

**Antwort des Senats
auf die Kleine Anfrage der Fraktion der FDP
vom 22. März 2019**

„Stand, Entwicklung und Strategie zu erneuerbaren Energien im Land Bremen“

Die Fraktion der FDP hat folgende Kleine Anfrage an den Senat gerichtet:

„Erneuerbare Energien und Technologien zur Gewinnung regenerativer Energien rücken weltweit immer stärker in den Vordergrund. Der Aufstieg und Ausbau der erneuerbaren Energien ist stark mit dem Ausstieg aus der Atomenergie und der Kohlegewinnung gekoppelt. Die alternativen Energieformen sollen zum einem einen erheblichen Beitrag zum Klima und Umweltschutz leisten und zum anderen die Bevölkerung vor Unglücken wie Fukushima schützen.

Die Windenergie spielt für Bremen seit den 1990er Jahren eine bedeutende Rolle. Auch die Strom- und Wärmegegewinnung durch Photovoltaik und Solarthermie ist von Bedeutung, so gab am 27.02.19 der Senator für Umwelt, Bau und Verkehr bekannt, dass die Solarstromerzeugung in Bremen im vergangenen Jahr gestiegen sei. Zu begrüßen ist hierbei, dass das Solarkataster neu aufgelegt und die Solarberatung intensiviert werden soll. Der Pressemitteilung ist jedoch auch zu entnehmen, dass das technische und wirtschaftliche Potenzial bei Weitem noch nicht ausgeschöpft sei. Bei anderen regenerativen Energieformen und Technologien gibt es für Bremen noch deutliche Aufholbedarfe. Der Anteil von erneuerbaren Energieträgern an der Stromerzeugung 2016 betrug lediglich 11,6 Prozent.¹ Es ist also noch reichlich Luft nach oben.

Im Jahr 2015 wurden die 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen verabschiedet, mit dem Ziel generationsübergreifender zu denken und zu handeln. Das siebte Nachhaltigkeitsziel der Agenda 2030 beschäftigt sich mit dem raschen Ausbau der erneuerbaren Energieformen. Außerdem soll die Energieeffizienz deutlich erhöht werden. Dies ist jedoch nur über den Ausbau der Infrastruktur und dem technologischen Fortschritt erreichbar. Neben modern und zuverlässig müssen die erneuerbaren Energien aber auch leistbar sein. Hierhingehend ist auch das Land Bremen in der Verantwortung, die Forschung und Entwicklung und die Wirtschaft zu unterstützen. Für die Bremer Wirtschaft können neue Technologien zur Gewinnung regenerativer Energie und die Verknüpfung der Technologien mit der Wirtschaft von herausragender Bedeutung sein.

Wir fragen den Senat:

1. Wie haben sich die Anteile und die installierte Leistung der einzelnen regenerativen Energieträger, seit 1990, im Land Bremen entwickelt (absolut und relativ)?
2. Wie viele Tonnen CO₂ konnten durch erneuerbare Energien seit 1990 pro Jahr eingespart werden?
3. Für eine erfolgreiche, nachhaltige und sichere Energiewende stehen erneuerbare Energien und der technologische Fortschritt im Fokus. Eine überdachte Strategie, welche kurz-

¹ Vgl. Anteil Erneuerbarer Energieträger Bremen 1990-2016, <http://www.lak-energiebilanzen.de/anteil-erneuerbarer-energietraeger-am-primarenergieverbrauch-an-der-stromerzeugung-am-bruttostromverbrauch/> Stand: 13.03.2019.

, mittel-, und langfristige Ziele definiert ist nötig, um die Energiewende nicht nur effizient umsetzen zu können, sondern dass die Energiewende auch leistbar ist.

