

Große Anfrage

der Fraktion der FDP/DVP

und

Antwort

der Landesregierung

Forschung, Entwicklung und Marktbedingungen für Elektrizitätsspeicher

Große Anfrage

Wir fragen die Landesregierung:

I. Rahmen- und Marktbedingungen für Stromspeicher

1. Welche Kapazitäten zur Speicherung elektrischer Energie stehen bereits heute in Baden-Württemberg zur Verfügung (mit Angabe des Standorts, der Art des jeweiligen Speichers sowie der jeweiligen Speicherkapazität)?
2. Von welchem Speicherkapazitätsbedarf und von welchen Entwicklungsszenarien für Elektrizitätsspeicher in Baden-Württemberg geht sie jeweils für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050 aus?
3. Welches Gesamtkonzept verfolgt sie unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Netzstabilität und Netzausbau bzw. Netzverstärkung für die Verteilung von Speicherkapazitäten auf Systemebene (Großspeicher), Verteilnetzebene und Endkundenebene (Hauspeicher)?
4. Welche Auswirkungen erwartet sie infolge der Einführung der Erneuerbare-Energien-Gesetz-Umlage (EEG-Umlage) auf Eigenstrom für die weitere Entwicklung und den Ausbau dezentraler Speicherkapazitäten?
5. Welche Auswirkungen erwartet sie auf die weitere Entwicklung und den Ausbau von Großspeichern sowie auf die wirtschaftliche Situation bereits bestehender Pumpspeicherkraftwerke infolge der jüngst erteilten Absage des Bundesministers für Wirtschaft und Energie an einen gesonderten Vergütungsmechanismus für gesicherte Leistung?
6. Wie bewertet sie die verschiedenen Strommarktdesign-Modelle für eine gesonderte Vergütung gesicherter Leistung mit Blick auf ihre spezifischen Anreize für die Entwicklung von Speicherkapazitäten (umfassender Kapazitätsmarkt, fokussierter Kapazitätsmarkt, strategische Reserve, dezentraler Leistungsmarkt)?

Eingegangen: 24.02.2015 / Ausgegeben: 08.05.2015

1

7. Welche Marktsegmente sieht sie bei den Erlösen von Elektrizitätsspeichern künftig im Vordergrund (Spotmarkt, Intradaymarkt oder Regelenergiemarkt)?

II. Speichertechnologien in Forschung und Anwendung

1. Inwiefern fördert sie die Erforschung der Möglichkeiten von Unterflur-Pumpspeicherwerken in stillgelegten Bergwerken?
2. Inwiefern kämen ehemalige Bergwerke in Baden-Württemberg geologisch als Standorte für Unterflur-Pumpspeicherwerke in Betracht?
3. Wie stellt sich ihrer Kenntnis nach Baden-Württembergs Innovations- und Forschungsaktivität bei den verschiedenen Batteriespeichertechnologien dar (vor allem bei Lithium-Ionen-Batterien, Blei-Säure-Batterien und Redox-Flow-Batterien)?
4. Welche Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit und die Einsatzmöglichkeiten von Batteriespeichersystemen (z. B. auf Mittelspannungsebene) erwartet sie infolge der innovativen Überwindung der Reihenschaltung von Batteriezellen durch ein Unternehmen in Umkirch im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald?
5. Wie stellt sich ihrer Kenntnis nach Baden-Württembergs Innovations- und Forschungsaktivität bei Power-to-Gas-Lösungen dar?
6. Wie bewertet sie die Wirkungsgrade von Power-to-Gas-Lösungen im Mobilitätsbereich im Vergleich zu Power-to-Gas-Rückverstromungslösungen und welche Konsequenzen zieht sie gegebenenfalls daraus für ihre Förderungsschwerpunkte?
7. Welche Erkenntnisse hat sie über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung bei den verschiedenen Druckluftspeicherverfahren und über die entsprechende Sachkunde von Einrichtungen und Unternehmen in Baden-Württemberg (z. B. Druckluft-Gas-Kombikraftwerke, konventionelle Druckluftspeicher, adiabatische Druckluftspeicher)?
8. Welche vorhandenen oder projektierten Druckluftspeicheranlagen gibt es nach ihrer Kenntnis global?
9. Welche Möglichkeiten sieht sie für die Errichtung von kleineren Demonstratoren oder Pilotanlagen in Baden-Württemberg zur weiteren Entwicklung der oben genannten Druckluftspeicherverfahren?
10. Gibt es in Baden-Württemberg nach ihrer Kenntnis Kavernen, welche theoretisch den Anforderungen eines Strom-Wärme-Strom-Energiespeichers als unterirdische Wärmespeicher genügen könnten (z. B. in Salzstöcken)?
11. Wie stellt sich nach ihrer Kenntnis Baden-Württembergs Innovations- und Forschungspotenzial bei Supraleitenden Magnetischen Energiespeichern (SMES) dar?
12. Wie stellt sich nach ihrer Kenntnis Baden-Württembergs Innovations- und Forschungsaktivität bei Schwungrad-Speicherkraftwerken dar?
13. Wie stellt sich nach ihrer Kenntnis Baden-Württembergs Innovations- und Forschungsaktivität bei Super-Kondensatoren dar?

III. Technologieoffene Forschungsförderung

1. Wie hat sich die Zahl der gemeldeten Patente im Bereich der Elektrizitätsspeicherentwicklung in Baden-Württemberg und nach ihrer Kenntnis in Deutschland in den vergangenen fünf Jahren entwickelt?

2. Welche Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und anderen Institutionen, die vom Land gefördert werden, arbeiten derzeit an der Forschung und Entwicklung von Technologien und Systemen zur Speicherung elektrischer Energie (mit Angabe der Zuwendungsempfänger, einschlägiger Forschungs- und Entwicklungsaktivität sowie Art und Umfang der Förderung)?
3. Welche Forschungsvorhaben im Bereich von Elektrizitätsspeichern hat sie seit 2011 im Wege der Projektförderung unterstützt (mit Angabe der Förderempfänger, Projektbeschreibung, Dauer und des Umfangs der Förderung)?
4. Inwieweit wurden seit 2011 einschlägige Förderangebote des Bundes, z. B. im Rahmen der Förderinitiative „Energiespeicher“, von Zuwendungsempfängern in Baden-Württemberg in Anspruch genommen (mit Angabe der Zuwendungsempfänger, einschlägiger Forschungs- und Entwicklungsaktivität sowie Art, Dauer und Umfang der Förderung)?
5. Inwieweit ist sie bei der Förderung der Forschung und Entwicklung von Elektrizitätsspeichern über die oben aufgeführten Bereiche hinaus tätig?

24.02.2015

Dr. Rülke
und Fraktion

Begründung

Angesichts der schwankenden Verfügbarkeit von erneuerbaren Energien wie Sonne und Wind erfordert die Energiewende im Stromsektor in zunehmendem Maße die Erschließung von Flexibilitätsoptionen. Kurzfristig steht die Entwicklung von Speicherkapazitäten im Elektrizitätssektor noch im Wettbewerb mit weiteren Flexibilitätsoptionen, die einstweilen wirtschaftlicher erscheinen mögen (Flexibilisierung des konventionellen Kraftwerksparks, Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, Abregelung erneuerbarer Energien, intelligentes Lastmanagement, verstärkter Energieaustausch mit Nachbarregionen sowie Energieaustausch mit anderen Verbrauchssektoren durch Power-to-Heat- oder Power-to-Gas-Lösungen). Langfristig jedoch wird eine Stromversorgung, die überwiegend mit erneuerbaren Energien gewährleistet werden soll, nicht ohne Speicherkapazitäten auskommen. Da ein weiterer Ausbau der Pumpspeicherkapazitäten sowohl an Grenzen der topografischen Möglichkeiten als auch an Grenzen der gesellschaftlichen Akzeptanz stößt, kann die Energiewende nur gelingen, wenn zeitnah die technologischen und technischen Weichen für neue effiziente und zuverlässige Speicherverfahren gestellt werden. Baden-Württemberg als Europas innovativstem Wirtschaftsstandort kommt hier eine Schlüsselfunktion in der Energiewende zu.

Antwort

Mit Schreiben vom 28. April 2015 Nr. III-4580.2 übersende ich Ihnen unter Bezugnahme auf § 63 der Geschäftsordnung des Landtags als Anlage die von der Landesregierung beschlossene Antwort auf die Große Anfrage.

Krebs
Ministerin im Staatsministerium

Anlage: Schreiben des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Mit Schreiben vom 22. April 2015 Nr. 6-4552.2/126/1 beantwortet das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Namen der Landesregierung im Einvernehmen mit dem Ministerium für Finanzen und Wirtschaft und dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst die Große Anfrage wie folgt:

I. Rahmen- und Marktbedingungen für Stromspeicher*1. Welche Kapazitäten zur Speicherung elektrischer Energie stehen bereits heute in Baden-Württemberg zur Verfügung (mit Angabe des Standorts, der Art des jeweiligen Speichers sowie der jeweiligen Speicherkapazität)?*

In Baden-Württemberg werden als großtechnische Speicheranlagen die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten acht Pumpspeicherkraftwerke mit einer elektrischen Nettoleistung von insgesamt rd. 1874 MW und einer Speicherkapazität von insgesamt rd. 10.410 MWh betrieben.

Pumpspeicherwerk	Elektrische Nettoleistung [MW]	Speicherkapazität [MWh]
Säckingen	360	2.064
Schwarzenbachwerk Forbach	43	198
Häusern	100	463
Glems	90	560
Waldshut	150	402
Wehr	910	6.073
Witznau	220	626
Einsiedel	1,3	23

Quelle: Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur und ZSW, Stuttgart

Über weitere Speicherkapazitäten, insbesondere im Bereich der stationären Batteriespeicher, liegen keine Informationen vor, da hierfür keine systematische Erfassung erfolgt.

2. Von welchem Speicherkapazitätsbedarf und von welchen Entwicklungsszenarien für Elektrizitätsspeicher in Baden-Württemberg geht sie jeweils für die Jahre 2020, 2030, 2040 und 2050 aus?

Hinsichtlich des im Rahmen der Energiewende entstehenden Speicherbedarfs lassen sich die Ergebnisse der bekannten Studien wie folgt zusammenfassen: Vereinzelte Leistungsüberschüsse treten bereits ab einem Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung von ca. 40 % auf. Auf Baden-Württemberg bezogen, wird dies gemäß dem Energieszenario Baden-Württemberg 2050, das dem baden-württembergischen Klimaschutzgesetz zugrunde liegt, jedoch voraussichtlich erst nach dem Jahr 2020 der Fall sein. Lokale Überschüsse, die auch heute schon punktuell auftreten, können bis dahin vom bestehenden System oder durch die Nutzung anderer Flexibilitätsoptionen (z. B. Einspeisemanagement, Netzausbau, Lastmanagementmaßnahmen) ausgeglichen werden.

Ab einem Anteil der erneuerbaren Energien von 50 % nimmt die Zahl der Leistungsüberschüsse deutlich zu, die damit verbundenen Energiemengen sind jedoch noch gering. Nennenswerte Energieüberschüsse treten ab einem Anteil der erneuerbaren Energien von 60 % auf. Dieser Anteil wird in Baden-Württemberg gemäß Energieszenario kurz vor dem Jahr 2030 erreicht, sodass dann Speicher in nennenswertem Umfang errichtet und betrieben werden sollten. Ab einem Anteil der Erneuerbaren von 80 % (ca. im Jahr 2040) nehmen die Energieüberschüsse nochmals erheblich zu, sodass der Bedarf an Speichern nochmals deutlich steigt. Das Langfristziel des baden-württembergischen Klimaschutzgesetzes, die Treibhausgasemissionen bis 2050 um mindestens 90 % zu reduzieren, verlangt eine CO₂-neutrale Stromerzeugung bis zum Jahr 2050, sodass ein deutliches Überschreiten des Anteils der erneuerbaren Energien von 80 % an der

Stromversorgung mit einem entsprechend wachsenden Speicherbedarf erforderlich ist.

3. Welches Gesamtkonzept verfolgt sie unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeit, Netzstabilität und Netzausbau bzw. Netzverstärkung für die Verteilung von Speicherkapazitäten auf Systemebene (Großspeicher), Verteilnetzebene und Endkundenebene (Hausspeicher)?

