

Kleine Anfrage

des Abg. Daniel Karrais FDP/DVP

und

Antwort

des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Roter Wasserstoff in Baden-Württemberg

Kleine Anfrage

Ich frage die Landesregierung:

1. Wie hat sich der Anteil von Erneuerbaren Energien am gesamten Energiebedarf in den zurückliegenden fünf Jahren entwickelt (bitte aufgeschlüsselt nach Jahren sowie unter Angabe des baden-württembergischen Primär- und Endenergiebedarfs [bzw., falls nicht vorhanden, unter Bezug auf die Zahlen des Bundes])?
2. Wie gedenkt die Landesregierung Wasserstoff auf Grundlage von Strom aus Erneuerbaren Energien in Zeiten flächendeckender Produktionseinbußen (kalter Dunkelflauten) sowie bei saisonalen Spitzenlasten im Energieverbrauch zu produzieren?
3. Welche Mengen Wasserstoff wurden nach Kenntnis der Landesregierung in den zurückliegenden fünf Jahren in Baden-Württemberg produziert (Angaben bitte aufgeschlüsselt nach Jahren sowie unter Nennung der durch das jeweilige Herstellungsverfahren produzierten Mengengrößen)?
4. Welche Mengen Wasserstoff wurden in den zurückliegenden fünf Jahren nach Baden-Württemberg importiert (bitte, so möglich, aufgeschlüsselt nach Jahren, Bezugsgebiet und sowie jeweiligem Herstellungsverfahren)?
5. Welche Erkenntnisse liegen der Landesregierung über die gegenwärtige Mengenverfügbarkeit, die gegenwärtigen Kosten sowie das innereuropäische Skalierungspotenzial der verschiedenen Herstellungsverfahren von Wasserstoff (etwa: Elektrolyse mit Strom aus Erneuerbaren Energien, Elektrolyse mit Strom aus Kernenergie, Dampfreformierung, Erdgas- und Biogaspyrolyse usw.) vor?
6. Wie bewertet sie die verschiedenen Herstellungsverfahren von Wasserstoff mit Blick auf die auch bei Berücksichtigung der gesamten Vor-/Prozesskette anfallenden Carbon-Footprints (CO₂-Fußabdrücke)?

7. Wie schätzt sie das Potenzial von rotem Wasserstoff (heimisch produziert oder importiert) für eine rasche Marktdurchdringung/einen effektiven Klimaschutz auch bzw. gerade in Zeiten kalter Dunkelflauten und bei saisonalen Spitzenlasten ein?
8. Welche Mengen roten Wasserstoffs könnten gegenwärtig in Baden-Württemberg produziert werden (bitte auch unter Angabe des zukünftig möglichen Produktionspotenzials)?
9. Inwieweit versucht die Landesregierung, im Sinne von Marktdurchdringung und Klimaschutz die Zusammenarbeit im Energie- bzw. Wasserstoffbereich mit all jenen europäischen Ländern gezielt auszubauen, die gegenwärtig beträchtliche Kapazitäten im Bereich klimafreundlicher Kernenergie vorzuweisen haben?
10. Welches Potenzial misst die Landesregierung der dezentralen Produktion von Wasserstoff mittels Small-Modular-Reaktoren bei?

21.6.2022

Karrais FDP/DVP

Begründung

Da sich zahlreiche Produktionsverfahren (etwa im Bereich der Grundstoff-, Chemie- oder Stahlindustrie) nicht elektrifizieren lassen und bundesweit über 600 Großindustriekunden, 1,6 Millionen industrielle und gewerbliche Letztverbraucher sowie 21 Millionen private Haushalte auf die zuverlässige 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 enormes Transformations- und Dekarbonisierungspotenzial – ohne dabei durch Strukturbruch oder horrenden Sanierungskosten die wirtschaftliche und gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende zu verspielen. Vor diesem Hintergrund und in Anbetracht der durch die EU-Kommission unlängst auf den Weg gebrachten Neubewertung von Kernenergie im gesamteuropäischen Energiesystem (Taxonomie-Verordnung) versucht die vorliegende Anfrage, das Potenzial von rotem Wasserstoff für die klimafreundliche Transformation in Baden-Württemberg auszuloten.

