

## **Große Anfrage**

**der Fraktion der FDP/DVP**

**und**

## **Antwort**

**der Landesregierung**

### **Technologieoffener Wasserstoffhochlauf in Baden-Württemberg**

Große Anfrage

Wir fragen die Landesregierung:

#### **I. Resiliente Rahmenbedingungen**

1. Welche laufenden Wasserstoffprojekte in Baden-Württemberg sind der Landesregierung bekannt (bitte Auflistung mit – so zutreffend – der jeweils durch die Landesregierung, dem Bund und der EU zur Verfügung gestellten Förderungsbeträge)?
2. Welche konkreten Maßnahmen plant die Landesregierung noch in dieser Legislaturperiode, um den Wasserstoffhochlauf in Baden-Württemberg zügig, effizient und – mit Blick auf den auf Bundesebene beschlossenen Koalitionsvertrag – technologieoffen voranzutreiben (bitte mit eindeutigen Zeitangaben der Etappenziele)?
3. Mit welchen Ländern gedenkt sie Energiepartnerschaften abzuschließen, um den technologieoffenen Wasserstoffhochlauf in Baden-Württemberg durch Importe zu unterstützen?
4. Inwieweit soll Wasserstoff in Baden-Württemberg in den nächsten fünf, zehn und 15 Jahren zur Verwendung hergestellt werden, zumindest unter Angabe der dabei angedachten Herstellungsverfahren, der mit den jeweiligen Herstellungsverfahren jeweils erwarteten Wasserstoffmengen und des angenommenen bzw. erwarteten Umfangs der Nachfrage nach Wasserstoff in den verschiedenen Verwendungsbereichen?

5. Wie gedenkt sie in Anbetracht der Volatilität Erneuerbarer Energien (insb. mit Blick auf sog. Dunkelflauten, kaum vorhandene Speicherkapazitäten des Stromnetzes und das auf fehlende Leitungskapazitäten zurückführbare Phänomen des sog. Redispatching), planungs- und versorgungssicher auf die erforderlichen Mengen Erneuerbarer Energien zu kommen, um in Baden-Württemberg in relevanter Größenordnung Wasserstoff durch Elektrolyse zu produzieren?
6. Woher soll der für die Wasserstoffelektrolyse notwendige Strom in Zeiten sog. kalter Dunkelflauten bezogen werden (bitte unter Angabe der beim Strombezug in kalten Dunkelflauten zu erwartenden Mehrkosten)?
7. Welchen Stromverbrauch erwartet die Landesregierung vor dem Hintergrund des im Koalitionsvertrag auf Bundesebene angegebenen Bruttostrombedarfs von 680 bis 750 TWh, des bei der Wasserstoffelektrolyse anfallenden Stromverbrauchs sowie der Elektrifizierung weiter Teile von Industrie und Verkehr in den kommenden vier Jahren?

## II. Technologieoffenheit bei Wasserstoffgewinnung

1. Welche Fortschritte kann sie seit der Veröffentlichung der Wasserstoffstrategie im Dezember 2020 bei dem auch im grün-schwarzen Koalitionsvertrag festgehaltenen Ausbau wasserstoffbezogener Produktions- und Anwendungskapazitäten in Baden-Württemberg verzeichnen (bitte in Relation zum Ausbau der anderen Energiebereiche)?
2. In welchem Umfang unterstützt sie (kommunale) Strom- und Gasnetzbetreiber beim Aufbau dezentraler Kopplungspunkte von Erneuerbaren Energieanlagen und Wasserstoffelektrolyseuren (sog. Wasserstoffinseln), um energie- und klimabilanziell dysfunktionale Maßnahmen (etwa Redispatching, s. o.) zu reduzieren, zukunftsfähige kommunale Einnahmequellen zu erschließen und einem zügigen Wasserstoffhochlauf Vorschub zu leisten?
3. Welchen Stellenwert misst die Landesregierung bei einem raschen, technologieoffenen und resilienten Wasserstoffhochlauf dem in der Wasserstoff-Roadmap der Landesregierung nur am Rande thematisierten Dampfreformierungsverfahren bei, mit dem sich, in Entsprechung zur RED II Richtlinie der EU, klimaneutraler Wasserstoff (Gase mit CO<sub>2</sub>-Emissionen von max. 131 g CO<sub>2</sub>-eq/kWh) weitaus günstiger (Dampfreformierung mit CCU/CCS: 12–20 US-Dollar/MBtu; Elektrolyse: 25–65 US-Dollar/MBtu; vgl. DVGW-Infobroschüre „Klimaschutz und Resilienz“ vom April 2021), energieeffizienter (Dampfreformierung: ~63,3 kJ/mol H<sub>2</sub>; Elektrolyse: ~285,9 kJ/mol H<sub>2</sub>; vgl. den Artikel Levelized cost of CO<sub>2</sub> mitigation from hydrogen production routes, in: „Energy & Environmental Science“ 12 aus dem Jahr 2019) und im industriellen Maßstab herstellen bzw. importieren lassen könnte?
4. Welches Potenzial bieten ihrer Ansicht nach bekannte Verfahren zur Wasserstoffherstellung für einen technologieoffenen und ökologischen Wasserstoffhochlauf (bitte differenziert nach Art des Verfahrens wie beispielsweise die Erdgaspyrolyse, die Biogaspyrolyse etc.)?
5. Inwiefern begreift die Landesregierung in Anbetracht des absehbaren Wertschöpfungspotenzials in der Wasserstoffwirtschaft (weltweit bis zu 2,3 Billionen Euro und 30 Mio. neue Arbeitsplätze bis 2050, vgl. Hydrogen Council, „Hydrogen scaling up“, November 2017) die innovativen und weitaus energieeffizienteren Pyrolyseverfahren (Pyrolyse: ~37,8 kJ/mol H<sub>2</sub>; Dampfreformierung: ~63,3 kJ/mol H<sub>2</sub>; Elektrolyse: ~285,9 kJ/mol H<sub>2</sub>, siehe hierzu den Artikel Levelized cost of CO<sub>2</sub> mitigation from hydrogen production routes, in: „Energy & Environmental Science“ 12 aus dem Jahr 2019) als ein zukunftsfähiges Investitionsfeld, um das technische Know-how Baden-Württembergs weltweit nutzbar zu machen?

### III. Wasserstoffbasierte Transformation der Gasversorgung

1. Mit welchen Anreizen gedenkt die Landesregierung, den im Koalitionsvertrag auf Bundesebene vereinbarten Aufbau wasserstofftauglicher Gaskraftwerke in den nächsten vier Jahre zu fördern?
2. Wie viel Prozent der durch einen vorgezogenen Kohleausstieg (idealerweise 2030) entfallenden Strom- und Wärmeversorgung ließe sich ihrer Ansicht nach durch (wasserstofftaugliche) Gaskraftwerke substituieren?
3. Welche konkreten Maßnahmen plant sie, um bestehende Gasspeicherorte wasserstofftauglich umzurüsten und die Speicherkapazitäten in Baden-Württemberg auszubauen?
4. Welche potenziellen Konsequenzen leitet sie aus der von der EU-Kommission geplanten eigentumsrechtlichen Entflechtung von Gas- und Wasserstoffnetzen für die kommunalen Gasinfrastrukturen im Land ab?
5. Auf welche Höhe beziffert sie
  - a) den Wert der kommunalen Gasnetze,
  - b) potenzielle Wertverluste der kommunalen Gasnetze?
6. Was unternimmt sie, um die bestehenden Gasnetze für eine effiziente und sozialverträgliche Transformation der Energieversorgung wasserstofftauglich umzurüsten (H<sub>2</sub>-readiness) und um reine Wasserstoffnetze zu ergänzen?
7. Wie beabsichtigt sie, im Sinne eines zügigen, effizienten und sozialverträglichen Wasserstoffhochlaufs
  - a) die (kommunalen) Verteilnetzbetreiber bei Investitionen in die Wasserstofftauglichkeit ihrer Netze,
  - b) die bereits am Gastransport- und -verteilnetz angeschlossenen Großindustrie- und Mittelstandskunden bei der Umstellung ihrer Produktions- und Endgeräte auf Wasserstoff,
  - c) die zahlreichen bereits am Gasverteilnetz angeschlossenen Bürgerinnen und Bürger bei der wasserstofftauglichen Umrüstung ihrer privaten Endgerätezu unterstützen?
8. Inwiefern gedenkt sie, mit Blick auf die im Koalitionsvertrag auf Bundesebene angestrebte deutsche Technologieführerschaft im Wasserstoffbereich die Heizgeräteindustrie, bei der Entwicklung wasserstofftauglicher Gasbrennwertgeräte bzw. bei der Schaffung eines „level playing fields“ zur förderlichen Gleichstellung zu elektrischen Alternativen mit vergleichbaren systemischen Emissionen zu unterstützen?

### IV. Wasserstoffbasierte Transformation im Wärmemarkt

1. Wie sollen Kosten und Strombedarf für die in der Kommunalen Wärmeplanung und dem grün-schwarzen Koalitionsvertrag ins Auge gefassten Elektrifizierung im Wärmemarkt gedeckt werden?
2. Welchen Stellenwert misst sie dem freien marktwirtschaftlichen Wettbewerb unterschiedlicher Energieträger und -technologien bei der Kommunalen Wärmeplanung bei?

3. Wie bewertet sie den bei Nichtbenutzung des Gasnetzes notwendigen Ausbau von Strom- und Wärmenetzen hinsichtlich
    - a) der nötigen Baukapazitäten,
    - b) die durch massiertes Baustellenaufkommen verursachten Eingriffe in Landschafts- und Stadtbild sowie deren ökologischen und ökonomischen Folgen,
    - c) der dabei zu erfüllenden Zeithorizonte?
  4. Wie gedenkt sie, einem Rückgang der Sanierungsraten von Bestandsgebäuden und der Modernisierungsraten von Wärmeerzeugern aufgrund von personellen und qualifikatorischen Engpässen im Handwerk zu begegnen?
  5. Welche Implikationen für die in Baden-Württemberg gegenwärtig fast ausschließlich auf fossilen Energieträgern beruhenden Wärmeversorgung (vgl. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, „Leitfaden Kommunale Wärmeplanung“, Dezember 2020) leitet sie aus der im Koalitionsvertrag auf Bundesebene enthaltene Formulierung ab, wonach bis „(z)um 1. Januar 2025 (...) jede neu eingebaute Heizung auf der Basis von 65 Prozent erneuerbarer Energien betrieben werden (soll)“ (Zeile 2991 bis 2992)?
  6. Wie bewertet sie vor dem Hintergrund der Kommunalen Wärmeplanung die Einschätzung führender Energieverbände (etwa BDEW, DVGW, VKU), wonach eine wasserstoffbasierte Wärmewende schnell, effektiv und sozialverträglich erfolgen könnte?
- V. Wasserstoffbasierte Transformation in Mobilität und Verkehr
1. Welche ökologischen Chancen sieht sie in der Herstellung und Nutzung von
    - a) wasserstoffbasierten synthetischen Kraftstoffen und den darauf fußenden Antriebstechnologien,
    - b) wasserstoffbasierter Brennstoffzellentechnologieauf Grundlage von mit Dampfreformierung oder Pyrolyse erzeugten Wasserstoffs?
  2. Inwiefern erachtet sie die heimische Herstellung und Nutzung von wasserstoffbasierten synthetischen Kraftstoffen und den darauf fußenden Antriebstechnologien sowie von wasserstoffbasierter Brennstoffzellentechnologie als ein geeignetes Mittel, um dem nach einer jüngeren Studie des Ifo-Instituts (siehe hierzu die Studie „Auswirkungen der vermehrten Produktion elektrisch betriebener Pkw auf die Beschäftigung in Deutschland“ des Ifo-Instituts vom Mai 2021) aufgrund der geringeren Fertigungs- und Wertschöpfungstiefe von batterieelektrischen Fahrzeugen drohenden Job- und Wohlstandsverlust (bundesweit 178 000 Arbeitsplätze bis 2025) im Automobilland Baden-Württemberg proaktiv entgegenzusteuern?
  3. In welchem Umfang gedenkt sie in dieser Legislaturperiode Kommunen, Verkehrsbetriebe und (Logistik-)Unternehmen bei der Umstellung ihrer Flotten auf Brennstoffzellentechnik zu unterstützen (bitte mit Angabe der dadurch möglichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen)?

4. Welche Etappenziele gedenkt sie beim Tankstelleninfrastrukturausbau in dieser Legislaturperiode zu erreichen (bitte in Relation zu Maßnahmen und Investitionen im Bereich des elektrischen Ladeinfrastrukturausbaus)?

12.1.2022

Dr. Rülke  
und Fraktion

#### Begründung

Unter dem Motto „Mehr Fortschritt wagen“ haben die Ampel-Parteien im Bund die technologieoffene Transformation unserer Energiewirtschaft hin zur Klimaneutralität beschlossen (siehe etwa Zeile 1754 bis 1770, 1945 bis 1946, 1986 bis 1992). Wasserstoff (H<sub>2</sub>) ist hierbei der zentrale Energieträger, mit dessen Hilfe sich die Energiewende rasch, effektiv und sozialverträglich bewältigen ließe.

Durch Rückgriff auf die bereits vorhandene Gasinfrastruktur könnte Wasserstoff schon jetzt ein fester Bestandteil unserer in weiten Teilen noch auf Erdgas (CH<sub>4</sub>) fußenden Energieversorgung werden. Während die deutschen Stromspeicher kaum mehr als 0,4 TWh Speicherkapazität aufweisen, ist allein das bereits bestehende Gasnetz in der Lage, eine Energiemenge von über 220 TWh aufzunehmen (Quelle: DVGW-Infobroschüre „Wasserstoff. Schlüssel für das Gelingen der Energiewende in allen Sektoren“, November 2019). Aus Sicht der Fragesteller gilt es, diese Infrastruktur im Sinne einer raschen, effektiven und sozialverträglichen Energiewende zu nutzen, statt unter hohem Zeit- und Kostenaufwand die Elektrifizierung weiter Teile unseres Lebens (etwa im Bereich des Wärmemarkts) voranzutreiben.

Da sich zahlreiche Produktionsverfahren (etwa im Bereich der Stahl- oder Chemieindustrie) nicht elektrifizieren lassen und bundesweit über 600 Großindustriekunden, 1,6 Millionen industrielle und gewerbliche Letztverbraucher sowie 21 Millionen private Haushalte auf die sichere Versorgung mit Gas angewiesen sind (Quellen: DVGW-Infobroschüre „Klimaschutz und Resilienz“, April 2021; BDEW-Infobroschüre „Das Gasnetz: die Infrastruktur der Energiewende“, Mai 2021), birgt der sukzessive Umstieg von fossilem Erdgas auf Wasserstoff in den Bereichen Industrie, Produktion und Wärmemarkt enormes Transformations- und Dekarbonisierungspotenzial, ohne dabei durch Strukturbruch oder horrenden Sanierungskosten die wirtschaftliche und gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende zu verspielen. Mit Hilfe wasserstoffbasierter synthetischer Kraftstoffe, den dazu zugehörigen Antriebstechnologien sowie der ebenfalls wasserstoffbasierten Brennstoffzellentechnik ließe sich auch der für Baden-Württemberg so wichtige Bereich Verkehr und Mobilität zukunftsfähig transformieren. Gleichzeitig ließe sich so dem im Zuge einer batterieelektrischen Verkehrswende zu erwartenden Arbeitsplatz- und Wohlstandsverlust proaktiv entgegenwirken (siehe hierzu die Ifo-Studie „Auswirkungen der vermehrten Produktion elektrisch betriebener Pkw auf die Beschäftigung in Deutschland“, Mai 2021). Vor diesem Hintergrund muss aus Sicht der Fragesteller der zügige und technologieoffene Wasserstoffhochlauf in Baden-Württemberg eines der obersten energiepolitischen Ziele der Landesregierung sein.

Um den dabei steigenden Wasserstoffbedarf zu decken, werden Deutschland und Baden-Württemberg weiterhin auf Energieimporte angewiesen sein. Schon jetzt sind daher zukunftsfähige Energiepartnerschaften abzuschließen, mit deren Hilfe nicht nur die heimische Versorgungssicherheit, sondern auch die geopolitische Stabilität der Partnerländer gewährleistet werden kann. Wie eine jüngst veröffentlichte Studie („Wasserstoffimporte. Bewertung der Realisierbarkeit von Wasserstoffimporten gemäß den Zielvorgaben der Nationalen Wasserstoffstrategie bis

zum Jahr 2030“, November 2021) des Instituts der deutschen Wirtschaft, des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik und des Wuppertal Instituts jedoch nahelegt, werden Importe allein nicht ausreichen, um Wasserstoff in seinen vielfältigen Anwendungsfeldern im hinreichenden Maß zur Verfügung zu stellen. Auch die heimische Wasserstoffproduktion muss daher stark ausgebaut werden. Für das Technologie- und Exportland Baden-Württemberg bietet sich aus Sicht der Fragesteller hier die einmalige Chance, zum global player im Bereich Wasserstoff und den mit Wasserstoff zusammenhängenden Technologien aufzusteigen, zukunftsfähige Arbeitsplätze zu sichern und so nachhaltigen Wohlstand und rentablen Klimaschutz miteinander zu verbinden.

