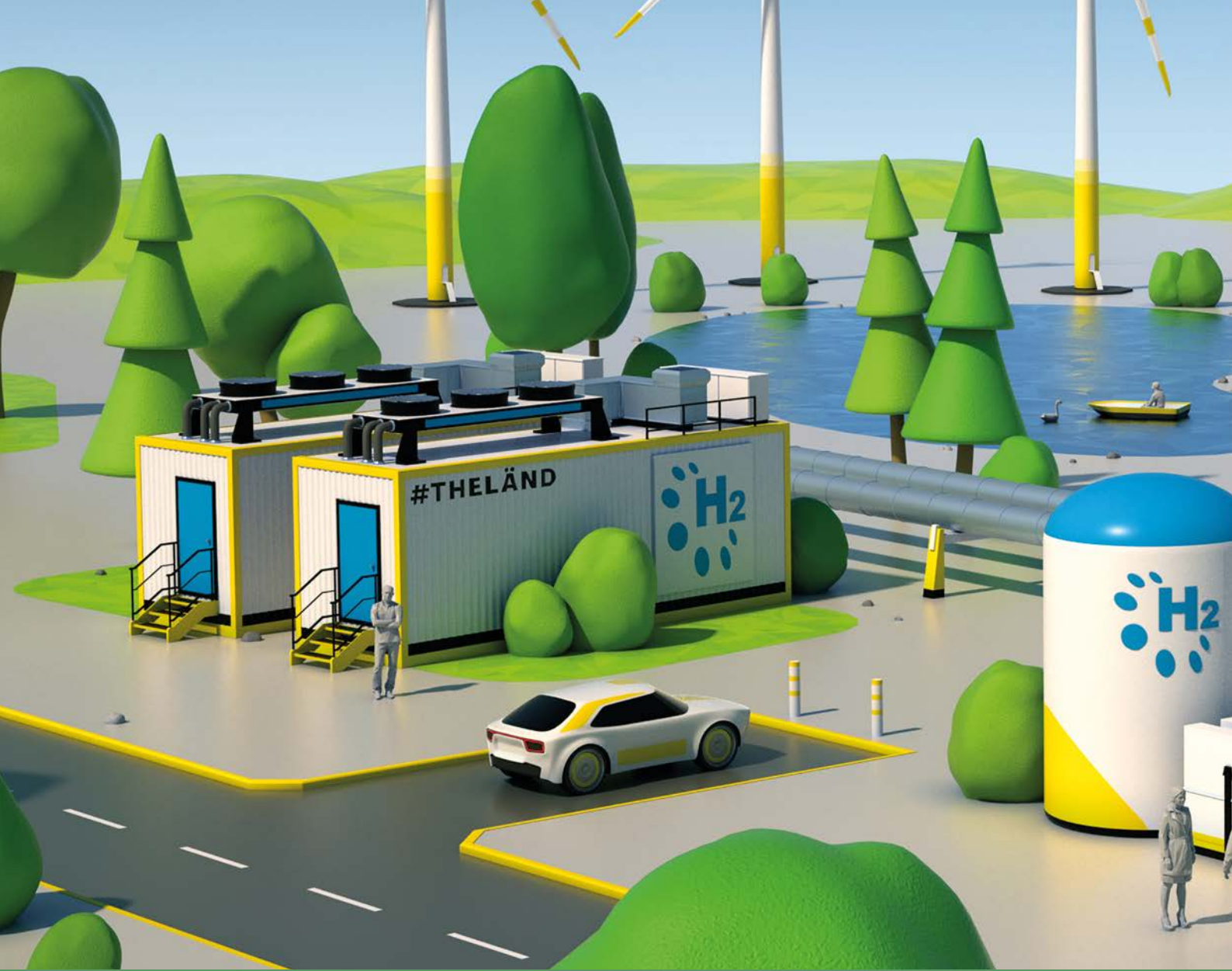
Übergreifende Themen wie gesellschaftliche Akzeptanz, angewandte Forschung und Ausbildung von Fachkräften bilden die Basis für die erfolgreiche Umsetzung der Wasserstoffwirtschaft und müssen konsequent verfolgt werden.

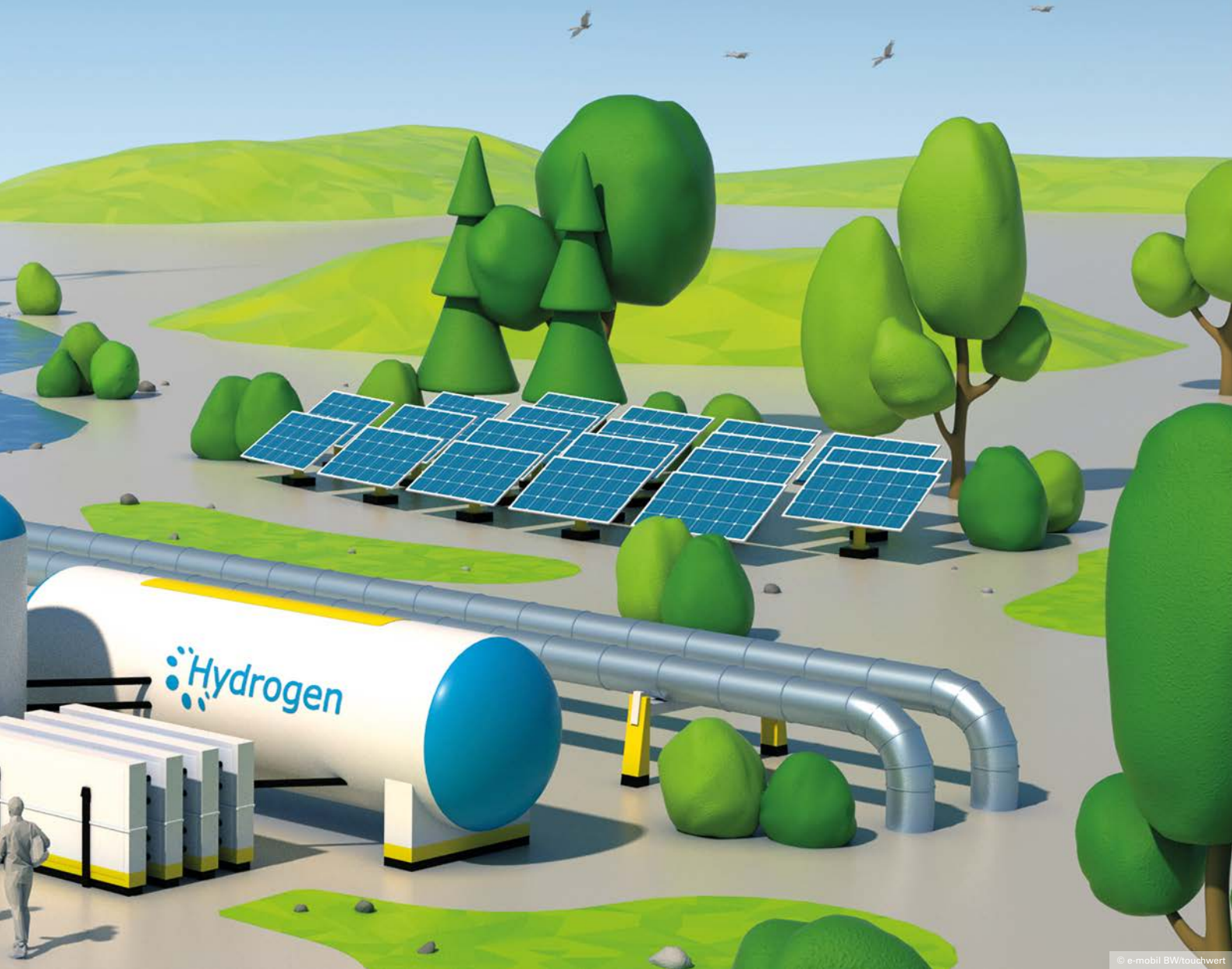
Mit der ausgeprägten Akteurslandschaft in Baden-Württemberg konnte bereits eine Vielzahl an relevanten Demonstrations- und Leuchtturmprojekten generiert werden. Die Umsetzung dieser Projekte trägt entscheidend zur weiteren

Entwicklung im Bereich Wasserstoff bei. Dadurch sind bereits rund 500 Millionen Euro Fördermittel in Projekten im Land wirksam. Baden-Württemberg positioniert sich damit – insbesondere wissenschaftlich und technologisch – sehr gut für den Wasserstoffhochlauf und wird gezielt darauf aufbauen.

Unterstützt und beraten wird die Landesregierung durch den Wasserstoff-Beirat BW, ein hochrangig besetztes Gremium mit Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Kommunen und Verbänden, der einen Sieben-Punkte Plan mit konkreten Handlungsempfehlungen erarbeitet hat. Die Landesregierung wird die wertvollen Empfehlungen aufgreifen und entsprechend ihrer Möglichkeiten umsetzen.

Die Weiterentwicklung der Wasserstoff-Roadmap berücksichtigt den Entwurf für das Energiekonzept BW sowie die Teilergebnisse des Forschungsvorhabens „Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040“ zur Umsetzung der Klimaschutzziele. Zum Thema H₂-basierte Kraftstoffe, hat die Landesregierung die Roadmap reFuels verabschiedet, die detaillierte Aussagen enthält. Bei den nachfolgenden Themen spielen auch die auf Wasserstoff basierenden Derivate eine Rolle, die in der Roadmap reFuels angesprochen werden. Sie müssen in weiteren Betrachtungen berücksichtigt werden.





© e-mobil BW/utahwert

TEIL I: WEITERENTWICKLUNG DER WASSERSTOFF-ROADMAP BADEN-WÜRTTEMBERG

1. Einleitung

Das Land Baden-Württemberg hat sich das Ziel gesetzt, 2040 klimaneutral zu werden. Die im Dezember 2020 veröffentlichte Wasserstoff-Roadmap des Landes Baden-Württemberg bietet dabei den Rahmen, die Klimaziele unterstützend durch den Einsatz von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien einzuhalten und dabei den Industrie- und Technologiestandort Baden-Württemberg weiter zu stärken. Grüner Wasserstoff und seine Derivate werden als Rohstoffe und Energieträger einen wichtigen Beitrag für eine nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung leisten. Als Energieträger kann er insbesondere in den Bereichen eingesetzt werden, in denen der direkte Einsatz von erneuerbarem Strom ökonomisch oder technisch nicht erfolgversprechend ist.

Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien spielen eine entscheidende Rolle

- für das Erreichen der Klimaschutzziele in verschiedenen Sektoren,
- zur Sicherung sowie im Transformationsprozess des Industrie-, Wirtschafts- und Technologiestandortes Baden-Württemberg,
- zur mittelfristigen Diversifizierung des Energiesystems,
- zur Sektorenkopplung.

Eine Vielzahl der in der Wasserstoff-Roadmap vorgesehenen Maßnahmen konnten bereits umgesetzt werden. Wichtige Projekte werden in Teil II dargestellt.

Baden-Württemberg gehört mit einer großen Anzahl und Dichte an Leuchtturmprojekten zu den führenden Wasserstoffregionen Deutschlands. Große Modell- und Demonstrationsprojekte im Land zeigen, wie Wasserstoff von der Erzeugung, über Transport und Logistik bis hin zu verschiedenen Anwendungen in der Mobilität, der Wärmeerzeugung für Quartiere, als Grundstoff zur Erzeugung von synthetischen

Folgeprodukten oder in der Industrie zum Einsatz kommen kann. Diese Reallabore dienen nicht nur der Technologieentwicklung, sondern sollen als Schaufenster für Wasserstoffanwendungen funktionieren und Wasserstoff erfahrbar machen.

Vor allem engagierte Akteure auf lokaler, regionaler Ebene, in den Kommunen und Landkreisen und darüber hinaus, sowie Stakeholder aus Industrie und Forschung tragen wesentlich zum Gelingen der Wasserstoffwirtschaft in Baden-Württemberg bei. Überregionale und internationale Allianzen, der Ausbau von regionalen und europäischen Netzwerken sowie die Stärkung der Clusterarbeit sollen dafür sorgen, dass Baden-Württemberg seine Führungsposition weiter ausbauen kann. So unterstützt z.B. die RegioClusterAgentur Baden-Württemberg Clusterinitiativen und die regionale Wirtschaft gezielt dabei, neue Kompetenzbedarfe und Transformationspfade zu identifizieren und neue Ansätze zur Bewältigung des Strukturwandels zu entwickeln.

Vor dem Hintergrund der Energiekrise, ausgelöst durch den Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine, erfährt das Thema Wasserstoff im Kontext der Versorgungssicherheit in Europa eine zusätzliche Dynamik. Den durch die Roadmap eingeschlagenen Weg gilt es daher zu adjustieren und dafür zu sorgen, dass das große wirtschaftliche Potenzial Baden-Württembergs durch eine wachsende Wasserstoff- und Brennstoffzellenwirtschaft weiterhin ausgeschöpft wird. Diese Veränderungen erfordern eine Bestandsanalyse, die Erweiterung bestehender Handlungsfelder (insbesondere in den Bereichen Infrastruktur und Bereitstellung von Wasserstoff) sowie eine Anpassung des Zielhorizonts der Wasserstoff-Roadmap. Im Folgenden wird deshalb der Zeitraum bis 2030 betrachtet. Darin werden kurz- und mittelfristige Maßnahmen dargestellt.

2. Auf veränderte Rahmenbedingungen reagieren

Für den raschen Wasserstoffhochlauf müssen die richtigen Rahmenbedingungen gesetzt werden. Der Zeitrahmen für die dafür notwendigen Entscheidungen hat sich aus mehreren Gründen verengt: Das Ziel der Klimaneutralität, das u. a. mit dem Einsatz von Wasserstoff erreicht werden muss, greift in Baden-Württemberg bereits 2040. Die mit dem Angriffskrieg auf die Ukraine verbundenen massiven Veränderungen im Energiesystem erfordern einen deutlich schnelleren Beitrag des grün erzeugten Wasserstoffs. Der Wirtschaftsstandort Baden-Württemberg steht unter einem erheblichen Wettbewerbsdruck, der durch den Inflation Reduction Act in den USA nochmals erhöht wurde. Und nicht zuletzt: Die anstehenden Investitionsentscheidungen, ob in den Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur, in Anwendungen oder in Produktionsanlagen, benötigen eine erhebliche Umsetzungszeit. Um den Wasserstoffhochlauf wirksam einzuleiten, ist mehr Flexibilität in den Rahmenbedingungen erforderlich.

Europäische Ebene

Auf europäischer Ebene wird das sogenannte Gasmarktpaket (zur Änderung der Gasrichtlinie und der Fernleitungsverordnung) verhandelt. Dabei ist entscheidend, dass die bewährten eigentumsrechtlichen Entflechtungsregeln für das Gasnetz auch für eine gemeinsame Regulierung der Erdgas- und Wasserstoffnetze gelten. Dies bedeutet insbesondere, dass das sogenannte ITO-Modell (ITO: Integrated Transmission Operator), also das Modell eines unabhängigen Netzbetreibers im Konzernverbund, weiterhin ohne zeitliche Begrenzung möglich bleibt (sogenanntes vertikales Unbundling). Zudem muss auf eine gesellschaftsrechtliche Trennung der Netze (horizontales Unbundling) verzichtet werden. Ansonsten wären de facto teure Doppelstrukturen und Investitionshemmnisse die Folge. Für viele Netzbetreiber würden Investitionen für den Aufbau neuer und in die Umrüstung bestehender Wasser-

stoffnetze wirtschaftlich unattraktiv und damit der Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur verzögert.

Die EU-Kommission hat am 13. Februar 2023 den delegierten Rechtsakt nach Art. 27(3) der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (RED II) veröffentlicht, in dem die Kriterien für grünen Wasserstoff im Verkehrssektor festgelegt werden. Diesen Kriterien wird eine Richtungsentscheidung über den Verkehrssektor hinaus beigegeben; sie sind deshalb von erheblicher Bedeutung für die Geschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit des Wasserstoffhochlaufs. Auch wenn eine weitere Öffnung der Kriterien wünschenswert gewesen wäre, ist entscheidend, dass damit zeitnah Planungssicherheit für die Unternehmen und Investoren hergestellt wird. Die Vorgaben müssen ohne zusätzliche Verschärfungen auf nationaler Ebene rasch umgesetzt werden. Gerade für Importe aus Drittländern, die nicht an den EU-Emissionshandel (Emissions Trading System, ETS) angeschlossen sind, stellen sich aktuell noch unbeantwortete regulatorische Fragen, die notwendige Geschäftsmodelle beeinträchtigen.

Eine weitere wichtige Weichenstellung auf europäischer Ebene wird mit der Verordnung über die Infrastruktur für alternative Kraftstoffe (AFIR) getroffen. Derzeit finden Verhandlungen im sogenannten Trilog zwischen Parlament, Kommission und Rat statt. Für die zukünftige Infrastruktur zur Wasserstoffbetankung hat diese Verordnung große Bedeutung, so werden u. a. Mindeststandards für die zukünftige Tankstelleninfrastruktur gesetzt.

Für den Luftverkehr und den Einsatz von Power-to-Liquid-Kerosin (PtL-Kerosin) befindet sich die ReFuelEU Aviation-Regulierung im Rahmen von Trilog-Verhandlungen in Vorbereitung. Darin sollen unter anderem Quoten für die Beimischung von Sustainable Aviation Fuels (SAF) und PtL-

Kerosin festgelegt werden. Bisher kann synthetisches Kerosin bis zu einer Obergrenze von 50 Prozent beigemischt werden. Für das Jahr 2030 werden Quoten zwischen 0,7 Prozent und zwei Prozent für PtL und Quoten von fünf bis sechs Prozent SAF diskutiert. Diese steigen bis 2040 auf acht bis 13 Prozent PtL und 32 bis 37 Prozent SAF an. Ein Überschreiten dieser Werte bedarf Forschungsarbeiten aufgrund der Dichteanforderungen sowie eines erheblichen Mittel- und Personaleinsatzes. Die möglichen Beimischungsquoten im Luftverkehr (SAF und PtL) orientieren sich am Rahmen, den die Europäische Union und die Bundesregierung vorgeben. Eine ambitioniertere Landeslösung bedarf zielgerichteter Mittel.