Aufgrund des langen Zeithorizonts bis zum energiewirtschaftlich erforderlichen Einsatz von Stromspeichern ist es nicht sinnvoll, bereits zum heutigen Zeitpunkt ein Speicherkonzept festzulegen. Zudem lässt die erhebliche Anzahl laufender Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten deutliche Fortschritte bei den Speichertechnologien erwarten.

Der längerfristig erwartete Speicherbedarf kann nicht allein durch konventionelle Pumpspeicherkraftwerke gedeckt werden. Unabhängig von der energiewirtschaftlichen Relevanz entwickeln sich bereits Nischenanwendungen, in denen weitere Speichertechnologien zum Einsatz kommen, wenn dies für den individuellen Nutzer einen Vorteil bedeutet. Zu nennen sind insbesondere die Kombination von Photovoltaikanlagen mit stationären Batteriespeichern, mit mobilen Batteriespeichern bei Elektrofahrzeugen oder der Einsatz von großen Batteriespeichern im Regelenergiemarkt.

4. Welche Auswirkungen erwartet sie infolge der Einführung der Erneuerbare-Energien-Gesetz-Umlage (EEG-Umlage) auf Eigenstrom für die weitere Entwicklung und den Ausbau dezentraler Speicherkapazitäten?

Nach dem Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (EEG) in der ab 1. August 2014 geltenden Fassung wird für Letztverbraucher und Eigenversorger erstmalig eine EEG-Umlage auf den selbstgenutzten Stromanteil erhoben. Diese Abgabepflicht entfällt bei Eigenversorgungen aus Photovoltaik-Anlagen mit einer installierten Leistung bis maximal 10 Kilowatt für höchstens 10 Megawattstunden selbst verbrauchten Stroms pro Kalenderjahr. Damit sind in der Regel Photovoltaik-Anlagen von Ein- und Zweifamilienhäusern von der Abgabepflicht befreit.

Der Stromeigenverbrauch hat auf die Wirtschaftlichkeit insbesondere von Photovoltaik-Anlagen aufgrund der kontinuierlich ansteigenden Bezugsstrompreise und der stetig sinkenden Einspeisevergütung einen immer größeren Einfluss. Unter Renditeaspekten ist es für die meisten Betreiber von Photovoltaik-Anlagen daher vorteilhaft, von dem erzeugten Strom einen möglichst hohen Anteil selbst zu verbrauchen. Dies gilt auch für Erzeuger, die nach dem aktuellen EEG eine EEG-Umlage auf die Eigenstromerzeugung zahlen müssen. Allerdings rechnet es sich für diese Anlagenbetreiber derzeit oft noch nicht, diese Eigenstromnutzung mittels zusätzlicher Speicherkapazitäten vor Ort zu erhöhen – trotz eines signifikanten Rückgangs der Speicherkosten im 2. Halbjahr 2014.

Dennoch ist am Markt ein weiterhin steigendes Verbraucherinteresse nach Speichern festzustellen. Die Entwicklung wird im Wesentlichen durch das entsprechende KfW-Förderprogramm „Erneuerbare Energien – Speicher“, einer Förderung von Solarstromspeicher für Photovoltaikanlagen bis 30 Kilowatt, beeinflusst. Der dabei gewährte Zuschuss kann den Einsatz von Speichern mit Photovoltaikanlagen wirtschaftlicher gestalten. Die Nachfrage zeigt eine stetig zunehmende Entwicklung der nunmehr 8.300 Förderzusagen seit Sommer 2013 zum Stand Ende 2014. Allerdings ist davon auszugehen, dass die überwiegende Anzahl dieser Projekte dem Leistungssegment unter 10 Kilowatt zuzuordnen ist und damit nicht unter die besagte Umlage fällt.

Die EEG-Umlage auf selbstgenutzten Strom könnte zumindest vorübergehend einen gewissen dämpfenden Einfluss auf den weiteren Ausbau dezentraler Speicherkapazitäten haben. Aufgrund des großen Verbraucherinteresses und der einsetzenden Kostenreduktion bei Stromspeichern geht die Landesregierung – sowie auch die Speicherbranche selbst – aber davon aus, dass der Trend zu einem Ausbau dezentraler Stromspeicherkapazitäten weiterhin zunehmen wird.

5. *Welche Auswirkungen erwartet sie auf die weitere Entwicklung und den Ausbau von Großspeichern sowie auf die wirtschaftliche Situation bereits bestehender Pumpspeicherkraftwerke infolge der jüngst erteilten Absage des Bundesministers für Wirtschaft und Energie an einen gesonderten Vergütungsmechanismus für gesicherte Leistung?*

Derzeit stehen Speicher ebenso wie konventionelle Kraftwerke aufgrund des niedrigen Strompreisniveaus unter wirtschaftlichem Druck. Für den Bau von Neuanlagen gibt es derzeit keine Anreize. Falls das Strompreisniveau bzw. die Strompreisdifferenz aufgrund von Knappheit ansteigt, könnten Bestandsanlagen davon profitieren. Für Neuanlagen wird dies aus derzeitiger Sicht keine ausreichende Anreizwirkung haben.

6. *Wie bewertet sie die verschiedenen Strommarktdesign-Modelle für eine gesonderte Vergütung gesicherter Leistung mit Blick auf ihre spezifischen Anreize für die Entwicklung von Speicherkapazitäten (umfassender Kapazitätsmarkt, fokussierter Kapazitätsmarkt, strategische Reserve, dezentraler Leistungsmarkt)?*

Für die Entwicklung von Speicherkapazitäten, also den Neubau von Speichern, ist ein ausreichend sicherer Zahlungsstrom erforderlich, mit dem die Investition in die Anlage refinanziert werden kann. Ein zentraler Kapazitätsmarkt wäre durch entsprechende Ausgestaltung in der Lage, solche Zahlungsströme zu generieren. Mit einem fokussierten Kapazitätsmarkt könnten darüber hinaus gezielt bestimmte Flexibilitätsoptionen angereizt werden.

7. *Welche Marktsegmente sieht sie bei den Erlösen von Elektrizitätsspeichern künftig im Vordergrund (Spotmarkt, Intradaymarkt oder Regelleistungsmarkt)?*

Alle drei genannten Marktsegmente werden bei den Erlösen auch weiterhin eine Rolle spielen. Da vermutlich die Bedeutung des Intraday-Handels zunehmen wird, könnte dieses Marktsegment auch für die Erlösströme von Speichern wichtig werden. Eine seriöse, langfristige Prognose der Entwicklung des Preisniveaus aller drei genannten Marktsegmente ist nicht bekannt. Dies macht die Bewertung der Wirtschaftlichkeit neuer Anlagen für Investoren unsicher. Deshalb sind viele Experten der Ansicht, dass der derzeitige Marktrahmen insgesamt nicht ausreichend ist, neue Anlagen anzureizen und daher mittelfristig ein neues Marktsegment – nämlich ein Kapazitätsmarkt zur Vergütung der Vorhaltung gesicherter und ausreichend flexibler Leistung – notwendig ist.

II. Speichertechnologien in Forschung und Anwendung

1. *Inwiefern fördert sie die Erforschung der Möglichkeiten von Unterflur-Pumpspeicherwerken in stillgelegten Bergwerken?*
2. *Inwiefern kämen ehemalige Bergwerke in Baden-Württemberg geologisch als Standorte für Unterflur-Pumpspeicherwerke in Betracht?*

Unkonventionelle Speicher, wie Pumpspeicherkraftwerke unter Tage in bestehenden, aufgelassenen Bergwerken wurden bis jetzt noch nicht realisiert und befinden sich im Forschungs- und Entwicklungsstadium. Bis zu deren Realisierung sind eine Reihe technischer Fragen zu klären. Nachteilig sind die deutlich höheren Investitionskosten gegenüber konventionellen Pumpspeicherkraftwerken, die in entsprechenden Studien mit einem Mehraufwand von bis zu 80 % abgeschätzt wird. Ob und inwieweit derartige Projekte tatsächlich realisierbar sind, ist daher derzeit nicht absehbar. Aktuell werden vom Land keine Vorhaben auf dem Gebiet von Unterflur-Pumpspeicherwerken gefördert.

Ein eventuell möglicher Standort für ein Unterflur-Pumpspeicherwerk in einem stillgelegten/ehemaligen Bergwerk setzt zumindest voraus, dass dort die für eine derartige Technologie erforderlichen Höhendifferenzen und vertikalen Grubenbau (Schacht) innerhalb des Bergwerkes vorhanden sind. Auch die gebirgsmechanischen Verhältnisse und die derzeit gegeben Zugänglichkeiten erfor-

dem eine ausreichende Standfestigkeit für die erforderlichen unterirdischen Infrastrukturen.

3. Wie stellt sich ihrer Kenntnis nach Baden-Württembergs Innovations- und Forschungsaktivität bei den verschiedenen Batteriespeichertechnologien dar (vor allem bei Lithium-Ionen-Batterien, Blei-Säure-Batterien und Redox-Flow-Batterien)?

Die Entwicklung der verschiedenen Batterietechnologien wird in Baden-Württemberg im Rahmen vielfältiger Forschungsaktivitäten intensiv vorangetrieben.

Im Bereich der wirtschaftsnahen Forschungseinrichtungen arbeiten die Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft, des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie der Innovationsallianz Baden-Württemberg (InnBW) zu meist in enger Zusammenarbeit mit Unternehmen an den Herausforderungen der elektrischen Speicherung.

Einen Nukleus für den Ausbau des Standortes Ulm zu einem national führenden Batterieforschungsstandort bildet das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) mit seinem Labor für Batterietechnologie (eLaB) und einer Forschungsproduktionslinie. Im eLaB können alle Arten von Tests für die unterschiedlichsten Batteriegrößen durchgeführt werden. Ebenso bietet die neuerrichtete Forschungsproduktionslinie zur Fertigung für Lithium-Ionen-Batterien im industriellen Maßstab den Industrieunternehmen die Möglichkeit, ihre Produktionsanlagen im Realbetrieb zu testen und weiterzuentwickeln. Das neue Forschungszentrum soll dazu beitragen, eine starke Batterieindustrie in Deutschland aufzubauen. Eine starke Batterieforschung ist die Voraussetzung dafür, dass Deutschland zum Leitmarkt für Elektromobilität wird.

Das Laborgebäude hat das baden-württembergische Wirtschaftsministerium im Jahr 2009 mit 3,834 Mio. € aus EFRE-Mitteln gefördert. Das Gebäude, in dem die Forschungsproduktionslinie untergebracht ist, förderte das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft (MFW) im Jahr 2012 mit 6 Mio. € aus Landesmitteln. Die Gesamtinvestitionen für das Großlabor betragen 27 Mio. €. Weitere Projektbeteiligte sind das BMBF, das BMVBS, die EU, Partner aus der Industrie und die Stadt Ulm.

Am Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal werden die Entwicklung und der Aufbau eines getriebelosen Windrads in Kombination mit einer neuartigen Redox-Flow-Batterie innerhalb des Vorhabens RedoxWind realisiert. Hierbei sollen gezielt Synergien durch gemeinsame Komponenten beider Systeme genutzt werden, die Elektroden und Elektrolyten des Redox-Flow-Systems optimiert und eine kostengünstige Produktionstechnologie zur Herstellung des Stack-Aufbaus der Batterie entwickelt werden. Weiter wird ein Betriebsführungskonzept, sowohl für den netzintegrierten Betrieb des gekoppelten Systems, als auch im Inselbetrieb entwickelt. Das MFW fördert das Forschungsvorhaben mit 6,25 Mio. € und im Rahmen dieses Projektes notwendige Baumaßnahmen mit 1,75 Mio. € (Projektlaufzeit 2011 bis 2016).

Mit Mitteln aus der Landesinitiative Elektromobilität I in Höhe von 1,5 Mio. € werden am ICT Redox-Flow-Batterien hinsichtlich ihrer Leistungs- und Energiedichte für die mobile Anwendung untersucht, damit zukünftig ein Energiespeicher (elektrische Energie) für mobile Anwendungen zur Verfügung steht, der sowohl durch Austausch des entladenen gegen geladenen Elektrolyten wieder „gefüllt“ werden kann, als auch im Fahrzeug oder an einer Ladestation wieder aufgeladen werden kann.

Die Forschung zu Batteriespeichertechnologien ist ebenso eines der zentralen Themen der Hochschulen in Baden-Württemberg.