Antwort\*)

Schreiben des Staatsministeriums vom 12. April 2022 Nr. III-:

In der Anlage übersende ich unter Bezugnahme auf § 63 der Geschäftsordnung des Landtags von Baden-Württemberg die von der Landesregierung beschlossene Antwort auf die Große Anfrage.

Hassler  
Staatssekretär

---

\*) Der Überschreitung der Sechs-Wochen-Frist wurde zugestimmt.

**Anlage:** Schreiben des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Mit Schreiben vom 6. April 2022 Nr. 24-4586/174 beantwortet das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Einvernehmen mit dem Ministerium für Finanzen, dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, dem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus sowie dem Ministerium für Verkehr im Namen der Landesregierung die Große Anfrage wie folgt:

*Wir fragen die Landesregierung:*

**I. Resiliente Rahmenbedingungen**

*1. Welche laufenden Wasserstoffprojekte in Baden-Württemberg sind der Landesregierung bekannt (bitte Auflistung mit – so zutreffend – der jeweils durch die Landesregierung, dem Bund und der EU zur Verfügung gestellten Förderbeträge)?*

Eine detaillierte Aufschlüsselung von Wasserstoffprojekten, die vom Land Baden-Württemberg gefördert werden bzw. worden sind, ist in *Anlage 1 und 2* beigefügt. Die erste Anlage enthält auch Projekte, die vom Bund gefördert werden. Die Wasserstoffprojekte, die mit Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung EFRE gefördert werden, werden in der Übersicht der geförderten Landesprojekte aufgeführt. Die Landesregierung verfügt jedoch über keine vollständige Übersicht über bundes- und EU-geförderte Projekte in Baden-Württemberg.

Aktuell laufen 94 Projekte mit Bezug zu Wasserstoff und Brennstoffzellen, die an Hochschulen in Baden-Württemberg (siehe Anlage 2) gefördert werden. Anlage 2 zeigt ausschließlich Projekte an Hochschulen in Baden-Württemberg, nicht abgebildet werden beispielsweise an Förderprojekten beteiligte Unternehmen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen etc. In Summe werden die in Anlage 2 dargestellten Projekte mit 82,9 Mio. Euro gefördert. Die größten Fördermittelgeber sind der Bund mit ca. 49,6 Mio. Euro und die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mit ca. 14,3 Mio. Euro. Förderungen der EU belaufen sich auf 6,7 Mio. Euro. Das Land Baden-Württemberg fördert Projekte mit Beteiligung der Hochschulen im Umfang von 10 Mio. Euro. Industrie, Stiftungen und Sonstige fördern Projekte mit Bezug zu Wasserstoff und Brennstoffzellen mit 3,2 Mio. Euro. Die drei stärksten Forschungsstandorte 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 Mio. Euro) und der Sonderforschungsbereich Catalight an der Universität Ulm (Fördervolumen 10 Mio. Euro).

*2. Welche konkreten Maßnahmen plant die Landesregierung noch in dieser Legislaturperiode, um den Wasserstoffhochlauf in Baden-Württemberg zügig, effizient und – mit Blick auf den auf Bundesebene beschlossenen Koalitionsvertrag – technologieoffen voranzutreiben (bitte mit eindeutigen Zeitangaben der Etapenziele)?*

Die Landesregierung bereitet den Wasserstoffhochlauf auf Grundlage der Wasserstoff-Roadmap Baden-Württemberg mit den darin genannten Maßnahmen und in Frage 1 genannten Förderungen und Aktivitäten umfassend vor und wird in dieser Legislaturperiode unter Berücksichtigung der technologischen, politischen und ökonomischen Entwicklungen sowie neuer Erkenntnisse und der haushaltspolitischen Rahmenbedingungen zielgerichtet weitere Maßnahmen und Aktivitäten ergreifen.

Konkret wird das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft 2022 ein weiteres Förderprogramm für Erzeugung, Speicherung, Transport und Nutzung von Wasserstoff im Umfang von bis zu 20 Millionen Euro auflegen. Die Landesregierung hat zudem bereits eine positive Grundsatzentscheidung zur Kofinanzierung der vom Bund ausgewählten IPCEI-Projekte Wasserstoff (IPCEI: Important

Projects of Common European Interest) mit Landesbezug getroffen. Die konkrete Förderung dieser strategisch für Baden-Württemberg wichtigen Leuchtturmprojekte ist für den Zeitraum 2022 bis 2026 vorgesehen. Die Ergebnisse und Erfahrungen der laufenden Projekte werden in die Ausgestaltung weiterer Fördermaßnahmen einfließen.

Die Landesregierung sieht die Bereitstellung der notwendigen Infrastruktur für Erzeugung, Speicherung und Transport (einschließlich Import) von Wasserstoff als eine zentrale Voraussetzung für den Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft in Baden-Württemberg an. Sie wird dieses Thema im Dialog mit den Akteurinnen und Akteuren im Land weiter unterstützen, flankieren und sich aktiv für die notwendigen Rahmenbedingungen im Bund und auf europäischer Ebene einsetzen. Die Landesregierung wird neben der Unterstützung des Aufbaus von Erzeugungskapazitäten im Land gezielt den Aus- und Aufbau internationaler Kooperationen (Energiepartnerschaften) für den zusätzlichen Import von Wasserstoff in Abstimmung mit der Bundesebene verfolgen.

Die 2021 bei der Landesagentur e-mobil BW GmbH eingerichtete Plattform H2BW wird ihre Aktivitäten zur Vernetzung, Beratung und Kommunikation von Wasserstoffthemen erweitern und ausbauen. Dazu wird sie zum Beispiel weitere Studien und Themenpapiere zur Unterstützung des Wasserstoffmarkthochlaufs erstellen und begleiten sowie weitere Informationsangebote wie eine Akteurslandkarte, einen Fördermonitor und einen Projektfinder entwickeln. Die Plattform H2BW hat eine Schlüsselrolle für die Akteurinnen und Akteure in Baden-Württemberg eingenommen und trägt zudem zur Außendarstellung der technologischen Kompetenzen des Landes bei.

Um die Wasserstoff-Roadmap des Landes strategisch an die sich verändernden Rahmenbedingungen anzupassen und um eine fortlaufende Kongruenz mit den Strategien auf Bundesebene und auf europäischer Ebene zu gewährleisten, wird eine inhaltliche Weiterentwicklung der Roadmap in dieser Legislaturperiode umgesetzt.

Das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus plant, den Aufbau eines Testzentrums „Center for Crash and Impact Test“, kurz CITE, mit ca. 20,7 Mio. Euro in den Jahren 2022 bis 2026 zu fördern. Das Testzentrum zielt auf die neuen Zulassungskriterien der Europäischen Agentur für Flugsicherheit EASA ab, um insbesondere im Bereich neuer, klimaneutraler Luftfahrzeugkonzepte wie Flugtaxi oder Hubschrauber mit elektrischen Antrieben den Weg zu einer breiten Markteinführung zu bereiten. Für die nach dem neuen Regelwerk verlangten Crashtests von großen Strukturbauteilen gibt es aktuell keinen geeigneten Teststand in Europa. Neben größeren Strukturbauteilen für Flugzeuge werden dort insbesondere auch Chassis für Hubschrauber oder Lufttaxi ebenso wie große Wasserstoffdrucktanks, wie sie beispielsweise für Flugzeuge mit Brennstoffzellen erforderlich sind, in Crash- bzw. Impacttests auf ihr Verhalten unter extremen Lastbedingungen getestet werden.

Der Landkreis Rems-Murr hat am 27. Januar 2022 einen Antrag auf Förderung eingereicht, in dem dargestellt wird, wie auf dem Gelände der Gewerblichen Schule Backnang mit einer Förderung durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg über 2,74 Mio. Euro das neue Wasserstoffkompetenzzentrum „HyLab“ entstehen soll. Dieser Antrag wurde am 22. März 2022 bewilligt. Für Schülerinnen und Schüler, Fachkräfte und Interessierte soll im Sinne einer Lernfabrik mit einem zusätzlichen Showroom zu den Zukunftstechnologien Wasserstoff und Brennstoffzelle ein Wissensort geschaffen werden, der mit modernsten Medien sowie einer interaktiven Inszenierung regional ausstrahlen wird. Das Vorhaben soll 2025 abgeschlossen sein.

Im Rahmen des im Wettbewerb RegioWIN 2030 prämierten Leuchtturmprojekts „HydrogenHub“, das mit 4,7 Mio. Euro aus EFRE-Mitteln und mit 2,3 Mio. Euro aus Landesmitteln unterstützt werden soll, entsteht das Technikum „HydrogenHub“ am DLR Standort Hardthausen. Ziel des Technikums ist der Technologie- und Wissenstransfer aus der Raumfahrt und eine Versorgung mit grünem Wasserstoff. Die Schaffung von Testmöglichkeiten steht beim Technikum im Mittelpunkt. Aus dem Aufbau und Betrieb werden auch techno-ökonomische Daten generiert.

*3. Mit welchen Ländern gedenkt sie Energiepartnerschaften abzuschließen, um den technologieoffenen Wasserstoffhochlauf in Baden-Württemberg durch Importe zu unterstützen?*

Die Landesregierung steht mit verschiedenen Regionen und Ländern bezüglich des Themas Wasserstoff im Austausch und flankiert die Vernetzung von relevanten Akteurinnen und Akteuren. Hier ist beispielhaft Schottland zu nennen. Es ist eine gemeinsame Absichtserklärung geplant, um bei den Themen Klima, Energie und Innovation, darunter auch Wasserstoff, enger zusammenzuarbeiten. Mit Andalusien wird ebenfalls eine Kollaboration im Bereich erneuerbarer Energien, Wasserstoff und reFuels angestrebt. Weitere Kooperationen werden geprüft. Das Land ist auch in internationalen Netzwerken und Plattformen wie der European Hydrogen Valley Partnership, der regionalen Säule der Hydrogen Europe Organisation und der Themengruppe Wasserstoff der EU-Alpenraumstrategie aktiv, die ebenfalls der internationalen Zusammenarbeit dienen. Zudem soll der jährlich in Stuttgart stattfindende Kongress f-cell noch stärker international ausgerichtet werden.

Das Land Baden-Württemberg orientiert sich bei seinen Außenwirtschaftsaktivitäten an den bereits geschlossenen Energiepartnerschaften des Bundes ([https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/jahresbericht-energiepartnerschaften-2020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/jahresbericht-energiepartnerschaften-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=4)).

So hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) in seinem Jahresbericht 2020 Aktivitäten in weltweit 24 Ländern aufgelistet. Diese reichen von Partnerschaften über Kooperationen bis hin zu Dialogen. Das Themenfeld Wasserstoff wird bei 17 Ländern explizit aufgegriffen. Des Weiteren bietet die Wirtschaftsfördergesellschaft des Bundes, Germany Trade and Invest (GTAI) aktuell einen globalen Überblick zu mehr als 30 Ländern zum Thema Wasserstoff an (<https://www.gtai.de/gtai-de/trade/specials/wasserstoff-ein-globaler-ueberblick-234570>).

Diese Informationen werden bei den Planungen der Außenwirtschaftsaktivitäten des Landes ebenso berücksichtigt und fließen in das vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus geförderte Außenwirtschaftsprogramm von Baden-Württemberg International (BW-i) ein. So soll beispielsweise 2023 die FC Expo in Tokyo/Japan mit ins Programm aufgenommen werden. Dies ist die weltweit größte Messe mit angeschlossener Konferenz im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien.

Die Bundesregierung spricht im Zusammenhang mit dem Import von grünem Wasserstoff u. a. von der Initiative zur Gründung von Klimapartnerschaften sowie eines für alle Staaten offenen internationalen Klimaclubs. Mit dem Ziel, langfristige Wertschöpfungs- und Lieferketten unter Nutzung sogenannter Doppelauktionsverfahren aufzubauen, wurde das Förderinstrument H2Global am 23. Dezember 2021 mit einem Volumen von 900 Millionen Euro vom BMWK bewilligt. Dabei sollen Wasserstoff oder Wasserstoffderivate günstig auf dem Weltmarkt eingekauft und in der EU meistbietend verkauft werden. Die ersten Abnahmeverträge im Rahmen von H2Global sollen nach Angaben des BMWK im Jahr 2022 geschlossen werden. Die ersten Lieferungen nachhaltiger Energieträger auf Wasserstoffbasis nach Deutschland und Europa sind für das Jahr 2024 geplant. Die Landesregierung wird die Aktivitäten des Bundes eng begleiten und misst der Beteiligung des Landes an grenzüberschreitenden und internationalen Kooperationen zum Thema Wasserstoff einen hohen Stellenwert bei.

Ergänzend wird auf die Stellungnahme vom 24. Januar 2022 zum Antrag der Abgeordneten Jutta Niemann u. a. Grüne zum Bedarf nach grünem Wasserstoff in Baden-Württemberg (Drucksache 17/1515) verwiesen.

*4. Inwieweit soll Wasserstoff in Baden-Württemberg in den nächsten fünf, zehn und 15 Jahren zur Verwendung hergestellt werden, zumindest unter Angabe der dabei angedachten Herstellungsverfahren, der mit den jeweiligen Herstellungsverfahren jeweils erwarteten Wasserstoffmengen und des angenommenen bzw. erwarteten Umfangs der Nachfrage nach Wasserstoff in den verschiedenen Verwendungsbereichen?*

Ein Großteil des deutschen und somit auch des baden-württembergischen Wasserstoffbedarfes wird langfristig durch Importe abgedeckt werden müssen. Diese Einschätzung steht im Einklang mit der Nationalen Wasserstoffstrategie, die für das Jahr 2030 von einem gesamtdeutschen Wasserstoffbedarf von 90 bis 110 Terawattstunden (TWh) ausgeht, dem eine avisierte Erzeugungskapazität von 14 TWh grünen Wasserstoffs gegenübersteht. Die neue Bundesregierung hat das Ausbauziel für Erzeugungskapazitäten von 5 Gigawatt auf 10 Gigawatt erhöht. Damit ließen sich ungefähr 30 TWh Wasserstoff erzeugen. Der Importanteil in Baden-Württemberg wird voraussichtlich in Relation dazu noch höher ausfallen.

Eine derzeit noch laufende Studie zur aktuellen Situation des Wasserstoffbedarfs und Erzeugungspotenzials in Baden-Württemberg nimmt eine Betrachtung bis 2035 vor und geht nach derzeitigem Stand von einer Steigerung des Bedarfs von derzeit 3,1 TWh Wasserstoff auf 16,5 TWh im Jahr 2035 aus (Industrie: 4,0 TWh, davon 0,8 TWh stofflich; Umstellung der Kraftwerke auf H<sub>2</sub>-ready: 9,9 TWh; Verkehr: 1,4 TWh; Beimischung ins Erdgasnetz: 1,2 TWh). Derzeit wird in den Industrieprozessen primär grauer Wasserstoff eingesetzt. Das langfristige Ziel muss auch hier die Verwendung von grünem Wasserstoff sein.

Fossile Energieträger und Rohstoffe sollen zunehmend durch erneuerbare ersetzt werden. Als chemischer Energieträger und wichtiger Rohstoff für viele Produkte spielt grüner Wasserstoff, der künftig größtenteils mittels Elektrolyse von Wasser gewonnen wird, eine zentrale Rolle. Je nach Herstellungsmethode fallen unterschiedlich hohe Kosten der Wasserstofferzeugung an. Ein zentraler Bestandteil für die Produktionskosten von Wasserstoff mittels Elektrolyse sind die Stromkosten. Hier gilt es, Modelle zu entwickeln und die Rahmenbedingungen dafür zu schaffen, die Elektrolyseure bei niedrigen Strombezugskosten mit möglichst hoher Auslastung betreiben zu können. Darüber hinaus wird es von der Entwicklung der Nachfrage nach Wasserstoff und weiteren Randbedingungen wie beispielsweise den Transport- oder Speichermöglichkeiten abhängen, in welcher Höhe entsprechende Erzeugungskapazitäten aufgebaut werden. Weitere Parameter lassen sich derzeit allenfalls grob abschätzen. Eine genaue Prognose über die Entwicklung der Erzeugungskapazitäten in Baden-Württemberg ist deshalb nicht möglich. Unter der Annahme, dass der entstehende Bedarf an grünem Wasserstoff in einer Übergangsphase bis zu einer Versorgung über ein Pipelinesystem oder der Versorgung bspw. per Schiff in erster Linie durch eine weitgehend regionale Erzeugung gedeckt werden muss, könnte die oben genannte Bedarfsentwicklung ein Anhaltspunkt für die erforderlichen Erzeugungskapazitäten sein. Dabei ist allerdings zu beachten, dass für einzelne Anwendungen, wie den Betrieb eines Gaskraftwerks, die Versorgung mit günstigem Wasserstoff über eine Pipeline zwingend erscheint.