Antwort

Mit Schreiben vom 12. Juli 2022 Nr. UM2-0141.5-11/18/2 beantwortet das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Einvernehmen mit dem Ministerium für Finanzen, dem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus sowie dem Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz die Kleine Anfrage wie folgt:

1. *Wie hat sich der Anteil von Erneuerbaren Energien am gesamten Energiebedarf in den zurückliegenden fünf Jahren entwickelt (bitte aufgeschlüsselt nach Jahren sowie unter Angabe des baden-württembergischen Primär- und Endenergiebedarfs [bzw., falls nicht vorhanden, unter Bezug auf die Zahlen des Bundes])?*

Die Entwicklung des Anteils der erneuerbaren Energien am Primär- und Endenergieverbrauch sowie die Entwicklung des Primär- und Endenergieverbrauchs in den zurückliegenden fünf Jahren sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

	2017	2018	2019	2020	2021
Anteil der erneuerbaren Energien am Primärenergieverbrauch in %	13,4	13,5	13,5	15,7	15,5
Primärenergieverbrauch in PJ	1.425	1.428	1.434	1.279	1.359
Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in %	14,4	14,5	14,4	15,8	15,9
Endenergieverbrauch in TWh	291	292	301	284	297

Quelle: Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2022): Erneuerbare Energien in Baden-Württemberg 2021 – Erste Abschätzung, April 2022 – und STATISTISCHES LANDESAMT BADEN-WÜRTTEMBERG. Energie. Verfügbar unter: <http://www.statistik-bw.de/Energie>

2. Wie gedenkt die Landesregierung Wasserstoff auf Grundlage von Strom aus Erneuerbaren Energien in Zeiten flächendeckender Produktionseinbußen (kalter Dunkelflauten) sowie bei saisonalen Spitzenlasten im Energieverbrauch zu produzieren?

Baden-Württemberg ist derzeit und wird auch in Zukunft ein Energieimportland bleiben. Dies gilt auch für Energie in Form von Strom. Angesichts des steigenden Strombedarfs auch in den Sektoren Wärme und Verkehr ist von einem steigenden Importbedarf von Strom auszugehen. Dem Ausbau der Stromnetze und einem ambitionierten Ausbau der erneuerbaren Energieerzeugung in Baden-Württemberg kommt insofern eine große Bedeutung 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 zunehmend geeignete Standorte für Elektrolyseure geben wird, die erneuerbar erzeugten Strom nutzen werden.

In Zeiten von Dunkelflauten oder in bestimmten Spitzenlastsituationen sind die Strompreise in der Regel so hoch, dass sie für eine Wasserstoffherzeugung mittels Elektrolyse eher unattraktiv sind. Mit dem forcierten Ausbau der Erneuerbare-Energien-Anlagen im Strombereich ist damit zu rechnen, dass einerseits die Zeiten in denen ausreichend Strom im Netz verfügbar ist, um auch Elektrolyse in einem größeren Maßstab betreiben zu können, deutlich zunehmen, und andererseits, dass auch die Stromerzeugungskosten bei Erneuerbare-Energien-Anlagen weiter sinken, sodass unterm Strich ein größeres Stromangebot bei niedrigen Preisen zu erwarten ist. Ferner ist das Potenzial für eine sehr kostengünstige Erzeugung von Wasserstoff in Ländern mit guten Voraussetzungen für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien sehr hoch, weshalb der Import von grünem Wasserstoff künftig eine wichtige Rolle spielen wird.

Zudem ist Wasserstoff im direkten Vergleich mit elektrischem Strom grundsätzlich in großen Mengen kostengünstig und effizient speicherfähig. Hierdurch erwächst hinsichtlich Erzeugung und Nachfrage mittel- und langfristig eine wichtige Entkopplungs- und Flexibilitätsfunktion.