Am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) werden u. a. Alternativen für kostenintensive Produktionsprozesse bei der Fertigung von Zellgehäusen von Lithium-Ionen-Zellen erforscht und entwickelt. Ein entscheidender Beitrag zum strategischen Ziel des Spitzenclusters „Elektromobilität Südwest“ (vgl. Ziffer III. 5.) soll dadurch erreicht werden.

Mit dem Energy Lab 2.0 ist am KIT ein energietechnischer Anlagenverbund realisiert, der wesentliche, in diesen Prozessketten enthaltene Komponenten zur Er-

zeugung, Wandlung und Speicherung verschiedener Energieträger enthält und dabei elektrische, thermische und chemische Energieströme miteinander verknüpft. Zusammen mit vorhandenen Verbrauchern, d. h. existierenden Gebäuden und Versuchsanlagen des KIT entsteht im Rahmen einer ganzheitlichen Systembetrachtung daraus ein „Reallabor“ zur Erforschung neuer Ansätze und leistungsfähiger Werkzeuge für die Stabilisierung der Energienetze. Das EnergyLab, eine Großinvestition in der Helmholtz-Gemeinschaft unter Beteiligung von KIT, FZJ und DLR, hat ein Gesamtvolumen von 23 Mio. €, wovon Investitionen i. H. v. insgesamt 17,75 Mio. € am KIT erfolgen werden.

Mit der Gründung des neuen Helmholtz-Instituts für elektrochemische Energiespeicher in Ulm (HIU) im Jahr 2011 wurde ein weiterer Baustein geschaffen. Gründungspartner sind die Universität Ulm und das KIT, assoziierte Partner sind das ZSW und das DLR; es wird als Außenstelle des KIT betrieben. Zielsetzung des Instituts ist es, die elektrochemischen Prozesse in Batterien umfassend zu erforschen, um leistungsfähigere und kostengünstigere Batteriesysteme zu entwickeln, wie sie sowohl für die Elektromobilität als auch die Speicherung fluktuierender regenerativer Energien (Sonne, Wind) benötigt werden. Es betreibt u. a. elektrochemische Grundlagenforschung und Materialforschung und beschäftigt sich mit der Theorie und Modellierung elektrochemischer Prozesse, inklusive der Forschung an alternativen Batteriekonzepten und übergreifenden Systembetrachtungen, z. B. Batteriemangement und Materialverfügbarkeiten. Es greift fundamentale Fragestellungen elektrochemischer Speicher auf und entwickelt darauf aufbauend grundlegend neue Materialien und Zellkonzepte. Ziel ist es, zukunftsfähige elektrochemische Energiespeicher der nächsten und übernächsten Generation zu entwickeln. Gearbeitet wird in der Grundlagenforschung an herkömmlichen Lithium-Ionen-Batteriesystemen, zukünftigen Systemen (wie Lithium-Luft und Lithium-Schwefel) bis hin zur Entwicklung neuer Batteriesysteme (ohne Lithium). Das Institut hat seinen Endausbau, in dem es über einen Grundhaushalt von 5,5 Mio. € p. a. verfügen wird, der zu 90 % vom Bund und zu 10 % vom Land bereitgestellt wird, nahezu erreicht. Der Forschungsneubau für bis zu 100 Beschäftigte mit Gesamtbaukosten i. H. v. 12 Mio. € zzgl. 2 Mio. € Erstausrüstung wurde vergangenen Oktober in Betrieb genommen. Die Finanzierung der Baukosten erfolgt gemeinsam durch die Universität Ulm, das Wissenschaftsministerium und das KIT.

Projekte an der Hochschule Aalen fokussieren vorrangig auf die Erforschung des Alterungsverhaltens von Lithium-Ionen-Zellen sowie der Untersuchung der Auswirkung von fertigungsbedingten Abweichungen in Elektroden auf die Lebensdauer. Eine weitere Forschungsrichtung ist die Entwicklung mikroskopischer und werkstoffanalytischer Verfahren zur Qualitätsbewertung von Lithium-Ionen Zellen.

An der Hochschule Ulm werden Hybridspeichersysteme auf Basis von Lithium-Ionen- und Bleibatterien entwickelt mit dem Ziel, die Lebensdauerkosten zu minimieren.

Für die Universität Tübingen spielen die Energiefragen ebenfalls eine große Rolle; u. a. werden im Bereich der anorganischen Chemie Forschungen zur Zink-Luft-Batterie oder im Arbeitsbereich Mineralogie und Geodynamik Forschungen zur Lithium-Ionen-Batterie durchgeführt.

An der Universität Freiburg werden u. a. grundlegend neue Redox-Flow-Batterien auf Basis von ionischen Flüssigkeiten als aktive Masse erforscht; ein Potenzial von vier- bis achtmal so hohen Energiedichten wird bei günstigen Materialien erwartet. Darüber hinaus werden ein Brennstoffzellen- sowie ein Batteriencharakterisierungsmessplatz aufgebaut. Ziel ist es, computergestützte Simulationen durchzuführen, um Reaktandentransport in Brennstoffzellen und Batterien durchzuführen.

An der Universität Stuttgart wird u. a. das Forschungsziel verfolgt, wie Elektrofahrzeuge mit Range Extender (RE) zu den verschiedenen existierenden Mobilitätsmustern passen und wie die Akzeptanz und die Auswirkungen solcher Lösungen zu beurteilen sind.

An der Universität Heidelberg werden grundlegende Forschungen betrieben an molekularen Wasserstoffverbindungen, die darauf abzielen, die Entwicklung von

Wasserstoffspeichern voranzutreiben, die u. a. als Zwischenspeicher in das haus-eigene Stromnetz integriert werden könnten.

Die Hochschule Esslingen konzentriert ihre Arbeiten u. a. auf die Entwicklung eines innovativen Storage Management Systems zur Ansteuerung und Diagnose von unterschiedlichen Batterietypen zur Integration in einen stationären Speicher.

An der Hochschule der Medien Stuttgart werden u. a. flexible primäre und sekundäre Dünnschichtbatterien erforscht, die auf eine Metallkapselung verzichten und dadurch dünn, mechanisch flexibel sowie formvariabel werden. Diese flexiblen Dünnschichtbatterien sollen mittels Drucktechniken hochproduktiv und kostengünstig hergestellt werden.

Baden-Württemberg ist somit eine der weltweit führenden Regionen hinsichtlich der Forschung und Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien. Auch im Bereich der Forschung zu Redox-Flow-Batterien ist Baden-Württemberg namhaft vertreten. Im Bereich der Blei-Säure-Batterien finden aufgrund des Reifegrades der Technologie kaum noch Forschungsaktivitäten statt.

4. Welche Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit und die Einsatzmöglichkeiten von Batteriespeichersystemen (z. B. auf Mittelspannungsebene) erwartet sie infolge der innovativen Überwindung der Reihenschaltung von Batteriezellen durch ein Unternehmen in Umkirch im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald?

Der von dem Unternehmen in Umkirch verfolgte innovative Ansatz der direkten Parallelschaltung der Batteriezellen mittels intelligenter Zellsteuerung ist dem Umweltministerium bekannt. Gegenüber der herkömmlichen Serienschaltung weist die Parallelschaltung einige Vorteile auf, die zu einem höheren Maß an Ladeeffizienz und Sicherheit führen und das Ausfallrisiko senken können. Welches System sich am Markt durchsetzt, wird davon abhängen, wer die gewünschte Speicherdienstleistung mit Zellen guter Qualität und Sicherheit, mit langer Lebensdauer, geringen Verlusten und mit gutem Service zu geringen Kosten anbieten wird. Die von dem Unternehmen genannte mögliche Spannungsbandbreite von 12 V bis 600 V ermöglicht keinen unmittelbaren Einsatz der Batterien auf der Mittelspannungsebene.

5. Wie stellt sich ihrer Kenntnis nach Baden-Württembergs Innovations- und Forschungsaktivität bei Power-to-Gas-Lösungen dar?

Baden-Württemberg ist im Bereich Power-to-Gas-Lösungen eine sehr aktive Region. Wie nachfolgend dargestellt, beschäftigen sich zahlreiche Forschungseinrichtungen im Land mit unterschiedlichen Aspekten dieses Bereiches.

Am KIT wird u. a. neben der Erforschung der gesamten Prozesskette – von der Erzeugung bis zur Nutzung flüssiger Kohlenwasserstoffe als Energiespeicher – und der Simulation zur Einbindung erneuerbarer Energien in einen zukünftigen Energie-Mix auch die gesellschaftliche Akzeptanz für eine effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur erforscht.

Am Engler-Bunte-Institut des KIT werden im Labormaßstab im Rahmen von verschiedenen Forschungsvorhaben alternative Methanisierungsverfahren untersucht (Wabenreaktor, Flüssigphasen-Methanisierung). Diese sollen im weiteren Verlauf auch in größerem Maßstab ausgeführt und weiterentwickelt werden. Im von der Forschungsstelle des Deutschen Vereins des Gas- und Wasserfaches (DVGW) am Engler-Bunte-Institut des KIT koordinierten BMBF-Verbundvorhaben SEE wird die gesamte Power-to-Gas-Prozesskette vom Stromnetz über die Elektrolyse bis hin zur Brennstoffsynthese und Einspeisung in das Gasnetz untersucht. Hierbei sind neun Projektpartner aus Wissenschaft (z. B. ISE) und Industrie (z. B. EnBW) beteiligt.

Das KIT beteiligt sich maßgeblich am Forschungs- und Innovationsschwerpunkt „Energy from chemical fuels“ der Knowledge & Innovation Community (KIC) „InnoEnergy“ und ist Partner dieser Initiative des Europäischen Instituts für Innovation und Technologie (EIT). In diesem europäischen Vorhaben mit einem jährlichen Budget von rund 300 Mio. € (davon EU-Förderung in 2013: 43,41 Mio. €

und in 2014: 56,40 Mio. €) haben sich insgesamt 30 europäische Partner aus Forschung, Hochschulen und Industrie zusammengeschlossen, um u. a. den europäischen Energierraum 2050 zu gestalten. Im thematischen Schwerpunkt „Energy from chemical fuels“ werden verschiedene Projekte gefördert, die auf die Nutzung chemischer Energieträger als Energiespeicher abzielen, darunter auch konkrete Aufgaben zur Methanisierung. Das Wissenschaftsministerium fördert „InnoEnergy“ bis einschließlich 2015 mit insgesamt bis zu 15 Mio. €. Das Vorhaben wird seit Ende 2013 am Co-Location Center Deutschland mit Sitz in Karlsruhe durch die „InnoEnergy Germany GmbH“ deutschlandweit koordiniert. Der internationale Hauptsitz von „InnoEnergy“ liegt in Eindhoven, Niederlande.

In Forschungsarbeiten an der Universität Freiburg werden u. a. eine neuartige solarbetriebene Elektrolysezelle mit hoher Umwandlungseffizienz (>20%) entwickelt. Innerhalb dieses Projekts sollen insbesondere die materialtechnischen Grundlagen geschaffen werden. Vorrangiges Ziel ist die Modellierung und Simulation des Systems; hierbei wird mit einem Ansatz zur Netzwerksimulation gearbeitet, um das Gesamtsystem abzubilden. In weiteren Arbeiten werden mittels biochemischer Konversion aus Abwässern der lager- und transportfähige regenerative Energieträger Methanol produziert. Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff sollen in einer mikrobiellen Elektrolysezelle durch Aufarbeitung von Abwasser gewonnen und in einem nachgeschalteten heterogenen Katalyseprozess zu Methanol umgesetzt werden.

Im Rahmen des Graduiertenkollegs „GRK 1322 Micro Energy Harvesting“ an der Universität Freiburg wird an neuen Strategien zur Energiewandlung, Energiespeicherung und zum Energiemanagement geforscht. Das Themenspektrum umfasst Generatoren, die Energie aus Licht, Wärme, Bewegung und chemischer Energie in der lokalen Umgebung eines Sensorknotens „ernten“ und in elektrische Energie umwandeln. Aber auch neue Materialien für Energiewandler und -speicher sowie mikroelektronische Konzepte der Energiewandlung werden im Graduiertenkolleg erforscht.