Es hat sich gezeigt, dass es zusätzlicher Anreize für Unternehmen bedarf, um Investitionen in saubere Technologien wie den Wasserstoff zeitnah zu realisieren und in Europa (und in Baden-Württemberg) zu halten. Die EU-Kommission hat deshalb am 1. Februar 2023 weitere Erleichterungen im Beihilferecht als Teil des Industrieplans für den Grünen Deal befristet bis Ende 2025 vorgeschlagen und den Mitgliedstaaten zur Konsultation vorgelegt. Die weiteren Maßnahmen aus dem Industrieplan für den Grünen Deal wie das Netto-Null-Industrie-Gesetz, welches auch Vorgaben und Ziele zu Produktionskapazitäten im Bereich Wasserstoff/Elektrolyseure enthalten könnte, werden weiterhin verfolgt. Die Vorschläge wie vereinfachte und beschleunigte Genehmigungen und vereinfachte Beihilferegeln (z. B. höhere Anmeldeschwellen) gehen in diese Richtung und müssen daraufhin überprüft werden, ob ihre Wirkung weit genug reicht. So dürfen aus Sicht des Landes zusätzliche Beihilfen, um eine Förderung in Drittstaaten auszugleichen, nicht nur auf benachteiligte EU-Regionen beschränkt werden, wie dies die Kommission vorschlägt. Aufgrund der zeitlichen Verzögerungen bei den IPCEI Wasserstoff (IPCEI: Important Projects of Common European Interest) ist die Ankündigung der Kommission zu unterstützen, die IPCEI-Verfahren zu straffen und zu vereinfachen. Dies ist aus Sicht des Landes dringend erforderlich.

Die Landesregierung wird weiterhin ihre Positionen über den Bund und direkt in Brüssel einbringen (u. a. im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft), um die Rahmenbedingungen auf EU-Ebene für den Wasserstoffhochlauf und seiner Derivate mitzugestalten.

Bundesebene

Auf Bundesebene wurde der Wasserstoffhochlauf ausgehend von der Nationalen Wasserstoffstrategie in der richtigen Weise initiiert. Allerdings erfordern die geänderten Rahmenbedingungen ein beschleunigtes, strategisch angepasstes und finanziell wirksames Vorgehen.

Hierzu gehört in erster Linie eine zeitnahe Grundentscheidung über den Ausbau des nationalen Wasserstoffnetzes und die dafür notwendigen Investitionsanreize, um Planungssicherheit für den raschen Aus- und Umbau des Fernleitungsnetzes zu schaffen. Dies gilt umso mehr, da der in Abstimmung befindliche Netzentwicklungsplan Gas 2022-2032 aufgrund der derzeitigen Gesetzeslage keine Verbindlichkeit hinsichtlich des Aufbaus und Umfangs eines Wasserstoffnetzes entfalten kann.

Investitionsanreize könnten in der Anschubphase in Form einer Risikoabsicherung erfolgen, wie dies die Deutsche Energieagentur dena vorgeschlagen hat. Das alternative Modell eines nationalen Wasserstoffnetzes mit staatlicher Beteiligung ist offen zu diskutieren und darf nicht zu zeitlichen Verzögerungen beim Netzausbau führen. In einem solchen Modell müsste sichergestellt werden, dass die von den Fernleitungsnetzbetreibern geplanten Projekte bzw. Anschlüsse für Baden-Württemberg weiter realisiert und dass dem Land eine dauerhafte Mitsprache eingeräumt wird. Zudem müsste die Ebene der Verteilnetzbetreiber einbezogen werden. Wir streben ein bundesweit koordiniertes, flächendeckendes Netz, nicht aber die Einrichtung einer Bundesnetzgesellschaft an.

Deutschland braucht eine Balance zwischen erzeugungsnahen und verbrauchsnahen Standorten für die Wasserstoffherzeugung. Werden hierfür die falschen Rahmenbedingungen gesetzt, würde nicht nur der Wasserstoffhochlauf in Baden-Württemberg in den nächsten Jahren ausgebremst, sondern

auch der Wirtschaftsstandort geschwächt werden. Jedoch wird Deutschland auch auf Importe angewiesen sein, um das Preisniveau für die Nutzung von Wasserstoff und seinen Derivaten niedrig zu halten. Zukunftsinvestitionen könnten an Alternativstandorten im Ausland erfolgen. Deshalb darf die Umsetzung des delegierten Rechtsaktes zur Umsetzung von RED II (s. o.) auf Bundesebene keine strengeren Kriterien für grünen Wasserstoff enthalten und der Rahmen für den Import aus Drittländern muss zeitnah feststehen. Die Struktur der Förderprogramme und Ausschreibungen des Bundes muss so gestaltet sein, dass sie Elektrolyseure im Südwesten ermöglicht. Auch die Planungsgrundlagen für Stromnetze müssen Standorte für Elektrolyseure im Süden berücksichtigen. Insgesamt ist eine deutliche Steigerung der Förderangebote notwendig, die für alle Regionen in Deutschland zur Verfügung stehen. Mit einer zweiten Runde von IPCEI Wasserstoff könnten weitere große strategische Projekte realisiert werden.

Die Landesregierung wird weiterhin die Forderung nach einem frühzeitigen und umfassenden Anschluss an ein nationales und europäisches Netz gegenüber dem Bund artikulieren und sich für die entsprechenden Rahmenbedingungen einsetzen.

Landesebene

Das Land wird weiter durch strategische Prozesse unter Einbindung der vielfältigen Akteurslandschaft, über Netzwerkbildung, Beratung und Kommunikation und über Förderungen den Wasserstoffhochlauf maßgeblich unterstützen. Auf die kommenden Kapitel wird verwiesen. Die Realisierung finanzwirksamer Maßnahmen wird im Rahmen einer nachhaltigen und vorausschauenden Finanzpolitik erfolgen. Eine solche Finanzpolitik erfordert auch einen verantwortungsgerechten Umgang mit den finanziellen Ressourcen. Für neue oder fortgeführte Maßnahmen wird daher zunächst Spielraum durch Umschichtungen im Rahmen vorhandener Mittel/Stellen zu schaffen sein. Soweit es darüber hinaus finanzieller Mittel/Stellen bedarf, steht die Umsetzung unter dem Vorbehalt, dass entsprechende Haushaltsmittel etatisiert sind oder werden. Die Bereitstellung von Ressourcen bleibt somit dem Haushaltsgesetzgeber vorbehalten und wird in den jeweiligen Haushaltsaufstellungsverfahren unter Berücksichtigung der haushaltspolitischen Rahmenbedingungen entschieden. Dabei sollte der Fokus auch auf Elektrolyseuren und Technologien zur Erzeugung von grünem Wasserstoff liegen.

Darüber hinaus wird die Landesregierung die Voraussetzungen für effiziente Zulassungsverfahren, soweit noch nicht vorhanden, schaffen und soweit erforderlich weiterhin mit Leitfäden und Handreichungen stärken.

Themen- und projektbezogene Kooperationen mit anderen Bundesländern können den Wasserstoffhochlauf und die politische Positionierung Baden-Württembergs unterstützen. So haben die Ministerpräsidenten von Baden-Württemberg und Bayern 2022 eine Wasserstoffallianz vereinbart.

3. Weiterentwicklung der Wasserstoff Roadmap

Die Weiterentwicklung der Wasserstoff-Roadmap orientiert sich an relevanten Handlungsfeldern entlang verschiedener Sektoren – Mobilität, Industrie, Stromerzeugung – und Querschnittsbereichen wie Technologie, angewandte Forschung sowie Bildung und gesellschaftliche Akzeptanz. Die mittel- und langfristige Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff (Erzeugung und Import) sowie der Infrastrukturausbau stellen essenzielle Pfeiler der künftigen Wasserstoffwirtschaft dar.

3.1 Empfehlungen des Wasserstoff-Beirats BW

Um die Wasserstoff-Roadmap des Landes zielgenau weiterentwickeln und umsetzen zu können, wird die Landesregierung durch den Wasserstoff-Beirat BW (ehem. Beirat H2

BW), ein Gremium aus 25 Expertinnen und Experten verschiedener Sektoren und Branchen, beraten und unterstützt. Eine wichtige Grundlage dieses Fortschrittsberichts stellt das vom Wasserstoff-Beirat BW erarbeitete Positionspapier zur Fortschreibung der Roadmap dar. Darin enthalten sind sieben Empfehlungen mit jeweils vier Handlungsempfehlungen an die Landesregierung (siehe Abbildung 2), wie der Wasserstoff-Markthochlauf nun beschleunigt und welche Aktivitäten priorisiert werden sollten. Die Empfehlungen des Beirats zielen vor allem darauf ab, die strukturellen Bedingungen in Baden-Württemberg zur Erzeugung und zum Bezug von grünem Wasserstoff essenziell zu verbessern.

Der Beirat empfiehlt zudem, die Umsetzung der Wasserstoff-Roadmap jährlich zu überprüfen. Die Landesregierung greift



Abbildung 1: Darstellung der Sektoren und Handlungsfelder der Wasserstoff-Roadmap 2023

diese Empfehlung auf, wird jedoch den Zeitabstand der Überprüfung an den aktuellen Entwicklungen ausrichten. Die dringlichsten Umsetzungsschritte, die vom Beirat empfohlen werden, liegen in der Wasserstoffbereitstellung und dem Infrastrukturausbau (Kapitel 3.3) sowie der Ermittlung von Wasserstoffbedarfsclustern in der Stromerzeugung und der Industrie (Kapitel 3.4). Darüber hinaus empfiehlt der Beirat, verstärkt Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb auf die Straße zu bringen (sowie der dazugehörigen Infrastruktur) – so kann der Mobilitätssektor als wesentlicher Schrittmacher für den Markthochlauf von Wasserstofftechnologien genutzt werden (Kapitel 3.5). Im Bereich Technologien sollten weitere Themenfelder besetzt werden, um die technologischen Kompetenzen, die aktuell vor allem im Bereich der Brennstoffzelle liegen, strategisch auszuweiten (Kapitel 3.7),

beispielsweise auf Elektrolysetechnologien. Als übergeordnete Empfehlungen, die wiederum nicht ausschließlich den Bereich Wasserstoff betreffen, sind die Bekämpfung des Fachkräftemangels sowie die gesellschaftliche Akzeptanz von Wasserstofftechnologien anzusehen (Kapitel 3.9). Die letzte Empfehlung spricht sich für eine klare Priorisierung von Maßnahmen und Sektoren für den Wasserstoffeinsatz aus. Der Gebäudesektor wird auf Grund von effizienteren Möglichkeiten aktuell nicht als prioritärer Wasserstoffanwendungssektor erachtet (Kapitel 3.6).

Die Empfehlungen des Beirats werden im weiteren Verlauf der Fortschreibung der Roadmap aufgegriffen und es wird auf diese verwiesen. Bei der weiteren Ausgestaltung von Maßnahmen werden die Empfehlungen des Beirats berücksichtigt.

Sieben-Punkte-Plan des Wasserstoff-Beirats BW

Wasserstoffbereitstellung und Infrastruktur sicherstellen

1

Alle politischen Hebel nutzen, um die nachteilige geographische Position zu verbessern und Investitionssicherheit zu schaffen.



2

Hochlauf von Grünstrom massiv beschleunigen



3

Zeitnah relevante Bedarfscluster erschließen (Strom, Industrie)

Bedarfe künftiger Kraftwerke und weiterer relevanter Nachfragecluster als Einfallstor für Wasserstoffinfrastruktur nutzen



4

Mobilitätssektor als Schrittmacher nutzen

Fahrzeuge und Infrastruktur auf und an die Straße bringen



5

Weitere Wasserstofftechnologien strategisch besetzen

Strategische Themen besetzen und wichtige Use-Cases mit Blick auf KMU-Bedürfnisse fördern



6

Fachkräftemangel in allen Bereichen angehen

Gesellschaftliche Akzeptanz und MINT-Berufe auf allen Ebenen fördern



7

Mut zu „Out of Focus“: Prioritäten setzen und Kräfte bei zeitlich drängenden Themen bündeln, aber trotzdem das Ökosystem Wasserstoff im Blick behalten

Abbildung 2: Sieben-Punkte Plan des Wasserstoff-Beirats BW mit Handlungsempfehlungen

3.2 Plattform H2BW

Mit der Plattform H2BW hat die Landesregierung eine zentrale Anlaufstelle für Belange zum Thema Wasserstoff geschaffen. Die Plattform dient als zentrale Vermittlerin und Ansprechpartnerin für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft und unterstützt die Landesregierung bei der Umsetzung der Wasserstoff-Roadmap BW. Die Plattform H2BW koordiniert zudem den Wasserstoff-Beirat BW.

Im Zentrum der Plattform H2BW steht die Vernetzung verschiedener Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Forschung. Dabei adressiert die Plattform technologieerfahrenere wie interessierte Unternehmen aus Baden-Württemberg gleichermaßen und schafft eine Basis zum gemeinsamen Austausch. Verschiedene Themenfelder von der Forschung über die Entwicklung bis zur Industrialisierung werden durch die Plattform H2BW angestoßen und begleitet, indem sie beispielsweise über Ausschreibungen zu Fördermöglichkeiten informiert, den Austausch zwischen Akteuren ermöglicht und Netzwerke stärkt. Um den Wissenstransfer weiter zu stärken, veröffentlicht die Plattform in eigenen Publikationen und Studien hilfreich zusammengefasstes Hintergrundwissen. Die Plattform bietet zudem eine Übersicht über Landesaktivitäten im Bereich Wasserstoff auf der Internetseite www.plattform-h2bw.de und verstärkt damit die Sichtbarkeit der vielfältigen Akteurslandschaft im Land. Damit bietet die Plattform H2BW eine große Bandbreite an Leistungen aus unterschiedlichsten Gebieten.

Koordiniert und verwaltet wird die Plattform H2BW durch die Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive, e-mobil BW GmbH, die ihre langjährige Erfahrung und Expertise aus dem Management des Cluster Brennstoffzellen BW einbringt und Synergien zu vielen Projekten im Mobilitätssektor und darüber hinaus nutzen kann.

Als Schnittstelle zwischen Forschung und Entwicklung neuer Technologien sowie innovativer Geschäftsmodelle bringt die Plattform H2BW mit dem Cluster Brennstoffzelle BW den wichtigen sektorenübergreifenden Austausch voran und bietet damit den optimalen Rahmen für Projektinitiierung und ein etabliertes Forum für den profunden fachlichen Austausch. Der Cluster Brennstoffzelle BW besteht aus mehr als 200 Partnern, bündelt und strukturiert die vielfältigen Aktivitäten und Kompetenzen im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien in Baden-Württemberg und stärkt damit die Zusammenarbeit der Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden und Politik im Land.

Die enge Verzahnung der Plattform mit der ebenfalls unter dem Dach der e-mobil BW GmbH angesiedelten Landeslotsenstelle Transformationswissen BW ermöglicht außerdem eine spezielle Ansprache von kleinen und mittelständischen Unternehmen, die im Transferprozess hin zu neuen Energie- und Antriebstechnologien insbesondere Unterstützungen und Informationen benötigen.

3.3 Wasserstoffverfügbarkeit und Infrastrukturauf- und -ausbau

Neben der Unterstützung des technologischen Markthochlaufs von Wasserstoff, der in den letzten Jahren intensiv durch zahlreiche Projekte und Förderprogramme vorangetrieben wurde, muss der Wasserstoffmarkthochlauf gezielt durch den Auf- und Ausbau einer zukunftssicheren Wasserstoffinfrastruktur unterstützt werden. Der zügige Infrastrukturausbau ist eine zentrale Voraussetzung für den Wasserstoffhochlauf. Die Netzausbaupläne der Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) sehen eine erste Anbindung Baden-Württembergs an ein nationales und europäisches Wasserstoffnetz ab ca. 2030 vor. Neben dem Ausbau des Pipelinenetzes müssen parallel regionale Lösungen zur Wasserstofferzeugung verstärkt und der Aufbau von Elektrolysekapazitäten vorangetrieben werden. Um frühzeitig eine umfassende Wasserstoffversorgung sicherzustellen, setzt sich das Land zudem verstärkt für internationale Partnerschaften für den Import von Wasserstoff und Wasserstoffderivaten ein.

Zukünftige Wasserstoffbedarfe berücksichtigen

Der Entwurf der Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie geht für das Jahr 2030 von einem gesamtdeutschen Wasserstoffbedarf von 95 bis 130 Terrawattstunden (TWh) aus. Die Bundesregierung hat das Ausbauziel für Erzeugungskapazitäten von ursprünglich 5 Gigawatt auf 10 Gigawatt erhöht. Die EU rechnet für 2030 mit einer Gesamtwasserstoffnachfrage in Höhe von 670 TWh bzw. 2250 TWh für 2050.

Eine kürzlich veröffentlichte Untersuchung des Nationalen Wasserstoffrats (NWR) legt nahe, dass durch die geopolitischen Verwerfungen und deren Einfluss auf die Energiemärkte, ein weitaus größerer Wasserstoffbedarf für Deutschland anfällt – ggf. sogar eine Verdoppelung der bisher durch den NWR angenommenen Bedarfe.

Für die Zeit nach 2030 ist mit einem deutlichen Anstieg des Bedarfs zu rechnen, da immer mehr Produktions- und energiewirtschaftliche Prozesse bis dahin umzustellen sind. Bis 2045 ist laut Prognosen deutschlandweit von einer Nachfrage an Wasserstoff und dessen Syntheseprodukten von 420–660 TWh auszugehen. Vor dem Hintergrund der neuen geopolitischen Situation und der daraus folgenden Veränderungen in der Energieversorgung sowie aufgrund der Dringlichkeit von Maßnahmen zum Schutz des Klimas kann davon ausgegangen werden, dass Wasserstoff früher und in weitaus größeren Mengen als erwartet zur Diversifizierung des Energiesystems benötigt wird.

Auch der Wasserstoff-Beirat BW geht von einer wesentlich höheren Wasserstoffnachfrage und einem frühzeitigeren Anstieg aus. Auch in Baden-Württemberg zeichnet sich ab 2030, gemäß den bisherigen Ergebnissen des Forschungsvorhabens „Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040“, ein deutlicher Aufwuchs des Wasserstoffbedarfs, insbesondere im Umwandlungssektor (Stromerzeugung, Raffinerien) und in der Industrie ab.