Nach o. g. Studie liegen die bisher geplanten Erzeugungskapazitäten in Baden-Württemberg bis 2035 jedoch weiter unter dem voraussichtlichen Wasserstoffbedarf. Auch wenn in Zukunft zusätzliche Erzeugungskapazitäten in Baden-Württemberg hinzukommen sollten, bliebe in 2035 voraussichtlich ein sehr hoher Importanteil erforderlich.

5. *Wie gedenkt sie in Anbetracht der Volatilität Erneuerbarer Energien (insb. mit Blick auf sog. Dunkelflauten, kaum vorhandene Speicherkapazitäten des Stromnetzes und das auf fehlende Leitungskapazitäten zurückführbare Phänomen des sog. Redispatching), planungs- und versorgungssicher auf die erforderlichen Mengen Erneuerbarer Energien zu kommen, um in Baden-Württemberg in relevanter Größenordnung Wasserstoff durch Elektrolyse zu produzieren?*
6. *Woher soll der für die Wasserstoffelektrolyse notwendige Strom in Zeiten sog. kalter Dunkelflauten bezogen werden (bitte unter Angabe der beim Strombezug in kalten Dunkelflauten zu erwartenden Mehrkosten)?*

Die Fragen I. 5 und I. 6 werden aufgrund des sachlichen Zusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Den zukünftigen Mengenbedarf an grünem Wasserstoff in Baden-Württemberg und Deutschland einzuschätzen, haben sich verschiedene Studien und Marktabfragen zur Aufgabe gemacht. Eine allgemeingültige Aussage zur Höhe des künftigen Wasserstoffbedarfs und seiner Folgeprodukte lässt sich aufgrund der teils großen Abweichungen daraus jedoch nicht ableiten. Wasserstoff wird bei der Erreichung der Klimaneutralität aber eine essenzielle Rolle spielen. Zudem ist Wasserstoff im direkten Vergleich mit elektrischem Strom grundsätzlich in großen Mengen kostengünstig und effizient speicherfähig. Hierdurch erwächst hinsichtlich Erzeugung und Nachfrage eine Entkopplungs- und Flexibilitätsfunktion.

Baden-Württemberg ist derzeit und wird auch in Zukunft ein Energieimportland bleiben. Dies gilt auch für Energie in Form von Strom. Angesichts des Ausstiegs aus der Atomenergie und der anstehenden deutlichen Reduzierung der fossilen Energieerzeugung bedarf es eines ambitionierten Ausbaus der erneuerbaren Energieerzeugung in Baden-Württemberg. Dennoch wird Baden-Württemberg angesichts des steigenden Strombedarfs auch in den Sektoren Wärme und Verkehr und gegebenenfalls zur Erzeugung von Wasserstoff einen steigenden Importbedarf von Strom haben. Dem Ausbau der Stromnetze kommt insofern eine große Bedeutung für Baden-Württemberg zu. Neben einem höheren Strombedarf wird Baden-Württemberg zukünftig auch einen steigenden Bedarf an Wasserstoff haben. Insofern gilt es, die hierfür erforderlichen Infrastrukturen rechtzeitig zu errichten, da der überwiegende Teil des Wasserstoffbedarfs zukünftig importiert und nicht in Baden-Württemberg erzeugt werden wird. Dennoch ist zu erwarten, dass es auch in Baden-Württemberg geeignete Standorte für Elektrolyseure geben wird, die erneuerbar erzeugten Strom nutzen werden (siehe dazu auch die Stellungnahme der Landesregierung Drucksache 17/1515).

Das Geschäftsmodell einer Elektrolyse ist neben den anzusetzenden Preisen für Strom insbesondere von der Betriebsweise abhängig. Die Ausgestaltung des Geschäftsmodells obliegt der unternehmerischen Entscheidung. Die Landesregierung kann daher keine Aussage zu spezifischen Produktionskosten treffen.

7. *Welchen Stromverbrauch erwartet die Landesregierung vor dem Hintergrund des im Koalitionsvertrag auf Bundesebene angegebenen Bruttostrombedarfs von 680 bis 750 TWh, des bei der Wasserstoffelektrolyse anfallenden Stromverbrauchs sowie der Elektrifizierung weiter Teile von Industrie und Verkehr in den kommenden vier Jahren?*

Aufgrund der neuen Zielsetzungen des Klimaschutzgesetzes Baden-Württemberg (KSG BW) werden derzeit in einem Forschungsvorhaben Sektorziele für das Jahr 2030 sowie szenarienbasiert ein möglicher Pfad berechnet und beschrieben, mit dem im Jahr 2040 ein klimaneutrales Baden-Württemberg erreicht werden kann. Im Rahmen des Vorhabens werden quantitative und qualitative Untersuchungen zur Umsetzung des im KSG BW festgelegten Ziels der Klimaneutralität bis 2040 durchgeführt. Dies beinhaltet auch Aussagen zur Entwicklung des Stromverbrauchs. Aufgrund des neuen Klimaschutzziels, des noch laufenden Forschungsvorhabens und den sich auch auf Bundesebene ändernden Rahmenbedingungen können derzeit noch keine detaillierten Aussagen getroffen werden.

## II. Technologieoffenheit bei Wasserstoffgewinnung

*1. Welche Fortschritte kann sie seit der Veröffentlichung der Wasserstoffstrategie im Dezember 2020 bei dem auch im grün-schwarzen Koalitionsvertrag festgehaltenen Ausbau wasserstoffbezogener Produktions- und Anwendungskapazitäten in Baden-Württemberg verzeichnen (bitte in Relation zum Ausbau der anderen Energiebereiche)?*

In den kommenden Jahren und bis ein Anschluss an Verteilnetzstrukturen möglich ist, wird Wasserstoff vor allem in einem regionalen Umfeld erzeugt und verbraucht werden. Wie bereits unter I. 4 dargestellt, wird Deutschland und somit auch Baden-Württemberg nur in einem begrenzten Umfang eigene Erzeugungskapazitäten für grünen Wasserstoff aufbauen können, weshalb der Import von grünem Wasserstoff notwendig wird.

Die aktuelle Elektrolysekapazität in Baden-Württemberg beträgt weniger als 0,1 TWh/a. Weitere Erzeugungskapazitäten werden im Rahmen verschiedener Projekte auf- und ausgebaut. So sollen beispielsweise im Rahmen der EFRE-Modellregionen Grüner Wasserstoff knapp 20 MW Elektrolysekapazität aufgebaut bzw. für die Erzeugung von grünem Wasserstoff genutzt werden.

Die jetzige Phase des Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft ist noch sehr von der Technologieentwicklung und ersten Industrialisierungsschritten geprägt. Dementsprechend sind in Baden-Württemberg bisher noch sehr wenige Wasserstoffanwendungen zu verzeichnen. Exemplarisch wird dies bei der zu erwartenden Nutzung von Wasserstoff im Schwerlastverkehr deutlich. Hier ist damit zu rechnen, dass ab 2024 erste Brennstoffzellen-Lkw im Rahmen von Pilotprojekten im Straßengüter-Fernverkehr zum Einsatz kommen. Die industrielle Produktion der Zugmaschinen dürfte wenige Jahre später folgen und der Bedarf an Wasserstoff wird steigen. Dies erfordert den Aufbau der entsprechenden Infrastruktur. In anderen Bereichen wie industriellen Wasserstoffanwendungen ist mit vergleichbaren Entwicklungen zu rechnen. In Bereichen, in denen heute schon (vorwiegend grauer) Wasserstoff verwendet wird, könnte theoretisch zwar schneller auf grünen Wasserstoff umgestellt werden. Da es sich aber oft um chemische Grundstoffe handelt, spielt die Preisentwicklung eine große Rolle. Deshalb dürfte auch hier ein größerer Bedarf an grünem Wasserstoff erst dann entstehen, wenn auf der Seite der Erzeugung und des Transports Skaleneffekte greifen und die Kosten entsprechend sinken. Kurz- und mittelfristig wird ein Großteil der Wasserstoffanwendungen eher im Projektmaßstab bspw. in Modellregionen abgebildet.

Anders verhält es sich beim Aufbau der Produktionskapazitäten für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien. Allein die in Baden-Württemberg angesiedelten Projekte im Rahmen der „Important Projects of Common European Interest“ für Wasserstofftechnologien und -systeme (IPCEI Wasserstoff) zeigen deutlich, dass die Industrie ein großes Interesse an diesem Technologiebereich hat und entsprechende Großprojekte plant, die rasch umgesetzt werden sollen. Ein Schwerpunkt der Projekte in Baden-Württemberg liegt im Bereich der Brennstoffzellentechnologien sowohl im Mobilitätsbereich als auch für stationäre Anwendungen. Es ist anzunehmen, dass neben den Unternehmen, die die Förderung von IPCEI-Projekten beantragt haben, auch andere hochinnovative Unternehmen unterschiedlichster Größe aufgrund des Wasserstoffhochlaufs in den kommenden Jahren neue Produkte entwickeln und in den Markt bringen werden.

*2. In welchem Umfang unterstützt sie (kommunale) Strom- und Gasverteilnetzbetreiber beim Aufbau dezentraler Kopplungspunkte von Erneuerbaren Energieanlagen und Wasserstoffelektrolyseuren (sog. Wasserstoffinseln), um energie- und klimabilanziell dysfunktionale Maßnahmen (etwa Redispatching, s. o.) zu reduzieren, zukunftsfähige kommunale Einnahmequellen zu erschließen und einem zügigen Wasserstoffhochlauf Vorschub zu leisten?*

Im Rahmen der Energiewende hat Deutschland die Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien als ein zentrales Ziel festgelegt. Für den Stromsektor sieht der Koalitionsvertrag der Bundesregierung für 2030 einen Anteil

erneuerbarer Energien von 80 Prozent vor. Zur Erreichung der Klimaneutralität auf Bundesebene bis zum Jahr 2045 wird dieser Anteil weiter ansteigen. Aus diesen Zielen folgt eine tiefgreifende Transformation des Stromsektors. Damit diese Transformation kostengünstig gelingt, muss das Zusammenspiel von Strommarkt und Stromnetz effizient funktionieren. Dazu zählt auch das Management von Engpässen im Stromnetz, für das in Deutschland u. a. Redispatch eingesetzt wird. Redispatch stellt daher und ohnehin keine dysfunktionale Maßnahme dar, sondern eine von vielen Maßnahmen, um den sicheren Betrieb der Stromnetze und damit die Sicherheit der Stromversorgung zu gewährleisten. Mittel- bis langfristig wird über den notwendigen Ausbau des Stromnetzes gewährleistet, dass die Transportaufgabe auch zukünftig effizient bewältigt werden kann. Daher setzt sich die Landesregierung auch mit Nachdruck für einen zügigen und bedarfsge rechten Netzausbau ein.

Die Landesregierung steht zudem im regelmäßigen Austausch mit den Strom- und Gasnetzbetreibern. Dabei werden auch Fragen im Zusammenhang mit dem Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft erörtert.

3. *Welchen Stellenwert misst die Landesregierung bei einem raschen, technologieoffenen und resilienten Wasserstoffhochlauf dem in der Wasserstoff-Roadmap der Landesregierung nur am Rande thematisierten Dampfreformierungsverfahren bei, mit dem sich, in Entsprechung zur RED II Richtlinie der EU, klimaneutraler Wasserstoff (Gase mit CO<sub>2</sub>-Emissionen von max. 131 g CO<sub>2</sub>eq/kWh) weitaus günstiger (Dampfreformierung mit CCU/CCS: 12–20 US-Dollar/MBtu; Elektrolyse: 25–65 US-Dollar/MBtu; vgl. DVGW-Infobroschüre „Klimaschutz und Resilienz“ vom April 2021), energieeffizienter (Dampfreformierung: ~63,3 kJ/mol H<sub>2</sub>; Elektrolyse: ~285,9 kJ/mol H<sub>2</sub>; vgl. den Artikel *Levelized cost of CO<sub>2</sub> mitigation from hydrogen production routes*, in: „Energy & Environmental Science“ 12 aus dem Jahr 2019) und im industriellen Maßstab herstellen bzw. importieren lassen könnte?*

Ziele der Energiewende sind den Primärenergieverbrauch deutlich zu verringern, den noch verbleibenden Energiebedarf durch erneuerbare Energien zu decken und damit fossile Energieträger zu ersetzen. Die weitere intensive Nutzung des fossilen Erdgases ist langfristig kein Ziel der Landesregierung. Vorrang muss deshalb der schnelle Ausbau der Anlagen für erneuerbare Energien haben, welche dann auch Strom für die Elektrolyse von Wasser zur Verfügung stellen können. Da Deutschland auch weiterhin auf Energieimporte angewiesen sein wird, besteht ein großes Interesse daran, mit Ländern zu kooperieren, die günstige Voraussetzungen für die Erzeugung von grünem Wasserstoff haben. Inwiefern für eine gewisse Übergangszeit auch sogenannter blauer Wasserstoff, der mittels Dampfreformierung mit anschließender CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -lagerung (CCS) sowie CO<sub>2</sub>-Abtrennung und Nutzung (CCU) gewonnen wird, eine Rolle spielen kann, lässt sich derzeit nicht abschätzen.

Bei einer Erzeugung von Wasserstoff über Dampfreformierung gekoppelt mit CCS ist ferner zu bedenken, dass dabei auch beträchtliche Mengen an CO<sub>2</sub> anfallen, die abgetrennt und unterirdisch gelagert werden müssten. Gemäß der Nationalen Wasserstoffstrategie werden in Deutschland heutzutage rund 50 TWh bzw. 1,5 Millionen Tonnen Wasserstoff verbraucht. Bei der Dampfreformierung fallen pro Kilogramm Wasserstoff rund 10 Kilogramm CO<sub>2</sub> an. Das bedeutet, dass bei einer Umstellung auf CCS schon beim heutigen Wasserstoffbedarf jährlich rund 15 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> anfallen würden, für die eine Transport- und Lagerinfrastruktur aufgebaut werden müsste. Bis heute gibt es gerade in Deutschland nur wenig Erfahrung mit kommerziell betriebenen CO<sub>2</sub>-Speicherstätten. Es scheint zudem fraglich, ob eine industrielle Nutzung von CO<sub>2</sub>-Speicherstätten in Deutschland realisierbar wäre. Neben dem CCS-Verfahren kommt das CCU-Verfahren in Betracht, bei dem im Gegensatz zu CCS das CO<sub>2</sub> nicht gelagert, sondern als chemischer oder industrieller Rohstoff wiederverwendet wird.

Hinsichtlich der Energieeffizienz ist festzustellen, dass es sich bei der Elektrolyse um eine Umsetzung einer energiearmen Verbindung (Wasser) in energiereichere Verbindungen (Wasserstoff und Sauerstoff) handelt, bei der ein großer Teil der elektrischen Energie in Form chemischer Energie gespeichert werden kann, während bei der Dampfreformierung eine bereits energiereiche Verbindung (Methan) zusammen mit Wasser chemisch zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgesetzt wird. Ein Vergleich der jeweils erforderlichen Energiebedarfe ist deshalb wenig aussagekräftig.

*4. Welches Potenzial bieten ihrer Ansicht nach bekannte Verfahren zur Wasserstoffherstellung für einen technologieoffenen und ökologischen Wasserstoffhochlauf (bitte differenziert nach Art des Verfahrens wie beispielsweise die Erdgaspyrolyse, die Biogaspyrolyse etc.)?*

Wie bei Frage II. 3 ausgeführt, ist das langfristige Ziel eine Energieversorgung auf Basis erneuerbarer Energien. Global betrachtet gibt es dafür ein ausreichendes Potenzial. Grüner Wasserstoff wird demnach den aus Erdgas erzeugten Wasserstoff nach und nach ersetzen. In vielen anderen Bereichen führen die erforderlichen Defossilierungsmaßnahmen zu einem zusätzlichen Bedarf an Wasserstoff, der langfristig ebenfalls durch grünen Wasserstoff gedeckt werden muss. Für die weltweite Produktion von grünem Wasserstoff als Energieträger und als chemischen Grundstoff für zahlreiche Folgeprodukte bietet sich in erster Linie die Elektrolyse von Wasser an, für die lediglich Strom und Wasser benötigt wird. Viele Länder verfügen über sehr gute Voraussetzungen, um aus Sonnenenergie und Windenergie große Mengen an Strom zu sehr niedrigen Kosten zu erzeugen. Die Elektrolysetechnik ist vorhanden und muss in den kommenden Jahren auf den erforderlichen Maßstab skaliert werden, damit die benötigten Mengen an Wasserstoff günstig produziert werden können. Am steigenden Bedarf orientiert, ist zudem der Aufbau der benötigten Erzeugungsanlagen und der Transportkapazitäten unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien in den Importländern voranzutreiben, damit der Bedarf gedeckt werden und sich ein weltweiter Markt für Wasserstoff und seine Folgeprodukte entwickeln kann.