3. Welche Mengen Wasserstoff wurden nach Kenntnis der Landesregierung in den zurückliegenden fünf Jahren in Baden-Württemberg produziert (Angaben bitte aufgeschlüsselt nach Jahren sowie unter Nennung der durch das jeweilige Herstellungsverfahren produzierten Mengengrößen)?

4. Welche Mengen Wasserstoff wurden in den zurückliegenden fünf Jahren nach Baden-Württemberg importiert (bitte, so möglich, aufgeschlüsselt nach Jahren, Bezugsgebiet und sowie jeweiligem Herstellungsverfahren)?

Die Fragen 3 und 4 werden aufgrund des sachlichen Zusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Der Landesregierung liegen derzeit keine belastbaren Zahlen zu Produktions- und Importmengen von Wasserstoff vor. Wasserstoff wird z. B. in der chemischen Industrie oftmals selbst produziert und auch selbst verbraucht und findet daher auch keinen Eingang in Statistiken. Zu den Ländern, die bisher Wasserstoff nach Baden-Württemberg geliefert haben, zählen die Schweiz, die Niederlande, Frankreich, die Vereinigten Staaten und das Vereinigte Königreich. Zu den Bezugsmengen und den Herstellungsprozessen des Wasserstoffs können keine verlässlichen Angaben gemacht werden.

5. Welche Erkenntnisse liegen der Landesregierung über die gegenwärtige Mengenverfügbarkeit, die gegenwärtigen Kosten sowie das innereuropäische Skalierungspotenzial der verschiedenen Herstellungsverfahren von Wasserstoff (etwa: Elektrolyse mit Strom aus Erneuerbaren Energien, Elektrolyse mit Strom aus Kernenergie, Dampfreformierung, Erdgas- und Biogaspyrolyse usw.) vor?

Elektrolyseure zur Herstellung von Wasserstoff aus Wasser mithilfe von elektrischem Strom sind kommerziell am Markt verfügbar. Weltweit bieten etwa 10 bis 15 Unternehmen mit Referenzen im Megawattmaßstab Elektrolyseanlagen bis in den 100 MW-Bereich an. Einige der Anbieter haben für die kommenden Jahre den Aufbau von „Gigawattfabriken“ angekündigt. Vermutlich werden weitere Marktteilnehmer hinzukommen. Es ist deshalb davon auszugehen, dass die nationalen und europäischen Ausbauziele für eine Elektrolysekapazität von 10 GW (Deutschland) bzw. 40 GW (Europa) bis 2030 erreicht werden können.

Es existieren drei Elektrolysetechnologien: die Alkalische Elektrolyse, die PEM-Elektrolyse und die Hochtemperaturelektrolyse. Hiervon weisen die Alkalische und die PEM-Technologie den höchsten Reifegrad auf. Heute sind vor allem Anbieter von Alkalischen und PEM-Elektrolyseuren am Markt aktiv. Die Investitionskosten für Elektrolyseanlagen zur Abgabe von brennstoffzellentauglichem Wasserstoff im Leistungsbereich 1 bis 10 MW liegen für die Alkalische Elektrolyse aktuell bei etwa 1 000 bis 1 500 €/kW, für die PEM-Elektrolyse bei etwa 1 500 bis 2 000 €/kW und für die Hochtemperaturelektrolyse etwa bei 2 000 bis 2 500 €/kW. Nach Prognosen werden sich die Investitionskosten bis 2030 in etwa halbieren.

Die Dampfreformierung von Erdgas zur Herstellung von Wasserstoff ist großtechnisch verfügbar und seit vielen Jahren im Einsatz. Auch Technologien zur Dampfreformierung von Biogas zur Herstellung von Wasserstoff sind verfügbar, diese werden jedoch insbesondere in kleineren, dezentralen Biogasanlagen eingesetzt.