1. Welche ökonomische, ökologische und soziale Bedeutung haben die folgenden Energieträger nach Ansicht des Senats kurz-, mittel-, und langfristig für Bremen und Bremerhaven?
 - a. Windenergie
 - b. Energiegewinnung aus Biomasse
 - c. Photovoltaik und Solarthermie
 - d. Wasserstoffentwicklung
 - e. Wellen- und Gezeitenenergie
 - f. Kraft-Wärme-Kopplung für die Nah- und Fernwärme
 - g. Geothermie
 - h. Synthetische Kraftstoffe
2. Welche wirtschaftlichen und grundsätzlichen Potenziale haben die folgenden Energieträger nach Ansicht des Senats kurz-, mittel-, und langfristig für Bremen und Bremerhaven?
 - a. Windenergie
 - b. Energiegewinnung aus Biomasse
 - c. Photovoltaik und Solarthermie
 - d. Wasserstoffentwicklung
 - e. Wellen- und Gezeitenenergie
 - f. Kraft-Wärme-Kopplung für die Nah- und Fernwärme
 - g. Geothermie
 - h. Synthetische Kraftstoffe
3. Welche übergeordnete Strategie verfolgt der Senat kurz-, mittel-, und langfristig bezüglich,
 - a. des Ausbaus der erneuerbaren Energien,
 - b. der Technologieförderung,
 - c. der Energieversorgungssicherheit
 - d. einer bezahlbaren Energieversorgung für die Bremer und Bremerhavener Bewohner und Bewohnerinnen?
4. Welche grundsätzliche Strategie verfolgt der Senat kurz-, mittel-, und langfristig bezüglich,
 - a. des Ausbaus der offshore und on-shore Windenergie und der Ausweisung neuer Vorrangflächen für die Windenergie?
 - b. des Ausbaus von Biogasanlagen?
 - c. der Ausweitung von Photovoltaik- und Solarthermie-Großanlagen?
 - d. der Forschung, Entwicklung und Anwendung von Wasserstofftechnologien?
 - e. der Wellen- und Gezeitenenergie?
 - f. der Kraft-Wärme-Kopplung
 - g. der Geothermie
 - h. den Synthetischen Kraftstoffen

5. Ein breit aufgestellter Energieträger-Mix ist nicht nur volkswirtschaftlich zu bevorzugen, sondern gewährleistet auch eine höhere Versorgungssicherheit.
 - a. Wo sieht der Senat Potenziale für den zukünftigen Energiemix in Bremen und Bremerhaven?
 - b. Welche mittel- und langfristigen Potenziale sieht der Senat hinsichtlich der Breite an Energieträger?
4. Welche Förderinstrumente gibt es für die verschiedenen erneuerbaren Energien / Technologien auf EU-, Bundes- und Landesebene und in welcher Höhe? Wie wird diese Förderung im Land Bremen von den verschiedenen Einrichtungen und Unternehmen angenommen beziehungsweise in welcher Höhe abgerufen?
5. Wie viele Arbeitsplätze sind im Land Bremen in der Forschung und Entwicklung und durch den Ausbau der erneuerbaren Energien, seit 1990, entstanden? Wie bewertet der Senat die weitere Entwicklung am Bremer und Bremerhavener Arbeitsmarkt hinsichtlich der erneuerbaren Energien? Bitte nach Möglichkeit für die einzelnen erneuerbaren Energien separat ausweisen. Bei Energiepflanzen für Biogas, wenn möglich bitte auch die Arbeitskräfte in der Landwirtschaft berücksichtigen und ausweisen.
6. Welche Umsätze konnten im Bereich der erneuerbaren Energien im Land Bremen in den letzten zehn Jahren generiert werden?

Windenergie

7. Wie hat sich die Anzahl der Windkraftanlagen im Land Bremen, mit welcher Gesamtleistung, seit 1990, entwickelt? Bitte getrennte für offshore und on-shore Anlagen aufzeigen.
8. Welche Maßnahmen hat der Senat in den letzten acht Jahren unternommen, um die Windenergie nachhaltig voranzubringen? Bitte für die offshore und on-shore Windenergie einzeln benennen.
9. Wie viele Windenergieanlagen sind derzeit projektiert und wie viele Anlagen befinden sich derzeit im Aufbau? Bitte getrennte für offshore und on-shore Anlagen aufzeigen.
10. In welchem Maße ist die Ausweitung der installierten Leistung von Windenergieanlagen innerhalb der nächsten fünf und zehn Jahren möglich?
11. Wie hoch ist der Anteil der gewonnenen Energie, welche ins Stromnetz eingespeist werden kann? Wie hoch ist der Verlust der gewonnenen Energie aus Photovoltaikanlagen?