Welche Rolle andere Technologien spielen können, lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt schwer abschätzen, da zum einen nicht bekannt ist, zu welchen Kosten der Wasserstoff angeboten werden kann. Die zuletzt sehr stark gestiegenen Gaspreise und große geopolitische Abhängigkeiten werfen zudem zusätzliche Fragen auf, wie wirtschaftlich, resilient und zukunftsfruchtig eine Wasserstoffversorgung auf Basis von Erdgas sein kann.

Bei der Herstellung von Wasserstoff aus Erdgas mittels Pyrolyse wird das Methan ( $\text{CH}_4$ ) thermisch in die Elemente aufgespalten, d. h. in Wasserstoff und in elementaren Kohlenstoff in graphitischer Form. Die Technologie der Erdgas-Pyrolyse mit einer Abscheidung von festem Kohlenstoff befindet sich im Versuchsstadium und ist großtechnisch heute noch nicht verfügbar. Im Technikumsmaßstab wird das Verfahren bspw. durch verschiedene Unternehmen und das KIT weiter erforscht. Der Pyrolyseprozess ist nur dann klimaneutral, wenn die dafür benötigte Energie aus erneuerbaren Quellen stammt. Sollte die Erdgas-Pyrolyse nicht direkt an der Quelle ansetzen, sind zudem die Treibhausgasemissionen in der Vorkette durch die Erdgasgewinnung und den Transport zu berücksichtigen.

Auf regionaler Ebene könnte die Biomassepyrolyse eine gewisse Rolle spielen, da die Technologie als recht ausgereift gilt und das Verfahren mit Kohlenstoffabscheidung als  $\text{CO}_2$ -Senke wirken könnte. Es dürfte sich jedoch um eher kleine Anlagen handeln, da die Verfügbarkeit von Biomasse begrenzt ist. Bei der Pyrolyse von aus Biomasse erzeugtem Biogas stellt sich zudem die Frage, ob nicht eine direkte Verwendung des Methans sinnvoller ist.

Im Vergleich zu anderen Technologien haben erneuerbare Energien die günstigsten Stromgestehungskosten und ein gewaltiges globales Potenzial. Regionaler grüner Wasserstoff kann je nach Bedarf schon früher verfügbar sein. Die zwingende Voraussetzung für den Aufbau eigener Erzeugungskapazitäten ist jedoch ein stark beschleunigter Ausbau der Anlagen für erneuerbare Energien.

5. Inwiefern begreift die Landesregierung in Anbetracht des absehbaren Wertschöpfungspotenzials in der Wasserstoffwirtschaft (weltweit bis zu 2,3 Billionen Euro und 30 Mio. neue Arbeitsplätze bis 2050, vgl. Hydrogen Council, „Hydrogen scaling up“, November 2017) die innovativen und weitaus energieeffizienteren Pyrolyseverfahren (Pyrolyse:  $\sim 37,8$  kJ/mol  $H_2$ ; Dampfreformierung:  $\sim 63,3$  kJ/mol  $H_2$ ; Elektrolyse:  $\sim 285,9$  kJ/mol  $H_2$ , siehe hierzu den Artikel *Levelized cost of CO<sub>2</sub> mitigation from hydrogen production routes*, in: „Energy & Environmental Science“ 12 aus dem Jahr 2019) als ein zukunftsfähiges Investitionsfeld, um das technische Know-how Baden-Württembergs weltweit nutzbar zu machen?

Die Landesregierung Baden-Württemberg verfolgt einen technologieoffenen Ansatz bei der Umsetzung der Energiewende und unterstützt verschiedene nachhaltige und innovative Verfahren der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien. Auch die Wasserstoff-Roadmap des Landes greift unter der Überschrift „Klimaschutz und Wertschöpfung kombinieren“ die wichtigen Potenziale für den Standort Baden-Württemberg auf.

Laut der im Jahr 2020 veröffentlichten Studie „Potenziale der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Baden-Württemberg“, die die Roland Berger GmbH im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft durchgeführt hat, ergibt sich für den Industrie- und Technologiestandort Baden-Württemberg für das Jahr 2030 ein Umsatzpotenzial von etwa 9 Milliarden Euro.

Der Schwerpunkt der baden-württembergischen Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Industrie liegt auf der Herstellung von Komponenten und Teil-Systemen mit einem geschätzten Umsatzpotenzial von etwa 8,6 Milliarden Euro. Dieses enorme wirtschaftliche Potenzial gilt es zu erschließen, im ersten Schritt durch Demonstrationsprojekte, einen erfolgreichen Technologietransfer und Innovationsförderung. So kann laut der Studie in Baden-Württemberg im Jahr 2030 durch den Aufbau des Wasserstoff- und Brennstoffzellensektors eine Bruttowertschöpfung in Höhe von 2,3 Milliarden Euro entstehen, die 16 500 Arbeitsplätze mit sich bringen kann. Die längerfristigen Potenziale werden als weitaus höher angesehen.

### III. Wasserstoffbasierte Transformation der Gasversorgung

1. Mit welchen Anreizen gedenkt die Landesregierung, den im Koalitionsvertrag auf Bundesebene vereinbarten Aufbau wasserstofftauglicher Gaskraftwerke in den nächsten vier Jahre zu fördern?

In den nächsten vier Jahren werden die Anreize für Fuel-Switch-Projekte in Baden-Württemberg aufgrund der Anbindung der Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen) an Fernwärmenetze maßgeblich durch die Rahmenbedingungen im Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) bestimmt. Durch den dort enthaltenen Kohleersatzbonus erhalten bestehende Steinkohle-KWK-Anlagen zusätzliche Anreize zur Umrüstung auf z. B. Gas. Diese Regelungen wurden im Rahmen der Gesetzgebung zum Kohleverstromungsbeendigungsgesetz (KVBG) angepasst. Alle der Landesregierung bekannten geplanten Fuel-Switch-Projekte in Baden-Württemberg sind nach Aussagen der Kraftwerksbetreiber bei Umrüstungen auf gasförmige Energieträger auch immer für die spätere Nutzung von Wasserstoff in der Wahl der Kraftwerkstechnologie ausgelegt, um die Zukunftsfähigkeit der Kraftwerksstandorte sicherzustellen.

Darüber hinaus setzt sich die Landesregierung dafür ein, falls absehbar Investitionszurückhaltung herrschen sollte, weitere Investitionsanreize zu prüfen und gegebenenfalls auf Bundesebene umzusetzen. Dazu steht die Landesregierung und vor allem das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Austausch mit der Energiewirtschaft, dem zuständigen Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) und anderen Stakeholdern. Ob und wie genau solche Anreize im Detail ausgestaltet werden, ist zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht absehbar. Es ist aber zu erkennen, dass die Wirkung dieser Anreize einen Zeithorizont von vier Jahren überschreiten und eher für die mittel- bis langfristige Entwicklung des Kraftwerksparks relevant sein werden.

2. *Wie viel Prozent der durch einen vorgezogenen Kohleausstieg (idealerweise 2030) entfallenden Strom- und Wärmeversorgung ließe sich ihrer Ansicht nach durch (wasserstofftaugliche) Gaskraftwerke substituieren?*

In einem Forschungsvorhaben im Rahmen des KSG BW zu den Sektorzielen für das Jahr 2030, wie bereits in der Stellungnahme zu Frage 2 dargestellt, werden auch Aussagen zur Entwicklung des Kraftwerkparks unter Berücksichtigung eines Kohleausstiegs bis zum Jahr 2030 untersucht. Aufgrund des neuen Klimaschutzziels und des noch laufenden Forschungsvorhabens können derzeit noch keine detaillierten Aussagen getroffen werden.

3. *Welche konkreten Maßnahmen plant sie, um bestehende Gasspeicherorte wasserstofftauglich umzurüsten und die Speicherkapazitäten in Baden-Württemberg auszubauen?*

In Baden-Württemberg werden zwei unterirdische Erdgasspeicher (Untergroundspeicher) betrieben, einer im badischen Sandhausen (Rhein-Neckar-Kreis) in der Nähe von Heidelberg und einer im oberschwäbischen Fronhofen bei Wilhelmsdorf (Kreis Ravensburg). Es obliegt den Eigentümern der Speicher, die Wasserstofftauglichkeit der Speicher zu prüfen und ggfs. eine Umrüstung vorzunehmen. Die Landesregierung sieht derzeit keine Notwendigkeit, die am Markt tätigen Eigentümer zu unterstützen. Sie wird die Entwicklung der Speicherkapazitäten intensiv verfolgen und, soweit erforderlich, unterstützende Maßnahmen vorbereiten.

4. *Welche potenziellen Konsequenzen leitet sie aus der von der EU-Kommission geplanten eigentumsrechtlichen Entflechtung von Gas- und Wasserstoffnetzen für die kommunalen Gasinfrastrukturen im Land ab?*

Artikel 62 der geplanten Richtlinie (Revision der EU-Gasbinnenmarkt-Richtlinie und -Verordnung) sieht für Wasserstoffnetzbetreiber im Bereich der vertikalen Entflechtung grundsätzlich die eigentumsrechtliche Entflechtung (sog. Ownership unbundling) spätestens bis zum Jahr 2030 vor. Eine eigentumsrechtliche Entflechtung erfordert die vollständige Trennung des Netzbetriebs von den übrigen Sparten eines vertikal integrierten Energieversorgungsunternehmens. Alternativ dazu können sich die Mitgliedstaaten bei vertikal integrierten Unternehmen auch für das sogenannte ISO-Modell (Independent System Operator) entscheiden, bei dem das Netzeigentum zwar im Unternehmen verbleibt, der Netzbetrieb jedoch auf einen „unabhängigen dritten Wasserstoffnetzbetreiber“ ausgelagert wird.

Auch wenn die Vorschriften zur vertikalen Entflechtung von Wasserstoffnetzbetreibern im Abschnitt 4 („Entflechtung der Betreiber der speziellen Wasserstoffnetze“) des Kapitels IX „Entflechtung der Fernleitungsnetzbetreiber“ der o. g. Richtlinie eingefügt wurden, wären diese Vorgaben wohl von allen potenziellen Wasserstoffnetzbetreibern, also nicht nur von Fernleitungsnetzbetreibern, sondern auch von Verteilnetzbetreibern, zu erfüllen. Kommunale Gasverteilsnetzbetreiber würden daher umfangreiche Änderungen der Struktur und Organisation ihrer Unternehmen vornehmen müssen, da eine Vielzahl der kommunalen Gasverteilsnetzbetreiber weder eigentumsrechtlich entflochten sind noch ihren Netzbetrieb auf einen „unabhängigen Dritten“ ausgelagert haben.

5. *Auf welche Höhe beziffert sie*

a) *den Wert der kommunalen Gasnetze,*

Über den Gesamtwert aller kommunalen Gasnetze im Land liegen der Landesregierung keine vollständigen Erkenntnisse vor. Bei der Landesregulierungsbehörde Baden-Württemberg liegen lediglich die bei der Netzentgeltkalkulation relevanten Restwerte für 99 mittlere und kleinere Gasverteilsnetzbetreiber vor, die gem. § 54 Absatz 2 Energiewirtschaftsgesetz in ihren Zuständigkeitsbereich fallen. Es handelt sich dabei um Netze, an die maximal 100 000 Kundinnen und Kunden unmittelbar oder mittelbar angeschlossen und die nur in Baden-Württemberg gelegen sind.

Alle diese Gasverteilnetzbetreiber weisen ganz oder teilweise eine kommunale Beteiligung auf. Diese kalkulatorischen Restwerte wurden nach den speziellen Vorgaben der Gasnetzentgeltverordnung zum Stand 31. Dezember 2015 ermittelt und belaufen sich in Summe auf einen Wert i. H. v. rund 2.377.500.000 Euro. Zur Bewertung der Gasnetze nach anderen Bewertungsmethoden, z. B. dem Sachzeitwertverfahren, liegen keine Erkenntnisse vor.

Für zehn Gasverteilnetzbetreiber außerhalb der Regulierungszuständigkeit der Landesregulierungsbehörde, an deren Gasverteilernetz mehr als 100.000 Kundinnen und Kunden unmittelbar oder mittelbar angeschlossen sind und bzw. deren Gasverteilernetz über das Gebiet des Landes hinausreicht und die daher in den Zuständigkeitsbereich der Bundesnetzagentur fallen, liegen keine Daten zu den kalkulatorischen Restwerten vor. Es handelt sich dabei in erster Linie um größere Stadtwerke und regionale Netzbetreiber.

*b) potenzielle Wertverluste der kommunalen Gasnetze?*

Zu potenziellen Wertverlusten liegen der Landesregierung keine Angaben vor.

*6. Was unternimmt sie, um die bestehenden Gasnetze für eine effiziente und sozialverträgliche Transformation der Energieversorgung wasserstofftauglich umzurüsten (H<sub>2</sub>-readiness) und um reine Wasserstoffnetze zu ergänzen?*

Der Betrieb der bestehenden Erdgasnetze unterliegt der staatlichen Regulierung. Für den Neubau und den Betrieb von Wasserstoffnetzen sowie die Umstellung von Erdgasnetzen auf einen Betrieb mit Wasserstoff besteht im Energiewirtschaftsgesetz eine Übergangsregelung, deren Anpassung nach Vorliegen der im Rahmen des EU-Gasmarktpakets vorgesehenen Neuregelungen zum Bau und Betrieb von Wasserstoffleitungen durch den Bund vorgesehen ist. Zu den Voraussetzungen für eine Umstellung bestehender Erdgasnetze auf den Betrieb mit Wasserstoff gibt es verschiedene Aktivitäten der Netzbetreiber, zum Beispiel das Netzlabor „Wasserstoff-Insel Öhringen“ der Netze BW GmbH.

Daneben bereitet der Deutsche Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. (DVGW), als anerkannter Regelsetzer für die Gas- und Wasserwirtschaft, durch die Setzung von neuen Normen für die Bauweise und den Betrieb von Wasserstoffeinrichtungen und die Forschung zu technischen Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Bau und dem Betrieb einer Wasserstoffinfrastruktur die Grundlagen für eine Wasserstoffwirtschaft vor. Für die Ebene der Ferngasleitungen bestehen Planungen der Ferngasnetzbetreiber für eine schrittweise Errichtung eines Wasserstofffernleitungsnetzes, das in ein europäisches Fernleitungsnetz eingebunden ist.

Die Landesregierung wird die weitere Entwicklung intensiv verfolgen und, soweit erforderlich, begleitende Maßnahmen vorbereiten.

*7. Wie beabsichtigt sie, im Sinne eines zügigen, effizienten und sozialverträglichen Wasserstoffhochlaufs*

*a) die (kommunalen) Verteilnetzbetreiber bei Investitionen in die Wasserstofftauglichkeit ihrer Netze,*

Aufgrund des sachlichen Zusammenhangs wird auf die Stellungnahme zu Frage III. 6 verwiesen.

*b) die bereits am Gastransport- und -verteilnetz angeschlossenen Großindustrie- und Mittelstandskunden bei der Umstellung ihrer Produktions- und Endgeräte auf Wasserstoff,*

Wasserstoff aus erneuerbaren Quellen kann einen signifikanten Beitrag zur Emissionsreduktion in der Industrie leisten. Die Transformation der Produktionsprozesse hin zum Einsatz von grünem Wasserstoff stellt dabei eine besondere Her-

ausforderung dar. Das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft beabsichtigt, im Rahmen einer Förderausschreibung Unternehmen dabei zu unterstützen, industrielle Anwendungen auf grünen Wasserstoff umzustellen. In Pilotprojekten sollen federführend von der Industrie Ansätze hin zu einer grünen Produktion entwickelt werden, die zielführende Transformationspfade der Prozessvarianten in der Industrie für eine klimaneutrale Produktion beinhalten.

Auch im Rahmen des einzelbetrieblichen Förderprogramms Invest BW wurden im Rahmen von technologieoffenen Förderaufrufen Investitions- und Innovationsvorhaben im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus gefördert.

*c) die zahlreichen bereits am Gasverteilnetz angeschlossenen Bürgerinnen und Bürger bei der wasserstofftauglichen Umrüstung ihrer privaten Endgeräte zu unterstützen?*

Der Bund fördert im Rahmen seiner Richtlinie zur „Bundesförderung für innovative Brennstoffzellenheizgeräte in Gebäuden“ stationäre Brennstoffzellensysteme in neuen oder bestehenden Gebäuden. Hierfür können auch Privatpersonen einen Zuschuss beantragen. Auf Landesebene ist aktuell kein eigenständiges Programm zur Förderung von wasserstoffbetriebenen Heizgeräten geplant.