Pyrolyseverfahren zur pyrolytischen Erzeugung von Wasserstoff aus Erdgas, Biogas oder Kunststoffabfällen befinden sich noch im Entwicklungs- bzw. frühen Demonstrationsstadium. Es ist davon auszugehen, dass die großtechnische Umsetzung und Skalierung dieser Technologien noch einige Jahre in Anspruch nehmen wird.

6. Wie bewertet sie die verschiedenen Herstellungsverfahren von Wasserstoff mit Blick auf die auch bei Berücksichtigung der gesamten Vor-/Prozesskette anfallenden Carbon-Footprints (CO₂-Fußabdrücke)?

Bei der Wasserelektrolyse erfolgt die Wasserstoffgewinnung durch die Spaltung von Wasser in die Elemente Wasserstoff und Sauerstoff. Die Wasserstoffherstellung an sich ist somit frei von Kohlenstoffemissionen. Da für die Elektrolyse Strom benötigt wird – pro Kilogramm Wasserstoff 45 bis 50 kWh –, ist der mittels Elektrolyse hergestellte Wasserstoff je nach Produktionspfad des Stroms mehr oder weniger CO₂-behaftet.

Wird Strom aus dem deutschen Strommix (aus dem Jahr 2019) mit einem Emissionsfaktor von 408 g CO₂/kWh eingesetzt, fallen ca. 20 kg CO₂ pro Kilogramm Wasserstoff an. Wasserstoff hat einen Energieinhalt (Heizwert) von 33,33 kWh/kg. Wird dagegen Strom aus erneuerbaren Energien eingesetzt, der in der Produktion frei von Kohlenstoffemissionen ist, gilt auch der Wasserstoff als emissionsfrei. Bei der Kohlenstoffbilanz ist zu beachten, dass die Vorkette der Produktion der

Erneuerbaren-Energien-Anlagen (Photovoltaik und Windenergie) in die Bilanz mit einfließt, die mit durchschnittlich 0,8 kg CO₂ pro kg Wasserstoff zu Buche schlägt. Mit zunehmend klimaneutralen Industrieprozessen und Energiesystemen wird dieser Wert weiter sinken. Auch wenn der Strom aus Kernenergie stammt, sind hier die CO₂-Emissionen aus der Uranlieferkette zu berücksichtigen. Diese variieren je nach Lieferland und Abbaubedingungen und summieren sich auf 1,6 bis 3,1 kg CO₂ pro Kilogramm Wasserstoff.

Bei der Dampfreformierung von Erdgas wird zur Wasserstoffproduktion Methan (CH₄) mit Wasserdampf gespalten, sodass Wasserstoff und CO₂ entstehen. Der so entstandene Wasserstoff wird als „grauer Wasserstoff“ bezeichnet. In der Prozessmengenbilanz summiert sich der CO₂-Ausstoß auf 15 kg CO₂ pro Kilogramm Wasserstoff. Hinzu kommen weitere 3 kg CO₂ pro Kilogramm Wasserstoff aus der Vorkette der Erdgasgewinnung und des Erdgastransports. In Summe fallen bei der Produktion von 1 kg „grauem Wasserstoff“ 18 kg CO₂ an.

Wird der Dampfreformierung eine CO₂-Abscheidung nachgeschaltet, können aus dem Abgasstrom 60 bis 80 Prozent des bei der Produktion von „grauem Wasserstoff“ anfallenden CO₂ abgeschieden und einer Langfristspeicherung zugeführt werden. Der so entstandene Wasserstoff wird „blauer Wasserstoff“ genannt und ist noch mit 1 bis 4 kg CO₂ pro Kilogramm Wasserstoff aus der Produktion behaftet. Hinzu kommen 3 kg CO₂ pro Kilogramm Wasserstoff aus der Erdgasgewinnung und Verteilung, sodass für die Produktion von „blauem Wasserstoff“ insgesamt 4 bis 7 kg CO₂ pro Kilogramm Wasserstoff anfallen.