Biomasse

12. Welche Anlagen im Bereich der Biomasse gibt es im Land Bremen, wie hat sich die Anzahl der Anlagen, seit 1990, entwickelt? Welche Verfahren zur Biomassenutzung existieren im Land Bremen?
13. Auf welche Bereiche (Strom, Wärme und Kraftstoffe) konzentriert sich die Biomassenutzung, wie setzen sich die Anteile zusammen und wie haben sich diese, seit 1990, entwickelt?
14. Welchen Anteil haben Klärschlamm, Energiepflanzen, Holzpellets, -Hackschnitzel und Biogas für die Energiegewinnung durch Biomasseanlagen?
15. Wie groß sind die Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe für die Energiegewinnung aus Biomasse und wie hat sich die Anbaufläche, seit 1990, im Land Bremen entwickelt?
16. Welche Rolle spielt die Direkteinspeisung von Biogas in die Erdgasnetze im Land Bremen?

Photovoltaik und Solarthermie

17. Wie hat sich die Anzahl der Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen im Land Bremen, mit welcher Gesamtleistung, seit 1990, entwickelt? Was steht einem stärkeren Ausbau der Energiegewinnung durch Photovoltaik- und/oder Solarthermie-Anlagen entgegen?
18. Wie hoch ist der Anteil der gewonnenen Energie, welche ins Stromnetz eingespeist werden kann? Wie hoch ist der Verlust der gewonnenen Energie aus Photovoltaikanlagen?

19. Wie viele Gebäude gibt es in Bremen in öffentlicher Hand und auf wie vielen Gebäuden in öffentlicher Hand befinden sich Solarthermie- und/oder Photovoltaikanlagen? Bitte nach Größe/Kapazität unterscheiden (Ranges), für Bremen und Bremerhaven einzeln ausweisen.
20. Inwiefern gibt es Pläne den Anteil von Solarthermie- und/oder Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden stärker auszubauen und wie sehen diese Pläne konkret aus?
21. Wird analog zu Nr. 2 versucht den Anteil von Solarthermie- und/oder Photovoltaikanlagen auf Gebäuden von öffentlichen Unternehmen zu erhöhen?
22. Wie viele Wohngebäude der GEWOBA und BREBAU sind mit Photovoltaik- und/oder Solarthermie-Anlagen ausgestattet und wie hat sich dies in den letzten acht Jahren entwickelt?

Wasserstofftechnologie

23. Welche Hochschuleinrichtungen gibt es im Land Bremen zur Forschung und Entwicklung von Wasserstofftechnologien?
24. Welche außeruniversitären Einrichtungen gibt es im Land Bremen zur Forschung und Entwicklung von Wasserstofftechnologien?
25. Gibt es im Land Bremen Unternehmen, welche sich mit praktischen Anwendungen von Wasserstofftechnologien beschäftigen und wenn ja welche?
26. Welche Forschungsprojekte zur Entwicklung und Anwendung von Wasserstofftechnologien sind dem Senat im Land Bremen bekannt? Welche Markteinführungen im Bereich der Wasserstofftechnologien gibt es im Land Bremen?
27. In welchen Bereichen sieht der Senat besondere Entwicklungspotenziale von Wasserstofftechnologien?
28. Welchen Stellenwert bemisst der Senat den Wasserstofftechnologien für die Cluster Luft- und Raumfahrt, Maritime Wirtschaft und Logistik, Automotive, Umweltwirtschaft und dem Cluster Windenergie bei?
29. Wo sieht der Senat wichtige Schnittstellen zwischen Bremens Cluster und der Wasserstofftechnologie?
30. Welche überregionale Zusammenarbeit auf wissenschaftlicher und technologischer Basis gibt es bei der Forschung, Entwicklung und praktischen Umsetzung von Wasserstoff-Technologien?