An der Universität Stuttgart werden u. a. technische Konzepte für die Biomasse-nutzung zur Stromerzeugung entwickelt, die sich in das bestehende Energiesystem integrieren lassen und zudem über die integrierte Wasserelektrolyse und Methanisierung das Strom- mit dem Gasnetz als Energiespeicher verbinden. Die ökologischen Auswirkungen werden durch Ökobilanzen bewertet. Diese konzentrieren sich dabei zunächst auf einen ökologischen Vergleich der flexiblen Biomasseverfahren mit der heute üblichen Biomassenutzung. Außerdem wird, basierend auf einer neu entwickelten Methode, der sich aus der Speicherung erneuerbarer Energie und gleichzeitiger flexibler Biomassenutzung ergebende ökologische Nutzen für die gesamte baden-württembergische und deutsche Strombereitstellung untersucht.

Die Forschergruppe „FOR 1376 Elementare Reaktionsschritte in der Elektrokatalyse: Theorie trifft Experiment“ an der Universität Ulm beschäftigt sich mit der Aufklärung von Elementarschritten in elektrokatalytischen Reaktionen, wie der Sauerstoffreduktionsreaktion und der Wasserstoffentwicklung, die in der Power-to-Gas (PtG)-Technologie eine zentrale Rolle spielen.

An der Hochschule Aalen werden Kombinationen aus bestehenden Kläranlagen in kleinen ländlichen Kommunen mit kleinen Biogasanlagen untersucht. Ziel hierbei ist die Effizienzsteigerung beider Anlagentypen durch Ausnutzen von Synergien. Für Biogasanlagen soll u. a. zur Nutzung von Power-to-Gas ein Einbringsystem für Wasserstoff erforscht werden.

An der Hochschule Esslingen ist das Hauptziel eines Projektes die Entwicklung und Validierung von Wasserstofftankstellen mit einem Hochdruckbetankungssystem, welche den Wasserstoff vor Ort erzeugen. Dabei steht die Analyse der Vor-Ort-Produktion von Wasserstoff mittels Niedertemperatur-Elektrolyse und der anschließenden elektrochemischen Kompression von Wasserstoff sowie das Hochdruckspeicher- und Betankungssystem im Vordergrund.

An der Hochschule Offenburg wird in einem Projekt die biologische Methanisierung von Elektrolysewasserstoff in Biogasanlagen untersucht. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Restwasserstoffgehalt im Biogas zu, wenn das erzeugte Methan im konventionellen Erdgasnetz transportiert und gegebenenfalls lang-

fristig gespeichert werden soll. In einem weiteren Projekt ist es das Ziel, Algorithmen für die Einbindung eines Elektrolyseurs in die Strom- und Gashandelsmärkte sowie ein Mikrogrid zu entwickeln.

An der Universität Konstanz wird im Fachbereich Chemie das Projekt „Adsorption von CO₂ in porösen Organosilikaten“ im Bereich Gasspeicherung/Methanisierung von Strom durchgeführt. Die Förderung erfolgt durch Forschungsmittel, die von der Universität Konstanz bereitgestellt werden.

Im Fachbereich Geowissenschaften der Universität Tübingen wird in einem Industrieprojekt eine etwaige Grundwassergefährdung bei der unterirdischen Erdgasspeicherung untersucht.

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung hat im Jahr 2009 eine Pilotanlage mit einer elektrischen Leistung von 25 kW (elektrisch) aufgebaut und damit im Auftrag der Firma Etogas GmbH (Sitz in Stuttgart) den „Proof-of-Concept“ für die Umsetzung im industriellen Maßstab erbracht. Diese containerintegrierte Anlage wurde zudem bei mehreren Energieversorgern im realen Einsatz getestet. Weiterhin wurde im Jahr 2012 eine weitere Forschungsanlage mit einer elektrischen Leistung von 250 kW in Stuttgart aufgebaut. Ziel ist es, Betriebsweisen mit hoher Dynamik des Gesamtsystems einer Power-to-Gas-Anlage zu entwickeln, damit zukünftige Anlagengenerationen den Anforderungen der fluktuierenden Stromerzeugung gerecht werden können. Diese Eigenschaft weisen die Hauptkomponenten noch nicht auf. Projektpartner sind das ZSW, die Firma Etogas GmbH und das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Systemtechnik IWES. Finanziert wird das Projekt vom Bundesumweltministerium. Für die Firma Audi wurde eine 6.000 kW (elektrisch)-Anlage gebaut und in Betrieb genommen. Der Auftrag erging an die Etogas GmbH in Stuttgart. Standort der Anlage ist der Ort Werlte im Emsland.

Power-to-Gas (P2G) ist zur Speicherung von Ökostrom in Form CO₂-neutraler Kraftstoffe (Wasserstoff und Methan) geeignet. Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) und das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), beide in Stuttgart, sowie das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) in Freiburg und die DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT in Karlsruhe wollen in einem Verbundprojekt den wirtschaftlichen Einsatz des Verfahrens mit Unterstützung des Landes entwickeln. Das Verbundforschungsprojekt soll noch im Jahr 2015 starten.

Im Rahmen der Umwelt- und Energieforschung des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM) werden innerhalb des Programms BWPLUS aktuell folgende Vorhaben im Bereich Power-to-Gas gefördert:

- Potenziale der Speicherung erneuerbarer Energie durch gasförmige Kohlenwasserstoffe auf Basis flexibler Biomassenutzung und Auswirkungen auf die Strombereitstellung und Netzentlastung in Baden-Württemberg – Power&Biomass2Gas.

Projektpartner: Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik, Universität Stuttgart und Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart.

- PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für eine effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg.

Projektpartner: DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut, KIT-Campus Süd, Karlsruhe, Institut für Industriebetriebslehre und industrielle Produktion, KIT-Campus Süd, Karlsruhe, Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungstechnik, KIT-Campus Süd, Karlsruhe, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe, Institut für Gebäude- und Energiesysteme, Hochschule Biberach, Stadtwerke Karlsruhe.

- Kommunaler Energieverbundspeicher Freiburg

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien, Offenburg, Badenova AG & Co. KG, Freiburg.

- Innovationsprogramm „Power to Hydrogen“

Das Innovationsprogramm „Power to Hydrogen (PtH)“ wird zurzeit durch das UM konzipiert. Ziel ist, das dynamische und effiziente Erzeugen von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien, seine großvolumige Speicherung, die Verteilung, Nutzung und Infrastrukturauslegung sowie die zugehörigen Sicherheitsaspekte bei der Lagerung und Verwendung großer Wasserstoffmengen im großtechnischen Maßstab zu entwickeln und zu erproben. Das Innovationsprogramm ist zunächst für die Jahre 2015 und 2016 vorgesehen.

6. *Wie bewertet sie die Wirkungsgrade von Power-to-Gas-Lösungen im Mobilitätsbereich im Vergleich zu Power-to-Gas-Rückverstromungslösungen und welche Konsequenzen zieht sie gegebenenfalls daraus für ihre Förderschwerpunkte?*

Die Wirkungsgrade von Power-to-Gas-Technologien zur Rückverstromung sind davon abhängig, ob Wasserstoff (H₂) oder synthetisches Methan (CH₄) erzeugt wird und ob ggf. eine zusätzliche Wärmenutzung erfolgt. Nach aktuellen Angaben des ZSW Stuttgart liegt der elektrische Wirkungsgrad für die strombasierte Erzeugung von Wasserstoff und anschließende Rückverstromung in einem Gas- und Dampf(turbinen)-Kombikraftwerk oder einer Brennstoffzelle bei ca. 42 %. Bei der Herstellung von Methan aus Strom und anschließende Rückverstromung in einem Gas- und Dampf(turbinen)-Kombikraftwerk oder einer Brennstoffzelle liegt der elektrische Wirkungsgrad bei ca. 36 %. In beiden Fällen kann der Gesamtwirkungsgrad bei Wärmenutzung auf bis zu ca. 64 % gesteigert werden.

In der Mobilität liegt der Wirkungsgrad von Power-to-Gas bei Stromumwandlung zu Wasserstoff und anschließender Nutzung im Brennstoffzellen-Fahrzeug (Wirkungsgrad Well-to-Wheel) bei ca. 30 % und inkl. Wärmenutzung bei bis zu ca. 34 %. Bei der Stromumwandlung zu Methan und anschließender Nutzung im Erdgas-Fahrzeug liegt der Wirkungsgrad bei ca. 16 % und inkl. Wärmenutzung bei bis zu ca. 22 %, wobei in beiden Fällen die Wärmeauskopplung während der Gaserzeugung und nicht im Fahrzeug erfolgt.

Die Rückverstromung und der Mobilitätsnutzungspfad stehen im Wettbewerb mit Konkurrenztechnologien. Für die Rückverstromung sind dies beispielsweise Pumpspeicherkraftwerke oder die Batterietechnologie, die eine höhere energetische Effizienz aber auch Limitierungen bei den verfügbaren Speicherkapazitäten haben. Mit zunehmendem Bedarf an größerer Speicherkapazität wie z. B. Speicherung über lange Zeiträume wie Wochenspeicher oder saisonale Speicherung, bieten chemische Energiespeicher in Form von Wasserstoff und Methan die notwendigen Energiedichten bzw. Speicherkapazitäten gegenüber mechanischen und elektrochemischen Energiespeichern.

Für eine nachhaltige Kraftstoffversorgung stehen Biokraftstoffe und batterieelektrische Fahrzeuge in Konkurrenz zu den aus erneuerbaren Energien erzeugten, chemischen Energieträgern Wasserstoff und Methan. Bei Biokraftstoffen sind Limitierungen durch das verfügbare Flächenpotenzial und nicht-energetische Nutzungsoptionen (Nahrungsmittel, stoffliche Verwertung etc.) gegeben. Batterieelektrische Fahrzeuge wiederum werden heute überwiegend für kurze Distanzen und geringe Transportmengen (z. B. Stadtverkehr) eingesetzt, da unter anderem Beschränkungen in der Reichweite im Vergleich mit heute üblichem Fahrzeugeneinsatz vorliegen. Hier haben die chemischen Energieträger eH₂ und eCH₄ insbesondere aufgrund der hohen Energiedichte Vorteile. (Hinweis: Der vorausgestellte Buchstabe „e“ steht symbolisch für die Erzeugung dieser chemischen Verbindungen aus Erneuerbaren Energien.)

Bei Power-to-Gas-Technologien besteht noch erheblicher Entwicklungsbedarf insbesondere bei der Verbesserung von Wirkungsgraden und hinsichtlich der Kosten in der gesamten Prozesskette. Eine deutliche Erhöhung des energetischen Wirkungsgrades der PtG-Prozesskette ist insbesondere durch die Weiterentwicklung der Hochtemperatur (HT)-Elektrolyse zu erwarten. Neue Verfahren zur Dynamisierung der Methansynthese sind in der Entwicklung. Die Verfahren zur HT-Elektrolyse sind im Forschungsstadium.

7. Welche Erkenntnisse hat sie über den aktuellen Stand der Forschung und Entwicklung bei den verschiedenen Druckluftspeicherverfahren und über die entsprechende Sachkunde von Einrichtungen und Unternehmen in Baden-Württemberg (z. B. Druckluft-Gas-Kombikraftwerke, konventionelle Druckluftspeicher, adiabatische Druckluftspeicher)?

Druckluftspeicherkraftwerke (engl.: compressed air energy storage, abgekürzt CAES) nutzen unter Druck stehende Luft als Speichermedium für elektrische Energie. Bei der Beladung des Speichers wird Luft durch elektrisch betriebene Kompressoren verdichtet und in unterirdischen Hohlräumen gespeichert. Bei der Entladung treibt die unter Druck stehende Luft eine Turbine an, die über einen Generator wieder elektrische Energie erzeugt. Der Nachteil der konventionellen, diabaten CAES-Kraftwerke ist, dass die bei der Kompression entstehende Wärme ohne weitere Nutzung an die Umgebung abgegeben wird. Vor der Nutzung zur Elektrizitätserzeugung in der Turbine muss die eingelagerte, komprimierte Luft wieder durch eine Gasbefeuerng erhitzt werden. Dadurch wird für solche Anlagen nur ein Wirkungsgrad von ca. 50 % erreicht.

Zur Verbesserung dieses Wirkungsgrads werden derzeit sogenannte adiabatische Druckluftspeicher (AA-CAES, Advanced Adiabatic Compressed Air Energy Storage) entwickelt. Hierbei wird die bei der Kompression der Luft entstehende Wärme zwischengespeichert, um die komprimierte Druckluft vor der Nutzung wieder zu erhitzen. Dadurch kann der Wirkungsgrad dieser Druckluftspeicher auf circa 70 % erhöht werden. Hierzu wird derzeit in Staßfurt, Sachsen-Anhalt, mit dem Projekt ADELE (Adiabater Druckluftspeicher für die Elektrizitätsversorgung) ein großes Forschungsprojekt durchgeführt. Beteiligt sind dabei u. a. das DLR-Institut für Technische Thermodynamik sowie die Züblin AG (beide aus Stuttgart).