Im Zielszenario der o. g. Studie zu den Sektorzielen 2030, wird ein Endenergieverbrauch von 197 TWh für 2040 angenommen, Wasserstoff würde in allen Sektoren mit rund 30 TWh entsprechend rund 15 Prozent und PtL (8 TWh) rund 4 Prozent am Endenergieverbrauch ausmachen. Bis 2030 ist die Nutzung durch die noch eingeschränkte Verfügbarkeit auf rund 4 TWh Wasserstoff und 5 TWh PtL limitiert.



Die Entwicklungen des Wasserstoffbedarfes stimmen, hinsichtlich ihrer Tendenz, mit den Ergebnissen der von der Plattform H2BW in Auftrag gegebenen Studie „Analyse der aktuellen Situation des H2-Bedarfs und Erzeugungspotenzials in Baden-Württemberg“ vom Januar 2022 überein, die sich allerdings auf das Jahr 2035 (16,6 TWh) beziehen. Aufgrund der zu beobachtenden Dynamik könnten aktuell bereits höhere Zahlen möglich sein.

Diese dynamischen Entwicklungen im Bereich Wasserstoff erfordern, dass Veränderungen der Wasserstoffbedarfe regelmäßig erhoben und aktualisiert werden müssen, um insbesondere eine Planung und Dimensionierung der Transport- und Speicherinfrastrukturen sowie Erzeugungs- und Importkapazitäten vornehmen zu können. Von elementarer Bedeutung für die Anbindung der Regionen an ein Wasserstoffnetz sind dabei Bedarfsanmeldungen aus Industrie, Gewerbe und nachgelagerten Netzbetreibern. Wobei diese Bedarfsanmeldungen zudem einen bestimmten Verbindlichkeitsgrad aufweisen müssen, um in die Netzplanungsprozesse bei den Fernleitungsnetzbetreibern auf Bundesebene einzu-gehen. Es bedarf einer gründlichen Erhebung, für welche Anwendungen Wasserstoff wo und in welchem Umfang benötigt wird. Die Industriebereiche, für die grüner Wasserstoff unverzichtbar ist, müssen zügig darauf zugreifen können. Mit einer genauen Abwägung und Priorisierung, wo grüner Wasserstoff eingesetzt wird, können Fehlinvestitionen und Fehl-anreize vermieden werden.

Die Landesregierung wird die Entwicklung des Wasserstoffbedarfs eng verfolgen und analysieren. Sie wird die Netzbetreiber dabei unterstützen, Wasserstoffverbraucher auf die Bedeutung von Wasserstoffbedarfsmeldungen für die Infrastrukturplanung aufmerksam zu machen und wird hierfür eine gemeinsame Initiative mit den Netzbetreibern, Verbänden und Kammern ergreifen. Die Planung der Wasserstoffinfrastruktur sollte Teil eines ganzheitlichen Konzepts auf Bundesebene zur Energieversorgung sein, das auf das Ziel der Klimaneutralität ausgerichtet ist.

Der Wasserstoff-Beirat BW führt in seinen Empfehlungen aus, dass die zukünftigen Wasserstoffbedarfe von KMU und Gewerbetreibenden bislang nur eingeschränkt erfasst wurden und innerhalb der nächsten zwei Jahre im Rahmen der Fortschreibung des Gasnetztransformationsplans (GTP) durch die Gasverteilnetzbetreiber präzise ermittelt und kritisch geprüft werden sollten. Die Landesregierung wird diese Anregung bei den oben genannten Aktivitäten berücksichtigen.

Aufbau dezentraler Erzeugungskapazitäten

Bis zu einer flächendeckenden Versorgung über Fernleitungs- und Verteilnetze ist der rasche Aufbau von Elektrolyseuren sowie erfolgsversprechenden Erzeugungskapazitäten für klimaneutralen Wasserstoff zur Deckung des steigenden Wasserstoffbedarfs erforderlich. Da das Wasserstoffleitungsnetz die verschiedenen Cluster und Industriezentren erst nach und nach (nach derzeitigem Stand frühestens ab 2028 im Raum Freiburg) anschließt, dient der dezentrale Aufbau von Elektrolyseleistungen vor Ort auch der energetischen Versorgungssicherheit. Auch langfristig werden in Baden-Württemberg in einem gewissen Umfang Elektrolyseure betrieben werden – so an dezentralen Standorten ohne direkten Pipelinezugang, aber auch, weil die Laufzeit von Elektrolyseuren bei etwa zwanzig Jahren liegt. Der Bau von Elektrolyseuren ist deshalb ein wichtiges Element der Wasserstoffstrategie des Landes. Bei der Standortauswahl und Gesamtplanung ist zur Steigerung der Gesamtwirtschaftlichkeit und Verbesserung der Ressourceneffizienz als Kriterium zu berücksichtigen, dass die anfallende Abwärme möglichst in der Umgebung mittels Wärmenetz genutzt werden kann.

Die Landesregierung fördert im Rahmen des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) zwei Modellregionen, in denen, nach derzeitigem Stand, der Aufbau von Elektrolysekapazitäten von insgesamt rund 30 MWel geplant ist. In weiteren geförderten Elektrolyseprojekten kommen Kapazitäten von mindestens 14 MWel, hinzu.

Der steigende Bedarf zeigt sich auch in einer zunehmenden Anzahl von Initiativen und Projekten zur Errichtung von Elektrolyseuren, zum Teil mit einer Leistung von 50 MW Elektrolyseleistung pro Projekt und mehr. Es kann von Projektplanungen bzw. -vorbereitungen im Gesamtumfang von mehreren Hundert MW elektrische Leistung ausgegangen werden.

Die Landesregierung unterstützt das Ziel der Bundesregierung, bundesweit eine Elektrolyseleistung von 10 GW bis 2030 zu erreichen. Sie beabsichtigt, weitere Regionen, die als regionale und initiale Wasserstoffhubs dienen, zu unterstützen und im Land den Aufbau von Elektrolyseuren in Abhängigkeit von der Haushaltslage zu fördern, soweit dies über die angekündigten Bundesförderprogramme hinaus erforderlich ist. Dabei soll die Nutzung anfallender Abwärme berücksichtigt werden.

Der Aufbau von Erzeugungskapazitäten muss nahe der Verbrauchscluster an dezentralen Standorten, in sog. Cluster- bzw. Insellösungen, ermöglicht werden. Vorstellbar ist hier der Aufbau einer regionalen, dezentralen Wasserstoffinfrastruktur mit lokalen Pipelinesystemen, die Installation von regionalen Wasserstoff-Hubs und die Planung von Schnittstellen für den zukünftigen Anschluss an nationale bzw. grenzüberschreitende Pipelines.

Auf kommunaler Ebene können so wichtige Keimzellen für Wasserstoffökosysteme entstehen. Der Wasserstoff-Beirat BW hebt in diesem Zusammenhang besonders die Bedeutung von regionalen Lösungen für regionale Nachfragecluster hervor, die erst spät an eine entsprechend leitungsgebundene Infrastruktur angebunden werden können. In diesem Kontext ist eine Identifizierung von sog. Gunststandorten für die Aufstellung von Elektrolyseuren von Vorteil und wird durch die Landesregierung angestrebt. Die Kenntnis von Gunststandorten schafft zusätzliche Planungssicherheit bei den Investoren bevor größere Investitionen getätigt werden.

Die Landesregierung wird potenzielle Investoren durch die Bereitstellung von Informationen über mögliche Gunststandorte für die Errichtung von Elektrolyseuren unterstützen.

Hierfür ist es wichtig, dass die notwendigen Rahmenbedingungen geschaffen werden, die eine Wasserstoffherzeugung in allen Regionen Deutschlands ermöglichen. Im bislang bekannt gewordenen Entwurf für die Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie wird ein besonderer Fokus auf stromnetzdienliche Elektrolysestandorte in Norddeutschland gelegt. Bei entsprechenden Netzplanungen, der Definition von Förderbedingungen wie auch den rechtlichen Rahmenbedingungen auf Bundesebene ist darauf zu achten, dass der Ausbau der Erzeugungskapazitäten auch im Süden Deutschlands erfolgen kann. Aus Sicht der Landesregierung muss neben der Stromnetzdienlichkeit auch die Systemdienlichkeit (Diversifizierung der Versorgung, Wärmebereitstellung als Ersatz von abzuschaltenden Kraftwerken, sowie die Möglichkeit der Elektrolyse-Abwärmenutzung) der Standorte berücksichtigt werden.

Die Landesregierung wird sich gegenüber der Bundesregierung weiter dafür einsetzen, dass Elektrolysestandorte und dazugehörige Netzknotenpunkte auch in Baden-Württemberg berücksichtigt werden. Die Rahmenbedingungen beim Bund müssen den Bau von Elektrolyseuren in BW zu realistischen Bedingungen ermöglichen. Dies gilt auch für die Ausgestaltung von Förderprogrammen und Ausschreibungen des Bundes.

Die Umsetzung des Delegierten Rechtsakts nach Art. 27 Abs. 3 der Renewable Energy Directive II (RED II) in nationales Recht muss ebenfalls zeitnah und ohne zusätzliche Verschärfungen erfolgen.

Im Zuge der Novelle der europäischen Industrie-Emissions-Richtlinie setzt sich die Landesregierung über den Bund dafür ein, kleinere Elektrolyseure zur Herstellung von Wasserstoff aus dem Anwendungsbereich des Anhangs 1 der Richtlinie herauszunehmen.

Dadurch könnte auf Bundesebene der Anwendungsbereich der immisionsschutzrechtlichen Genehmigungspflicht entsprechend angepasst werden.

Die Landesregierung wird möglichst effiziente Genehmigungsverfahren weiterhin durch unterstützende Leitfäden und Handlungsempfehlungen stärken.

Infrastrukturausbau

Der Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur muss mit Hochdruck vorangetrieben werden, um den spätestens ab 2030 massiv zunehmenden Wasserstoffbedarf der verschiedenen Sektoren rechtzeitig auch durch Importe decken zu können. Die Versorgung von Baden-Württemberg mit Wasserstoff über Pipelines ist vor allem abhängig von der Entwicklung des Ausbaus eines nationalen und europäischen Wasserstoffnetzes. Die Aktivitäten zum Aufbau eines solchen Netzes haben auf europäischer, nationaler und auch auf Landesebene stark zugenommen.

Vor dem Hintergrund langer Planungs- und Genehmigungsprozesse und hoher Investitionsbedarfe müssen die entsprechenden Rahmenbedingungen sehr zeitnah geschaffen werden.

Die Landesregierung wird sich weiter gegenüber dem Bund und EU dafür einsetzen, dass schnellstmöglich geeignete Rahmenbedingungen geschaffen werden, um den Infrastrukturausbau für und in Baden-Württemberg weiter zu beschleunigen. Dies betrifft insbesondere die Entflechtungsregelungen auf europäischer Ebene sowie die Grundentscheidung zum Netzausbau auf nationaler Ebene und für Investitionsanreize (vgl. Abschnitt 2).

Planungen der Fernleitungsnetzbetreiber (FNB) sehen vor, dass Baden-Württemberg bis 2030 erste Pipelineanschlüsse an ein Wasserstoffnetz bekommt, möglicherweise bereits ab 2028 im Raum Freiburg. Beispielsweise soll die Süddeutsche Erdgasleitung SEL, die vom Knotenpunkt im südhessischen Lampertheim bis nach Bissingen gebaut wird, bis 2027 fertig gestellt sein und so schnell wie möglich auf Wasserstoff umgestellt werden können.

Eine Versorgung Baden-Württembergs ist von der Nordsee per Schiffsanlandung über niederländische, belgische oder norddeutsche Häfen oder über Pipelinelieferungen aus Skandinavien entlang des Rheins z. B. bis nach Lampertheim und weiter nach Baden-Württemberg ab 2030 möglich (Projekt H2ercules). Eine weitere Versorgungsrouten könnte von der Ostsee über die ostdeutschen Bundesländer bis zu diesem Knotenpunkt und dann weiter über die SEL eingerichtet werden (Projekt Flow – making hydrogen happen). Auch die angekündigte H2Med-Leitung aus Spanien, wo ein wichtiger europäischer Erzeugungsschwerpunkt entstehen kann, mit einer Unterwasserpipeline von Barcelona nach Marseille und der Verlängerung nach Deutschland stellt eine wichtige Option dar. Abzweige nach Baden-Württemberg sind sehr gut möglich. Im Raum Freiburg wird zudem das grenzüberschreitende Projekt RHYNE Interco konkret geplant, mit möglicher Anbindung nach Baden-Württemberg ab 2028. Langfristig sind auch Optionen für Lieferungen (z. B. aus Nordafrika) über Italien und die Schweiz bzw. Österreich/Bayern und für Lieferungen aus Osteuropa über Bayern möglich. Damit hat Baden-Württemberg grundsätzlich die Perspektive, an alle fünf Hauptstränge des geplanten European Hydrogen Backbone-Netzes angeschlossen werden zu können.

Die genannten Projektplanungen der FNB setzen allerdings die entsprechenden Rahmenbedingungen auf Bundes- und EU-Ebene voraus, vor allem Planungssicherheit für den Umfang eines Wasserstoffstartnetzes und Investitionsanreize.

Eine Einspeisung von Wasserstoff in ein europäisches Backbone-Netz ist innerhalb weniger Jahre möglich. Es muss nun von deutscher und baden-württembergischer Seite alles in die Wege geleitet werden, dass dieser Wasserstoff auch nach Baden-Württemberg gelangen kann.

Die Landesregierung tritt für einen frühzeitigen Anschluss an ein nationales und europäisches Wasserstoffnetz durch Umsetzung der von den Fernleitungsnetzbetreibern geplanten Projekte ein.

Sie unterstützt die Realisierung eines Anschlusspunktes im Südwesten als Teil der zwischen Deutschland und Frankreich vereinbarten Pipelineverbindung von Marseille nach Deutschland (Verlängerung der geplanten Verbindung zwischen Barcelona und Marseille).

Sie setzt sich auch für die schnellstmögliche Schaffung der dafür notwendigen Rahmenbedingungen auf EU- und auf Bundesebene ein.

Die Gasverteilnetze, an die viele Privatkunden, Gewerbebetriebe und Industrieunternehmen angeschlossen sind, müssen beim Aufbau der leitungsgebundenen Wasserstoffinfrastruktur mitbetrachtet werden. Die Studie zur Dekarbonisierung des Wärmesektors der beiden Fraunhofer-Institute ISE und IEE (im Auftrag des Nationalen Wasserstoffrats) kommt zu dem Ergebnis, dass die Pläne zum Aus- und Umbau der nationalen und europäischen Wasserstoffnetze mit der Transformation der regionalen Versorgungsinfrastrukturen in Einklang gebracht werden müssen. Dazu bedarf es eines differenzierten und dezentralen Betrachtungsansatzes und Analysen der lokal und regional unterschiedlich ausgeprägten Versorgungsstrukturen.

Um Industriezweige, Kraftwerke und Mobilitätsanwendungen rechtzeitig mit Wasserstoff und seinen Derivaten versorgen zu können, sind neben Pipelineanbindungen auch weitere

Transportwege sowie Speichermöglichkeiten für klimaneutralen Wasserstoff und seinen Derivaten zu berücksichtigen.

Gemeinsame Initiative zur Entwicklung der Infrastruktur Im Dezember 2022 hat die Landesregierung in einem Spitzengespräch Wasserstoffinfrastruktur unter Leitung von Ministerin Thekla Walker MdL die aktuellen Herausforderungen im Bereich Wasserstoff-Infrastruktur mit den Mitgliedern des Wasserstoff-Beirats BW und dem Unternehmensdialog Energiewende sowie weiteren Akteuren diskutiert.

Daran anknüpfend werden bis zum Sommer 2023 drei Workshops im Rahmen des Fachdialogs Wasserstoff-Infrastruktur und als aktiver Beitrag zur Mission IV im Strategiedialog Automobilwirtschaft Baden-Württemberg durchgeführt. Ziel der Workshops ist es, eine Wissensbasis zu den Wasserstoffinfrastrukturerefordernissen – im Hinblick auf Themen wie Versorgungsoptionen, Regulatorik, Netzausbau, Finanzierungsmodelle, Wasserstoffbedarfe und Erzeugung von grünem Wasserstoff – in Baden-Württemberg zu schaffen, um darauf aufbauend mit den Stakeholdern ein gemeinsames Bild und ein strategisch abgestimmtes Vorgehen zur Entwicklung der Wasserstoffinfrastruktur zu ermöglichen. Die Ergebnisse sollen in einem zweiten Spitzengespräch vorgestellt werden.

Die Landesregierung initiiert mit dem Fachdialog Wasserstoffinfrastruktur die Grundlage für ein strategisch abgestimmtes Vorgehen zur Entwicklung der Wasserstoffinfrastruktur, die gemeinsam mit allen relevanten Stakeholdern vorangetrieben werden muss. Die Workshops sind gleichzeitig Bestandteil der Mission IV im Rahmen des Strategiedialog Automobilwirtschaft BW (SDA).

Energiepartnerschaften und internationale Netzwerke

Auch mit einem ambitionierten Ausbau der Erneuerbaren Energien in Baden-Württemberg können die Wasserstoffbedarfe im Land (wie in Deutschland) nicht über reine Eigenzeugung gedeckt werden. Würden Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe ausschließlich in Baden-Württemberg erzeugt werden, wäre der Bruttostromverbrauch 2040 mehr als doppelt so hoch wie heute und würde 57 TWh erneuerbaren Strom erfordern. Ein Großteil des Wasserstoffs und dessen Derivate wird daher mittel- und langfristig importiert werden müssen.

Deshalb ist eine möglichst breite Diversifikation von Energiepartnerschaften erforderlich, um technische und politische Abhängigkeiten zu vermeiden. Die Versorgungssicherheit mit grünem Wasserstoff, aber auch der Export von Wasserstofftechnologien wird durch den Aufbau von stabilen und nachhaltigen Energiepartnerschaften unterstützt. Dafür ist ein breites Netzwerk von Partnern in unterschiedlichen Weltregionen erforderlich, über das Baden-Württemberg verfügt bzw. das weiter ausgebaut wird. So wurden mit Schottland und Andalusien 2022 Partnerschaftserklärungen u. a. zu den Themen Klimaschutz und Wasserstoff vereinbart. Entscheidend für erfolgreiche Wasserstoff-Partnerschaften ist der beidseitige Nutzen und die gemeinsame Weiterentwicklung lokaler Wertschöpfungsketten. Aufgabe der Landesregierung ist es, mögliche Lieferbeziehungen der Akteure frühzeitig

politisch zu flankieren und zu unterstützen. Dies kann beispielsweise in der Phase des Wasserstoff-Markthochlaufes durch unterstützende „Matchmaking“-Angebote zwischen potenziellen Akteuren (Erzeuger und Verbraucher von Wasserstoff, Intermediäre) geschehen. Weshalb das Land die Aktivitäten des Bundes eng begleitet und neben dem Aufbau eigener Erzeugungskapazitäten, länderspezifische Wasserstoffschwerpunkte analysiert und durch politische Maßnahmen flankiert.