*8. Inwiefern gedenkt sie, mit Blick auf die im Koalitionsvertrag auf Bundesebene angestrebte deutsche Technologieführerschaft im Wasserstoffbereich, die Heizgeräteindustrie bei der Entwicklung wasserstofftauglicher Gasbrennwertgeräte bzw. bei der Schaffung eines „level playing fields“ zur förderlichen Gleichstellung zu elektrischen Alternativen mit vergleichbaren systemischen Emissionen zu unterstützen?*

Die Geräteindustrie ist bereits dabei, ihre Geräte H<sub>2</sub>-ready zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Darüber hinaus wird sich das Produktportfolio im Bereich der effizienten Gasanwendungstechnologien in den nächsten Jahren sukzessive erweitern und die Wasserstoffverträglichkeit der Heizgeräte wird weiter gesteigert beziehungsweise eine günstige Umrüstmöglichkeit geschaffen werden.

Auch der regulatorische Rahmen – auf nationaler und europäischer Ebene – muss diese Entwicklungen künftig unterstützen, beispielsweise indem frühzeitig entsprechende Gerätestandards positiv berücksichtigt werden.

Verschiedene Unternehmen haben bereits wasserstoffbetriebene Heizgeräte auf den Markt gebracht oder planen dies.

#### IV. Wasserstoffbasierte Transformation im Wärmemarkt

*1. Wie sollen Kosten und Strombedarf für die in der Kommunalen Wärmeplanung und dem grün-schwarzen Koalitionsvertrag ins Auge gefassten Elektrifizierung im Wärmemarkt gedeckt werden?*

Die kommunale Wärmeplanung ist gemäß ihrer Definition in § 7c Klimaschutzgesetz Baden-Württemberg (KSG BW) technologieoffen. Es wird von Landeseite keine Festlegung auf eine bestimmte Technologie oder Versorgungsstruktur getroffen. Ziel der Erstellung eines Wärmeplans ist es, den für die jeweilige Kommune kostengünstigsten und praktikabelsten Weg hin zu einer klimaneutralen Wärmeversorgung zu ermitteln. In welchem Umfang damit eine Elektrifizierung verbunden sein wird und wie hoch die daraus resultierenden Kosten sein werden, ist abhängig von den jeweiligen lokalen Gegebenheiten.

Da eine Vielzahl von lokal verfügbaren Wärmequellen (wie Luft, Abwärme, Abwasserwärme, oberflächennahe Geothermie, Rechenzentren) nur mittels Wärmepumpen erschlossen werden können, hat sich die Landesregierung zum Ziel gesetzt, die Wärmepumpentechnik gezielt zu fördern. Die damit einhergehenden Investitionskosten werden bereits durch bestehende Bundesprogramme in erheblichem Umfang gefördert. In Ergänzung dazu kommt eine zielgerichtete Förderung seitens des Landes in Betracht, soweit und solange dies erforderlich ist. Auf Betriebskostenseite ist eine Entlastung des Strompreises anzustreben. Im Verhältnis zu fossilen Energieträgern steigt die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen mit zunehmenden CO<sub>2</sub>-Preisen.

Der zunehmende Einsatz von Wärmepumpen ist im Gesamtkontext der Energiewende aufgrund deren Effizienz nicht als wesentlicher Treiber für den Strombedarf zu sehen. Im stark stromlastigen „TN-Strom-Szenario“ der im Juni 2021 veröffentlichten Langfristszenarien des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (heute Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz) wird beispielsweise ein Anstieg des bundesweiten Strombedarfs für Wärmepumpen im Gebäudesektor von heute 13 TWh auf 67 TWh in 2050 prognostiziert. Wärmepumpen stellen in diesem Szenario 57 Prozent des gesamten Wärmebedarfs für den Gebäudesektor dar, beanspruchen jedoch nur 6 Prozent des Gesamtstrombedarfs in Höhe von 1.078 TWh.

Dennoch ist für das Gelingen der Wärmewende als zentralem Element der Energiewende ein massiver Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung auch in Baden-Württemberg notwendig. Die Landesregierung hat zu diesem Zweck die TaskForce zur Beschleunigung des Ausbaus erneuerbarer Energien ins Leben gerufen.

*2. Welchen Stellenwert misst sie dem freien marktwirtschaftlichen Wettbewerb unterschiedlicher Energieträger und -technologien bei der Kommunalen Wärmeplanung bei?*

Wie bereits ausgeführt, ist die kommunale Wärmeplanung gemäß ihrer Definition in § 7c KSG BW technologieoffen. Es wird von Landesseite keine Festlegung auf eine bestimmte Technologie oder Versorgungsstruktur getroffen. Dennoch muss auch hier die Balance zwischen einem technologieoffenen freien marktwirtschaftlichen Wettbewerb und der Ermöglichung der Hebung von Synergien gefunden werden, die sich aus einer konsequenten Planung und deren Umsetzung ergeben. So ist ein Wärmenetz umso wirtschaftlicher, je höher die Anschlussquote der Gebäude im Versorgungsbereich des Wärmenetzes ist. Umgekehrt wird sich die Wirtschaftlichkeit von Gasverteilnetzen dort zunehmend schwierig gestalten, wo die Abnehmerzahl durch den Wechsel auf Wärmepumpen, Pelletheizungen oder andere erneuerbare Energieträger sowie die Abnahmemenge je angeschlossenen Gebäude durch Steigerung der Energieeffizienz zurückgeht. Insofern dient die Kommunale Wärmeplanung auch als eine orientierende Rahmenbedingung für den Markt und kann dazu beitragen, dass Aufbau und Erhalt ökonomisch ineffizienter Doppelstrukturen vermieden werden.

Zudem sind bei der Wärmeplanung wegen der langfristigen Auswirkungen von Investitionsentscheidungen und der damit verbundenen Festlegung der künftigen Betriebskosten auch die Einflüsse sich absehbar ändernder wirtschaftlicher Rahmenbedingungen wie namentlich die aus der CO<sub>2</sub>-Bepreisung resultierende Änderung der Kosten unterschiedlicher Energieträger zu berücksichtigen.

3. *Wie bewertet sie den bei Nichtbenutzung des Gasnetzes notwendigen Ausbau von Strom- und Wärmenetzen hinsichtlich*

a) *der nötigen Baukapazitäten,*

Der ständig erforderliche Ausbau von Strom- und Wärmenetzen wird auch in Zukunft zu einer guten Auslastung der Kapazitäten der beteiligten Fachunternehmen beitragen.

b) *die durch massiertes Baustellenaufkommen verursachten Eingriffe in Landschafts- und Stadtbild sowie deren ökologischen und ökonomischen Folgen,*

Bauliche Tätigkeiten haben im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben, wie zum Beispiel des Bauordnungsrechts, des Planungsrechts und des Natur- und Landschaftsschutzrechts zu erfolgen. Die durch Baustellen erfolgten Eingriffe sind i. d. R. temporärer Natur. Durch eine gute Planung und eine zügige Durchführung der Maßnahmen werden mögliche Folgen geringgehalten. Ergänzend wird auf die Stellungnahme der Landesregierung vom 12. Oktober 2021 zur Frage 3 des Antrags des Abgeordneten Dr. Erik Schweickert u. a. FDP/DVP zu Fortschritt bei Planung, Genehmigung und Ausbau überörtlicher Versorgungsnetze und deren Auswirkung auf die Landesplanung (Drucksache 17/838) verwiesen.

c) *der dabei zu erfüllenden Zeithorizonte?*

Der Ausbau von Strom- und Wärmenetzen wird in diesem und dem nächsten Jahrzehnt verstärkt zu planen und durchzuführen sein. Notwendige Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung dieses Teils der Energiewende ist insbesondere eine gute Wärmeplanung auf kommunaler Ebene.

4. *Wie gedenkt sie, einem Rückgang der Sanierungsraten von Bestandsgebäuden und der Modernisierungsraten von Wärmeerzeugern aufgrund von personellen und qualifikatorischen Engpässen im Handwerk zu begegnen?*

Die Landesregierung ist sich der Herausforderung des Fachkräftemangels insbesondere im Handwerk bewusst und begegnet dieser auf vielen Ebenen ressortübergreifend und in Zusammenarbeit mit Kammern und Verbänden. Hervorzuheben ist jedoch auch die Rolle des Handwerks als Innovationstreiber in den zentralen Bereichen Erneuerbare Energien, Energieeinsparung und Energieeffizienz.

Neben der Schaffung neuer personeller Kapazitäten besteht auch im Bereich der Arbeitsorganisation erhebliches Effizienzpotenzial, dessen Hebung durch einen konsistenten ordnungsrechtlichen Rahmen und eine klare Wärmewendestrategie auf regionaler Ebene unterstützt wird. Tiefbauarbeiten können so koordiniert und effizient durchgeführt werden. Durch entsprechende Sanierungsstandards werden sogenannte „Pinselsanierungen“ an nicht gedämmten Fassaden verhindert, die Arbeitskraft binden, ohne zu einer Effizienzsteigerung zu führen. Bei einem anstehenden Wechsel der Wärmeerzeugungseinheit wird für das jeweilige Gebäude in den nächsten Jahren eine Entscheidung getroffen, die bis mindestens 2040 Bestand haben kann, vor allem wenn sie schon heute in das notwendige klimaneutrale Zielbild passt. So werden personelle Kapazitäten nur einmal benötigt.

Darüber hinaus werden der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Baubranche zunehmend als Feld mit erheblichem Innovationspotenzial erkannt. Hier bieten sich neue Chancen für heimische Unternehmen jenseits von den klassischen Betätigungsfeldern. Ein Beispiel ist die serielle Sanierung, bei der durch industrielle und automatisierte Vorfertigung Personal- und Zeitbedarf auf der Baustelle gespart werden kann und gleichzeitig attraktive Fabrikarbeitsplätze entstehen.

5. Welche Implikationen für die in Baden-Württemberg gegenwärtig fast ausschließlich auf fossilen Energieträgern beruhenden Wärmeversorgung (vgl. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, „Leitfaden Kommunale Wärmeplanung“, Dezember 2020) leitet sie aus der im Koalitionsvertrag auf Bundesebene enthaltene Formulierung ab, wonach bis „(z)um 1. Januar 2025 (...) jede neu eingebaute Heizung auf der Basis von 65 Prozent erneuerbarer Energien betrieben werden (soll)“ (Zeile 2991 bis 2992)?

Mit dem EWärmeG hat das Land Baden-Württemberg bereits seit 2010 einen gesetzlichen Rahmen gesteckt, um den Anteil erneuerbarer Energien in der Wärmeversorgung kontinuierlich zu erhöhen.

Die Festlegung, beim Heizungstausch einen Anteil von mindestens 65 Prozent Erneuerbare Energien zu erfüllen, bedeutet für alle Bundesländer, ganz unabhängig vom Ausgangszustand, eine erhebliche Herausforderung.

Eine genauere Positionierung zu dieser Anforderung kann jedoch erst bei Kenntnis der Regelungsentwürfe getroffen werden, die bisher nicht vorliegen. Grundsätzlich ist das Ambitionsniveau, das Grundlage für diese Anforderung ist, zu begrüßen. Bis zum Zieljahr 2045 in Deutschland beziehungsweise 2040 in Baden-Württemberg zur Erreichung der Klimaneutralität sind es nur noch 23, respektive 18 Jahre. Daher ist damit zu rechnen, dass Heizungen, die ab diesem Jahr neu eingebaut werden, auch im Zieljahr noch in Betrieb sein werden. Dies bedeutet aber auch, dass so schnell wie möglich, auch auf Landesebene, die richtigen Weichenstellungen getroffen werden müssen, um Eigentümerinnen und Eigentümern dabei zu unterstützen, eine sinnvolle Entscheidung treffen zu können. Auch hierfür sind eine flächendeckende und technologieoffene klimaneutrale Wärmeplanung und die Unterstützung der Kommunen bei deren Umsetzung eine zwingende Voraussetzung.

6. Wie bewertet sie vor dem Hintergrund der Kommunalen Wärmeplanung die Einschätzung führender Energieverbände (etwa BDEW, DVGW, VKU), wonach eine wasserstoffbasierte Wärmewende schnell, effektiv und sozialverträglich erfolgen könnte?

Auch die hier genannten Verbände gehen von notwendigen Netzertüchtigungsmaßnahmen als Voraussetzung für einen weitgehenden Einsatz von Wasserstoff in der Gebäudewärmeversorgung aus. Außerdem müssen auch die Endgeräte für den Einsatz von 100 Prozent Wasserstoff geeignet sein, was einen flächendeckenden Austausch bzw. eine Ertüchtigung erfordert. Ob, und wenn ja wie viel sozialverträglicher diese Investitionen im Vergleich zu anderen Maßnahmen ausfallen, kann von Seiten der Landesregierung aktuell nicht abschließend beurteilt werden. Neben den Anpassungskosten sind auch die Betriebskosten zu berücksichtigen, die im Fall einer auf Wasserstoff basierenden Wärmeerzeugung erheblich von den zukünftigen Importkosten für klimaneutralen Wasserstoff abhängen. Um Aussagen darüber treffen zu können, ist die für die Jahresmitte angekündigte Studie des Nationalen Wasserstoffrates (NWR) abzuwarten, die federführend von den Fraunhofer Instituten für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (IEE, Kassel) und für Solare Energiesystem (ISE, Freiburg) erarbeitet wird.

In der H2VorOrt Strategie des DVGW vom November 2020 wird ein Fahrplan skizziert, in dem bis zum Jahr 2030 erste mit Wasserstoff betriebene regionale Pilotanwendungen in Verteilnetzen umgesetzt werden sollen. Eine Ertüchtigung der Netze für den Einsatz von 100 Prozent Wasserstoff soll bis zum Jahr 2040 abgeschlossen sein. Diese Zeitschiene deutet auch für den großflächigen Einsatz von Wasserstoff in der Wärmeversorgung auf einen erheblichen planerischen, finanziellen und zeitlichen Aufwand hin.

Wie auch in der Stellungnahme auf Frage 1 dargestellt, ist aus Sicht der Landesregierung davon auszugehen, dass Wärmepumpen für die zukünftige Wärmeversorgung aufgrund ihrer Effizienz und technischen Marktreife eine zentrale Rolle spielen werden. Langfristig sehen die in der Stellungnahme auf Frage 1 angeführten Szenarien die Möglichkeit, dass der Einsatz von Wasserstoff im Gebäudesek-

tor in Gebieten, die entlang der für die Industrie notwendigen Wasserstoffinfrastrukturen liegen, in Zukunft auch ökonomisch sinnvoll sein könnte. Wie groß diese Rolle sein kann, muss kontinuierlich auf Basis nationaler und internationaler Entwicklungen analysiert und gegebenenfalls angepasst werden. Fern- und Nahwärmenetze werden ebenfalls eine wichtige Rolle spielen, da sie, aufgrund ihrer Fähigkeit verschiedene Wärmequellen einzubinden, eine wichtige Funktion für die Sektorkopplung und Resilienz des gesamten Energiesystems spielen können.

Ein weiterer Fokus auf die Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden reduziert – unabhängig vom schlussendlich dominierenden Energieträger – die Kosten- und Umsetzungsrisiken.

## V. Wasserstoffbasierte Transformation in Mobilität und Verkehr

### 1. Welche ökologischen Chancen sieht sie in der Herstellung und Nutzung von

#### a) wasserstoffbasierten synthetischen Kraftstoffen und den darauf fußenden Antriebstechnologien,

Zur Herstellung von strombasierten synthetischen Kraftstoffen im industriellen Maßstab sind erhebliche Kapazitäten zur erneuerbaren Stromerzeugung erforderlich, die über das vorhandene Ausbaupotenzial für erneuerbare Energien in Baden-Württemberg hinausgehen. Deshalb sind weitere Kapazitäten von erneuerbaren Energien gezielt in Ländern zu errichten, die über ein entsprechend großes Potenzial zur günstigen erneuerbaren Stromerzeugung verfügen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Errichtung der erneuerbaren Stromerzeugungskapazitäten im jeweiligen Erzeugerland nicht nur zu einer beschleunigten Dekarbonisierung der Energieversorgung, sondern auch zum Erreichen der Nachhaltigkeitsziele des Landes beiträgt, wozu auch der Schutz der Biodiversität zählt. Insbesondere ist in ariden Gebieten darauf zu achten, dass die Wasserversorgung durch Anlagen zur synthetischen Kraftstoffherstellung nicht negativ beeinträchtigt wird. Wird der hohe Wasserbedarf für die Wasserstoffproduktion durch Meerwasserentsalzungsanlagen gedeckt, können diese auch so ausgelegt werden, dass sie die Wasserversorgungssituation vor Ort verbessern. Ökologische Belange sind auch bei der Entsorgung der Entsalzungsrückstände zu beachten. Der als Nebenprodukt entstehende Sauerstoff sollte nach Möglichkeit einer Nutzung zugeführt werden. Ziel muss es sein, mit der Errichtung und dem Betrieb von Anlagen zur Herstellung von Wasserstoff und strombasierter Kraftstoffe nachhaltig durch Wertschöpfung zu einer Erhöhung der Lebensqualität in den Erzeugerländern beizutragen, wozu auch die Verbesserung der ökologischen Situation zählt.