Bei der Methanpyrolyse entsteht der „türkise Wasserstoff“. Es fallen in der Wasserstoffproduktion keine CO₂-Emissionen an, weil der Kohlenstoff aus dem Methan als fester Kohlenstoff ausfällt. Das fossile Erdgas ist allerdings auch hier mit 3 kg CO₂ pro Kilogramm Wasserstoff behaftet.

Zusammenfassend betrachtet ist lediglich „grüner Wasserstoff“, d. h. mit Strom aus erneuerbaren Energien per Wasserelektrolyse hergestellter Wasserstoff, als CO₂-frei bzw. klimaneutral einzustufen. „Roter Wasserstoff“, der durch Elektrolyse mit Strom aus Kernenergie produziert wird, und „türkiser Wasserstoff“, der aufgrund von Methanpyrolyse entsteht, sind als CO₂-arm einzustufen. „Blauer Wasserstoff“ ist als CO₂-reduziert anzusehen.

7. Wie schätzt sie das Potenzial von rotem Wasserstoff (heimisch produziert oder importiert) für eine rasche Marktdurchdringung/einen effektiven Klimaschutz auch bzw. gerade in Zeiten kalter Dunkelflauten und bei saisonalen Spitzenlasten ein?

Gemäß Atomgesetz werden die derzeit in Deutschland noch betriebenen Kernkraftwerke Ende dieses Jahres vom Netz gehen. In Deutschland wird dann kein Strom mehr aus Kernenergie erzeugt. Folglich steht ab dem kommenden Jahr auch kein theoretisches Potenzial an Kernenergiestrom aus Deutschland für die Wasserstoffherzeugung zur Verfügung. Im Übrigen wird auf die Stellungnahme zu Frage 2 verwiesen.

8. Welche Mengen roten Wasserstoffs könnten gegenwärtig in Baden-Württemberg produziert werden (bitte auch unter Angabe des zukünftig möglichen Produktionspotenzials)?

Gegenwärtig gibt es in Baden-Württemberg nur geringe Elektrolysekapazitäten im mittleren einstelligen Megawattbereich, die in den Folgejahren ausgebaut werden. Auf die Stellungnahme zu Frage 7 wird verwiesen.

9. Inwieweit versucht die Landesregierung, im Sinne von Marktdurchdringung und Klimaschutz die Zusammenarbeit im Energie- bzw. Wasserstoffbereich mit all jenen europäischen Ländern gezielt auszubauen, die gegenwärtig beträchtliche Kapazitäten im Bereich klimafreundlicher Kernenergie vorzuweisen haben?

10. Welches Potenzial misst die Landesregierung der dezentralen Produktion von Wasserstoff mittels Small-Modular-Reaktoren bei?

Die Fragen 9 und 10 werden aufgrund des sachlichen Zusammenhangs gemeinsam beantwortet.

Nach dem verheerenden Reaktorunfall in Fukushima wurde in Deutschland auf der Grundlage einer breiten politischen und gesellschaftlichen Mehrheit beschlossen, bis Ende dieses Jahres endgültig aus der Nutzung der Kernenergie auszusteigen. Die Klimaschutzziele erfordern zudem einen raschen Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger. Die Zukunft der Energieversorgung liegt deshalb bei den erneuerbaren Energien. Die Landesregierung setzt sich mit Nachdruck für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien ein.

Auch auf europäischer Ebene sind der Klimaschutz und der Ausbau der erneuerbaren Energien vorrangige Ziele. Um diese Ziele zu erreichen, ist eine intensive Zusammenarbeit der Länder im Energie- und im Wasserstoffbereich erforderlich. Die Art der Energieversorgung bleibt jedoch den einzelnen Staaten selbst überlassen. Deutschland hat den Atomausstieg beschlossen. Die Landesregierung setzt sich zudem dafür ein, dass die grenznahen Kernkraftwerke möglichst rasch abgeschaltet werden, um das Risiko eines nuklearen Unfalls mit möglicherweise katastrophalen grenzüberschreitenden Folgen zu verringern.

Walker

Ministerin für Umwelt,
Klima und Energiewirtschaft