Das KIT in Karlsruhe sieht in der Druckluftspeicherung ein erhebliches Potenzial, wenn es gelingt, diese Technologie dezentral und kostengünstig zu implementieren. Es unterstützt zum Beispiel daher die Wirtschaft mit Beratungsleistung in Sachen Druckluftspeicherung. Forschungen zu verschiedenen Druckluftspeicherverfahren erfolgen ebenso an der Universität Stuttgart; diese sollen in die Entwicklung von Demonstratoren überführt werden.

An der Hochschule Esslingen werden u. a. Flüssig-Luft-Speicher erforscht. Ziel ist es, Luft durch Kühlung zu verflüssigen und dadurch ein sehr geringes Volumen zu erreichen. Dieses kann anschließend relativ einfach in Tanks bei Umgebungsdruck gelagert und bei Erwärmung durch Wärmeenergie aus der Umwelt zur Energiegewinnung genutzt werden.

8. Welche vorhandenen oder projektierten Druckluftspeicheranlagen gibt es nach ihrer Kenntnis global?

Weltweit sind zurzeit nur zwei herkömmliche CAES-Druckluftspeicherkraftwerke in Betrieb und zwar in Huntorf, Niedersachsen, mit einer Leistung von 321 MW und in McIntosh, USA, mit einer Leistung von 110 MW. Die beiden Druckluftspeicherkraftwerke wurden bereits Ende der 1970er bzw. im Jahr 1991 in Betrieb genommen. Bei Sesta in Italien war ab 1986 eine Test- und Demonstrationsanlage mit einer elektrischen Leistung von 25 MW in Betrieb, die Druckluft in porösem Gestein speicherte. Nach einem Erdbeben wurde die Anlage Anfang der 1990er-Jahre stillgelegt.

Adiabate Kraftwerke sind bisher weltweit nicht realisiert. Im Rahmen des bereits erwähnten Projektes ADELE soll vor allem die technische Planung zur Entwicklung von Kompressoren, Luftexpandern und Wärmespeichern und der Bau einer Demonstrationsanlage für einen adiabaten Druckluftspeicher vorbereitet werden. Die Pilotanlage in Staßfurt soll eine elektrische Leistung von ca. 90 MW und eine Speicherkapazität von etwa 360 MWh haben. Ob nach Abschluss der Konzeptionsphase eine positive Entscheidung für den Bau der Demonstrationsanlage getroffen werden kann, ist wegen der fehlenden Wirtschaftlichkeit derzeit fraglich.

Pläne für zwei weitere Druckluftspeicher-Projekte wurden in den USA vorgelegt. In Ohio will die Firma Norton Energy Storage das größte bisher gebaute Druckluftspeicherkraftwerk errichten. Es soll in einem 700 Meter tief liegenden zehn

Millionen Kubikmeter großen Kalksteinbergwerk Luft speichern. Die erste Leistungsstufe soll zwischen 200 MW und 480 MW haben. In vier weiteren Stufen soll die Leistung auf etwa 2.500 MW gesteigert werden. Zum Vorhabensstand liegen keine Kenntnisse vor. In Iowa sollte bis 2015 ein Druckluftspeicherkraftwerk mit etwa 270 MW Leistung errichtet werden. Im Gegensatz zu anderen Anlagen sollte hier die Druckluft nicht in einer Kaverne, sondern in einem Aquifer (Grundwasserleiter) gespeichert werden. Durch den hydrostatischen Druck des Grundwassers hoffte man, in abgeschwächter Form die oben erläuterten Vorteile des isobaren Speichers nutzen zu können. Die Fertigstellung war für 2015 geplant. Mittlerweile wurde das Projekt eingestellt, da die erforderlichen geologischen Voraussetzungen am vorgesehenen Standort nicht gegeben sind.

9. Welche Möglichkeiten sieht sie für die Errichtung von kleineren Demonstratoranlagen oder Pilotanlagen in Baden-Württemberg zur weiteren Entwicklung der oben genannten Druckluftspeicherverfahren?

Die Errichtung von kleineren Demonstrationsanlagen oder Pilotanlagen zur weiteren Entwicklung der genannten Druckluftspeicherverfahren verlangt in der Regel geeignete geologische Voraussetzungen zur Speicherung der Druckluft im Untergrund.

Nach Ansicht der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Projekt InSpEE) sind künstlich hergestellte Salzkavernen für diesen Zweck die beste Speicheroption. Mit der Frage der Charakterisierung der Nutzungspotenziale des geologischen Untergrundes in Deutschland hat sich ein Arbeitskreis der Staatlichen Geologischen Dienste beschäftigt. Nach dem Abschlussbericht vom Februar 2015 (siehe: http://www.infogeo.de/aktuelles/ntu_bericht) ist für eine Druckluftspeicherung in Salzkavernen in Baden-Württemberg kein Nutzungspotenzial vorhanden.

Des Weiteren ist die Forschung zur Speicherung von Druckluft in Porenhohlräumen von geologischen Formationen noch in einem relativ frühen Stadium, sodass die Durchführung von Demonstrationsvorhaben noch nicht absehbar ist. Darüber hinaus kämen grundsätzlich zwar auch Bergwerke in Frage, die über ein ausreichend standfestes Gebirge verfügen. Jedoch bestehen hier hohe Herausforderungen hinsichtlich der erforderlichen Dichtigkeit.

Vor diesem Hintergrund ist die Errichtung von Demonstrationsanlagen in Baden-Württemberg nicht zielführend. Baden-württembergische Partner sind bereits an dem Projekt ADELE beteiligt. Dessen Ergebnis sollte zunächst abgewartet werden, bevor neue Pilotvorhaben entwickelt werden.

10. Gibt es in Baden-Württemberg nach ihrer Kenntnis Kavernen, welche theoretisch den Anforderungen eines Strom-Wärme-Strom-Energiespeichers als unterirdische Wärmespeicher genügen könnten (z. B. in Salzstöcken)?

Hierzu liegen keine Erkenntnisse vor.

11. Wie stellt sich nach ihrer Kenntnis Baden-Württembergs Innovations- und Forschungspotenzial bei Supraleitenden Magnetischen Energiespeichern (SMES) dar?

Innovations- und Forschungspotenzial ergeben sich bei SMES vor allem in der Weiterentwicklung hybrider Energiespeicher (z. B. Kombination von SMES mit flüssigem Wasserstoff) oder in der Hochtemperatur-Supraleiterentwicklung für die SMES-Anwendung, da hier besondere Anforderungen an einen hohen Strom und eine schnelle Speicherung vorliegen, oder in der Entwicklung von SMES-Demonstrationsanwendungen. Das KIT forscht u. a. an der Entwicklung eines Demonstrators für einen supraleitenden magnetischen Energiespeicher und arbeitet mit der Wirtschaft bei der Entwicklung und Herstellung von supraleitenden Materialien, Drähten und Komponenten zusammen.

An der Universität Stuttgart wird u. a. im Bereich der Grundlagenforschung daran gearbeitet, verschiedene unkonventionelle Supraleiter mit Hilfe von opti-

scher Spektroskopie zu untersuchen, um deren Materialeigenschaften besser zu verstehen.

12. Wie stellt sich nach ihrer Kenntnis Baden-Württembergs Innovations- und Forschungsaktivität bei Schwungrad-Speicherkraftwerken dar?

Schwunghmassespeicher werden derzeit vor allem zur Zwischenspeicherung von Bremsenergie eingesetzt, wie etwa bei elektrisch betriebenen Bahnen oder bei Elektro- und Hybridfahrzeugen. Weiterhin können Schwungradspeicher aufgrund ihrer schnellen Zuschaltbarkeit zur Stabilisierung des Stromnetzes bei kurzzeitigen Stromausfällen oder bei Spannungsschwankungen zur Anwendung kommen. Gegenwärtige Entwicklungen konzentrieren sich vor allem auf die Steigerung der Drehzahl zur Erhöhung der Speicherkapazität. Die Hochschule Heilbronn forscht aktuell gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft im Rahmen eines von den Ministerien für Finanzen und Wirtschaft sowie Wissenschaft, Forschung und Kunst geförderten Verbundforschungsprojekts an Schwunghmassenspeichertechnologien für Elektro- und Hybridfahrzeuge.

13. Wie stellt sich nach ihrer Kenntnis Baden-Württembergs Innovations- und Forschungsaktivität bei Super-Kondensatoren dar?

Die sogenannte PowerCap-Technologie kann vor allem bei Hybridfahrzeugen eine Alternative zu klassischen Lithium-Ionen-Technologien darstellen. Im Rahmen zweier vom Ministerium für Finanzen und Wirtschaft geförderten Verbundprojekte des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA, Stuttgart), des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie (ICT, Pfinztal), des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung Baden-Württemberg (ZSW, Ulm), des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT, Karlsruhe), des Instituts für Energieeffizienz in der Produktion (EEP) der Universität Stuttgart und des Instituts für Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen (ISW) der Universität Stuttgart wurde gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft ein erster Schritt für eine Etablierung der Zukunftstechnologie „Powercaps“ in Baden-Württemberg mit weltweiter Vorreiterschaft durch den Einsatz und die Kombination von Hochenergie-Superkondensatortechnologie und neuartiger Hochleistungsbatterietechnologie erreicht (Fördervolumen 3,5 Mio. €, Projektlaufzeit 2013 bis 2014).

Das Konsortium aus Industrie und Forschungseinrichtungen wird daher in den kommenden drei Jahren rund 62 Millionen Euro in diese Zukunftstechnologie investieren. Das Ministerium für Finanzen und Wirtschaft beteiligt sich mit rund 25 Millionen Euro an den Forschungsarbeiten. Zuwendungsempfänger ist das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, IPA in Stuttgart. Alle anderen genannten PowerCap-Forschungseinrichtungen werden durch Unterbeauftragung in das Projekt eingebunden (Laufzeit 2015 bis 2017). Ziel ist mittelfristig das Etablieren einer Serienproduktion in Baden-Württemberg.

III. Technologieoffene Forschungsförderung

1. Wie hat sich die Zahl der gemeldeten Patente im Bereich der Elektrizitätsspeicherentwicklung in Baden-Württemberg und nach ihrer Kenntnis in Deutschland in den vergangenen fünf Jahren entwickelt?

Die Zahl der Patentanmeldungen beim Deutschen Patent- und Markenamt in der Patentklasse H02J15/00 (Systeme zum Speichern von elektrischer Energie) hat sich in den letzten Jahren wie folgt entwickelt:

Jahr	Patentanmeldungen	davon aus Baden-Württemberg
2010	24	11
2011	33	11
2012	15	12
2013*	18	8

Quelle: Deutsches Patent- und Markenamt

* Die Zahlen für das Jahr 2013 sind vorläufig. Da Patentanmeldungen erst 18 Monate nach der Anmeldung veröffentlicht werden, kann sich die Zahl noch erhöhen durch Patente, die in der zweiten Jahreshälfte 2013 angemeldet wurden. Für das Jahr 2014 können aus demselben Grund noch keine Angaben gemacht werden.

2. Welche Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und anderen Institutionen, die vom Land gefördert werden, arbeiten derzeit an der Forschung und Entwicklung von Technologien und Systemen zur Speicherung elektrischer Energie (mit Angabe der Zuwendungsempfänger, einschlägiger Forschungs- und Entwicklungsaktivität sowie Art und Umfang der Förderung)?

Forschung zu Elektrizitätsspeichern als ein Bereich der Energieforschung im Rahmen der Energiewende nimmt eine wichtige Position ein. Die Mittel für Forschung und Entwicklung an den Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sind in erster Linie in den Mitteln zur institutionellen Grundausstattung enthalten. Aus dieser wird das gesamte Aufgabenspektrum in Forschung, Lehre, Technologietransfer, Weiterbildung usw. finanziert, sodass sich der konkrete FuE-Anteil an der Grundfinanzierung der Hochschulen nicht beziffern lässt.