Die Landesregierung wird sich weiter in Form von grenzüberschreitenden und internationalen Kooperationen für Importoptionen von Wasserstoff nach Baden-Württemberg einsetzen.

Dazu wird sie in Europa die neuen Partnerschaften mit Schottland und Andalusien umsetzen, gezielt weitere Partnerschaften eingehen und die bereits bestehenden Kooperationen beispielsweise mit Katalonien (Partner der ‚Vier Motoren für Europa‘) sowie mit Regionen in den Nachbarstaaten wie Frankreich und der Schweiz vertiefen.

Darüber hinaus soll die Partnerschaft mit den Niederlanden gestärkt werden, da der Hafen von Rotterdam eine wichtige Importstelle für grünen Wasserstoff darstellt.

Über die genannten Kooperationen hinaus können weitere europäische Länder in der kurz- bis mittelfristigen Perspektive als potenzielle Wasserstofflieferländer identifiziert werden: Neben weiteren spanischen Regionen und Portugal sind dies skandinavische Länder wie Norwegen und Dänemark sowie perspektivisch (süd)osteuropäische Länder (z. B. Kroatien).

Darüber hinaus bieten im Hinblick auf die politische Stabilität, die Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien und den hohen technologischen Stand Länder wie die USA, Kanada oder Australien gute Perspektiven für eine Zusammenarbeit.

Kooperationsmöglichkeiten mit anderen außereuropäischen Ländern und Regionen, die ein hohes Wasserstoffherzeugungspotenzial aufweisen, werden derzeit insbesondere hinsichtlich Brasilien und Chile in Lateinamerika, einzelner Länder in Nordafrika und in Asien, etwa in Indien gesehen. Bei zukünftigem Bezug von Wasserstoff sollte darauf geachtet werden, dass dies nicht zu einseitigen Abhängigkeiten von Regimen führt, die in Opposition zu unserer freiheitlich-demokratischen Grundordnung stehen. In diese Schwerpunkte des Landes, die an die aktuellen Entwicklungen und Analysen anzupassen sind, fließen auch die Hinweise und Aktivitäten des Bundes ein. Insgesamt orientiert sich das Land auch an den internationalen Energiepartnerschaften des Bundes.

Ein weiteres wichtiges Instrument zur nachhaltigen Beschaffung von Wasserstoff wird im Doppelauktionsmodell von H2Global gesehen. Damit Unternehmen von Wasserstofflieferungen bzw. seinen Derivaten profitieren, können Abnahmeverträge im Rahmen von H2Global geschlossen werden. H2Global kann als Instrument auch auf weitere Regionen, bspw. europäische Länder ausgeweitet werden. Die dafür nötige Regulatorik wäre entsprechend anzupassen.

Die Landesregierung wird Unternehmen verstärkt auf die Bedeutung von H2Global für die Etablierung einer Liefer- und Logistikkette sowie erster Wasserstoff-Hubs, bspw. in Form von Workshops, aufmerksam machen.

Internationale Netzwerke

Damit die vielfältigen baden-württembergischen Wasserstoffprojekte und Initiativen ihre größtmögliche, langfristige Wirkung entfalten, werden Netzwerke und Allianzen auch international ausgebaut. Insbesondere für drei Bereiche ist ein internationaler Austausch unabdingbar:

- Wasserstoffbereitstellung und Infrastruktur
- Skalierung von Produktionsprozessen
- Erschließung relevanter Absatzmärkte durch bspw. Technologieexporte

Wasserstoffpartnerschaften können neben dem möglichen Import von Wasserstoff auch Angebote des Technologieexportes und der technologischen Zusammenarbeit (Herstellung von Komponenten und Teilsystemen für die Wasserstoffwirtschaft), des wissenschaftlichen Austauschs von Know-How sowie der Initiierung von Kooperationsprojekten enthalten, in denen Baden-Württemberg eine besondere Stärke hat.

Die Landesregierung wird in den Beziehungen zu Partnerregionen auch die Themen Technologieexport und wissenschaftliche Zusammenarbeit bearbeiten und weiter intensivieren.

Ebenso stehen der Ausbau von regionalen und europäischen Netzwerken, die Stärkung der Clusterarbeit und des gezielten Wissenstransfers im Fokus. Nur so kann der komplexe Wandel hin zu einer klimaneutralen Wasserstoffwirtschaft gelingen und die Ziele der Wasserstoff Roadmap Baden-Württemberg erreicht werden.

Europäische Netzwerke und Plattformen wie die European Hydrogen Valley Partnership (S3 EHVP), die regionale Säule des europäischen Wasserstoffverbandes Hydrogen Europe und die Fokusgruppe Wasserstoff der EU-Alpenraumstrategie werden zielgerichtet genutzt.

Hydrogen Europe

Hydrogen Europe ist der Dachverband für Wasserstoff in der EU mit Sitz in Brüssel. Die Mitglieder gehören der Industrie, Forschung sowie nationalen Wasserstoffverbänden der Mitgliedstaaten an. Die Industrievertreter sind in Hydrogen Europe Industry organisiert, die Forschung in Hydrogen Europe Research (HER). HER wiederum ist Teil der Public Private Partnership Clean Hydrogen Joint Undertaking, ehemals Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). Baden-Württemberg ist Mitglied in einer eigens für regionale Akteure gegründeten regionalen Säule - bestehend aus europäischen Regionen - von Hydrogen Europe.

European Hydrogen Valleys Partnership (EHVP)

Im Rahmen der S3-Initiative EHVP (Plattform der EU-Kommission für interregionale Zusammenarbeit) wird die Anwendung von Wasserstoff in unterschiedlichen Regionen in der EU diskutiert. Baden-Württemberg ist als „Participating Region“ in der Initiative aktiv. Insgesamt sind mehr als 30 Regionen aus über 13 Ländern im Verbund.

Alpenraumstrategie (EUSALP)

EUSALP ist die makroregionale Strategie für den Alpenraum der EU und wurde vom Rat der Europäischen Union im November 2015 gebilligt. Baden-Württemberg ist im Rahmen der EUSALP Strategie u. a. in der Fokusgruppe zum Thema Wasserstoff aktiv. Ein wichtiges Ziel ist die Verbesserung der Wasserstoffinfrastruktur, da durch die Alpen wichtige Verkehrswege führen. Insgesamt sind sieben Länder (fünf Mitgliedstaaten und zwei nicht-Mitgliedstaaten) sowie 48 Regionen an EUSALP beteiligt.

3.4 Industrie und Stromerzeugung

Industrie

Die in Baden-Württemberg ansässige Industrie setzt sich aus verschiedenen Industriesektoren zusammen, die zum einen Wasserstoff stofflich und zum anderen (bisher grauen) Wasserstoff energetisch für Hochtemperaturwärmeprozesse als Alternative zu fossilen Brennstoffen nutzen. Auch die bei der Elektrolyse anfallende Abwärme, stellt eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Nutzung in industriellen Prozessen dar.

Ein wesentliches Kriterium für die zukünftige energetische Nutzung von Wasserstoff stellt das für die Prozesswärme benötigte Temperaturniveau dar. Besonders geeignet für den Einsatz von (grünem) Wasserstoff sind daher im Wesentlichen Branchen, die Prozesstemperaturen von $> 400^{\circ}\text{C}$ benötigen. Der größte (energetische) Wasserstoffbedarf in Baden-Württemberg wird daher v. a. in der Stahl-, Papier-, Glas- und Zuckerindustrie gesehen. Stofflich wird (grüner) Wasserstoff im Wesentlichen in der Grundstoff- und Mineralölverarbeitung eingesetzt. Der Gesamtbedarf der vorgenannten Industriesektoren wird prognostisch von insgesamt 3,1 TWh im Jahr 2020 auf bis zu 7,7 TWh im Jahr 2035 ansteigen. Aufgrund der energetischen und stofflichen Anforderungen, ist das Thema Wasserstoff in der Industrie von besonderer Bedeutung. Der Transformationsprozess der Industrie hin zur Klimaneutralität muss rasch vorangebracht werden und bedarf besonderer Aufmerksamkeit, damit der Industrie- und Wirtschaftsstandort wettbewerbsfähig bleibt.

Der Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur bis hin zu einer flächendeckenden Versorgung Baden-Württembergs mit grünem Wasserstoff über große Wasserstoffleitungen werden aktuell projektiert und sukzessive auf- und ausgebaut. Bis zum Ausbau der leitungsgebundenen Wasserstoffversorgung gilt

es, die technologieoffene Erzeugung von Wasserstoff in den Blick zu nehmen, um insbesondere einen kurzfristig ansteigenden Bedarf beim Wasserstoff-Rollout zu bedienen, die Nutzung von grünem Wasserstoff zu priorisieren und vorzubereiten sowie bei technischer Machbarkeit Prozesse direkt zu elektrifizieren oder den Ausbau der Kreislaufwirtschaft und den Einsatz von Biomasse weiter zu unterstützen. Dazu zählt auch eine lokale, dezentrale Produktion von grünem Wasserstoff in Betracht zu ziehen und entsprechend umzusetzen. Auch bei der stofflichen Nutzung von grünem Wasserstoff wird in Abhängigkeit der technischen Prozesse geprüft, Alternativen wie z. B. grünes Ammoniak oder Methanol im Prozess direkt und ohne vorherige Umwandlung in Wasserstoff einzusetzen.

Die Landesregierung unterstützt die Wirtschaft in dem Transformationsprozess zu einer grünen Industrie, die einen erhöhten Bedarf an Wasserstoff und seinen Derivaten aufweist, auf dem Weg zur Erreichung der Klimaziele.

Das Land Baden-Württemberg unterstützt z. B. bereits diesen Transformationsprozess durch Projekte wie H2Chemie 2050 (Umstellung der bisher im Wesentlichen „grauen“ Wasserstoffwirtschaft in der chemisch-pharmazeutischen Industrie vollständig auf „grün“ bis 2050) und H2GreenForge (Entwicklung einer dezentralen Wasserstoffbereitstellung zum Einsatz im Freiformschmieden [Stahlindustrie]) in den Förderprogrammen „Zukunftsprogramm Wasserstoff“ und „Klimaschutz und Wertschöpfung durch Wasserstoff“ (Details im Kapitel 4). Die Landesregierung wird die verschiedenen Industriesektoren auch weiterhin in Abhängigkeit der im Haushalt zur Verfügung stehenden Mittel mit Demonstrationsprojekten fördern.

Die Landesregierung hat Ende 2022 eine Fachdialog-Reihe mit Stakeholdern aus der Wirtschaft aufgesetzt, die das Ziel hat, in einen aktiven Austausch mit der Wirtschaft zu treten und diese in o. g. Transformationsprozess fachlich eng zu begleiten.

Die Landesregierung unterstützt den Transformationsprozess der verschiedenen Industriesektoren durch Förderprogramme und Demonstrationsprojekte und wird den intensiven Dialog mit der Industrie weiterführen und vertiefen.

Stromerzeugung und Fernwärme

Der Energiesektor weist für Baden-Württemberg den größten Bedarf an Wasserstoff auf, jede zweite kWh Wasserstoff wird 2040 in diesem Sektor verortet.

Im Detail ermittelte die Studie „Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040“ einen Wasserstoffbedarf für die Strom- und Wärmeerzeugung von rund 15 TWh bis 2040. Die neu zu errichtenden oder umzurüstenden gasbetriebenen Kraftwerke werden bis 2040 zu zentralen Großabnehmern von Wasserstoff. Während die Leistung von Kohle- und Kernkraftwerken (2020 insgesamt 6,8 GW) im Szenario bis 2030 vollständig ausscheidet, steigt die Leistung der Gaskraftwerke auf 4,6 GW und damit nahezu auf das Doppelte der heutigen Leistung an. Gas- und Dampfturbinenkraftwerke der neuesten Generation sind dann entweder bereits Wasserstoff-ready oder können entsprechend umgerüstet und bei ausreichender Versorgung mit Wasserstoff jederzeit mit diesem betrieben werden. Die Autoren der Studie „Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040“ gehen davon aus, dass 2030 bereits 11 Prozent des Wasserstoffeinsatzes in die Strom- und Wärmeerzeugung fließen wird. Bis spätestens 2040 muss der komplette Umstieg

(Fuel-Switch zu Wasserstoff) abgeschlossen sein, um die Klimaneutralität in Baden-Württemberg zu gewährleisten. Die Stromerzeugung aus Wasserstoff wird laut dieser Studie im Jahr 2040 rund 7,5 TWh umfassen, das sind dann 8 Prozent der gesamten Bruttostromerzeugung (inkl. fluktuierender erneuerbarer Energien). Die Gaskraftwerke stellen aber mit rund 70 Prozent der gesicherten Leistung einen wesentlichen Beitrag zur Versorgungssicherheit im transformierten, klimaneutralen Stromsystem 2040 dar. Wasserstoff ist in der Stromversorgung eine Backup-Option, die in Zeiten mit hoher Residuallast (d. h. bei Stromverbrauch, der nicht über erneuerbare Energien abgedeckt wird) benötigt wird.

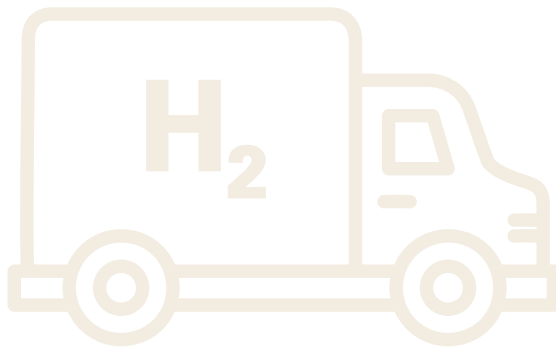
Wasserstoff wird ab 2030 neben anderen Technologien auch zunehmend zur Erzeugung von Fernwärme eingesetzt. Auch hier hat Wasserstoff die Funktion einer Backup-Option in Situationen mit geringem anderweitigem Dargebot an erneuerbarer Wärme. Da Situationen hoher (Strom-)Residuallast und hohen Wärmebedarfs häufig simultan auftreten, sind zur Steigerung der Effizienz des Wasserstoffeinsatzes hinreichende Kapazitäten von möglichst flexiblen Wasserstoff-KWK-Anlagen vorzusehen. Der Wasserstoff-Beirat BW spricht sich aufgrund der Versorgungssicherheit und Netzstabilität dafür aus, frühzeitig die Großkraftwerke in Heilbronn, Stuttgart und Altbach/Deizisau an eine Wasserstoffpipeline anzubinden. Darüber hinaus gibt es im Land noch weitere dezentrale Industriekraftwerke, die auch zukünftig weiter betrieben werden sollen.

Eine frühzeitige Anbindung der Großkraftwerke in Heilbronn, Stuttgart und Altbach/Deizisau an eine Wasserstoffpipeline wird angestrebt. Das Land führt den Dialog mit den Betreibern der Kraftwerke zur rechtzeitigen Umstellung auf Wasserstoff.

3.5 Mobilität

Grüner Wasserstoff stellt im Verkehrsbereich einen möglichen Anwendungsbereich dar. Insbesondere dort, wo batterieelektrische Antriebe an ihre Grenzen stoßen, kann der Einsatz von Wasserstoff sinnvoll sein. Die weiteren technischen Entwicklungen werden genau verfolgt, um sicherzustellen, dass grüner Wasserstoff den Anwendungen zur Verfügung steht, die auf grünen Wasserstoff angewiesen sind. Nutzfahrzeuge verursachen derzeit ca. ein Drittel der CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich. Deren Dekarbonisierung stellt somit einen wesentlichen Schlüssel dar, um Klimaschutz im Verkehr wirksam umzusetzen. Erste Demonstrationsprojekte mit Nutzfahrzeugen wurden in Baden-Württemberg gestartet. Die prominentesten Projekte sind H2Rivers und H2Rhein-Neckar, wo neben PKW und leichten Nutzfahrzeugen auch 62 Busse, drei Müllsammelfahrzeuge, zwei Straßendienstfahrzeuge und zehn Gabelstapler mit Brennstoffzellenantrieb in Betrieb genommen werden. Weitere Modellprojekte befinden sich in der Aufbauphase – im EFRE-Förderprogramm „Modellregionen Grüner Wasserstoff“ werden bspw. mit Brennstoffzellen betriebene schwere Nutzfahrzeuge in der Logistikbranche in die Anwendung gebracht. Im Land sind weitere Fahrzeuge im Einsatz, die mit Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien betrieben und bspw. durch Förderungen des Bundes unterstützt werden.

Darüber hinaus gibt es in Deutschland mehrere Demonstrationsprojekte für den schienengebunden ÖPNV, für die jeweils eine zentrale Wasserstoff-Betankung mit aufgebaut wurde. In Baden-Württemberg ist derzeit das vom Bund geförderte Projekt „H2goesRail“ auf der Strecke zwischen Tübingen und Pforzheim geplant. Auch der Einsatz von Wasserstoff zum Antrieb von Schiffen stellt zukünftig einen Anwendungsbereich dar.



Die Landesregierung wird sich weiterhin intensiv für die Anwendung von Wasserstoff im Mobilitätssektor einsetzen. Sie bringt sich in die Gestaltung der Rahmenbedingungen ein, stimmt diese mit den Stakeholdern ab und fördert in Abhängigkeit der Haushaltslage weitere Demonstrationsprojekte.

Bei der Entwicklung von Brennstoffzellensystemen, die auch im Mobilitätsbereich eingesetzt werden, sind Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus Baden-Württemberg im europäischen und deutschen Vergleich führend. Dies wird in innovativen Projekten deutlich, wie der Forschungsfabrik HyFaB und den baden-württembergischen IPCEI-Projekten, die bspw. die Entwicklung und Fertigung von Brennstoffzellenkomponenten und -systemen in den Blick nehmen. Für die heimische Industrie- und Forschungslandschaft am Standort Baden-Württemberg bietet diese Technologie enorme Chancen (siehe dazu auch Unterkapitel Technologie).