Ohne die Nutzung strombasierter synthetischer Kraftstoffe wird das Erreichen der internationalen, nationalen, aber gerade auch der Landesklimaschutzziele nicht möglich sein. Besonders im Verkehrssektor gibt es Verkehrssegmente, die nach heutigem Stand der Technik nicht ohne kohlenwasserstoffbasierte Kraftstoffe betrieben werden können. Hierzu zählen insbesondere der Luftverkehr und die internationale Seeschifffahrt, je nach Technologieentwicklung können dies aber auch Teile des bodengebundenen Güterverkehrs sein. Neben dem Klimaschutznutzen der synthetischen Kraftstoffe weisen diese in der Anwendung weitere ökologische Vorteile gegenüber konventionellen Kraftstoffen auf, da bei der Verbrennung deutlich weniger Luftschadstoffe und Partikel entstehen.

#### b) wasserstoffbasierter Brennstoffzellentechnologie auf Grundlage von mit Dampfreformierung oder Pyrolyse erzeugten Wasserstoffs?

Das ökologische und wirtschaftliche Potenzial von Brennstoffzellen ist groß. Um dieses zu erschließen, muss es einerseits gelingen, die Kosten zu senken und andererseits nennenswerte Stückzahlen anzubieten. Dies soll im Rahmen des Forschungsprojekts „HyFab-Baden-Württemberg“ untersucht und demonstriert werden. Ziel ist es, Brennstoffzellenprodukte serientauglich und damit günstiger zu machen. Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-

Württemberg (ZSW) und das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) entwickeln und erproben in enger Kooperation mit Akteurinnen und Akteuren aus Industrie und Forschung automatisierte Prozesse zur Fertigung und Qualitätssicherung entlang der Wertschöpfungskette für Brennstoffzellen, um so den Weg von der heute weitgehend handwerklichen Fertigung zur industriellen Massenproduktion zu erforschen und die serielle Fertigung weiter voranzutreiben.

Die Bedeutung der Brennstoffzellentechnologien für den industriellen Transformationsprozess spiegelt sich auch bei den „Important Projects of Common European Interest“ für Wasserstofftechnologien und -systeme (IPCEI Wasserstoff) wider. Der Schwerpunkt der in Baden-Württemberg angesiedelten Großprojekte liegt im Bereich der Entwicklung und Industrialisierung der Brennstoffzellentechnologien, vorwiegend für mobile, aber auch für stationäre Anwendungen.

Die Nutzung der Brennstoffzellentechnologie im Verkehr ist vor allem im Bereich Nutzfahrzeuge, Flugzeug, Schifffahrt und weiteren Bereichen, die schwer zu elektrifizieren sind, sinnvoll und effizient.

Im Übrigen wird auf die Stellungnahme zu den Fragen II. 3 und 4 verwiesen.

*2. Inwiefern erachtet sie die heimische Herstellung und Nutzung von wasserstoffbasierten synthetischen Kraftstoffen und den darauf fußenden Antriebstechnologien sowie von wasserstoffbasierter Brennstoffzellentechnologie als ein geeignetes Mittel, um dem nach einer jüngeren Studie des Ifo-Instituts (siehe hierzu die Studie „Auswirkungen der vermehrten Produktion elektrisch betriebener Pkw auf die Beschäftigung in Deutschland“ des Ifo-Instituts vom Mai 2021) aufgrund der geringeren Fertigungs- und Wertschöpfungstiefe von batterieelektrischen Fahrzeugen drohenden Job- und Wohlstandsverlust (bundesweit 178 000 Arbeitsplätze bis 2025) im Automobilland Baden-Württemberg proaktiv entgegenzusteuern?*

Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien können mittel- bis langfristig wesentlich dazu beitragen, die Klimaschutzziele im Verkehr und anderen Sektoren zu erreichen. Im Mobilitätsbereich ist Wasserstoff dabei insbesondere im Nutzfahrzeug, in der Luftfahrt sowie im Schiffsverkehr direkt oder in Form von auf Wasserstoff basierenden synthetischen Kraftstoffen einsetzbar.

Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien bieten große Potenziale für Industrie- und Technologiestandorte wie Baden-Württemberg. Die aktuelle Transformation im Mobilitätssektor stellt eine große Herausforderung dar, bietet aber auch Chancen für das Land, die jetzige wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und durch vorhandene Forschungs- und Technologiekompetenz sowie Innovationsfähigkeit weiter auszubauen. Die Landesregierung, Forschungseinrichtungen und Unternehmen Baden-Württembergs haben frühzeitig die Chancen der Wasserstoffwirtschaft erkannt und wichtige Ergebnisse in Forschung und Entwicklung wie auch im Anwendungsbereich erzielt.

Für den Technologiestandort Baden-Württemberg ergeben sich immense Potenziale im Zusammenhang mit Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien, vor allem durch die Herstellung von Komponenten und Teilsystemen. Baden-Württemberg kann sich mit seiner vielfältigen Unternehmens- und Forschungslandschaft als wichtiger Technologielieferant für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien sowie für Anlagen für synthetische Kraftstoffe im internationalen Wettbewerb behaupten.

Der Erhalt und Ausbau von Arbeitsplätzen in Baden-Württemberg kann durch eine Industrialisierung der mobilen und stationären Wasserstoff- und Brennstoffzellenanwendungen weiter unterstützt werden. Auch bspw. durch den pilothaften Anlagenbau sowie anschließenden Anlagenexport für synthetische Kraftstoffe können baden-württembergische Industriezweige in der Transformation unterstützt und neue Exportmärkte erschlossen werden. Der Zulieferindustrie bieten sich weiter Betätigungsfelder im Bereich der Fertigung von Elektrolyse- und der Direct Air Capture-Technologie.

Durch die Vernetzung und Clusterbildung der Akteurinnen und Akteure können im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie bei der Entwicklung von Systemen für Erzeugung, Speicherung und Nutzung von Wasserstoff Wettbewerbsvorteile erarbeitet werden. Dafür müssen Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Industrialisierung und Marktaktivierung der Technologien gefördert und der Wissenstransfer durch Studien, Kooperationen, Aus- und Weiterbildung und Veranstaltungen angereizt und unterstützt werden. Durch die Fortführung bestehender und die Umsetzung weiterer Leuchtturmprojekte sowie die Weiterführung und Initiierung gezielter Förderprogramme werden aktuell im Land Anreize für einen Aufbau und eine schnelle Verbreitung von Produktions-, Speicher- und Nutzkapazitäten geschaffen.

*3. In welchem Umfang gedenkt sie in dieser Legislaturperiode Kommunen, Verkehrsbetriebe und (Logistik-)Unternehmen bei der Umstellung ihrer Flotten auf Brennstoffzellentechnik zu unterstützen (bitte mit Angabe der dadurch möglichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen)?*

Eine Umstellung der Fahrzeugflotten in Baden-Württemberg auf emissionsfreie Fahrzeuge, zu denen auch die Brennstoffzellenfahrzeuge zählen, ist ein zentraler Baustein für das Erreichen der Klimaschutzziele auf Landesebene.

Kommunen, Verkehrsbetriebe und (Logistik-)Unternehmen spielen eine wesentliche Rolle bei der Dekarbonisierung des Verkehrssektors, da sie große Fuhrparks mit schweren, energieintensiven Fahrzeugen, zumeist Nutzfahrzeuge und Kraftomnibusse, betreiben, die größere Laufleistungen erbringen. Deren Umstellung auf emissionsfreie Antriebe birgt somit ein großes CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial.

Für schwere Nutzfahrzeuge und Busse werden aktuell von den Herstellern unterschiedliche Antriebe präferiert. Dabei haben das schwere batterieelektrische Fahrzeug, der Oberleitungswagen (Lkw und Bus), die Brennstoffzelle als Hauptstromaggregat als auch als Range-Extender sowie der Wasserstoffverbrennungsmotor unterschiedliche Vor- und Nachteile als auch einen unterschiedlichen Entwicklungsreifeegrad.

Deshalb möchte die Landesregierung die Umstellung der Fahrzeugflotten auf emissionsfreie Antriebe weiterhin mit Förderprogrammen für verschiedene Zielgruppen unterstützen.

Im Rahmen des bundesgeförderten HyPerformer-Projektes H2Rivers und des landesgeförderten Projektes H2Rhein-Neckar werden in der Metropolregion Rhein-Neckar sowie im mittleren Neckarraum in der Summe 62 Brennstoffzellenbusse sowie die dafür notwendige Infrastruktur gefördert. Zudem wird ein Großteil des Fuhrparks der Stadt Heidelberg auf Brennstoffzellen-Pkw umgestellt. Weiterhin werden dort drei Müllfahrzeuge angeschafft. Auch in den beiden Modellregionen Mittlere Alb-Donau und in der Region Stuttgart werden dank einer Landesförderung schwere Nutzfahrzeuge angeschafft und erprobt.

Darüber hinaus unterstützt das Land Kommunen, Verkehrsbetriebe und Unternehmen dabei, sich im Rahmen der Bundesförderungen „Klimaschonende Nutzfahrzeuge und Infrastruktur (KsNI)“ und „Busse mit alternativen Antrieben“ zu bewerben und koordiniert dabei zum Teil konzertierte Anträge, um möglichst weitreichende Bundesförderung für Nutzerinnen und Nutzer in Baden-Württemberg zu gewinnen.

Zusätzlich können im Rahmen der Landesinitiative Elektromobilität 4 grundsätzlich auch Brennstoffzellentechnologien gefördert werden. Die Landesinitiative Elektromobilität 4 und deren Gesamtvolumen wird zum aktuellen Zeitpunkt ressortübergreifend abgestimmt. Über die Landesinitiative Elektromobilität 4 hinaus fördert das Ministerium für Verkehr beispielsweise die Anschaffung von klimaneutralen Bussen, darunter auch Brennstoffzellenbusse, und die dazugehörige Lade- oder Tankinfrastruktur.

Im Allgemeinen liegen die Lebenszyklus-Emissionen eines Brennstoffzellenfahrzeuges laut einer Studie des International Council on Clean Transportation aus dem Jahr 2021 bei einer Betankung mit Wasserstoff aus erneuerbaren Energien (grüner Wasserstoff) 76 Prozent unter den Lebenszyklus-Emissionen eines Fahrzeuges, welches mit Benzin betrieben wurde. Ein 18-m-Gelenkbus, der während zwölf Jahren Einsatzzeit rund 750 000 km zurücklegt, emittiert in der Dieselvariante rund 835 t CO<sub>2</sub>. Wird der Wasserstoff regenerativ hergestellt, können nahezu die gesamten anfallenden Emissionen eingespart werden. Bei einer Flotte von 27 Fahrzeugen wie in Heidelberg summiert sich diese Einsparung somit auf über 22 000 t CO<sub>2</sub> in 12 Jahren.

*4. Welche Etappenziele gedenkt sie beim Tankstelleninfrastrukturausbau in dieser Legislaturperiode zu erreichen (bitte in Relation zu Maßnahmen und Investitionen im Bereich des elektrischen Ladeinfrastrukturausbaus)?*

In Baden-Württemberg sind derzeit (Stand Februar 2022) 14 öffentliche 700 bar-Tankstellen für Pkw in Betrieb, davon sind nur wenige für Lkw nutzbar. Zudem gibt es noch eine Bustankstelle mit 350 bar sowie einige nicht öffentliche Tankstellen.

Die öffentlichen Tankstellen befinden sich in: Hirschberg (A 5), Heidelberg, Rastatt, Freiburg, Pforzheim, Fellbach, Sindelfingen, Stuttgart-Flughafen (dort auch 350 bar), Metzingen, Wendlingen, Ulm und Geisingen (A 81). Eine aktuelle Übersicht inklusive Adressen und Karte finden sich unter <https://h2.live/>.

Im Rahmen der o. g. Projekte werden in den nächsten Jahren weitere Wasserstoff-Tankstellen errichtet, abhängig von der Fahrzeugzahl als gesicherte Abnehmer. Geplant sind Tankstellen in Mannheim, Heidelberg, Waiblingen, Ulm und Stuttgart. Diese Tankstellen werden in erster Linie für die Betankung von Bussen bzw. Nutzfahrzeugen errichtet, besitzen aber auch eine Erweiterung für die Betankung von Pkw. Zudem wird derzeit in Freiburg eine Tankstelle für die Betankung von Müllfahrzeugen und Pkw errichtet. Da erste serienmäßig ausgestattete Brennstoffzellen-Lkw 2024 auf den Markt kommen sollen, muss der Tankstellenausbau für schwere Nutzfahrzeuge in den kommenden Jahren entsprechend skaliert werden.

Im Rahmen des Strategiedialogs Automobilwirtschaft ist beabsichtigt, ein Pilot-Lade- und Betankungsinfrastrukturprojekt für Langstrecken-Lkw durchzuführen mit dem Ziel, für beide Antriebe eine Planung zur Flächendeckung in Baden-Württemberg zu initiieren.

Derzeit wird vorwiegend eine Wasserstoff-Infrastruktur für Fernverkehrs-Lkw entlang von Korridoren angestrebt, zudem punktuell an den Betriebshöfen für Stadtbusse. Der Ausbau der H<sub>2</sub>-Infrastruktur für Pkw erfolgt nur dort, wo eine ausreichende Nachfrage gewährleistet werden kann. Da europäischen Fahrzeughersteller im Pkw-Segment derzeit ihre Investitionen auf batterie-elektrische Fahrzeuge fokussieren, wird für Pkw der Aufbau dieser Ladeinfrastruktur als prioritär angesehen.

Um dem Hochlauf der Elektro- und Wasserstoffmobilität Nachdruck zu verleihen, soll eine Landesinitiative die Aktivitäten der Ressorts bündeln und mit Finanzmitteln hinterlegt werden. In der noch abzustimmenden Landesinitiative Elektromobilität 4 mit einer geplanten Laufzeit bis 2026 soll dabei ein wesentlicher Fokus auf dem Ausbau der Ladeinfrastruktur liegen. Gemäß Koalitionsvertrag 2021 bis 2026 sind insgesamt zwei Millionen öffentlich zugängliche und private Ladepunkte bis 2030 das Ziel in Baden-Württemberg.

Für wasserstoffbasierte synthetische Kraftstoffe werden keine neuen Transport- und Tankstelleninfrastrukturen benötigt. Sie können in der Raffinerie fossilen Kraftstoffen beigemischt werden oder zum Reinkraftstoff veredelt werden. Danach können sie mit vorhandenen Tankfahrzeugen zu den Tankstellen oder beim Luftverkehr zu den Tank Farms transportiert werden. Lediglich für Reinkraftstoffe müsste bei den Tankstellen ein separater Tank verwendet werden.

Walker

Ministerin für Umwelt,  
Klima und Energiewirtschaft

## Anlage 1

## Große Anfrage (DR 17/1588) der Fraktion der FDP/DVP: Technologieoffener Wasserstoffhochlauf in Baden-Württemberg

Frage 1.1.