Neben der institutionellen Grundausstattung gibt es befristete Projektförderungen, die in der Regel jedoch nicht thematisch fokussiert sind, sondern dem Aufbau von Forschungsschwerpunkten, landesweiten Forschungsverbänden und Kompetenzzentren dienen. Angesichts der hohen Fördervolumina in den überregionalen, nationalen und internationalen Forschungsförderprogrammen konzentriert das Wissenschaftsministerium seine Forschungsförderung auf strukturbildende Maßnahmen, mit denen die Drittmittelfähigkeit der Einrichtungen gestärkt und die Forschungslandschaft weiterentwickelt wird. Beispiele dafür sind:

Das KIT ist Partner der Wissens- und Innovationsgemeinschaft „KIC InnoEnergy“ in Karlsruhe. „InnoEnergy“ ist eines der fünf KICs des EIT. Es stellt die treibende Kraft für Innovation und Entrepreneurship im Bereich nachhaltige Energien in Europa dar. Ziel ist es, eine Kostenreduktion in der Energiewertschöpfungskette, den Sicherheitsgewinn und die Reduktion von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen zu erreichen. Das Wissenschaftsministerium fördert das deutsche Co-Location Center von „InnoEnergy“ in Karlsruhe bis 2015 mit insgesamt bis zu 15 Mio. €.

Das KIT hat das „Projekthaus e-drive“ als ein Technologiezentrum eingeführt. Im Vordergrund steht die Weiterentwicklung der Hybridsysteme und -fahrzeuge, der Produktion und des Recyclings (inkl. Wiederverwertung von Batterien vor dem Recycling). Das Wissenschaftsministerium unterstützte das Projekthaus bis 2014 mit insgesamt 2,5 Mio. €.

Das KIT bündelt alle Arbeiten zur Speicherung elektrischer Energie für mobile und stationäre Anwendungen im Projekt „Competence E“. Mit dieser Fokussie-

rung von verschiedenen Instituten aus den Bereichen Chemie, Materialforschung, Produktions- und Verfahrenstechnik, Elektrotechnik, Produktentwicklung, Fahrzeugsysteme, Informatik und Technikfolgenabschätzung auf das Gesamtsystem „Elektrischer Energiespeicher“ soll es möglich werden, industriell anwendbare kostengünstige Lösungen für stationäre Speichersysteme und elektrische Antriebssysteme der zukünftigen Generationen zu entwickeln. Dabei wird ein integrierter Ansatz vom Molekül über die Batterie, den Elektromotor mit Leistungselektronik bis hin zum vollständigen funktionsfähigen elektrischen Antrieb verfolgt.

Im Forschungscampus „Active Research Environment for the Next Generation of Automobiles – ARENA 2036“ der Universität Stuttgart werden im Automobilsektor im Bereich Leichtbau zur Ressourcenschonung innovative Produktionstechnologien mit Hilfe von Simulationen zur Optimierung der Entwicklungsprozesse erforscht. Im Projekt „Leichtbau – LeiFu“ wird u. a. das breite Spektrum an Funktionalitäten von Faserverbundkunststoffen – von Schall- und Wärmedämmungen über thermische, sensorische oder elektrische Funktionen bis zu Flüssigkeits- oder Energiespeichern – bewertet und priorisiert. Der Neubau einer Forschungsfabrik ist in diesem Kontext notwendig. In dem Gebäude sollen sowohl die Forschungsprojekte umgesetzt als auch die Ergebnisse aus der Forschung in Prototypen überführt werden, sodass die Demonstration der Marktreife und damit der Technologietransfer erleichtert wird. Das Gesamtvolumen des Bauvorhabens beträgt 30 Mio. €; davon wird die eine Hälfte der Baukosten mit 15 Mio. € aus Mitteln der Universität Stuttgart finanziert. Die zweite Hälfte stammt aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung der Europäischen Union (EFRE) im Zuständigkeitsbereich des Wissenschaftsministeriums.

Seit November 2012 wird das Industry-on-Campus-Vorhaben „Rohstoff- und Energieeffizienz durch verfahrenstechnische Innovationen“ in Kooperation zwischen der Universität Stuttgart, dem KIT und dem Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik durchgeführt, dessen Ziel es ist, in Zusammenarbeit mit der Industrie, insbesondere der KMU, aus Baden-Württemberg ein Prozesszentrum für ressourceneffiziente verfahrenstechnische Prozesse aufzubauen und anhand ausgewählter Beispiele (Wärmetransformations- und Wärmespeichersysteme, Bioproduktionsprozesse sowie Prozesse zur Kreislaufführung von Wasser) das Potenzial der Steigerung der Rohstoff- und Energieeffizienz durch Prozessintegration und Prozessintensivierung bei verfahrenstechnischen Prozessen aufzuzeigen. Das Wissenschaftsministerium fördert das Projekt von 2012 bis 2016 mit 1,5 Mio. €.

Das Forschungsprojekt „Dynamische Simulation und volkswirtschaftliche Optimierung dezentraler Energiekonzepte“ an der Universität Stuttgart hat als Ziel die Simulation von Smart-Grid-Anwendungsfällen für die Optimierung von Kraftwerkmix und Speichereinsatz, von dezentralen Regelmöglichkeiten und regionaler wie überregionaler Gestaltungsoptionen. Neben der Entwicklung von Simulationsmodellen stehen methodische Weiterentwicklungen der Verfahren mit probabilistischen Ansätzen und Methoden zur Optimierung des Systemverhaltens und der Systemkosten. Am Ende des Projekts sollen Empfehlungen für zukünftige Investitionsstrategien in konventionelle Kraftwerke, erneuerbare Energien und Smart-Grid-Technologien formuliert werden. Das Vorhaben unterstützt und ergänzt das Exzellenzcluster „Simulation Technology“ der Universität Stuttgart. Das Wissenschaftsministerium förderte das Projekt von 2011 bis 2014 mit einem Gesamtvolumen von rund 0,5 Mio. €.

Die Hochschule für angewandte Wissenschaften Offenburg und Wirtschaftsunternehmen arbeiten gemeinsam in der Bioenergieforschung: „Entwicklung und Optimierung von Energieprozessketten nachwachsender Rohstoffe – insbesondere bei Biogasanlagen“. Ziel des Vorhabens ist es, die energetische Nutzung der Biomasse bezüglich der Energiebereitstellung aus Biomasse, einen dezentralen Energiespeicher bzw. eine dezentrale Entlastung der Netze sowie anwenderfreundliche Lösungspakete für Endkunden zu erforschen und zu entwickeln. Das Vorhaben hat eine Laufzeit von fünf Jahren. Das Wissenschaftsministerium fördert das Vorhaben von 2011 bis 2016 mit bis zu 1 Mio. €.

An der HAW Offenburg wurde ferner 2012 eine Wasserstoffsystemeinheit bestehend aus Druckelektrolyseur, Wasserstoffspeicher und Brennstoffzelle mit Landesmitteln und Hochschulmitteln in Höhe von 200.000 € gefördert. Diese An-

lage wird derzeit im Rahmen einer Smart-Grid-Pilotanlage zur Speicherung von Energie aus regenerativen Energiequellen (Sonne, Wind) genutzt.

An der Hochschule für Technik Stuttgart wird u. a. ein luftgeführtes thermochemisches Flüssigsorptionspeichersystem für Kühl-, Heiz- und Trocknungsanwendungen entwickelt.

Die Hochschule Konstanz untersucht u. a. die Anpassung der Brennstoffzellentechnologie und die Optimierung des Energiemanagements an Wasserfahrzeugen.

Das Wissenschaftsministerium förderte bis 2013 das Projekt „Erforschung und Entwicklung eines HT-PEFC-Stacks zur Integration mit einem Erdgasreformer zu einem Hausenergieversorgungssystem einschließlich des Aufbau eines Funktionsmusters (BW-Stack) im Rahmen des Aktionsbündnisses Energie“ in Höhe von 1,5 Mio. € am ZSW in Ulm. Ziel des Projektes war es, eine hauseigene Energieversorgung über Brennstoffzellen zu ermöglichen.

Die Forschungsallianz „Brennstoffzellen- und Batterie-Allianz Baden-Württemberg (BBA-BW)“ (einschließlich ihrer Vorgängerallianzen „Forschungsallianz Brennstoffzellen Baden-Württemberg [FABZ]“ sowie „Brennstoffzellen-Allianz Baden-Württemberg [BzA-BW]“) wurde bis zur Fortführung der Aktivitäten durch das „Cluster Brennstoffzelle BW“ der Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie (e-mobil BW) GmbH durch das Wissenschaftsministerium gefördert. Zweck der Allianz war es, die Aktivitäten von Wissenschaft und Wirtschaft zu bündeln, die sich mit der Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Brennstoffzellentechnologie befassen. Der Technologietransfer in diesem Bereich wurde unter anderem durch ein Forschungsaversum verstärkt. In dessen Rahmen wurden sowohl innovative Grundlagen- als auch anwendungsorientierte Brennstoffzellen- und Batterieforschungen finanziell gefördert. Ziel war es, mit den Ergebnissen aus den Forschungsprojekten die Entwicklung von marktorientierten Anwendungen im Bereich der Brennstoffzellen-, Batterie- und Speichertechnologien zu forcieren und dadurch die Arbeit der Wirtschaft, insbesondere der KMU, in diesem Bereich zu unterstützen. Insgesamt wurden diese Aktivitäten vom Wissenschaftsministerium im Zeitraum von 2000 bis 2014 mit insgesamt rund 3,4 Mio. € gefördert.

Weiterhin wird auch auf die Antworten zu Ziff. II. 3. und II. 13. verwiesen.

Des Weiteren werden seitens des Umweltministeriums vor allem im Rahmen des BWPLUS-Schwerpunkts „Energie, Energiespeichertechnologien“ noch weitere Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Unternehmen und anderen Institutionen gefördert. Weiterhin wird auch auf die Ziff. III. 3. und III. 5. verwiesen.

3. Welche Forschungsvorhaben im Bereich von Elektrizitätsspeichern hat sie seit 2011 im Wege der Projektförderung unterstützt (mit Angabe der Förderempfänger, Projektbeschreibung, Dauer und des Umfangs der Förderung)?

Innerhalb des BWPLUS-Schwerpunkts „Energie, Energiespeichertechnologien“ des Umweltministeriums werden folgende Projekte gefördert.

- „Dynamische Simulation der Ausbauszenarien für erneuerbare Stromversorgung in Baden-Württemberg bis 2050 nach dem Gutachten zur Vorbereitung eines Klimaschutzgesetzes (SimBW) Speicherbedarf in Deutschland und Baden-Württemberg.“

Schwerpunkt des Vorhabens ist die Entwicklung von Werkzeugen zur Bedarfs- und Potenzialanalyse und darauf basierend eine Strukturoptimierung von Speichern in regionalen Energiesystemen unter Berücksichtigung von räumlicher und zeitlicher Variabilität von Energieproduktion und Energieverbrauch. Das Vorhaben zielt deshalb darauf ab, Beiträge zu einem besseren Verständnis der räumlichen Ausprägung (lokal und regional) von Energiesystemen zu liefern und damit die Grundlage für Planungswerkzeuge von Energiesystemen zu schaffen, die durch einen hohen Anteil von Speichersystemen geprägt sind. Dies erfolgt durch Kopplung von Werkzeugen zur Energiesystemsimulation und Geographischen Informationssystemen.

Förderempfänger: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoffforschung Baden-Württemberg, Stuttgart

Laufzeit: 1. Dezember 2012 bis 30. September 2013, Förderumfang: 58.250 €

- „Strombank – Innovatives Betreibermodell für Quartierspeicher“

Das Vorhaben STROMBANK untersucht ein innovatives Betreibermodell, bei dem ein kosteneffizienter Quartierspeicher anstatt einer Vielzahl von Hausbatterien zur Speicherung von dezentral erzeugtem Strom den lokalen Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch ermöglicht. Ähnlich wie in einer Bank werden in der STROMBANK den Kunden verschiedene Konten und Dienstleistungen angeboten, die zur Speicherung bzw. Vermarktung ihres selbsterzeugten Stroms dienen.