Vor dem Hintergrund der Effizienzmaximierung spielt im Mobilitätssektor insbesondere die Nutzungsintensität sowie die Leistungs- und Reichweitenanforderung eine zentrale Rolle. Das Land Baden-Württemberg hat deshalb im Juli 2022 eine Roadmap reFuels BW vorgestellt, die die notwendigen Schritte zur Realisierung von Wertschöpfungspotenzialen und Erreichung der Klimaziele des Landes mithilfe von synthetischen Kraftstoffen darlegt. Die Maßnahmen der Roadmap reFuels BW werden umgesetzt und werden aufgrund von sich ändernden Rahmenbedingungen in gewissen Abständen fortgeschrieben. Darüber hinaus gehende Ziele, die aus den Sektorziele abgeleitet sind erfordern eine Anpassung sowohl der Maßnahmen als auch der Mittel.

Neben dem Einsatz von reFuels kann auch der Wasserstoffverbrennungsmotor insbesondere im schweren Nutzfahrzeugsegment eine Anwendung finden.

Ausbau der Wasserstofftankinfrastruktur

Die Infrastruktur für den straßengebundenen Transportsektor muss gesamteuropäisch gedacht werden. Die Entwicklung beobachten wir daher genau und setzen auf eine gesamteuropäische Infrastruktur. Neben dem Ausbau von Pipelines und weiteren Transportoptionen von Wasserstoff, gilt es, den Ausbau eines zuverlässigen und leistungsfähigen Netzes von Wasserstofftankstellen insbesondere für Nutzfahrzeuge aller Klassen weiter zu forcieren. Um ein verzweigtes Netz an Tankinfrastruktur aufbauen und diese miteinander über Ländergrenzen hinweg verbinden zu können, sind Allianzen und Partnerschaften im europäischen Raum notwendig.

Der Ausbau der Wasserstofftankinfrastruktur gibt zudem baden-württembergischen Unternehmen bspw. im Bereich Automotive und Maschinenbau die Möglichkeit ihre Produkte am Markt zu platzieren.

Bisher konnten über die Bundesförderung im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) in BW 15 Wasserstofftankstellen (von derzeit 93 aktiven Tankstellen in Deutschland, 04.02.2023) aufgebaut werden. Ein Großteil dieser Betankungsanlagen wird derzeit mit dem für PKW standardisierten Wasserstoff-Druckniveau von 700 bar betrieben. Für die zu erwartende erste kommerzielle Anwendung von Nutzfahrzeugen fehlen derzeit noch ausreichende Betankungsmöglichkeiten und einheitliche Standards. Andere Betankungskonzepte wie bspw. die Flüssigbetankung sind aktuell in der Entwicklung.

Die „Verordnung über den Aufbau der Infrastruktur für alternative Kraftstoffe“, AFIR, befindet sich auf EU-Ebene in den Trilogverhandlungen und soll Vorgaben für die zukünftige Infrastruktur zur Wasserstoffbetankung sowie Standardisierungen festlegen. Aktuell besteht dazu für Hersteller und Nutzer keine Planungssicherheit auf Grund der ausstehenden Entscheidungen. Sollte sich in den Verhandlungen der ambitioniertere Vorschlag des Parlamentes durchsetzen und würde dieser auf Baden-Württemberg übertragen werden, wären bis 2027 etwa 30 Wasserstoff-Tankstelleninstallationen im Land in Betrieb zu nehmen.

Offene technische Abstimmungen in und mit der Fahrzeugindustrie und anderen Stakeholdern sind schnellstmöglich zu treffen. Den Prozess einheitliche Standards zu entwickeln, wie bspw. für das sogenannte Betankungsprotokoll von Nutzfahrzeugen, Betankungskupplungen und Füllstutzen, wird die Landesregierung weiterhin unterstützen und wird sich darüber hinaus gemeinsam mit den relevanten Stakeholdern aus Industrie und Forschung zu den Voraussetzungen für den Markthochlauf und die Tankstelleninfrastruktur insbesondere von schweren Nutzfahrzeugen einbringen und ergebnisorientiert und technologieoffen – insbesondere im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft – vorantreiben.

Eine Studie zur Wasserstoffinfrastruktur für Nutzfahrzeuge im Fernverkehr, welche von der Plattform H2BW beauftragt wurde, untersucht die oben genannten Aspekte der Betankung und Betankungsinfrastruktur von unterschiedlichen Kraftstoffoptionen für Baden-Württemberg. Die Studie bekräftigt die Bedeutung, verschiedene internationale Normierungen abzuschließen aber auch ausreichend Kapazitäten zur Erzeugung, zur Konditionierung sowie zum Transport und zur Distribution von Wasserstoff zu schaffen und Demonstra-

tionsprojekte zur Erprobung verschiedener Kraftstoffoptionen sowie deren Infrastrukturanforderungen anzustoßen.

Im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft (SDA) werden wichtige Ergebnisse mit den Stakeholdern erarbeitet, so zur Wasserstoff-Versorgung (Mission IV) und dem Aufbau der Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur (Mission V) in Baden-Württemberg. Das Projekt „Pilotlade- und Wasserstoff-tankstelle LKW BW“ -PiLaTes wurde gemeinsam in einem Letter of Intent zwischen Landesregierung und Akteuren im Rahmen des SDA vereinbart und hat die Planung, Errichtung und den Betrieb einer ersten kombinierten Pilottankstelle für Hochleistungsschnellladen, sowie für das gasförmige und flüssige Tanken von Wasserstoff für batterie-elektrische und Brennstoffzellen-LKW als Ziel.

Zur Unterstützung des weiteren Ausbaus der Wasserstofftankinfrastruktur wird die Landesregierung die Errichtung einer Pilotlade- und Wasserstofftankstelle für LKW fördern und in 2023 ausschreiben.

Im Rahmen von IPCEI-Wasserstoff konnten zudem drei LKW-Tankstellenprojekte generiert werden, die bundesweit angelegt sind und Baden-Württemberg anteilig betreffen. Das Land hat für diese Projekte eine Förderung in Aussicht gestellt.

Weitere Fördermöglichkeiten von Wasserstofftankstellen insbesondere für schwere Nutzfahrzeuge entlang strategischer Verkehrsknotenpunkte werden geprüft.

3.6 Gebäude

Der Wasserstoff-Beirat BW vertritt die Auffassung, für die dezentrale Wärmeversorgung von Gebäuden effiziente und technisch ausgereifte Lösungen bevorzugt zu installieren. Grund ist insbesondere die späte Bereitstellung von Wasserstoff in der Fläche. Langfristig könnten allerdings Teile der Wärmeversorgung über Gase und damit über Wasserstoff erfolgen (insbesondere Blockheizkraftwerke). In den weiteren Betrachtungen und Entwicklungen sollte daher Wasserstoff für den Wärmemarkt nicht kategorisch ausgeschlossen werden.

Der Beirat bezieht sich dabei auf eine vom Nationalen Wasserstoffrat (NWR) beauftragte Bottom-Up Studie zu Pfadoptionen einer effizienten und sozialverträglichen Dekarbonisierung des Wärmesektors. Diese kommt zu dem Ergebnis, dass für eine klimaneutrale Energieversorgung in Deutschland bis 2045 alle potentiell klimaneutralen Energieträger Strom, Fernwärme, Erneuerbare Energien und Wasserstoff in der Wärmeversorgung benötigt werden. In den betrachteten Szenarien werden die Anteile der jeweiligen Energieträger wesentlich von der Kostendifferenz zwischen den Energieträgern sowie deren Verfügbarkeit bestimmt. Der Weg bis 2030 sei durch einen starken Hochlauf der PV- und Wärmepumpenleistungen geprägt.

Wasserstoff wird insbesondere als Baustein einer industriellen Anwendung (Prozesswärme) sowie einer zentralen Wärmeversorgung ab 2030 gesehen. Eine One-Size-Fits-All-Lösung existiere für den Wärmemarkt nicht. Es wird empfohlen, in der Phase bis 2030 Vorbereitungen für die Entscheidung zu treffen, mit welchen Verteilnetzinfrastrukturen die Gebiete versorgt werden. Dabei wird die kommunale Wärmeplanung als ein zentrales Instrument angesehen. Integrierte Versorgungsinfrastrukturen müssten weiterentwickelt und ein leistungsfähiger H₂-Backbone mit nachgelagerten Wasserstoff-

Infrastrukturen für die relevanten Anwendungen aufgebaut werden. Der Teilbericht zum Forschungsvorhaben „Sektorziele 2030 und klimaneutrales Baden-Württemberg 2040“ kommt zu dem Ergebnis, dass Wasserstoff nach 2030 eingesetzt wird, um den verbleibenden Erdgasbedarf in größeren KWK-Anlagen sukzessive zu ersetzen. Im Jahr 2040 werden 14 Prozent des Fernwärmebedarfs über Wasserstoff gedeckt. In der zentralen Wärmeversorgung nimmt Wasserstoff damit in erster Linie eine Backup-Funktion zur Ergänzung der erneuerbaren Energien in Spitzenlastzeiten ein.

Die Landesregierung teilt grundsätzlich diese Einschätzungen und misst dem Einsatz von Wasserstoff zur Erzeugung von Fernwärme und industriellen Anwendungen Priorität bei (vgl. dazu auch den Unterabschnitt Stromversorgung und Fernwärme).

Ein wichtiger Aspekt im Kontext der Wärmebereitstellung ist die Nutzung der Abwärme von Elektrolyseuren zur Einspeisung in Wärmenetze. Die Abwärmenutzung stellt dort, wo möglich und sinnvoll, einen wichtigen indirekten Einsatzbereich von Wasserstoff dar, der gleichzeitig zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit von Elektrolyseuren beiträgt.

Das Land räumt bei der dezentralen Wärmeversorgung von Gebäuden effizienten Lösungen Vorrang ein. Wenn Wasserstoff bei der Wärmeerzeugung zum Einsatz kommt, sollte er vorrangig für die Erzeugung von Fernwärme und industrieller Prozesswärme eingesetzt werden. Außerdem unterstützen wir das Ziel, dass bei der Wasserstofferzeugung durch Elektrolyse auch die anfallende Wärme genutzt wird. Damit kann die Gesamteffizienz deutlich erhöht werden.

Der Einsatz von stationären Brennstoffzellensystemen, insbesondere in Gebäuden zur Unterstützung stromgeführter, hocheffizienter Kraft-Wärme-gekoppelter Anwendungen in Krankenhäusern, Rechenzentren und ähnlichen Einrichtungen kann im Rahmen von Demonstrationsprojekten unterstützt werden. So wird bspw. die Entwicklung und der Einsatz von hocheffizienten, stationären Brennstoffzellensystemen zur Nutzung in Industrieparks, Krankenhäusern, Rechenzentren und ähnlichen Einrichtungen sowie modernen Stadtquartieren seitens des Landes aufgrund des großen Zukunftspotenzials im Rahmen des aktuellen IPCEI-Projekts „BoschPowerUnits“ (weitere Informationen im Kapitel 4) durch Bund und Land unterstützt. Die Landesregierung sieht im Know-How-Aufbau in diesem Bereich, insbesondere bei ansässigen Unternehmen, auch einen wichtigen Schritt, um den Technologiestandort Baden-Württemberg und dessen langfristige Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

3.7 Technologie

Für Baden-Württemberg als starke europäische Industrieregion ist es wichtig, die eigenen Klimaziele zu erreichen und gleichzeitig den Wirtschaftsstandort im nationalen und internationalen Vergleich leistungsfähig zu halten und in Richtung ergänzender, nachhaltiger Technologien zu transformieren. Internationale Märkte bieten für Unternehmen aus Baden-Württemberg enorme Exportpotenziale für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien.

Die baden-württembergische Akteurslandschaft im Bereich Wasserstoff und Brennstoffzellen verfügt über langjährige Erfahrung in Forschung und Entwicklung und über eine hohe technologische Kompetenz und Innovationskraft. Die traditionellen Stärken des Landes liegen im Bereich komplexer Systemlösungen und innovativen und wissensintensiven Anwendungsfeldern – besonders im Maschinen- und Anlagenbau sowie im Bereich Automotive. 2021 hat sich außerdem die Allianz Wasserstoffmotor e. V. als Verbund aus Automobilunternehmer, Zulieferern, Ingenieuren verschiedener Spezialisierungen und Forschungsinstituten gegründet. Baden-Württemberg gehört zu den führenden Standorten in der Entwicklung und Produktion von Brennstoffzellenkomponenten und -systemen und hat zudem wichtige Aktivitäten zur Entwicklung und Produktion von Elektrolyseuren und deren Komponenten gestartet.

Eine Studie von Roland Berger prognostiziert für die Wasserstoff- und Brennstoffzellenindustrie in Baden-Württemberg bis 2030 eine mögliche Bruttowertschöpfung in Höhe von bis zu 2,3 Mrd. Euro und ein Umsatzpotenzial von bis zu 9 Mrd. Euro. Etwa 16.500 zusätzliche Arbeitsplätze könnten bis 2030 entstehen. Industrielle Marktteilnehmer aus Baden-Württemberg können bereits heute einen Exportanteil im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien von mehr als 50 Prozent aufweisen. Baden-Württemberg hat das

Potenzial zum Aufbau einer Wasserstoffindustrie über die gesamte Wertschöpfungskette von der grünen Wasserstoffherzeugung mittels Elektrolyse, über den notwendigen Infrastrukturaufbau bis zu einer Vielzahl von Brennstoffzellen-Anwendungsfälle.

Das Umsatzpotenzial lässt sich allerdings nur dann realisieren, wenn es gelingt, baden-württembergische Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologien in relevante Zielmärkte zu exportieren und internationale Marktanteile in einem zunehmend kompetitiven Umfeld zu erringen. Die Europäische Union hat mit ihrem Vorschlag zum Green Industrial Plan einen Ansatz erarbeitet, um auf dem globalen Markt weiterhin wettbewerbsfähig agieren zu können.

Neben Potenzial- und Marktanalysen wird das Land das zur Verfügung stehende Instrumentarium im Bereich Außenwirtschaft und Standortmarketing intensiv einsetzen, um den Technologieexport von Produkten ‚made in BW‘ weiter zu unterstützen.

Es bedarf weiterer Schritte in Richtung breiter industrieller und vor allem wirtschaftlicher Skalierung. Die Landesregierung unterstützt deshalb international führende Unternehmen aus Baden-Württemberg durch die Förderung im Rahmen sog. Important Projects of Common European Interest (IPCEI). Damit sollen u. a. Fertigungsanlagen der nächsten Generation für Brennstoffzellen- und Elektrolyse-Stacks oder für Komponenten in industriellem Maßstab und optimierter Brennstoffzellen- bzw. Elektrolysetechnik aufgebaut werden (Details zur IPCEI-Förderung in Kapitel 4).

Neben der technologischen Bedeutung der Brennstoffzellen-technologien für Baden-Württemberg werden global immer mehr Elektrolyseure zur Herstellung von grünem Wasserstoff benötigt. Wirtschaftliche Potenziale ergeben sich für baden-württembergische Unternehmen daher im Bereich der Fertigung von Elektrolysetechnologien. Deren industrielle Fertigung hingegen, muss zukünftig noch unterstützt und gefördert werden. Der Wasserstoff-Beirat BW schlägt dafür vor, die Industrialisierung der Elektrolysefertigung durch Schaffung günstiger Rahmenbedingungen und durch Förderung von Testmöglichkeiten zu unterstützen. Im Rahmen von landesweit unterstützten Projekten, wie „Elektrolyse made in BW“ konnte bspw. eine Elektrolyseanlage errichtet werden, in deren Entwicklung und Fertigung rund 40 Unternehmen aus Baden-Württemberg Komponenten, Technologien und Know-how eingebracht haben.

Industrielle Fertigungsprozesse und Skalierungsprojekte sollen zukünftig weiter unterstützt und gefördert werden, damit Baden-Württemberg seine Marktposition im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Technologien weiter etablieren und ausbauen kann. Die Landesregierung wird sich daher insbesondere weiter für eine serielle Fertigung von Elektrolysetechnologien und -systemen einsetzen und nach Möglichkeit mit Förderungen unterstützen.

Die Vielfalt und das ausgeprägte Know-How der mittelständisch geprägten Industrie in BW bietet eine sehr gute Grundlage, um die technologischen Chancen der Wasserstoffwirtschaft zu realisieren. Der Wasserstoff-Beirat BW empfiehlt, die Potenziale der mittelständischen Unternehmen zu nutzen und KMU, aber auch Start-ups vor allem verstärkt in den Innovations- und Transformationsprozess einzubinden.

Dies kann beispielsweise über die weitere Stärkung der bereits gut entwickelten Cluster- und Netzwerkarbeit erfolgen, um den Aufbau von smarten Ökosystemen zur Technologieentwicklung zu unterstützen. So verfügt das landesweite Netzwerk Cluster Brennstoffzelle BW über mehr als 200 Partner und stärkt damit die Zusammenarbeit der Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verbänden und Politik im Land.



3.8 Angewandte Forschung

Neben wichtigen Forschungseinrichtungen, an denen langjährige Forschungskompetenzen aufgebaut werden konnten, verfügen innovative Unternehmen mittlerweile über zahlreiche Kompetenzen und Expertise im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien.

Der Fokus bisheriger Förderprogramme und Projektförderungen lag vor allem auf der Unterstützung von Innovationen, die den Schritt in die Skalierung von Technologien ermöglicht, um Exportmärkte zu erschließen und im internationalen Wettbewerb Marktanteile zu sichern und auszubauen.

Unter Beteiligung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen fördert die Landesregierung mit der Forschungsfabrik für Wasserstoff und Brennstoffzellen (HyFaB) eine offene Industrieplattform, um automatisierte Fertigungs- und Qualitätssicherungsverfahren, Fabrikabnahmetests und Inbetriebnahmen von Brennstoffzellen-Stacks zu erforschen. Darüber hinaus sollen Fachkräfte qualifiziert und Branchenwissen generiert werden. Mit dem Projekt „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ und der Förderung weiterer Projekte wird die Skalierung und Fertigung „made in BW“ von Elektrolyseuren durch die Landesregierung unterstützt (siehe auch Kapitel 4 für ausführliche Projektbeschreibungen).