Fördermittelgeber	Titel/Bezeichnung	Kurzbeschreibung	Fördersumme
Land BW			
Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft			in Mio. Euro (gerundet)
	H2RheinNeckar	In Ergänzung zu H2Rivers (Infrastruktur) zielt H2Rhein-Neckar darauf ab, den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) mit Bussen auf emissionsfreie Fahrzeuge umzustellen. Es ist geplant, in den Städten Mannheim und Heidelberg die gesamte Gelenkbusflotte auf Fahrzeuge mit Brennstoffzellenantrieb umzustellen.	16,6
	„HyFab-Baden-Württemberg – Forschungsfabrik für Brennstoffzellen und Wasserstoff“	Förderung zusammen mit WM: Schaffung einer offenen, flexiblen Plattform zur Assemblierung, Qualitätssicherung und Abnahme von Brennstoffzellenstacks.	8,0
	EFRE Modellregionen Grüner Wasserstoff: HyFIVE *	Wasserstoffwirtschaft im ländlichen und städtischen Raum: Die Modellregion umfasst die Region Mittlere Alb-Donau mit den Landkreisen Reutlingen, Alb-Donau-Kreis und die Stadt Ulm sowie die angrenzenden Landkreise Ostalbkreis, mit der Stadt Schwäbisch Gmünd, Heidenheim und Tübingen. Die gesamte Wasserstoffwertschöpfungskette wird in vier	32,0
	EFRE Modellregionen Grüner Wasserstoff: H2 GeNeSIS *	Die geplante Modellregion „GeNeSIS“ in der Region Stuttgart setzt auf ein ausgedehntes Verteilernetz – dem sogenannten „H2-Marktplatz“. Herzstück soll eine reine Wasserstoff-Pipeline entlang des Neckars werden.	11,2
	EFRE Modellregionen Grüner Wasserstoff: H2 Companion *	Wissenschaftliche Begleitforschung, welche die beiden Modellregionen über die gesamte Projektlaufzeit begleitet und ökologische, ökonomische sowie gesellschaftliche Fragestellungen zum Thema Wasserstoff in einen übergeordneten Kontext stellt.	4,4
	Zukunftsprogramm Wasserstoff (ZPH2)	Ziel des Zukunftsprogramms Wasserstoff BW (ZPH2) ist es, Unternehmen dabei zu unterstützen, eine zukunftsfähige Wasserstoffwirtschaft in Baden-Württemberg aufzubauen. Es werden 20 Projekte gefördert: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikrowellentrocknung von Katalysatorschichten für Brennstoffzellen und Elektrolyseure</li> <li>• Wasserstoffsensoren für die Leckdetektion</li> <li>• Industrialisierung und Vorbereitung einer Serienproduktion für eine Elektrolysesystemtechnik in Baden-Württemberg</li> <li>• Modulare, hochintegrierte Wasserstoff-Kompressionslösung zum effizienten Transport über Fernleitungsnetze</li> <li>• Produktionsanlagen für die flexible Fertigung von Wasserstoff-(Hydrogen) Membran-Komponenten</li> <li>• Entwicklung eines optischen Wasserstoffsensors zur präventiven Qualitätssicherung des Energiesystems Brennstoffzelle</li> <li>• Entwicklung eines Wasserstoffspeichers im TRTM Verfahren auf Basis von Gusspolyamid 12</li> <li>• Entwicklung, Validierung und Industrialisierung eines modularen Gaserzeugers für stationäre Brennstoffzellen</li> <li>• Entwicklung eines modularen und skalierbaren Prüfsystems für Brennstoffzellen-Stapel</li> <li>• Retrofitkonzepte für Bestandskraftwerke als Einstieg in die Wasserstoffnutzung</li> <li>• Ohne Umweg zum grünen Wasserstoff in der chemischpharmazeutischen Produktion bis 2050</li> <li>• Entwicklung eines portablen Brennstoffzellen-Stromerzeugers für kleingewerbliche und private Anwendungen</li> <li>• Entwicklung großtechnischer Optionen zum Einsatz von grünem Wasserstoff auf Basis des Netzboosterkonzepts zur Erhöhung der Netzstabilität</li> <li>• Multifunktionsprüfstände für Wasserstoffanwendungen mit digitalem Zwilling</li> <li>• Entwicklung eines Brennstoffzellen-Vollstapel-Teststands für Heavy-Duty- und Luftfahrtanwendungen</li> <li>• Ausbildungsfabrik Brennstoffzellenfertigung</li> <li>• Anlagen zur Fertigung von Wasserstoffspeichern mit Preforms</li> <li>• Erzeugung von „Grünem Wasserstoff“ durch hydrothermale Vergasung</li> <li>• Ausbau und Erprobung einer VTOL-Drohne mit Brennstoffzelle zum Transport medizinischer Laborproben</li> <li>• Fertigung eines Wasserstoffdrucktanks durch Preforms</li> </ul>	Programm (gesamt): 25,4

	Plattform H2BW (Vernetzung und Kommunikation)	Die Plattform H2BW bündelt und unterstützt Kompetenzen und Aktivitäten im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie in Baden-Württemberg. Sie ist zentrale Anlaufstelle für Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Kommunen.	3,6
Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus			
	„Zero Emission – Wasserstoffstandort Lampoldshausen“	Das Projekt „Zero Emission – Wasserstoffstandort Lampoldshausen“ des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt zeigt in besonderer Weise, welche Chancen im breiten Einsatz von Wasserstoff an einem energieintensiven Industriestandort liegen. Die Aktivitäten im Projekt Zero Emission zielen insbesondere auf drei Kernthemen ab. Erstens, der Ausbau von Erzeugungskapazitäten für grünen Wasserstoff. Damit werden die bereits im Projekt H2ORIZON erschlossenen Kapazitäten am Standort Lampoldshausen maßgeblich erweitert. Zweitens, die Reduktion von Treibhausgasemission unter dem Aspekt „CO <sub>2</sub> -neutraler Standort“. Dabei wird neben der Energieversorgung auch die Standortmobilität adressiert. Und drittens, die Erweiterung der Testaktivitäten über die Raumfahrt hinaus mit Partnern, die Technologien für den Einsatz in der Wasserstoffwirtschaft entwickeln.	16,0
	„Elektrolyse made in Baden-Württemberg“	Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg konnte durch das vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau geförderte Leuchtturmprojekt Power-to-Gas (PtG) in Grenzach-Wyhlen wesentliche Grundlagen zur Herstellung von „Grünem Wasserstoff“ aufbauen. Anknüpfend an das PtG-Projekt werden nun im Rahmen des Projekts „Elektrolyse made in Baden-Württemberg“ Elektrolysetechnologien entwickelt werden, welche „Grünen Wasserstoff“ zukünftig mit hohen Wertschöpfungsanteilen aus Baden-Württemberg herstellen sollen. Das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus fördert das Projekt insgesamt mit 5 Mio. Euro. Unter Federführung des ZSW soll u. a. ein Demonstrations-Elektrolyseur in Zusammenarbeit mit baden-württembergischen Unternehmen entstehen. Für den Bau einer Wasserstoffherstellungsanlage werden unterschiedliche technologie-spezifische als auch allgemeine Komponenten benötigt. In Baden-Württemberg gibt es zahlreiche Unternehmen, die in diesen Bereichen tätig sind. Dieser Demonstrator als „Schaufenster Elektrolyse“ soll dazu dienen, diese und weitere baden-württembergische Unternehmen zu qualifizieren und zu aktivieren, um eine Elektrolysefertigung im Land zu initiieren.	5,0
	Leuchtturmprojekt Power-to-Gas Baden-Württemberg	Mit dem Leuchtturmprojekt „Power-to-Gas Baden-Württemberg (PtG-BW)“ wurde im südbadischen Grenzach-Wyhlen eine Elektrolyse-Referenzanlage für Wasserstoff (H <sub>2</sub> ) geschaffen. Die Anlage bezieht per Direktleitung regenerativen Strom aus dem angrenzenden Wasserkraftwerk Wyhlen und hat eine Produktionskapazität von etwa 500 kg Wasserstoff pro Tag.	4,5
	Modularer Brennstoffzellen-Systemprüfstand für die H2-Region Schwarzwald-Baar-Heuberg	Aufbau eines Systemprüfstands. Unternehmen können ihre vorwettbewerblichen Entwicklungsmuster in einem vollständig funktionalen Systemumfeld unter realitätsnahen Einsatzbedingungen testen.	0,3
	„HyGenLab“	Ausbau der Wasserstoff-Forschung am ZSW im Rahmen des Programms „REACT-EU“. Im „HyGenLab“ soll die Forschungsinfrastruktur durch zielgerichtete Beschaffung von Anlagen- und Geräteinfrastruktur ausgebaut werden, um u.a. Skalierungskonzepte für den Markthochlauf und großtechnische Anwendung von Wasserstoff-Technologien zu erforschen.	4,0
	„HyFab-Baden-Württemberg – Forschungsfabrik für Brennstoffzellen und Wasserstoff“ und HyFab2	Schaffung einer offenen, flexiblen Plattform zur Assemblierung, Qualitätssicherung und Abnahme von Brennstoffzellenstacks. Mit HyFab2 wird außerdem die branchenübergreifende Erforschung und Entwicklung relevanter Qualitätskriterien, Qualitätssicherungsmethoden und die Auswahl dafür geeigneter Herstellungs- und Montageprozesse unterstützt.	10,5 + (HyFab2) 7,8
	Forschungstechnikum Regenerative Energien und Materialforschung	Das Perowskit-Technikum wird modernste Produktionstechnologien und Messtechnik für die Perowskit-Technologie beherbergen. Das Elektrolyse-Technikum plant auf den Forschungsgebieten Wasserstoff sowie strombasierte Kraftstoffe die bestehende Technologiebasis inhaltlich aufzubauen, um eine Industrialisierung und Skalierung der relevanten Technologiebausteine Elektrolyse, CO <sub>2</sub> -Bereitstellung und Kraft- oder Rohstoffsynthesen zu erforschen.	2,5
	Projekt „Elektrolyseblockfertigung in Baden-Württemberg“	Erstellung eines umsetzungsnahen Fabrik-Layouts zur Industrialisierung der Elektrolyseblock-Fertigung	0,2
	„Machbarkeitsstudie für ein technologieübergreifendes Test- und Innovationszentrum Elektrolyse im Großraum Stuttgart“		0,1
	Projekt „KLIMEA“	Entwicklung einer lokalen und bedarfsgerechten Konditionierungsstrategie für die Herstellung von Membran-Elektroden-Einheiten (MEA), um Investitions- und Betriebskosten zu senken sowie einen flexiblen Einsatz von Produktionsanlagen zu ermöglichen.	1,0
	Projekt „CleanProduction4Hydrogen Storage“	Identifikation und Evaluierung von Fertigungstechnologien für die Serienfertigung von Wasserstofftanks für den Schwerlastverkehr	0,5

	Projekt „Faserbruchreduzierte Herstellung [...] von Wasserstofftanks“		0,3
	Invest BW	Das Förderprogramm adressiert branchenübergreifend auch wichtige Zukunftstechnologien wie zum Beispiel innovative Mobilitätssysteme, CO2-neutrale Kraftstoffe oder Energiespeicher.	300,0
<b>Ministerium für Verkehr</b>			
	Das Ministerium für Verkehr konzentriert sich auf den Hochlauf klimaneutraler Kraftstoffe. Es hat aktuell keine laufenden Wasserstoffprojekte.		
<b>Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst</b>	Aktuell laufen 90 Wasserstoffprojekte an Hochschulen des Landes (siehe <a href="#">Anlage 2</a> ). In Summe werden diese Projekte mit 78,2 Mio. EURO gefördert. Die größten Fördermittelgeber sind der Bund mit ca. 49,6 Mio. EURO und die Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) mit ca. 14,3 Mio. EURO. Förderungen der EU belaufen sich auf 6,7 Mio. EURO und das Land Baden-Württemberg fördert Projekte im Umfang von 4,3 Mio. EURO. Industrie, Stiftungen und Sonstige fördern mit 3,2 Mio. 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 <u>Transport und der Anwendung von flüssigem Wasserstoff (Fördersumme 11,9 Mio. EURO)</u>		78,2
<b>Bund</b>			
<b>Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)</b>	Reallabor der Energiewende H2-Wyhlen	Aufbauend auf das Leuchtturmprojekt (PtG-BW) wollen die beteiligten Projektpartner im Reallabor H2-Wyhlen nicht nur die Anlage und die damit verbundene Infrastruktur ausbauen, sondern auch neue Geschäftsmodelle für die bedarfsgerechte Erzeugung, lokale Verteilung und Nutzung von Wasserstoff in den verschiedenen Sektoren entwickeln. Zusätzlich umfassen die Arbeiten auch die Entwicklung von großskalig fertigerbarer Elektrollysetechnologie. Eine Begleitforschung bearbeitet darüber hinaus gesellschaftlich relevante Themen. Zum Ende der Projektlaufzeit steht das Ziel, die Power-to-Hydrogen-Infrastruktur wirtschaftlich zu betreiben.	13,5
<b>Bundesministerium für Digitales und Verkehr</b>	H2Rivers (HyLand I: HyPerformer-Region)	Aus dem Förderprogramm „HyLand“ des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur ging das Projekt hervor und erhielt den Zuschlag in der Kategorie „HyPerformer“. H2Rivers wird als überregionales Leuchtturmprojekt für Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie durch Mittel des Bundes in der Metropolregion Rhein-Neckar gefördert. In lokalen Wertschöpfungsketten wird die Integration von Erzeugung und vielseitiger Anwendung des Energieträgers Wasserstoff im Alltag erprobt und weiterentwickelt.	20,0
	Wasserstoffregion Reutlingen (HyLand I: HyStarter-Region)	Der Landkreis Reutlingen möchte durch den Aufbau eines Wasserstoff-Netzwerks die nachhaltige Regionalentwicklung im Sinne der Energiewende weiter vorantreiben, Zukunftstechnologien stärken und den Klimaschutzprozess konsequent weiter gehen. In der externen Unterstützung und Kompetenz sowie der Vernetzung der Akteure zur Erarbeitung eines gemeinsamen Konzepts wird eine große Chance gesehen, Wasserstoff als Schlüsseltechnologie, für eine sektorenggekoppelte, erneuerbare Energiewirtschaft im Landkreis Reutlingen zu etablieren.	Unterstützung durch Beratungsleistungen
	H2PURE- Wasserstoff Planung für die Ulmer/Neu-Ulmer Region (HyLand I: HyExperts-Region)		0,3
	Landkreis Reutlingen (HyLand II: HyExperts-Region)		0,4
	Ostalbkreis (HyLand II: HyExperts-Region)		0,4
	Landkreis Göppingen (HyLand II: HyStarter-Region)		Unterstützung durch Beratungsleistungen
<b>EU</b>			
Die Landesregierung verfügt über keine vollständigen Informationen zu Projekten, die seitens Bund und EU geförderten werden. Projekte, die auch mit Landesmitteln im Rahmen von EFRE-Förderprogrammen oder REACT-EU gefördert werden, sind oben entsprechend benannt.			

\* Projekte befinden sich gerade in der Bewilligung

## Große Anfrage (DR 17/1588) der Fraktion der FDP/DVP: Technologieoffener Wasserstoffhochlauf in Baden-Württemberg

Hochschule/Universität	Titel/Kurzbeschreibung	Förderbeginn	Förderende Fördersumme	Fördermittelgeber
TH Ulm	H2PURE - Wasserstoff Planung für die Ulmer Region Planung des Umbaus der Region hin zu einer Wasserstoff produzierenden und nutzenden Region	01.06.2021	252.600 € Bund	
Universität Konstanz	HYDRA Kinetik und Defektreaktionen von Wasserstoff in kristallinem Silizium und funktionalen Schichten	01.03.2020	760.480 € Bund	
HS Esslingen	EnStadt-EsWest: Klimaneutrales Stadtquartier Neue Weststadt	01.11.2017	427.014 € Bund	
HS Esslingen	FURTHNER-FC - Further Understanding Related to Transport Limitations at High current density towards future ElectRodes for Fuel Cells	01.01.2020	235.000 € EU	
HS Esslingen	FHP: Anwendungen der Brennstoffzellensysteme in mobilen und stationären Systemen	01.10.2021	340.200 € Bund	
HTW Nürtingen-Geislingen	(BGA-PTG) <sup>2</sup> - „Ganzheitliche Bewertung der Integration von Power-to-Gas-Konzepten in Biogas- und Biomethananlagen einschließlich der Entwicklung von Geschäftsmodellen für regenerative Gase“	01.01.2020	207.105 € Bund	
Hochschule Karlsruhe	WirtLebenSOFC: Hauptziel ist es, Degradationsmechanismen von Festoxidbrennstoffzellen (SOFC) zur klimaneutralen Rückverstromung von erzeugtem „grünem“ Wasserstoff im Betrieb mit H <sub>2</sub> bzw. H <sub>2</sub> -angereicherterem Brenngas zu untersuchen und Modelle für deren Lebensdauervorhersage zu entwickeln.	01.03.2021	585.055 € Bund	
Hochschule Karlsruhe	EGRReact: BHKW-Gasmotor mit D-EGR-Konzept: Untersuchungen zur partiellen Oxidation von Erdgas in einem Spenderzylinder und zum Einfluss von reaktiven Spezies (H <sub>2</sub> , CO) auf die stöchiometrische Erdgas-Verbrennung in den emissionsrelevanten Zylindern.	01.04.2019	482.710 € Bund	
Hochschule Karlsruhe	HydroGen: Ziel ist die Auslegung und Entwicklung eines wasserstofftauglichen hocheffizienten Motorenkonzepts für den Einsatz in Mini-Blockheizkraftwerken (BHKW) ausgehend von einem stationären Erdgas-Einzyklindermotor neuester Technologie.	01.07.2019	326.116 € Bund	
Hochschule Karlsruhe	leanStoich2: Effiziente Nutzung von regenerativ gewonnenem Wasserstoff im AGR-Spenderzylinder eines Mehrzylinder-Erdgas-BHKW mit Nutzung eines Kondensers im Abgasrückführungssystem.	01.01.2020	510.980 € Bund	
Hochschule Karlsruhe	SafeDDT: Ziel ist, eine Vorhersagemethode für den sogenannten DDT-Spitzendruck bei vorgemischtem Gasen und darauf basierend ein sicheres Auslegungskriterium für Rohrleitungen, eine detonationsdruckreife Auslegung, zu entwickeln.	01.08.2018	530.219 € Bund	
Hochschule Karlsruhe	Portable HC-Tracker: Entwicklung eines flammenlosen Verfahrens zur mobilen Kohlenwasserstoff-Messung in Kraftfahrzeugabgasen	01.08.2020	125.000 € Deutsche Bundesstiftung Umwelt / AIP Automotive GmbH & Co. KG	