Förderempfänger: Konsortium aus MVV Energie AG, Mannheim; Institut für Photovoltaik, Universität Stuttgart; Netrion GmbH, Mannheim; Ads-tec GmbH, Leinfelden-Echterdingen

Laufzeit: November 2013 bis Oktober 2015, Förderumfang 472.715 €

- „Betreibermodelle für Stromspeicher – Ökonomisch-ökologische Analyse und Vergleich von Speichern in autonomen, dezentralen Netzen und für regionale und überregionale Versorgungsaufgaben“

Ziel des Projekts ist die Entwicklung und Bewertung von Betreibermodellen für den zukünftigen Einsatz von Stromspeichern. Neue Betreibermodelle für Speicher können beispielsweise durch den Zusammenschluss von Interessengruppen sowie durch veränderte Zielsetzung für den Einsatz von Speichern entstehen. Im Projekt werden die folgenden Speichertechnologien untersucht: Pumpspeicher, Druckluftspeicher, Wasserstoffspeicher, Power-to-Gas-Speicher sowie stationäre und mobile Batteriespeicher. Es werden repräsentative Versorgungsaufgaben definiert, anhand derer die Speichertechnologien einer umfassenden ökonomischen und ökologischen Analyse unterzogen werden. Die Versorgungsaufgaben reichen von der lokalen Anwendung in Ein- und Mehrfamilienhäusern bis zur Bundeslandebene Baden-Württemberg. Für die jeweilige Versorgungsaufgabe werden geeignete und ökologisch-ökonomisch optimierte Betreibermodelle für Stromspeicher entwickelt.

Förderempfänger: Konsortium aus Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme Freiburg; Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart

Laufzeit: 1. November 2013 bis 30. April 2016, Förderumfang 372.990 €

- „Werkzeuge zur Potenzialanalyse und Strukturoptimierung von Speichern in regionalen Energiesystemen“

Schwerpunkt des Vorhabens ist die Entwicklung von Werkzeugen zur Bedarfs- und Potenzialanalyse und darauf basierend eine Strukturoptimierung von Speichern in regionalen Energiesystemen unter Berücksichtigung von räumlicher und zeitlicher Variabilität von Energieproduktion und Energieverbrauch. Das Vorhaben zielt deshalb darauf ab, Beiträge zu einem besseren Verständnis der räumlichen Ausprägung (lokal und regional) von Energiesystemen zu liefern und damit die Grundlage für Planungswerkzeuge von Energiesystemen zu schaffen, die durch einen hohen Anteil von Speichersystemen geprägt sind. Dies soll durch Kopplung von Werkzeugen zur Energiesystemssimulation und Geographischen Informationssystemen erfolgen.

Förderempfänger: Konsortium aus Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg; Geographisches Institut, Universität Heidelberg; Fa. Gomer GmbH, Heidelberg

Laufzeit: Dezember 2012 bis April 2015, Förderumfang 814.950 €

- „PtG-Konzepte mit hoher gesellschaftlicher Akzeptanz für eine effiziente und flexible Speicher- und Energieinfrastruktur zur Integration erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg“

Das Vorhaben dient dazu, ein technisch optimiertes Energiesystem (Strom und Gas) für Baden-Württemberg vorzuschlagen, ökonomisch zu bewerten und auf Umsetzbarkeit zu prüfen. Hierfür wird ein übergreifender Ansatz verfolgt, der alle Sektoren (Wärme, Strom, Mobilität) technisch koppelt und die Akzeptanz der technischen Maßnahmen einbezieht. Hierzu werden für Baden-Württemberg repräsentative Modellstandorte (ländliche Gebiete, Städte etc.) beschrieben, die Strom- und Gasnetze detailliert analysiert und die Potenziale (z. B. für EE-Ausbau) abgeschätzt, um akzeptanzorientierte und branchenweit abgestimmte Handlungsempfehlungen für Versorgungswirtschaft, Industrie und kommunale Projektträger in Baden-Württemberg abzuleiten.

Förderempfänger: Konsortium aus DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut, KIT-Campus Süd, Karlsruhe; Institut für Industriebetriebslehre und industrielle Produktion, KIT-Campus Süd, Karlsruhe; Institut für Elektroenergiesysteme und Hochspannungs-Technik, KIT-Campus Süd, Karlsruhe; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe; Institut für Gebäude- und Energiesysteme, Hochschule Biberach; Stadtwerke Karlsruhe Netze GmbH, Karlsruhe

Laufzeit: November 2013 bis April 2016, Förderumfang 801.780 €

Weiterhin wird auch auf die Antworten zu Ziff. II. 3., II. 13. und III. 2. verwiesen.

4. *Inwieweit wurden seit 2011 einschlägige Förderangebote des Bundes, z. B. im Rahmen der Förderinitiative „Energiespeicher“, von Zuwendungsempfängern in Baden-Württemberg in Anspruch genommen (mit Angabe der Zuwendungsempfänger, einschlägiger Forschungs- und Entwicklungsaktivität sowie Art, Dauer und Umfang der Förderung)?*

Folgende Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen in Baden-Württemberg haben nach Auskunft des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie Mittel im Rahmen der Förderinitiative „Energiespeicher“ erhalten:

Zuwendungsempfänger	Forschungsaktivitäten	Förderzeitraum	Umfang der Förderung
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) – Standort Stuttgart – Institut für Technische Thermodynamik	Studie zur Durchführbarkeit der Wasserstoff-Kraftstoffgewinnung durch Elektrolyse mit Zwischenspeicherung in Salzkavernen unter Druck – Plan-DelyKaD	2012–2014	491.000 €
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)	TEZEL – Test- und Entwicklungszentrum für PEM-Elektrolyseure	2012–2015	4.936.000 €
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Fachgebiet Regenerative Energieträger und Verfahren	Verbundvorhaben WOMBAT – „Optimierung von Methanisierungs- und Biogasanlagen-Technologie im Rahmen eines EE-Speichers-Pilotprojekts“ – Teilprojekt ZSW	2012–2016	826.000 €
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)	Hei-PhoSS – Hocheffizienter und intelligenter Photovoltaik-Strom-Speicher	2012–2015	743.000 €
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) – Standort Stuttgart – Institut für Technische Thermodynamik	Verbundprojekt: Lastwechselresistente Membran-Elektrolyse-Einheiten (MEA) für PEM Elektrolysesysteme – Teilprojekt DLR: Testinfrastruktur und Analyse von Degradationsmechanismen	2012–2015	1.033.000 €
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)	Verbundvorhaben: NET-PV – Netzmanagement von optimierten dezentralen PV-Batteriesystemen in der Niederspannungsebene	2012–2015	1.434.000 €

Zuwendungsempfänger	Forschungsaktivitäten	Förderzeitraum	Umfang der Förderung
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Fachgebiet Regenerative Energieträger und Verfahren (REG)	Verbundprojekt „Entwicklungsarbeiten zur alkalischen Druckelektrolyse zwecks Umwandlung erneuerbaren Stroms in Wasserstoff“ – Teilprojekt ZSW	2012–2015	2.753.000 €
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Standort Ulm – Fachgebiet Elektrochemische Energietechnologien	Verbundprojekt: Potenziale elektrochemischer Speichern in elektrischen Netzen in Konkurrenz zu anderen Technologien und Systemlösungen (ESPEN) – Teilvorhaben: Dynamische Modellierung und Aktivierung von elektrochemischen Speichern.	2012–2015	235.000 €
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)	Verbundprojekt: Potenziale elektrochemischer Speichern in elektrischen Netzen in Konkurrenz zu anderen Technologien und Systemlösungen (ESPEN) – Teilvorhaben: Untersuchungen zur Netzintegration, Kommunikationsanforderungen, Zweitnutzung vorhandener Speicher und Akzeptanzproblematik	2012–2015	738.000 €
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion (IIP) – Lehrstuhl für Energiewirtschaft	Verbundvorhaben: Integration fluktuierender erneuerbarer Energien durch konvergente Nutzung von Strom- und Gasnetzen – Konvergenz Strom- und Gasnetze; Teilvorhaben: Erweiterung eines lastflussbasierten Elektrizitätssystemmodells zur ökonomischen Bewertung der konvergenten Nutzung von Strom- und Gasnetzen.	2013–2016	167.000 €
DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) – Abt. Gas-technologie	Verbundvorhaben: Integration fluktuierender erneuerbarer Energien durch konvergente Nutzung von Strom- und Gasnetzen – Konvergenz Strom- und Gasnetze; Teilvorhaben: CO ₂ -Vermeidung und Sektor Verkehr	2013–2016	256.000 €
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)	Verbundvorhaben: WESpe – Wissenschaftliche Forschung zu Wind-Wasserstoff-Energiespeichern, Teilvorhaben FhG-ISE: Modellbasierte Betrachtung und Standortanalyse von Power-to-Gas-Systemen	2013–2017	927.000 €
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik	Verbundvorhaben: WESpe – Wissenschaftliche Forschung zu Windwasserstoff-Energiespeichern, Teilprojekt DLR: Evaluation der Kernkomponenten	2013–2017	982.000 €
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Helmholtz-Institut Ulm für Elektrochemische Energiespeicher (HIU)	Verbundvorhaben IES: Innovative Elektrochemische Superkondensatoren (IES)	2014–2015	350.000 €
Sondervermögen Großforschung beim Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Angewandte Materialien (IAM) – Energiespeichersysteme (ESS)	Verbundvorhaben Flow 3D: Redox-Flow-Zellen mit robuster kohlenstoffbasierter 3D Elektrodenarchitektur (FLOW 3D), Teilvorhaben: Charakterisierung und Bewertung der Elektroden	2012–2015	462.000 €

Zuwendungsempfänger	Forschungsaktivitäten	Förderzeitraum	Umfang der Förderung
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Standort Ulm – Fachgebiet Elektrochemische Energietechnologien	Nachwuchsgruppe: Neue Elektroden-Design Konzepte für Batterie-Supercap-Kondensator-Hybride (NovaCap)	2012–2016	1.449.000 €
Universität Ulm – Fakultät für Naturwissenschaften – Abt. Oberflächenchemie und Katalyse	Verbundvorhaben Mg-Luft: Perspektiven für wiederaufladbare Mg-Luftbatterien (Mg-Luft) – Teilantrag: Mikroskopische Charakterisierung der Reaktions- und Transportprozesse an der Kathodengrenzfläche von Mg-Luft Batterien	2013–2016	689.000 €
Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) – Standort Ulm – Fachgebiet Elektrochemische Energietechnologien	Verbundvorhaben Mg-Luft: Perspektiven für wiederaufladbare Mg/Luftbatterien; Teilvorhaben: Experimentelle Analysen von Kathode, Anode und Elektrolyt	2013–2016	795.000 €
Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – Institut für Mikrostrukturtechnik	Verbundvorhaben KATMETHAN: Katalytische Synthese von Methan	2014–2017	266.000 €
Institut für Mikroelektronik Stuttgart	Verbundvorhaben KATMETHAN: Katalytische Synthese von Methan	2014–2017	204.000 €
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)	Verbundvorhaben HyCon: Hocheffiziente solare Wasserstoffherzeugung mittels eines HyCon-Systems	2012–2015	1.613.000 €
Universität Stuttgart – Fakultät 4 Energie-, Verfahrens- und Biotechnik – Institut für Chemische Verfahrenstechnik	Verbundvorhaben HyCon: Hocheffiziente solare Wasserstoffherzeugung mittels eines HyCon-Systems Teilprojekt USTUTT-ICVT: Polymer- und Membranforschung und -entwicklung	2012–2015	408.000 €
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg – Technische Fakultät – Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) – Lehrstuhl für Anwendungsentwicklung	Verbundvorhaben HyCon: Hocheffiziente solare Wasserstoffherzeugung mittels eines HyCon-Systems – Teilvorhaben: Entwicklung simulationsgestützter Methoden für das HyCon System	2012–2016	387.000 €
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) – Standort Stuttgart – Institut für Technische Thermodynamik	Engineeringvorhaben für die Errichtung der ersten Demonstrationsanlage zur adiabaten Druckluftspeichertechnik (ADELE-ING)-Wärmespeicher-Berechnungen zur Auslegung, Beiträge zu Betriebsstrategie und Überwachungssystem, Materialeigenschaften	2013–2016	1.638.000 €
Universität Stuttgart – Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung	Systemanalyse Energiespeicher	2012–2015	359.000 €
Gesamtsumme			24.141.000 €

Quelle: BMWi Berlin

Bei den Bundesmitteln handelt es sich um Zuwendungen in Form nicht rückzahlbarer Zuschüsse in Rahmen der Energieforschung der Ressorts BMWi und BMBF. Werden die Zuwendungen an baden-württembergische Unternehmen hinzugerechnet, erhöht sich das Fördervolumen auf 32 Mio. €.