Trotz der guten Ergebnisse besteht noch weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf, um das Potenzial von Wasserstoff für den Standort Baden-Württemberg möglichst umfassend heben zu können und in Wertschöpfung zu übertragen. Der Industrialisierung der Elektrolyse und dem Aufbau der Brennstoffzellen-Großserienproduktion wird auch künftig eine Schlüsselrolle zukommen. Es gilt unter anderem, dem stark gestiegenen Interesse der Industrie nach Testkapazitäten zu begegnen.

Der industrielle Transformationsprozess kann durch den Markthochlauf der Wasserstoffwirtschaft weiter forciert werden.

Die Landesregierung beabsichtigt daher, die angewandte und die wirtschaftsnahe Forschung an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen auch weiterhin mit Hilfe einer Wasserstoff-Förderrichtlinie zu unterstützen. Fördermittel, mit denen die Erzeugung und Nutzung von Wasserstoff unterstützt werden, sollen in Projekte fließen, die grünen Wasserstoff erzeugen bzw. nutzen.

Die Generierung von Fördermitteln zur Unterstützung des weiteren Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft wird durch eine Vielzahl an Förderprogrammen unterstützt. Die durch die Landesregierung geförderte Plattform H2BW bietet interessierten Akteuren Erstberatungen und Informationsveranstaltungen zu verschiedenen Förderaufrufen auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene an.

Die Plattform H2BW, als zentrale Anlaufstelle der vielfältigen Kompetenzen und Wasserstoffaktivitäten des Landes, wird Informationen über die verschiedenen Fördermöglichkeiten im Wasserstoff- und Brennstoffzellenbereich zentral zur Verfügung stellen, als zentrale Ansprechpartnerin für Unternehmen, Kommunen usw. dienen und auch weiterhin Informationsveranstaltungen zu Fördermöglichkeiten anbieten.



3.9 Bildung und gesellschaftliche Akzeptanz

Themen wie die frühzeitige Qualifizierung von Fachkräften im Rahmen der schulischen und beruflichen Aus-, Fort- und Weiterbildung, sowie die Sensibilisierung der Gesellschaft sind wichtige Erfolgsfaktoren, damit Baden-Württemberg auch weiterhin seine Position als Technologiestandort und die industrielle Wertschöpfung im Land sichern kann. Das Land unterstützt mit verschiedenen Initiativen die Qualifizierung und den Kompetenzausbau von Fachkräften und setzt einen besonderen Fokus auf die Einbindung gesellschaftlicher Akteure im Rahmen von Förderprogrammen, wie bspw. im EF-RE-Förderprogramm Modellregion Grüner Wasserstoff.

Qualifizierung von Fachkräften

Die Transformation hin zu einer auf Wasserstoff basierenden Industrie und Gesellschaft erfordert Kompetenzen bei Fachkräften, die teilweise erst entwickelt und ausgebildet werden müssen. Deshalb ist es dringend erforderlich, die Qualifizierung von benötigten Fachkräften auszubauen und zu beschleunigen. Technologieumstellungen und Infrastrukturausbau generieren in mehreren Sektoren Beschäftigungszuwachs. Qualifizierte Fachkräfte werden daher entlang der gesamten Wertschöpfungskette, in allen Sektoren benötigt - Erzeugung, Infrastruktur, Technologie (Anlagen- und Komponentenentwicklung), Industrie, Mobilität, Logistik und Wärmeversorgung. Das zukunftssträchtige Thema Wasserstoff ist auch für die Gewinnung von Studierenden in MINT-Fächern von Relevanz, da hier die ebenso benötigten akademischen Fachkräfte im Bereich Wasserstoff ausgebildet werden.

Der Nationale Wasserstoffrat (NWR) schlägt in einem Grundlagenpapier verschiedene Maßnahmen auf Bundes- und Landesebene vor entlang der gesamten Bildungskette, da Bedarfe an Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten im Be-



reich der Wasserstoffwirtschaft entsprechende Kompetenzen bei Fachkräften voraussetzen. Bestehende Systeme der Aus- und Weiterbildung müssen gestärkt, aber auch in Hinblick auf die Potenziale der Wasserstoffwirtschaft stärker beworben werden. Dafür ist es erforderlich, entsprechende Kompetenzen an heutige Auszubildende und Fachkräfte zu vermitteln. Weiterbildung spielt auch eine entscheidende Rolle, um das Wissen dieser Schlüsseltechnologien breit und nachhaltig zu streuen. Diese wichtigen Voraussetzungen bekräftigt der Wasserstoff-Beirat BW in seinem Positionspapier als entscheidende Erfolgsfaktoren.

Die vielfältigen und umfangreichen Maßnahmen der Landesregierung zur Fachkräftesicherung sind grundsätzlich branchen- und berufsübergreifend ausgerichtet. Davon profitiert die Wasserstoffwirtschaft in besonderem Maße ebenso wie andere Berufsbereiche mit einer hohen Nachfrage am Arbeitsmarkt. Ein Beispiel für die branchen- und berufsübergreifenden Maßnahmen ist die Initiative Ausbildungsbotschafter, in deren Rahmen Auszubildende an allgemein bildenden Schulen ihre Berufe vorstellen und die Chancen einer beruflichen Ausbildung erläutern.

Aktuell sind in Baden-Württemberg rund 1.000 Ausbildungsbotschafterinnen und Ausbildungsbotschafter in Berufen im Kontext MINT aktiv. Ebenfalls von Bedeutung sind Maßnahmen zur Erhöhung der Transparenz über die Angebote des grundsätzlich schnell und flexibel auf Nachfrageänderungen reagierenden Weiterbildungsmarkts. Zur Transpa-

renz über das Weiterbildungsangebot im Land tragen insbesondere das Netzwerk für berufliche Fortbildung in Baden-Württemberg einschließlich der Regionalbüros für berufliche Fortbildung sowie die Weiterbildungsplattform www.fortbildung-bw.de bei. Letztere bietet Informationen zu derzeit mehr als 50.000 buchbaren Weiterbildungsangeboten in Baden-Württemberg, darunter auch Weiterbildungen im Bereich der Wasserstoffwirtschaft.

Weiterhin ist im Rahmen der Fachkräfteallianz Baden-Württemberg ein Schwerpunkt, die Auswirkungen des technologiebedingten Strukturwandels aktiv zu beobachten, seine positiven Potenziale zu nutzen und negativen Wirkungen durch proaktives Handeln zu mildern – dies umfasst die verstärkte Nutzung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien in Baden-Württemberg.

Im Bereich der beruflichen Aus- und Weiterbildung fördert die Landesregierung das Projekt „Lernwerkstatt Zukunftstechnologie Wasserstoff und Brennstoffzelle- „Hylab“ der gewerblichen Schule Backnang. Ziel des Vorhabens ist es, die Ausbildung für relevante Berufsbilder – wie dem Kfz-Mechanikers – in den Zukunftstechnologien Wasserstoff und Brennstoffzelle zu adressieren und mit einem Showroom die Öffentlichkeit anzusprechen. Im Bereich der wissenschaftlichen Weiterbildung steht die Plattform Hochschulweiterbildung@BW online zur Verfügung, die auch als Plattform für Wasserstoffbezogene Fortbildungen an den Hochschulen dienen kann.

Hinzuweisen ist zudem darauf, dass die Initiative zur Modernisierung bestehender und Schaffung neuer Ausbildungsberufe von den Sozialpartnern auf Bundesebene ausgeht. Die Ausbildungsordnungen und die entsprechenden Rahmenlehrpläne für die Berufsschulen sind technik-offen formuliert und bieten so die Chance, dass neue Entwicklungen direkt Eingang in die Ausbildung finden können.

Um Kompetenzen im Bereich Wasserstoff an Auszubildende und Fachkräfte in Baden-Württemberg zu vermitteln, ist es erforderlich, dass flächendeckende Angebote an Bildungsstellen zum Erwerb des nötigen Wissens realisiert werden. Durch Formate wie „Erlebnisparkours“ bzw. „Showrooms“ können diese Technologien direkt erfahrbar gemacht werden.

Mit dem Markthochlauf und der Implementierung von Wasserstofftechnologien in verschiedensten Branchen verändern sich die Anforderungen an die Kenntnisse und Fähigkeiten der jeweiligen Erwerbstätigen. Entsprechend müssen die Bildungsinhalte der Auszubildenden wie auch der Studierenden angepasst werden. Gleichzeitig gilt es, für die betroffenen Erwerbstätigen adäquate Weiterbildungsangebote bereitzuhalten und diese auch anzunehmen. Im Rahmen der ressortübergreifenden Weiterbildungsinitiative WEITER.mit.BILDUNG@BW plant das Land die Durchführung einer Informations- und Werbekampagne für die berufliche Weiterbildung, von der auch die Wasserstoffwirtschaft profitieren kann.

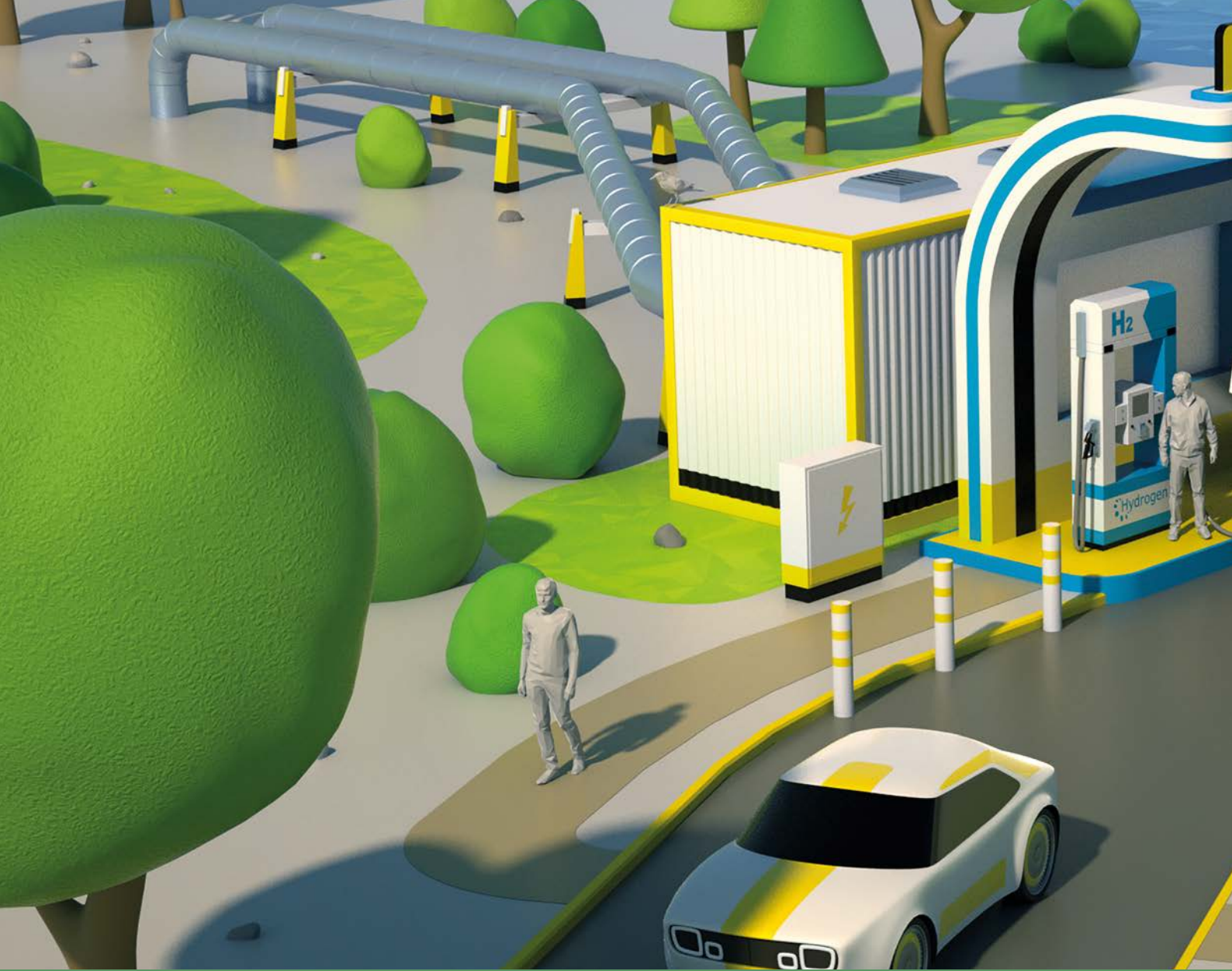
Gesellschaftliche Akzeptanz

Bei der Etablierung von neuartigen Technologien und grundlegenden wirtschaftlichen Transformationsprozessen, spielt die frühzeitige Einbindung und Sensibilisierung von Bürgerinnen und Bürgern eine wichtige Rolle. Bei der Umsetzung der Energiewende hat sich gezeigt, dass frühzeitige Beteiligung von relevanten Stakeholdern und Transparenz in wichtigen Entscheidungsprozessen wesentlich zur gesellschaftlichen Akzeptanz und zum ‚awareness building‘ beitragen können.

Der Wasserstoff-Beirat BW schlägt vor, den Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft durch eine Akzeptanzstrategie zu begleiten, die die breite Bevölkerung und verschiedene staatliche Stellen zugleich einbindet.

Transparenz und eine Begeisterung für das Thema Wasserstoff kann zudem über die aktivere Einbindung der Bevölkerung in laufende Demonstrationsprojekte, den Bau von Infrastrukturen sowie Informationsveranstaltungen erleichtert werden. Die von der Landesregierung geförderten Wasserstoffprojekte sehen eine Einbindung der Bevölkerung durch verschiedene Formate der Öffentlichkeitsarbeit bereits vor und sollen intensiviert werden. So liegt bspw. im EFRE-Förderprogramm Modellregion Grüner Wasserstoff ein wichtiger Fokus auf der aktiven Einbindung gesellschaftlicher Akteure und deren Sensibilisierung für das Thema Wasserstoff.

Formate wie die ‚Woche des Wasserstoffs‘ und praxisnahe Demonstrationsprojekte können helfen, Akzeptanz- und Informationsbarrieren zu minimieren. Die Landesregierung wird sich weiterhin dafür einsetzen, dass die Wasserstoffwirtschaft mit Hilfe von akzeptanzfördernden Maßnahmen unterstützt und für eine breite Öffentlichkeit erfahrbar gemacht werden.





TEIL II: UMSETZUNG DER MASSNAHMEN DER WASSER- STOFF-ROADMAP BW

4. Zwei Jahre Wasserstoff-Roadmap BW – Bereits 500 Millionen Euro Förderung in Projekten wirksam

Baden-Württemberg setzt mit der Umsetzung der Wasserstoff-Roadmap gezielt auf die Initiierung und Durchführung von lokalen und Regionen übergreifenden Projekten zur Demonstration und Technologieentwicklung.

Aktuell sind rund 500 Millionen Euro an Landesmitteln in zahlreichen Förderprojekten entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette wirksam oder in Aussicht gestellt, um den Transformationsprozess in Industrie, Forschung und Entwicklung zu begleiten und voranzutreiben. Die Förderquoten liegen im Durchschnitt bei 40 bis 60 Prozent; deshalb kann von ausgelösten Investitionen in gleicher Größenordnung ausgegangen werden. Darüber hinaus gibt es weitere Investitions- und Synergieeffekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Sowohl was die Innovationshöhe (Technologieprojekte), die Breitenwirkung (Modellregionen), die Unterstützungswirkung für die Transformation der baden-württembergischen Wirtschaft als auch den finanziellen Umfang der Förderung angeht, gehört Baden-Württemberg zu den führenden Wasserstofftechnologieregionen in Deutschland. Die nachfolgenden Projekte zahlen auf die oben genannten Kriterien ein und stellen daher eine Auswahl an innovativen Wasserstoffprojekten in Baden-Württemberg dar.

Mit großen Modell- und Demonstrationsprojekten im Land wird aufgezeigt, wie Wasserstoff von der Erzeugung, über Transport und Logistik bis hin zu verschiedenen Anwendungen in der Mobilität, der Wärmeerzeugung für Quartiere oder in der Industrie zum Einsatz kommen kann. Diese Real-labore dienen nicht nur der Technologieentwicklung, sondern sollen als Schaufenster für Wasserstoffanwendungen

funktionieren und Wasserstoff erfahrbar machen. Damit untersuchen sie verschiedene Perspektiven der Anwendung von Wasserstoff im Gesamtsystem – von der Wirtschaftlichkeit, über die Ökologie bis hin zu gesellschaftlichen Aspekten. Die Modell- und Demonstrationsprojekte ebnen den Weg für den Hochlauf einer funktionierenden Wasserstoffwirtschaft und Defossilisierung des Energiesystems.

EFRE-Förderprogramm „Modellregion

Grüner Wasserstoff“

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg unterstützt mit dem Förderprogramm „Modellregion Grüner Wasserstoff“ im Rahmen des baden-württembergischen Programms für den EFRE, 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. Insgesamt stehen im Programm rund 48 Millionen Euro aus Mitteln der EU und des Landes zur Verfügung.

4.1 EFRE-Modellregion Grüner Wasserstoff Mittlere Alb-Donau (ehemals HyFIVE)

Das Projekt besteht aus vier Leuchtturmprojekten, die verschiedene für die Region relevante Anwendungsfälle für Wasserstoff sowohl im ländlichen als auch städtischen Raum abbilden.

Das Teilprojekt H2-Factory in Ulm hat das Ziel, einen Elektrolyseur betrieben mit Strom aus Wasserkraft, in Betrieb zu nehmen. Der erzeugte Wasserstoff soll in bereits bestehende Verbrauchsinfrastrukturen, insbesondere am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), integriert werden. Insgesamt soll in diesem Teilprojekt eine Elektrolysekapazität von rund 12 MW installiert werden.

Im zweiten Teilprojekt H2-ToGo wird der Einsatz von Wasserstoff in der Logistik, in kommunalen Fahrzeugen und im ÖPNV demonstriert. Ein 40-Tonner LKW mit Brennstoffzellenantrieb wird 2024 bereitstehen. Dazu soll auch eine Betankungsinfrastruktur aufgebaut werden.

H2-Aspen adressiert die Erzeugung, Anwendung und Verteilung von Wasserstoff in einem Industriepark. Im Jahr 2023 soll hier ein 10 MW PEM-Elektrolyseur in Betrieb genommen werden, der eine lokale Wasserstoffinfrastruktur mit zukünftig überregionaler Pipelineanbindung ermöglicht.