Hochschule Offenburg	Eco-AEC - Neukonzeptionierung der AEC-Elektrolyse durch Anwendung von Prägetechnologien und Membranseparatoren für einen ökonomisch effizienteren Einsatz und zur Ermöglichung der Nutzung volatiler Stromquellen	01.07.2022	30.06.2024	380.104 € Bund
Universität Tübingen	SPECSY-Aufklärung der potenzialabhängigen Struktur von elektrochemischen Grenzflächen mittels Reflexionsanisotropiespektroskopie	23.03.2020	22.03.2026	1.290.000 € DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft)
Universität Tübingen	Entwicklung von Demonstratoren zur direkten solaren Wasserspaltung	01.03.2021	28.02.2026	938.400 € Bund
Hochschule Reutlingen	H2Sensor4Quality - Entwicklung eines optischen Wasserstoffsensors zur präventiven Qualitätssicherung des Energiesystems Brennstoffzelle	01.01.2022	31.03.2024	589.967 € Land: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Hochschule Reutlingen	Modellregion grüner Wasserstoff-H2-Grid Dieses Projekt erprobt dezentrale Konzepte und weist deren Funktion durch vernetzte Demonstratorsysteme in der Modellregion für eine ökologisch und ökonomisch optimale Integration von Elektrolyseuren in Haushalte, Industriebetriebe (KMUs), Quartiere und Kommunen nach.	01.01.2022	28.02.2027	2.712.705 € Land: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg / EFRE
Hochschule Reutlingen	HyExperts - Ziel ist die Konkretisierung eines regional zugeschnittenen Wasserstoffkonzepts, an der sich die Hochschule Reutlingen beteiligen wird.	01.09.2022	31.12.2023	Bund
Hochschule Biberach im Verbund mit Universität Stuttgart Fraunhofer IPA KE-Technologie GmbH Universität Mannheim	RhoTech: Neue Strategie zur Wasserstoff-Produktion aus Frucht- und Molkeabfällen mit Hilfe von Purpurbakterien Teilvorhaben: Bioprozessentwicklung mikroaerober H2-Produktion und Stoffwechselanalyse (FKZ: 03EI5407B)	01.01.2020	31.12.2022	274.336 € Bund
Hochschule Heilbronn	H2Rhein-Neckar (Verbundprojekt), Begleitforschung (Teilprojekt an der Universität Mannheim)	25.11.2020	31.03.2024	500.000 € Land: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg
Hochschule Heilbronn	HydroLoc: Dekarbonisierung im Schienenverkehr durch Nachrüstung von Diesellokomotiven mit hocheffizienten „zero-emission“ Wasserstoffmotoren	01.08.2021	31.07.2024	331.167 € Bund
Hochschule Heilbronn	H2-ALL LOGMob: Die Ländliche Region als Treiber für die Umsetzung von Wasserstoffanwendungen durch innovative Ansätze in der Logistik	16.12.2021	31.12.2022	59.414 € Land: Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg
Hochschule Heilbronn	Hydrogen Hub Mit dem Leuchtturmprojekt Hydrogen Hub soll die regional verankerte Kompetenz sukzessive auf das zukunftsreiche Technologiefeld der Wasserstoffwirtschaft übertragen werden. Dazu soll am DLR Standort Lampoldshausen ein Test-, Anwendungs- und Transferzentrum entstehen, welches Unternehmen in der Entwicklung und Erprobung von Wasserstofftechnologien unterstützt, um innovative Lösungen von der Ideenfindung bis zur Marktreife von Systemen und Komponenten zu fördern.	noch im Antragsverfahren		78.900 € EU/Land
Hochschule Aalen	Verständnis der Wirkzusammenhänge der Alterungsmechanismen zur Lebensdauerprognose von SOFCs	01.03.2021	29.02.2024	139.000 € Bund

Universität Stuttgart	HydroOnDemand: Entwicklung eines autarken Brennstoffzellenboots mit wiederverwendbarer Siliziumpatrone für die dezentrale Gewinnung von Wasserstoff. Entwicklung des wasserstofferzeugenden Si-NaOH-Patronenfüllung mit optimaler Korngröße, Morphologie und Oberfläche inkl. Erforschung der Reaktionskinetik und -thermodynamik, des praktischen Reaktionsfortschritts und des entstehenden Natriumsilicats	01.05.2020	31.10.2022	190.000 € Bund
Universität Stuttgart	Verbundvorhaben: RhoTech - Neue Strategie zur Wasserstoff-Produktion aus Frucht- und Molkerei-Abfällen mit Hilfe von Purpurbakterien; Teilvorhaben: H2-Produktionsstamm-Entwicklung;	01.01.2020	31.12.2022	300.583 € Bund
Universität Stuttgart	Simulations of hydrogen embrittlement in Ni-based super alloys.	01.08.2021	31.01.2023	141.000 € DFG
Universität Stuttgart	Grenzen der otomotorischen Wirkungsgradsteigerung in hybridisierten Antriebssträngen.	01.02.2021	31.01.2023	183.730 € Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e.V.
Universität Stuttgart	Verbundvorhaben ARIADNE: Evidenzbasiertes Assessment für die Gestaltung der deutschen Energieende.	01.06.2020	31.05.2023	1.380.154 € Bund
Universität Stuttgart	Hydrogen Composite Pressure Vessel Engineering 4.0, Teilvorhaben: Vorstudien, Materialversuche und Simulationsprozesskette.	01.08.2021	31.07.2024	457.711 € Bund
Universität Stuttgart	autokite	01.06.2021	30.11.2024	2.400.000 € Land: MWK - InnovationsCampus Mobilität der Zukunft
Universität Stuttgart (im Verbund mit KIT)	Additive Fertigung von gradierten Strömungsstrukturen für PEM-Brennstoffzellen – AddPEM	01.01.2022	31.12.2024	513.000 € Land: MWK - InnovationsCampus Mobilität der Zukunft
Universität Stuttgart	"Inner-Pore"-verknüpfte Tetraaza-Ruthenium-Komplexe für die gesteuerte Wasserstoff-Autoalkylierkatalyse (B01).	01.07.2018	30.06.2022	439.800 € DFG
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	Production of Sustainable aircraft grade Kerosene from water and air powered by Renewable Electricity, through the splitting of CO <sub>2</sub> , syngas formation and Fischer-Tropsch synthesis	01.04.2018	31.03.2022	1.092.010 € EU
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	Entwicklung eines innovativen, kompakten Membranreaktors mit Palladiumkompositmembranen zur CO <sub>2</sub> -neutralen, dezentralen Herstellung von Wasserstoff; Entwicklung einer Reformerzelle mit einer Palladiumfläche von mehr als 60 m <sup>2</sup> pro Zellvolumen; Analyse der Wirtschaftlichkeit der Herstellungsprozesse und Entwicklung einer optimierten Effizienzsteigerung	01.07.2018	31.03.2022	189.979 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	H2SHIPS - System-Based Solutions for H2-Fuelled Water Transport in North-West Europe	01.01.2019	31.12.2022	3.470.000 € EU
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	Entwicklung eines modularen und skalierbaren Produktionssystems zur Herstellung von Brennstoffzellen-Stacks	01.03.2019	28.02.2022	1.014.884 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)	PNR for safety of hydrogen driven vehicles and transport through tunnels and similar confined spaces	01.03.2019	01.07.2022	239.679 € EU

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	VP: Methanpyrolyse	01.06.2019	31.05.2022	880.358 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Maschinenbau und Elektrotechnik	Materialien für die Hochleistungs-Wasserstoffspeicherung - Materials for high-capacity hydrogen storage	01.08.2019	31.07.2022	444.205 € DFG
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	VP P2X-2: Erforschung, Validierung und Implementierung von "Power-to-X" Konzepten; TP: Teilvorhaben KO-2	01.09.2019	30.04.2023	2.671.612 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	Black Liquor to Fuel by Efficient HydroThermal Application integrated to Pulp Mill	01.04.2020	30.09.2023	334.500 € EU
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	Simultane Beschreibung der kalorischen und thermischen Eigenschaften von kryogenen Stoffgemischen	01.08.2020	31.07.2023	311.300 € DFG
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	Biökonomie International 2019: BURPED Wasserstoffbildung unter Verwendung rekombinanter Paraglobacillus Prozessoptimierung und Aufarbeitung	01.10.2020	30.09.2023	275.062 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	ContaminatEd land Remediation through Energy crops for Soil improvement to liquid biofuelStrategies	01.11.2020	30.04.2024	456.750 € EU
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	WIRI - CAMPFIRE - CF06_1 Entwicklung einer dezentralen Erzeugungstechnologie für grünes Ammoniak zur Speicherung erneuerbarer Energien; TP 1.2: Entwicklung eines Mikroreaktors mit fallendem Temperaturprofil für die dezentrale Ammoniaksynthese	01.11.2020	30.04.2022	185.931 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	Waste to Hydrogen	01.01.2021	31.12.2023	155.750 € EU
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	Efficient water splitting catalysts for hydrogen generation	01.01.2021	31.12.2022	66.279 € Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Maschinenbau und Elektrotechnik	Machbarkeitsstudie « Innovationsregion Fessenheim »	01.01.2021	31.03.2022	129.600 € Land: Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg (MWK)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Maschinenbau und Elektrotechnik	VP-SOC Degradation 2.0: Transfer von Erkenntnissen in Produkte für einen "Grünen Wasserstoff"-Vektor; TP G	01.03.2021	28.02.2024	674.390 € Bund

Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Maschinenbau und Elektrotechnik	VP: WirLebenSOFC - Verständnis der Wirkzusammenhänge der Alterungsmechanismen zur Lebensdauerprognose von SOFCs; TP-KIT: Physikochemische Lebensdauermodelle auf Basis elektrochemischer und (mikro-) struktureller Analysen Wasserstoffverbrennung und Vergleich Si/Ci	01.03.2021	28.02.2024	1.012.068 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Maschinenbau und Elektrotechnik		01.03.2021	31.03.2023	252.270 € Forschungsvereinigung Verbrennungskraftmaschinen e. V.
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	VP: H2Mare-PtX-Wind; Teilvorhaben: KIT-EBI	01.04.2021	31.03.2025	1.045.331 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	SPP 2080: Katalysatoren und Reaktoren unter dynamischen Betriebsbedingungen für die Energiespeicherung und -wandlung; Thema: Koordinationsfonds - 2. Förderperiode	01.04.2021	31.03.2025	533.890 € DFG
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Maschinenbau und Elektrotechnik	VP: TransHyDE-AppLHy: Transport und Anwendung von flüssigem Wasserstoff; TP KIT mit Beiträgen zu LH2-Bereitstellung, effizienter Speicherung und Verteilung, Sicherheits- & Materialaspekten, LH2-betriebenen elektrische Komponenten sowie Synergien verbunden mit LH2 Transport.	01.04.2021	31.03.2025	11.825.876 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Maschinenbau und Elektrotechnik	VP: TransHyDE-Norm; TP5: Standardisierung, Normung und Zertifizierung	01.04.2021	31.03.2025	197.516 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	VP: Entwicklung eines Dual-Fuel Porenstrahlungsbrenners zum Betrieb mit reinem Wasserstoff und/oder Erdgas (WasserstoffPorenStrahler - WAPS); TP: Komponentenentwicklung und Prüfstanduntersuchungen des Prototypen eines Dual-Fuel Porenstrahlungsbrenners zum Betrieb mit reinem Wasserstoff und /oder Erdgas	01.05.2021	30.04.2023	219.949 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	PRIME (Postdoctoral Researchers International Mobility Experience) ab 2021 Projekt: PRIME	01.12.2021	31.05.2023	145.735 € Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V. (DAAD)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Natürliche und gebaute Umwelt	VP: SAMUH2 - Sichere und innovative Erschließungskonzepte für Ausbau, Nachnutzung und Monitoring von Untergrundspeichern für Wasserstoff; TP: Erschließungs- und Überwachungskonzepte - Anschlussanwendung	01.01.2022	31.12.2024	2.074.893 € Bund
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik	Vorgemischte Wasserstoff-Verbrennung bei Hohen Rezirkulationsraten	01.01.2022	31.12.2022	47.500 € Friedrich und Elisabeth Boysen-Stiftung
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Maschinenbau und Elektrotechnik	Nachwuchsgruppe Emissionsfreie Mobilität - Sensorbasierte Entwicklung von H2-Brennstoffzellen (Sense2B)	01.12.2020	30.11.2025	1.748.429 € Land: MWK - InnovationsCampus Mobilität der Zukunft

	01.01.2022	30.06.2023	44.500 € Friedrich und Elisabeth Boysen-Stiftung
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Maschinenbau und Elektrotechnik			
DHBW	01.04.2021	31.03.2023	160.651 € Bund
DHBW	01.10.2021	31.12.2023	299.477 € Land: MWK
DHBW	01.02.2022	31.05.2023	53.798 € Land: MWK
DHBW	ca. Mai 2022	01.12.2023	120.000 € Dieter Schwarz Stiftung
Universität Freiburg	01.01.2020	31.12.2023	125.010 € EU
Universität Freiburg	01.01.2021	31.12.2023	296.250 € EU
Universität Freiburg	01.07.2019	30.06.2024	1.974.213 € Bund
Universität Freiburg	01.01.2021	30.06.2024	467.864 € Bund
Universität Freiburg	01.03.2021	29.02.2024	1.445.205 € Bund
Universität Freiburg	01.04.2021	31.03.2025	1.835.572 € Bund
Universität Freiburg	01.03.2021	29.02.2024	1.913.357 € Bund
Universität Freiburg	01.02.2019	31.01.2022	390.916 € Bund
Universität Freiburg	01.02.2020	31.01.2023	1.580.923 € Bund
Universität Freiburg	01.05.2021	31.03.2025	300.395 € Bund
Universität Freiburg	01.01.2019	30.06.2022	489.107 € Vector Stiftung

Universität Freiburg	In-Situ Electrochemical Transmission Electron Microscopy - Understanding Electrocatalysts Dynamics under Electrochemical Conditions at the Nano Scale	01.01.2021	31.12.2025	952.500 € VolkswagenStiftung
Universität Freiburg	Verbundvorhaben NAMOSYN: Nachhaltige Mobilität durch synthetische Kraftstoffe	01.04.2019	31.03.2022	843.140 € Bund
Universität Freiburg	ERWAS - Verbundprojekt BioDME: Nachhaltige Synthese des Energieträgers Dimethylether aus Abwasser	01.09.2019	28.02.2023	541.680 € Bund
Uni Ulm (Chemieingenieurwesen)	Light-to-Gas: Kopplung von Photo- und Thermokatalyse für die Herstellung Energieträgern	01.04.2019	31.03.2023	320.250 € Vector-Stiftung
Uni Ulm (Chemieingenieurwesen)	Nanostrukturierte Kern-Schale-Katalysatoren zur Steuerung der Produktverteilung in der Fischer-Tropsch-Synthese	01.02.2021	31.01.2024	360.250 € DFG
Uni Ulm (Chemieingenieurwesen)	Prozessintensivierung der Ammoniak-Synthese	(vrstl.) 01.05.2022	30.04.2025	825.200 € Bund
Uni Ulm (Chemieingenieurwesen)	Ruthenium-Katalysatoren für Fischer-Tropsch-Synthese	(vrstl.) 01.12.2022	30.11.2025	268.860 € Vector-Stiftung
Uni Ulm (Anorg. Chemie I)	Catalight Sonderforschungsbereich	01.07.2018	01.06.2022	10.000.000 € DFG
Uni Ulm (Elektrochemie)	Interfacial engineering of semiconductors for highly selective light-driven chemical transformations	01.04.2020	31.03.2023	201.621 € DFG
Uni Ulm (Elektrochemie)	Experimental and Theoretical Studies on Molecular Molybdenum Sulfide Hydrogen Evolution Reaction Catalysts	01.07.2018	30.06.2022	254.675 € DFG
Uni Ulm (Elektrochemie)	Molecular Functionalization of Carbon Nitride Polymers for Light-driven Water Splitting	01.07.2018	30.06.2022	319.803 € DFG
Uni Ulm (Energiewandlung und -speicherung)	Enable / Steigerung der Robustheit und Leistungsfähigkeit eines hybrid elektrischen Antriebsstranges	01.07.2021	30.09.2025	1.585.800 € Bund
Uni Ulm (Energiewandlung und -speicherung)	Koordination des Verbundes HighV	01.08.2018	31.03.2022	220.000 € Forschungsauftrag
Uni Ulm (Energiewandlung und -speicherung)	Go4Hy2: Druckaufgeladene Brennstoffzellen im 250kW Antriebsstrang für ein Passagier-Flugzeug	01.07.2020	30.06.2024	2.673.000 € Bund Rolls-Royce Deutschland
Uni Ulm (Energiewandlung und -speicherung)	FIHySAFE: Fuel cell Hydrogen System for Aircraft Emergency	01.01.2018	30.09.2022	210.000 € EU
Uni Ulm (Energiewandlung und -speicherung)	Enable: Elektrisches 250kW Antriebsstrangmodul auf P-Brennstoffzellen Basis	01.07.2021	30.09.2025	1.967.000 € Bund
Uni Ulm (Energiewandlung und -speicherung)	H2PURE/HyExpert: Wasserstoff Planung für die Ulmer/Neu-Ulmer Region	01.10.2021	31.03.2023	40.000 € Bund
				<b>82.859.212 €</b>