5. *Inwieweit ist sie bei der Förderung der Forschung und Entwicklung von Elektrizitätsspeichern über die oben aufgeführten Bereiche hinaus tätig?*

Die Landesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, Baden-Württemberg zur führenden Energie- und Klimaschutzregion in Deutschland zu entwickeln. Um diese Ziele zu erreichen, sind Erforschung und Entwicklung von Schlüsseltechnologien im Bereich Energie, auch auf dem Gebiet der Elektrizitätsspeicher, essentiell. Nur im Zusammenspiel aller Technologien und durch eine Vernetzung von Forschungsdisziplinen kann diese Aufgabe bewältigt werden. Baden-Württemberg zeichnet sich als eine der hochschulreichsten und forschungsintensivsten Regionen Deutschlands mit einer ausdifferenzierten Forschungsinfrastruktur im Bereich der Elektrizitätsspeicher aus.

Das Wissenschaftsministerium fördert über die o. g. strukturbildenden Maßnahmen auch Kompetenzzentren, Forschungsallianzen, Landesagenturen und Baumaßnahmen von materialwissenschaftlichen Zentren, die jeweils einen direkten oder indirekten Bezug zur Erforschung und Weiterentwicklung von Elektrizitätsspeichern aufweisen:

- „Das „Centre for Advanced Materials“ (CAM) der Universität Heidelberg, dessen Bau vom Land mit 12,6 Mio. € finanziert wird. Ein Schwerpunkt ist die Organische Elektronik.
- Für den Bau des Materialwissenschaftlichen Zentrums für Energiesysteme (MZE) am KIT stellt das Land 17,9 Mio. € zur Verfügung.
- Mit Unterstützung des Ministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst gründeten die Bosch-Gruppe, die Hochschule Reutlingen und die Universität Stuttgart das Robert Bosch Zentrum für Leistungselektronik, das vom Land mit insgesamt rund 1,9 Mio. € in den Jahren von 2011 bis 2020 unterstützt wird.
- Die Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie (e-mobil BW) GmbH wurde als zentrale Maßnahme innerhalb der Landesinitiative Elektromobilität (I) in der ersten Jahreshälfte 2010 gegründet und nimmt seither die Funktion eines „Daches“ für Elektromobilität inkl. Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie in Baden-Württemberg wahr. Die e-mobil BW koordiniert u. a. den Spitzencluster „Elektromobilität Südwest“ (1. Tätigkeitsfeld) und das Schaufenster „LivingLab BWe“ (2. Tätigkeitsfeld) und deckt so große Bereiche der Wertschöpfungskette der Elektromobilität ab. Als weiteres Tätigkeitsfeld koordiniert und leitet sie den Anfang 2013 gegründeten Cluster Brennstoffzelle BW, der die Industrialisierung der mobilen und stationären Brennstoffzellenanwendungen in BW vorantreiben soll. Die Finanzierung der e-mobil BW erfolgt festbetragsorientiert durch das Land mit 2 Mio. € pro Jahr bis Ende 2019.
- Die Landesagentur Leichtbau BW GmbH hat die Aufgabe einer landesweiten Koordinierungsstelle zum Wissenstransfer, zum Aufzeigen von Innovationspotenzialen, zur Initiierung von Kooperationen über Branchen und Technologiegrenzen hinweg, zur Gewinnung von Nachwuchskräften und Studierenden für den Leichtbau sowie zur Positionierung Baden-Württembergs als Forschungs- und Wirtschaftsstandort auf dem Gebiet des Leichtbaus im Inland und im Ausland einschließlich Standortmarketing, Öffentlichkeitsarbeit und Imagepflege erhalten. Das Land fördert die Agentur von 2013 bis 2018 mit Mitteln in Höhe von 4 Mio. €.
- Anfang Juni 2011 gründeten die Universität Stuttgart, das KIT, die Hochschule Aalen und die Universität Tübingen sowie die Technische Universität München und das ZSW das sogenannte Windenergie Forschungsnetzwerk Süd (WindForS). Ziel ist, bei der Windenergie-Forschung sowie der Fort- und Weiterbildung zusammenzuarbeiten. Großen Forschungsbedarf gibt es insbesondere bei der onshore-Windkraft in bergigem Gelände, wie z. B. die Themen Vereisung, Strömungsbeeinflussung durch Hanglagen, Turbulenzuntersuchungen, Optimierung von Rotorblattprofilen oder der Einfluss von Wald. Das Wissenschaftsministerium fördert die Geschäftsstelle von WindForS an der Universität Stuttgart von 2013 bis 2015 mit insgesamt rund 450.000 €.

Unter Einbindung der Hochschulen hat die Landesregierung eine Stellungnahme unter anderem an die Generaldirektion Forschung und Innovation der EU-Kommission im Rahmen der öffentlichen Konsultation zum Grünbuch des Rahmenprogramms für Forschung und Innovation „Horizont 2020“ erarbeitet. Die Entwicklung von sicherer, sauberer und effizienter Energie ist ein Forschungsschwerpunkt innerhalb des EU-Forschungsprogramms Horizont 2020.

Die Fördermaßnahmen des Landes sollen der Profilbildung mittels strukturbildender Schwerpunktsetzung dienen und damit die Hochschulen und Forschungseinrichtungen im internationalen Raum positionieren sowie den Innovations- und Produktionsstandort Baden-Württemberg stärken. Förderansatz sind deshalb in der Regel nicht die einzelnen Forschungsgebiete, sondern die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

Die Staatliche Vermögens- und Hochbauverwaltung Baden-Württemberg setzt an der Hochschule für Polizei in Biberach das Pilotprojekt „Virtueller Stromspeicher“ um. Die Projektidee stammt von der Südwestdeutschen Stromhandels GmbH. Mit der neuen Energieversorgungsanlage mit Gesamtbaukosten von rund 2,5 Mio. Euro wird insbesondere die „Power to Heat“-Technologie mit einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (Blockheizkraftwerk) intelligent vernetzt. Der „Virtuelle Stromspeicher“ ist im März 2015 in Betrieb gegangen. Die Pilotmaßnahme ist Teil des Energie- und Klimaschutzkonzeptes für landeseigene Liegenschaften. Das Projekt wird wissenschaftlich begleitet von der Hochschule Biberach und dem ZSW Stuttgart. Die Pilotmaßnahme kann Erkenntnisse zur Nutzung „Virtueller Stromspeicher“ und zur Vernetzung von Energieanlagen liefern.

Die abgeschlossenen Ausschreibungen zur Förderung der Forschung und Entwicklung im Bereich „Energie, Energiespeichertechnologien“ im Rahmen des gleichnamigen Schwerpunkts des Umweltforschungsprogramms BWPLUS des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft schließen den Bereich der technischen Entwicklung von Elektrizitätsspeichern im engeren Sinne (Batterien, Akkumulatoren etc.) explizit aus.

Die Forschungsförderung des Umweltministeriums im Bereich Energie, Energiespeichertechnologien adressiert andere Energiespeicher sowie insgesamt vor allem die nichttechnischen Gesichtspunkte der Energiespeicherung einschließlich deren Einbettung in ein umzustellendes System der Energieversorgung. Ziel sind damit vor allem die Erforschung und Entwicklung der Voraussetzungen und Grundlagen für die erforderlichen systemischen, ökonomischen und sozialen Innovationen für die Energiewende, für deren Umsetzung außer der Elektrizität auch der Wärmebereich eine wesentliche Hauptrolle spielt. Vor diesem Hintergrund fördert das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Rahmen von BWPLUS aktuell über die in Ziff. III. 3. unmittelbar mit der Elektrizitätsspeicherung im Zusammenhang stehenden Vorhaben hinaus die nachfolgend aufgeführten mittelbar damit zusammenhängenden Projekte, die meist sowohl den Wärmebereich als auch den Elektrizitätsbereich betreffen:

- „Stromoptimierter Betrieb von KWK-Anlagen durch intelligentes Wärmespeichermanagement“, Fakultät Technik, Hochschule Reutlingen, Dezember 2012 bis November 2015, Fördersumme: 322.200 €.
- „Biomasse flexibel energetisch nutzen – Speicherung und flexible Betriebsmodi zur Schonung wertvoller Ressourcen und zum Ausgleich von Stromschwankungen bei hohen Anteilen erneuerbarer Energien in Baden-Württemberg“, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft, Universität Stuttgart, Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik, Universität Stuttgart; Dezember 2012 bis November 2015, Fördersumme: 682.500 €.
- „Latentwärmespeicher in netzreaktiven Gebäuden“, Dekra SE, Stuttgart, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg, Fa. Fact GmbH, Böblingen, Dezember 2012 bis November 2015, Fördersumme: 900.200 €.
- „Potenziale der Speicherung erneuerbarer Energie durch gasförmige Kohlenwasserstoffe auf Basis flexibler Biomassenutzung und Auswirkungen auf die Strombereitstellung und Netzentlastung in Baden-Württemberg/Kurztitel PowerBiomass2Gas (P&B2G)“, Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik,

Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart, Oktober 2013 bis September 2016, Fördersumme: 366.841 €.

- „Bürger-Energiegenossenschaften – Konflikte erfolgreich identifizieren und handhaben“, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt, Nürtingen-Geislingen, November 2013 bis April 2016, Fördersumme: 216.550 €.
- „Solare Wärmenetze Baden-Württemberg – SOLNET.BW“, SOLITES, Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme, Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Stuttgart, Hamburg Institut Research gGmbH, Hamburg, AGFW-Projektgesellschaft, Frankfurt, November 2013 bis April 2016, Fördersumme: 586.035 €.
- „Analyse des Energie-Autarkiegrades unterschiedlich großer Bilanzräume mittels integrierter Energiesystemmodellierung – eine Fallstudie für Metzingen und Baden-Württemberg“, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart, Institut für Technische Thermodynamik, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Stuttgart, Dezember 2013 bis Mai 2016, Fördersumme: 395.788 €.
- „Kommunaler Energieverbund Freiburg – Demonstrationsbetrieb einer Elektrolyseanlage im Industriegebiet Freiburg-Nord zur Verbindung des Strom- und Erdgasnetzes und zur Speicherung Erneuerbarer Energien – Bindeglied zwischen Energiesystemen“, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, Freiburg, Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien, Offenburg, Badenova AG & Co. KG, Freiburg, Dezember 2013 bis März 2017, Fördersumme: 1.139.500 €.

Im März 2015 wurde durch das Umweltministerium ein neues Förderprogramm „Demonstrationsprojekte Smart Grids und Speicher“ aufgelegt. Hierbei sollen Projekte gefördert werden, die dazu beitragen, auf der Ebene der Verteilnetze Angebot und Nachfrage besser aufeinander abzustimmen sowie Erzeugungsanlagen, Speicher und Verbraucher mittels moderner Informations- und Kommunikationstechniken intelligent miteinander zu vernetzen. Das Programm hat ein Fördervolumen von insgesamt 10 Mio. €.

Das Solar Cluster Baden-Württemberg e. V., 2012 gegründet, hat zum Ziel, die industriepolitische und volkswirtschaftliche Bedeutung der Solarenergie noch stärker ins Bewusstsein der Öffentlichkeit zu rücken, die gesetzlichen Rahmenbedingungen zum weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien aktiv mitzuentwickeln sowie einen dauerhaften Markt für Solarenergie zu schaffen. Dabei sollen Forschung und Ausbildung gefördert und auch neue Technologien zur Stromspeicherung und Netzintegration einbezogen werden. Das Umweltministerium fördert das Cluster mit 974.000 € über fünf Jahre.

Die Smart Grid-Plattform Baden-Württemberg e. V. wurde Ende 2013 gegründet. Vorausgegangen war eine über ein Jahr gehende, intensiv geführte öffentliche Diskussion mit über 150 Akteuren aus der Energiewirtschaft, Anlagenhersteller, Netzbetreibern, der IT-Branche, der Politik und interessierten Bürgern, die in der Veröffentlichung der Smart Grids-Roadmap Baden-Württemberg mündete. Der Verein hat das übergeordnete Ziel, diese Roadmap umfassend und flächendeckend in Baden-Württemberg umzusetzen. Zweck des Vereins ist die Förderung intelligenter Energienetze (Smart Grids-Infrastruktur) und damit zusammenhängender innovativer Smart Grids-Produkte und Dienstleistungen in Forschung, Entwicklung und Umsetzung mit dem langfristigen Ziel einer weitgehend CO₂-freien Energieerzeugung. Die Plattform wird vom Umweltministerium über drei Jahre mit 617.000 € gefördert.

Untersteller

Minister für Umwelt,
Klima und Energiewirtschaft