Das vierte Teilprojekt, H2-Grid, demonstriert die Vernetzung von dezentraler Wasserstofferzeugung und Speicherung mit Anwendern von Wasserstoff, beispielweise in Haushalten, Kommunen, Quartieren oder der Industrie. Insgesamt soll hier eine Elektrolysekapazität von 1,5 MW bis 2023 entstehen. Die gesamte Modellregion erhält eine Förderung von rund 32 Millionen Euro, die Konsortialführung wird ein Projektverein, initiiert durch die Stadt Ulm, übernehmen. Die Mittel stammen aus dem EFRE und vom Land Baden-Württemberg.

4.2 EFRE-Modellregion Grüner Wasserstoff „H2GeNeSiS“ – Region Stuttgart

Entlang des Neckars soll in der Region Stuttgart neben der Erzeugung von grünem Wasserstoff (Elektrolysekapazität von rund 5 MW) auch ein ausgedehntes Verteilernetz für Wasserstoff aufgebaut werden. Eine Wasserstoff-Pipeline entlang des Neckars stellt das Herzstück des Projekts dar.

Durch die Pipeline können angesiedelte Erzeuger und Anwender von Wasserstoff, aus der Industrie oder der Mobilität, direkt auf den grün erzeugten Wasserstoff zugreifen. Alle Aktivitäten werden dabei über einen „H2-Marktplatz“ vernetzt, der den Einsatz von grünem Wasserstoff für weitere Akteure vereinfachen soll. Gleichzeitig werden verschiedenste Anwendungsbereiche getestet. Die bei der Erzeugung des Wasserstoffs entstehende Abwärme kann beispielsweise für die Wärmeversorgung von Quartieren genutzt werden.

Das mit rund 11 Millionen Euro geförderte Projekt H2GeNeSiS wird durch die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart koordiniert. Die Mittel stammen aus dem EFRE und vom Land Baden-Württemberg.

Die beiden Modellregionen werden zudem wissenschaftlich begleitet. Das Ziel des Konsortiums H2 Companion ist es dabei, die erzielten Ergebnisse und Erkenntnisse auch für andere Regionen verwertbar zu machen. Neben der Begleitung der technologischen Prozesse und Unterstützung bei der Geschäftsmodellentwicklung, steht auch die Erarbeitung von Konzepten für Bürgerbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit im Fokus der Begleitforschung.

4.3 Projekt „HyFaB-BW“ – Industrialisierung der Brennstoffzellenfertigung

Für einen erfolgreichen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft ist die Zuliefererindustrie von essenzieller Bedeutung. Im Fokus stehen dabei insbesondere die technologische Entwicklung und Produktion im eigenen Land. In Baden-Württemberg ist das technologische Know-how zur Brennstoffzellen-Herstellung in Forschung und Industrie vorhanden, jedoch dominiert vielmals die Fertigung im kleinen Maßstab.

Mit der „HyFaB BW“ Forschungsfabrik etablieren das ZSW und das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (FhG-ISE) eine offene Industriepattform zur Forschung und Erprobung von automatisierten Fertigungs- und Qualitätssicherungsverfahren, Fabrikabnahmetests und Inbetriebnahmen von Brennstoffzellen-Stacks. Ziel des Projekts ist es die Produktionsprozesse für die Industrialisierung der Brennstoffzellenfertigung zu erforschen. Dabei steht die Serienproduktion von Brennstoffzellen im großen Maßstab im Fokus des Projektvorhabens. Darüber hinaus sollen auch Fachkräfte qualifiziert und Branchenwissen generiert werden. Mit „HyFaB“ wird die hohe Technologiekompetenz baden-württembergischer Unternehmen und Forschungseinrichtungen weiter gestärkt und ein wesentliches Element für Brennstoffzellen „made in Baden-Württemberg“ geschaffen. Zur Realisierung der „HyFaB“ stellten die Ministerien für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft sowie Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg für die Jahre 2019 bis 2023 insgesamt 18,5 Millionen Euro an Landesmitteln zur Verfügung. Zusätzlich fördert der Bund gemeinsame Projekte mit Industrieunternehmen mit bis zu 30 Mio. Euro. Am 23. Februar 2022 fand der Spatenstich für ein zweites Fabrikgebäude mit 3.000 Quadratmetern Grundfläche – die „HyFaB 2“ – statt. Durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg wird die „HyFaB 2“ mit weiteren 7,75 Millionen Euro an Fördermitteln unterstützt und der Ausbau der

Geräteinfrastruktur zur Brennstoffzellenforschung am ZSW mit 2,9 Millionen Euro gefördert (HyFaB Equipment).

Mit einer gezielten Fortführung kann die Entwicklung einer industriellen Massenproduktion weiter ausgebaut und eine serientaugliche und kostengünstige Brennstoffzellenproduktion in Baden-Württemberg entscheidend vorangebracht werden. Dafür werden für die Jahre 2023 bis 2026 weitere 7,3 Millionen Euro zur Verfügung gestellt. So entsteht eine einzigartige Brennstoffzellen-Entwicklungsplattform für Unternehmen, die von der Produktion über die Testung bis hin zur Schulung Angebote für gemeinsame Projekte bereitstellt.

4.4 „IPCEI Wasserstoff“ – Important Projects of Common European Interest

Um den Markthochlauf für Wasserstofftechnologien in Baden-Württemberg zu unterstützen, nutzt Baden-Württemberg die Möglichkeiten zur Förderung von Investitionen im Rahmen der „Important Projects of Common European Interest“ (IPCEI). Bei einem IPCEI erteilt die Europäische Kommission eine Ausnahme vom innereuropäischen Beihilfeverbot, für wirtschaftliche Vorhaben von besonderem, gesamteuropäischem Interesse. Die Fördermittel stammen vollständig aus den Mitgliedstaaten und nicht aus EU-Mitteln. Der Förderanteil des Bundes beträgt jeweils 70 Prozent der Fördersumme, weitere 30 Prozent werden von den Ländern kofinanziert. Die finanzielle Beteiligung durch das Land Baden-Württemberg beträgt nach aktuellem Stand bis zu 265 Mio. Euro.

An dem IPCEI Wasserstoff beteiligen sich 23 europäische Länder. Die fünf ausgewählten Projekte baden-württembergischer Unternehmen betreffen die Entwicklung von Brennstoffzellenkomponenten bis zum fertigen Brennstoffzellensystem und seiner Anwendung im Schwerlastverkehr sowie die Fertigung von Brennstoffzellensystemen für stationäre Anwendungen.

Drei weitere durch IPCEI generierte LKW-Tankstellenprojekte sind bundesweit angelegt und betreffen Baden-Württemberg anteilig, derzeit befinden sie sich im Prozess der Zuordnung zu einer geeigneten förderpolitischen Grundlage. Von 62 ausgewählten Projekten sind damit fünf plus drei in Baden-Württemberg (bzw. mit einem Landesanteil). Damit hat das Land einen strukturell wichtigen Anteil an der IPCEI-Förderung.

Im Juli 2022 wurde seitens der Europäischen Kommission grünes Licht für die ersten beihilferechtlichen Genehmigun-

gen für Projekte im Rahmen der Technologiewelle IPCEI Hy2Tech in Deutschland gegeben. Drei dieser Projekte haben einen Projektschwerpunkt in Baden-Württemberg:

- Das Projekt „BoschPowerUnits“ der Robert Bosch GmbH fokussiert den Bereich der Brennstoffzellensysteme für die stationäre Anwendung. Das Ziel ist die Erstindustrialisierung der Systeme auf Festoxid-Basis. Realisiert werden soll das Projekt an den Standorten in Baden-Württemberg, Bayern und im Saarland.
- Das Projekt „NextGen HD-Stack“ von EKPO Fuel Cell Technologies (ein Joint Venture aus ElringKlinger und Plastic Omium) in Dettingen/Erms nimmt den Bereich der Wasserstoffmobilität in den Blick. Neben der Entwicklung von leistungsstarken Brennstoffzellen-Stackmodulen für Nutzfahrzeuge, Busse oder Schiffs- und Bahnanwendungen steht ebenso die Skalierung der Technologie im Fokus des Projekts. Zwei Hauptpunkte werden adressiert: die Kostenoptimierung (Design to Cost) sowie die Massenproduzierbarkeit (Design for Manufacturing), welche eine Reduzierung des CO₂-Fußabdrucks der Produktion miteinschließt.
- Teilweise in Baden-Württemberg angesiedelt ist das Projekt „Pegasus“ der Daimler Truck AG. Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Fertigung von 100 Brennstoffzellen-LKW und ein vierjähriger Testbetrieb der LKW mit Beteiligung von 10-20 Logistikunternehmen sowie die Entwicklung, Herstellung und der Betrieb von bis zu 10 innovativen LKW-Wasserstofftankstellen.

Für folgende zwei Projekte in Baden-Württemberg steht eine Notifizierung im Rahmen der Mobilitätswelle Hy2Move durch die Europäische Kommission noch aus:

- Die cellcentric GmbH & Co. KG strebt mit ihrem „KLIMA|WERK-Projekt“ die Entwicklung eines innovativen serientauglichen Brennstoffzellensystems mit dem Titel „BZA150“ an. Dieses Brennstoffzellensystem ist für den Einsatz in wasserstoffbetriebenen Schwerlasttransportern vorgesehen und für die speziellen Anforderungen dieses Anwendungstyps konzipiert. Zudem wird die erstmalige Erprobung einer möglichen industriellen Fertigung dieses Systems angestrebt.
- Das Projekt „NextGadila“ von Freudenberg Performance Materials in Weinheim untersucht Gasdiffusionsschichten zur Optimierung von Brennstoffzellen. Freudenberg hat sich auf die Entwicklung und Produktion von Gasdiffusionslagen (GDL) und porösen Transportlagen (PTL) spezialisiert, die als Schlüsselkomponenten für PEM-Brennstoffzellen (GDL) bzw. PEM-Elektrolyseanlagen (PTL) gelten. Mit dem IPCEI beabsichtigt Freudenberg Performance Materials in einem ersten Schritt die bestehende Pilotlinie auszubauen und zu erweitern und in einem zweiten Schritt die Fertigung der GDL und PTL unter Berücksichtigung hoher Umweltanforderungen klimafreundlich zu industrialisieren, mit dem Ziel die Produktionskapazitäten um das Zehnfache zu erhöhen und sich damit im künftigen Markt erfolgreich positionieren zu können.

4.5 Leuchtturmprojekte H2Rivers und H2Rhein-Neckar

Die einander ergänzenden Projekte H2Rivers & H2Rhein-Neckar zeigen auf, wie die Realisierung einer emissionsfreien Mobilität mit Wasserstoff wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Im größten Demonstrationsprojekt im Süd-Westen bilden verschiedene Teilprojekte die gesamte Wertschöpfungskette ab, von der Erzeugung von grünem Wasserstoff, über die Infrastruktur bis hin zu Fahrzeuganwendungen.

Gefördert wird H2Rivers durch Mittel des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr im Rahmen des HyLand-Förderprogramms sowie H2Rhein-Neckar durch Mittel des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Zusammen haben beide Projekte ein Fördervolumen von rund 37 Millionen Euro.



© e-mobil BW

Im Projekt H2Rhein-Neckar wird die Brennstoffzellentechnologie künftig für den öffentlichen Personen Nahverkehr (ÖPNV) großflächig eingesetzt: Bis 2024 sollen 40 Brennstoffzellen-Range-Extender-Busse in Mannheim und Heidelberg die reguläre Diesel-Flotte ersetzen. Im Realbetrieb werden dabei wichtige Daten erhoben, aus denen die begleitende Forschung neue Erkenntnisse für den Betriebshof und den Energiebedarf der neuen Busse sammelt. Bislang gibt es nur wenige Erfahrungen zur Umstellung einer gesamten Bus-Flotte auf Brennstoffzellen-Range-Extender-Busse im ÖPNV, da häufig nur einzelne Fahrzeuge zum Einsatz kommen. In diesem Vorhaben werden durch die projektspezifische Begleitforschung sowohl technologische als auch betriebswirtschaftliche Fragestellungen analysiert, um künftige Umsetzungen im ÖPNV zu unterstützen. Um die Brennstoffzellenmobilität wettbewerbsfähig zu gestalten, sind den vier Projektpartnern regionale Synergien wichtig. Die Landesagentur e-mobil BW GmbH hat für das vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft geförderte Projekt die Konsortialführung übernommen.

Die Alltagstauglichkeit von Wasserstoff als Energieträger im Verkehrssektor, zeigt auch das parallellaufende HyPerformer-Projekt H2Rivers: Eine regionale, voll integrierte und in Deutschland bislang einmalige Wertschöpfungskette für Wasserstoff entsteht in der Metropolregion Rhein-Neckar und der angrenzenden Region mittlerer Neckar. Insgesamt beteiligen sich zehn Partner am Projekt. Es ergeben sich dabei auch wichtige Synergieeffekte für das Projekt H2Rhein-Neckar. So kann die Bereitstellung von grünem Wasserstoff und die Betankung von neuen Brennstoffzellen-Fahrzeugen gemeinsam koordiniert werden. Der grüne Wasserstoff wird im Rahmen von H2Rivers durch das Teilprojekt hy.waiblingen erzeugt, bei dem ein 2 MW Elektrolyseur in Betrieb genommen werden soll. Ebenso sind Partner der chemischen Industrie als Wasserstofflieferanten eingebunden. Der regenerativ erzeugte Wasserstoff kommt bei Industriekunden und im Verkehrssektor unter anderen in Müllfahrzeugen, Gabelstaplern und Bussen in der Region Rhein-Neckar zum Einsatz. Die Metropolregion Rhein-Neckar hat für das vom Bund geförderte Projekt die Konsortialführung übernommen.

HyLand – Förderprogramm für Wasserstoffregionen in Deutschland

HyLand ist Teil des nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff II und ein vom Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) ausgerichteter Kommunen-Wettbewerb, der Akteure in allen Regionen Deutschlands motiviert Konzepte mit Wasserstoffbezug zu initiieren, zu planen und umzusetzen. Dabei werden regionale Konzepte, je nach Projekt- und Förderschwerpunkten, sowie bisherigen Berührungspunkten mit Wasserstoff, in die drei Kategorien HyStarter, HyExperts und HyPerformer unterteilt. Baden-Württembergische Kommunen konnten in allen Kategorien erfolgreiche Bewerbungen einreichen.

4.6 Förderprogramm „Zukunftsprogramm Wasserstoff“ – ZPH2

Im März 2021 hat die Landesregierung den Aufruf zum Förderprogramm Zukunftsprogramm Wasserstoff BW (ZPH2) veröffentlicht. Das Ziel von ZPH2 ist, die Unternehmen dabei zu unterstützen, eine zukunftsfähige Wasserstoffwirtschaft in Baden-Württemberg aufzubauen. Die Industrialisierung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien sowie deren Anwendungen erhalten und schaffen Arbeitsplätze im Land. Insgesamt stellt das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg rund 26 Millionen Euro für die Projektförderung zur Verfügung. Ausgewählt wurden 20 Projekte aus vier Technologiebereichen: Brennstoffzellen-Teststände, sowie die Erzeugung, Speicherung und der Transport von Wasserstoff, Komponenten und Sensorentwicklung sowie Netze und Stromversorgungsanlagen im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien. Zudem hat das Land vier Umsetzbarkeitsprüfungen gefördert. Folgende Projekte gehören zu den Förderschwerpunkten des Programms:

Tabelle 1: Übersicht der Projekte in ZPH2

Themenfelder der Projekte	Projektbezeichnung - Akronym	Fördersumme
Komponenten/ Sensorentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> ■ H2Sensor4Quality – Entwicklung eines optischen Wasserstoffsensors zur präventiven Qualitätssicherung des Energiesystems Brennstoffzelle ■ <i>ROAD Deutschland GmbH & HS Reutlingen Fakultät Angewandte Chemie</i> 	5,6 Mio. Euro
	<ul style="list-style-type: none"> ■ MiKaBrezEI – Mikrowellentrocknung von Katalysatorschichten für Brennstoffzellen und Elektrolyseure ■ <i>Kiener Maschinenbau GmbH & Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung BW (ZSW)</i> 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ WALD – Wasserstoffsensoren für die Leckdetektion ■ <i>Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM & Universität Stuttgart, Institut für Raumfahrtssysteme</i> 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ HyFlex – Produktionsanlagen für die flexible Fertigung von Wasserstoff-Membran-Komponenten ■ <i>OPTIMA life Science GmbH & Business Excellence Solutions GmbH</i> 	
Erzeugung, Speicherung und Transport von Wasserstoff	<ul style="list-style-type: none"> ■ EcoLyzerBW – Industrialisierung und Vorbereitung einer Serienproduktion von Elektrolysesystemtechnik in BW ■ <i>Ecoclean GmbH & ZSW</i> 	6,63 Mio. Euro
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Modularer Gaserzeuger – Entwicklung, Validierung und Industrialisierung eines modularen Gaserzeugers für stationäre Brennstoffzellen ■ <i>Smk systeme metall kunststoff GmbH & Co. KG</i> 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ H2Compress – Modulare, hochintegrierte Wasserstoff-Kompressionslösung zum effizienten Transport über Fernleitungsnetze ■ <i>J.M. Voith SE & Co. KG</i> 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ WaGuPa – Entwicklung eines Wasserstoffspeichers im TRTM-Verfahren auf Basis von Gusspolyamid ■ <i>Albert Handtmann Elteka GmbH & Co. KG & Faserinstitut Bremen e.V. & Institut für Polymer- und Produktionstechnologien e.V.</i> 	
Netze und Strom- versorgungsanlagen	<ul style="list-style-type: none"> ■ H2REB – Entwicklung großtechnischer Optionen zum Einsatz von grünem Wasserstoff auf Basis des Netzboosterkonzepts zur Erhöhung der Netzstabilität ■ <i>TransnetBW GmbH & KIT, Institut für Automation und angewandte Informatik IAI & TH Ulm, Institut für Energie- und Antriebstechnik & ZSW</i> 	3,97 Mio. Euro
	<ul style="list-style-type: none"> ■ RetrofitH2 – Retrofitkonzept für Bestandskraftwerke als Einstieg in die Wasserstoffnutzung ■ <i>DLR, Institut für Verbrennungstechnik & Power Service Consulting GmbH</i> 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ BasicBZ – Entwicklung eines portablen Brennstoffzellen-Stromerzeugers für kleingewerbliche und private Anwendungen ■ <i>Industriegase Technik GmbH & ZSW</i> 	

Tabelle 1: Übersicht der Projekte in ZPH2

Themenfelder der Projekte	Projektbezeichnung - Akronym	Fördersumme
Brennstoffzellen-Teststände	<ul style="list-style-type: none"> ■ ModuSkaBZ – Entwicklung eines modularen und skalierbaren Prüfsystems für Brennstoffzellen-Stapel ■ JW Froehlich Maschinenfabrik GmbH & ZSW 	7,59 Mio. Euro
	<ul style="list-style-type: none"> ■ H2TwinTest – Multifunktionsprüfstände für Wasserstoffanwendungen mit digitalem Zwilling ■ IAVF Antriebstechnik GmbH & Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ FullStackTS – Entwicklung eines Brennstoffzellen-Vollstapel-Teststands für Heavy-Duty- und Luftfahrtanwendungen ■ MS2 Engineering und Anlagenbau GmbH & Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE & Smart Testolutions GmbH 	
Zukunftsstrategien	<ul style="list-style-type: none"> ■ Fit4H2 – Ausbildungsfabrik Brennstoffzellenfertigung ■ Karlsruher Institut für Technologie (KIT), wbk Institut für Produktionstechnik 	1,41 Mio. Euro
	<ul style="list-style-type: none"> ■ H2Chemie2050 – Ohne Umweg zum grünen Wasserstoff in der chemisch-pharmazeutischen Produktion bis 2050 ■ Evonik Operations GmbH & HS Pforzheim, Institut für Industrial Ecology (INEC) 	
Umsetzbarkeitsprüfungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ H2 Preform – Fertigung eines Wasserstoffdrucktanks durch Preforms ■ ACE Advanced Composite Engineering GmbH 	0,19 Mio. Euro
	<ul style="list-style-type: none"> ■ H2MaTe – Anlagen zur Fertigung von Wasserstoffspeichern mit Preforms ■ TBT Tiefbohrtechnik GmbH 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ Hydra – Erzeugung von „Grünem Wasserstoff“ durch hydrothermale Vergasung von kunststoffkontaminierter Biomasse ■ HAGO Druck & Medien GmbH 	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ HyFly – Aufbau und Erprobung einer VTOL-Drohne mit Brennstoffzelle zum Transport medizinischer Laborproben ■ German-Composite GmbH & Co.KG 	
Gesamtfördermittel 25,4 Mio. Euro		

4.7 Förderprogramm „Klimaschutz und Wertschöpfung durch Wasserstoff – KWH2“

Die in der Forschung und Entwicklung gewonnenen Erkenntnisse für eine zukunftsfähige und resiliente Wasserstoffwirtschaft sollen nun für die Weiterentwicklung von Innovationen eingesetzt werden. Damit werden die Grundlagen für marktreife Technologien gelegt, die für Baden-Württemberg essenzielle Marktanteile an der internationalen Wasserstoffwirtschaft sichern. Mit dem Förderaufruf Klimaschutz und Wertschöpfung durch Wasserstoff (KWH2) werden Unternehmen bei der Realisierung von Pilotprojekten zur Anwendung und Nutzung von grünem Wasserstoff unterstützt. Zudem werden marktbezogene Investitionsmaßnahmen für die Anwendung von grünem Wasserstoff gefördert. Der Förderaufruf unterteilt sich in die zwei Förderbausteine Forschung & Entwicklung und Investitionsvorhaben. Mit den acht Projekten werden Pilot- und Demonstrationsvorhaben angeschoben, die in einem Gesamtkontext die Wertschöpfungskette Wasserstoffherzeugung, -speicherung und -transport sowie die Nutzung von grünem Wasserstoff in sogenannten Insellösungen bspw. in der Industrie miteinander verknüpfen. Seit dem 1. Januar 2023 werden die Projekte mit einem Fördervolumen von insgesamt 17 Millionen Euro durch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft gefördert.

4.8 Klimaneutrales Stadtquartier „Neue Weststadt Esslingen“

In Esslingen am Neckar entsteht auf der Basis der Power-to-Gas-Technik ein klimaneutrales Stadtquartier. Auf dem ehemaligen Gelände eines Güterbahnhofs werden ca. 480 Wohnungen, Büro- und Gewerbeflächen sowie ein Neubau der Hochschule Esslingen realisiert. Dabei wird vor Ort grüner Wasserstoff erzeugt und für die Nutzung im Stadtviertel, in der Mobilität und der Industrie aufbereitet. Die Neue Weststadt ist eines von sechs städteplanerischen Leuchtturmpro-

jekten, die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit rund 12 Millionen Euro gefördert werden.

4.9 Leuchtturmprojekt „Power-to-Gas Baden-Württemberg“ und Reallabor der Energiewende „H2-Wyhlen“

Der Ansatz, die Elektrolysetechnik weiter zu erforschen und darüber hinaus in der Region Hochrhein anzuwenden, bestimmte auch die Ausgestaltung des Leuchtturmprojekts „Power-to-Gas Baden-Württemberg“ (PtG-BW), welches bereits erfolgreich abgeschlossen werden konnte. In Grenzach-Wyhlen, wurde am ansässigen Wasserkraftwerk eine lokale Elektrolyseanlage mit einer Erzeugungskapazität von 500 kg Wasserstoff am Tag errichtet. Ziel war es, die Wasserstoff-Erzeugung wirtschaftlich nutzbar zu machen. Der Bau der Anlage wurde durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg mit einer Fördersumme von 4,5 Millionen Euro unterstützt. In einer angrenzenden Forschungsplattform des ZSW wurden zusätzlich optimierte Elektrolyseure unter realen Bedingungen erprobt. Die PtG-Anlage gewann 2020 außerdem im Ideenwettbewerb „Reallabore der Energiewende“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Seither wird das Projekt mit Fördergeldern des Bundes unterstützt und erweitert. Im Reallabor „H2Wyhlen“ wird die Kapazität der Elektrolyseanlage in Grenzach-Wyhlen auf sechs Megawatt elektrische Leistung erhöht und unter realen Bedingungen getestet. Auch die Anwendung der Nebenprodukte der Wasserstoffherzeugung wird erforscht und erprobt, so wird die bei der Wasserstoff-Erzeugung entstehende Abwärme zur Beheizung angrenzender Wohnquartiere genutzt.

4.10 Forschungsinitiative „reFuels –Kraftstoffe neu denken“

Das Projekt „reFuels –Kraftstoffe neu denken“ zielt auf die effiziente Herstellung und Anwendung von regenerativ hergestellten Kraftstoffen (reFuels). Neben der Gewinnung von Erkenntnissen zu den Anwendungseigenschaften und der Demonstration in der Praxis steht ebenso die Schaffung von gesellschaftlicher Aufmerksamkeit und Akzeptanz der Technologie im Projektfokus. Das Projekt „reFuels –Kraftstoffe neu denken“ ist im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft BW (SDA) des Landes entstanden. Das Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg fördert das Projekt mit 5,0 Millionen Euro.

In 2021 ist die „Projektgruppe reFuels“ entstanden, die die wachsende Anzahl an Aktivitäten und Projekten im Bereich reFuels im Land begleitet und koordiniert.

Baden-Württemberg hat bei der Forschung und Entwicklung im Bereich reFuels eine Vorreiterfunktion in Deutschland und aufbauend aus ersten Erkenntnissen im Juli 2022 eine Roadmap für reFuels BW beschlossen. Eine der wichtigsten Maßnahmen ist die Unterstützung der Mineralölraffinerie Oberrhein MiRO in Karlsruhe bei der Transformation zur grünen Raffinerie und der Realisierung einer industriellen (Demonstrations-)Anlage. Die Maßnahmen gliedern sich in Maßnahmen zur Steigerung des Angebots, Maßnahmen zur Steigerung der Nachfrage im Land und Maßnahmen zur Gestaltung des politischen Rahmens.

Im Programm reFuels werden darüber hinaus diverse weitere Projekte gefördert, die allesamt das Ziel verfolgen, den Hochlauf und den Einsatz von erneuerbar erzeugten Kraftstoffen und die Transformation im Raffineriebereich zu unterstützen. Dafür stehen weitere rund 15 Millionen Euro zur Verfügung.

4.11 Herstellung von grünem Wasserstoff – „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“

Grüner Wasserstoff gewinnt bei der Energiewende immer weiter an Bedeutung und eröffnet große Chancen für Wirtschaft und Industrie. Dies macht einen massiven Ausbau der Elektrolysekapazitäten nötig. Bis zum Jahr 2035 wird laut einer Studie für Baden-Württemberg eine benötigte Elektrolyseleistung von etwa 9 Gigawatt prognostiziert, wenn der errechnete Wasserstoffbedarf von 16,6 TWh im selben Zeitraum gedeckt werden soll.

Im Projekt „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ steht die Industrialisierung der Elektrolysetechnik und die Sicherstellung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit für mittelständische Unternehmen aus Baden-Württemberg im Fokus. Ziel des Projekts ist die Konzeption und der Aufbau eines Elektrolyse-Demonstrators am ZSW. Hierfür stellt das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg 5 Millionen Euro an Fördermitteln bereit.

Der unter Einbindung baden-württembergischer Expertise und Komponenten aufgebaute Elektrolyse-Demonstrator mit einer elektrischen Leistung von rund einem MW soll die Industrialisierung der Wasserstofftechnologie und eine Serienfertigung auf Landesebene beschleunigen. Die Anlage ist modular konzipiert, sodass aufbauend auf dieser kleinsten Einheit die Technologie künftig auf einfache Weise auch in größere Leistungsklassen skaliert werden kann.

4.12 „Zero-Emission“ und RegioWIN-Leuchtturmprojekt „Hydrogenium“

Das Projekt „Zero Emission“ soll dazu beitragen, die Wirtschaftlichkeit und damit die Marktfähigkeit von Wasserstofftechnologien zu verbessern. Im Fokus steht die Technologieentwicklung. Ziel ist es, die vor- und nachgelagerten Prozesse

effizienter zu gestalten. Dazu zählen alle wesentlichen Bausteine der Wasserstofftechnologie – von der Erzeugung über die Speicherung bis hin zur Nutzung an den DLR- und ESA-Prüfständen für Raketentriebwerke auf dem DLR-Standort Lampoldshausen. Das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus fördert seit 2020 das Forschungsprojekt „Zero Emission“ am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in Lampoldshausen mit rund 16 Millionen Euro.

Das Forschungsprojekt „Zero Emission“ ist in drei Teilprojekte gegliedert:

- Teilprojekt 1 „Grüne Raumfahrt“: Ziel ist der Ausbau von Erzeugungskapazitäten für grünen Wasserstoff, der in erster Linie an den Raketenprüfständen genutzt werden soll. Ein Wasserstoffverflüssiger wird vor Ort auch kryogenen Flüssigwasserstoff erzeugen. Es wird untersucht, inwieweit Wasserstoffverluste in den Versorgungsanlagen wieder einzufangen und durch erneute Verflüssigung sinnvoll aufzubereiten sind.
- Teilprojekt 2: „CO₂-neutraler Standort“: Es wird ein optimiertes Energiesystem am Standort ausgelegt und umgesetzt. Dabei werden Methoden des maschinellen Lernens untersucht, um eine optimierte Betriebsführung der Komponenten zu ermöglichen. Außerdem werden durch die Beschaffung mehrerer Brennstoffzellenfahrzeuge auch Forschungs- und Entwicklungsthemen im Bereich der H₂-Mobilität bearbeitet.
- Teilprojekt 3: „H₂-Technikum“: In dem Teilprojekt „H₂-Technikum“ wird eine modulare und flexible Testumgebung für Wasserstofftechnologien aufgebaut. Zusammen mit Partnern aus Industrie und Forschung soll dabei die gesamte Wertschöpfungskette von der Produktion grünen Wasserstoffs im Elektrolyseur bis zur Anwendung, beispielsweise in Brennstoffzellen betrachtet werden.

Das im Rahmen des vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus federführend durchgeführten Wettbewerbs RegioWIN 2030 prämierte Leuchtturmprojekt „Hydrogenium“ ermöglicht am DLR-Standort in Lampoldshausen die Entstehung eines Test- und Anwendungszentrums, welches Unternehmen in der Entwicklung und Erprobung von Wasserstofftechnologien unterstützt. Das Testfeld wird für Industrie, Forschung und Entwicklung die Möglichkeit bieten, flüssigwasserstoffbasierte Systeme und Komponenten zu erproben, weiterzuentwickeln und genehmigungsrechtliche Versuche durchzuführen. Daneben bietet das „Hydrogenium“ auch Beratungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten für Unternehmen, Kommunen, wissenschaftliche Institutionen und andere Organisationen an, welche durch Wasserstoffanwendungen einen Beitrag zur Energiewende anstreben. Das Projekt gilt als Vorhaben von strategischer Bedeutung im Rahmen des EFRE-Programms Baden-Württemberg in der Förderperiode 2021-27 und verfügt über ein Projektvolumen von 11,65 Millionen Euro, davon 4,66 Millionen Euro aus EFRE-Mitteln und 2,33 Millionen Euro ergänzende Landesmittel des Ministeriums für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus.

4.13 Projekte des „Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff – NIP“

Im Rahmen der Fortführung des Nationalen Innovationsprogramms: Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP 2) des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr konnten baden-württembergische Akteure Fördermittel in Höhe von über 62,4 Millionen Euro in Baden-Württemberg einwerben. Die zehn durch den Bund geförderten Projekte im Land nehmen eine nachhaltige Mobilität in den Fokus und zielen darauf ab, innovative Technologien zum Markteintritt zu führen.

4.14 Forschungsstarke Hochschulen und Forschungseinrichtungen als Basis für Innovation

Mit dem Forschungsneubau für das Kompetenz- und Innovationszentrum Wasserstofftechnologien und Kognitive Energiesysteme - HYKOS - am Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg wird die Forschungsinfrastruktur des Landes im Bereich Wasserstofftechnologien weiter ausgebaut und zudem die wirtschaftsnahe Energieforschung gestärkt. Das Vorhaben wird dabei die Möglichkeit bieten, den technologischen Vorsprung der Industrie zu sichern und auszubauen. Die Gesamtfinanzierung für den Neubau in Höhe von 42 Millionen Euro erfolgt zu jeweils 50 Prozent durch den Bund und das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus. .

Die Fraunhofer Gesellschaft strebt die Ausgründung eines Fraunhofer-Instituts H2T mit den Themenschwerpunkten „Wasserstoff“ und „nachhaltige synthetische Kraftstoffe“ aus dem Fraunhofer-ISE in Freiburg an. Ein neues Fraunhofer-Institut würde den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Baden-Württemberg stärken und der Wasserstoff-Roadmap-Umsetzung sowie der Transformation der Industrie dienen. Baden-Württemberg hätte mit der Ausgründung perspektivisch die große Chance, einen internationalen Leuchtturm zu schaffen und Baden-Württemberg an die Spitze der Wasserstoffforschung zu bringen.

Aktuell laufen rund 90 Wasserstoffprojekte an Hochschulen des Landes. In Summe werden diese Projekte mit 78,2 Millionen Euro gefördert. Die größten Fördermittelgeber sind der Bund mit ca. 49,6 Millionen Euro und die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mit ca. 14,3 Millionen Euro. Förderungen der EU belaufen sich auf 6,7 Millionen Euro und das Land Baden-Württemberg fördert Projekte im Umfang von 4,3 Mio. Euro. Industrie, Stiftungen und Sonstige

fördern mit 3,2 Millionen Euro. Die drei forschungsstärksten Standorte in diesem Bereich sind das KIT sowie die Universitäten Ulm und Freiburg. Die beiden größten Projekte sind am KIT das Vorhaben „TransHyDE“ zum Transport und der Anwendung von flüssigem Wasserstoff (Fördersumme 11,8 Millionen Euro) und der Sonderforschungsbereich CataLight an der Universität Ulm (Fördervolumen 10 Millionen Euro).

Forschungsinfrastrukturen an wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen

Am ZSW in Stuttgart wird aktuell ein „Forschungstechnikum Regenerative Energien und Materialforschung“ aufgebaut. Das Gesamtvorhaben wird mit Mitteln aus dem Programm REACT-EU in Höhe von 2,5 Millionen Euro gefördert. Der vom Vorhaben umfasste Teilbereich Elektrolyse steht im Zusammenhang mit den Forschungsarbeiten im Bereich Wasserstoff sowie strombasierte Kraftstoffe. Das Bauprojekt ermöglicht z. B. den Aufbau eines Elektrolyse-Teststandes für die Erprobung von Elektrolysekomponenten zur Vortestung für die industrielle Umsetzung in Großanlagen sowie der Aufbau von Technologien zur CO₂-Gewinnung aus Luft.

Ebenfalls mit Mitteln aus REACT-EU erfolgt seit Februar 2022 mit 4 Millionen Euro die Förderung des Projekts „Hy-GenLab“ (Hydrogen Generation Labor). Mit diesem wird die Forschungsinfrastruktur des ZSW im Bereich Wasserstoff-Erzeugung und eFuels zielgerichtet ausgebaut, um u. a. Skalierungskonzepte für den Markthochlauf und großtechnische Anwendung von Wasserstoff-Technologien zu erforschen. Neben verschiedenen Elektrolyseprüfständen vom Kilowatt-bis in den Megawatt-Maßstab umfasst die Erweiterung auch Messtechnik und Analysegeräte für die Qualitätssicherung von Bauteilen und Komponenten für Elektrolyseure.

Kontakt

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Baden-Württemberg

Telefon: 0711 126-0

E-Mail: poststelle@um.bwl.de

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Baden-Württemberg

<https://um.baden-wuerttemberg.de/>

Konzeption und Realisation

e-mobil BW GmbH

Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive

Baden-Württemberg

www.e-mobilbw.de

Bildnachweise

Umschlag: © Parradee/AdobeStock

Die Bildrechte liegen, soweit nicht direkt im Bild vermerkt, bei den in der Bildunterschrift jeweils angegebenen Unternehmen und Institutionen.

Layout/Satz/Illustration

markentrieb – Die Kraft für Marketing und Vertrieb

GEMEINSAM
ANPACKEN.
KLIMANEUTRAL
2040