Speichertechnologie, Sektorkopplung und E-Mobilität

31. Welche Energiespeichertechnologien gibt es derzeit im Land Bremen? Wie viele Stromspeicher hat das Land Bremen?
32. Welche Pläne gibt es seitens des Senats zum Ausbau von (Groß-) Stromspeicher?
33. Wie viele Elektro-Tanksäulen gibt es in Bremen und Bremerhaven? Bitte für die einzelnen Ortsteile aufzeigen.
34. Wie bewertet der Senat eine technologieoffene Sektorkopplung? Welche Strategie verfolgt der Senat kurz-, mittel-, und langfristig hinsichtlich der Sektorkopplung?
Weitere Technologien, Infrastruktur, Forschungseinrichtungen und Strategien
35. Wie hat sich die Kraft-Wärme-Kopplung im Land Bremen in den letzten zehn Jahren entwickelt?
36. Wie weit ist Geothermie als Energiequelle im Land Bremen vorangeschritten, welche Chancen und Risiken sieht der Senat bezüglich eines Geothermie-Kraftwerks in Bremen?
37. Wie hat sich die Fernwärmeinfrastruktur im Land Bremen, seit 1990, entwickelt?
38. Wie beurteilt der Senat den Zustand der Netz- und Wärmeinfrastruktur im Land Bremen?
39. In welchen stabilen Energieträger sieht der Senat besondere Potenzial für die Zukunft und den Klimawandel? Bitte für die Grundlast und Spitzenlast einzeln und nach Energiedichte benennen

1. Durch welche erneuerbare Energiegewinnungstechnologien zeichnet sich das Land Bremen aus? Was ist Bremens Alleinstellungsmerkmal? Welche weiteren Technologien sind dem Senat zur Emissionsreduktion im Land Bremen bekannt?
 2. Welche konventionelle Energieversorgung / Kraftwerke braucht Bremen (kurz-, mittel-, und langfristig) um Lastenschwankungen bei der Energiegewinnung auszugleichen und die Versorgungssicherheit zu gewährleisten?
40. Wie haben sich die Exporte von erneuerbaren Energien und regenerativen Technologien, seit 1990, entwickelt und wie ist die Prognose des Senats für die kommenden Jahre?“

Der Senat beantwortet die Kleine Anfrage wie folgt:

Vorbemerkung

Der Senat teilt die Auffassung, dass erneuerbare Energien und Technologien zur Gewinnung regenerativer Energien weltweit immer stärker in den Vordergrund rücken und dass insbesondere die Windenergie für Bremen eine bedeutende Rolle spielt. Dass die Fragesteller das Land Bremen in der Mitverantwortung sehen, Forschung und Entwicklung in diesem Bereich voranzubringen und die Wirtschaft insgesamt bei der Bewältigung der Energiewende zu unterstützen, wird ausdrücklich begrüßt. Der Senat sieht sich in seiner bisherigen Politik bestätigt, die mit Energiewende und Ausbau erneuerbarer Energien verbundenen Chancen für Wirtschaft, Beschäftigung und Klimaschutz aktiv zu nutzen.

Den in der Kleinen Anfrage zur Bewertung herangezogenen Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung hält der Senat grundsätzlich nicht für einen allein geeigneten Maßstab für Stand und Entwicklung erneuerbarer Energien im Land Bremen. Dieser Kennwert verbessert sich auch dann, wenn fossile Stromerzeugung aus Kohlekraftwerken in Bremen in Kohlekraftwerke außerhalb des Landes Bremen verlagert würde.

Als Stadtstaat verfügt das Land Bremen nicht selbst über Freiflächen im für eine Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien erforderlichen Umfang für Windkraftanlagen onshore oder offshore, PV-Freiflächenanlagen oder Anbau von Biomasse. Im Vergleich zu anderen Flächenländern wird der Anteil unterdurchschnittlich bleiben. Die Energiewende muss deshalb vor allem ein gesamtdeutsches und europäisches Projekt sein. Die einzelnen Bundesländer und Kommunen müssen ihren Beitrag durch Nutzung der Potentiale vor Ort leisten. Im Vergleich mit anderen Stadtstaaten steht Bremen hier gut da.

1. Wie haben sich die Anteile und die installierte Leistung der einzelnen regenerativen Energieträger, seit 1990, im Land Bremen entwickelt (absolut und relativ)?

Einen Überblick über die Nutzung erneuerbarer Energien im Land Bremen gibt die vom Statistischen Landesamt Bremen erstellte „Satellitenbilanz ‚Erneuerbare Energieträger‘ zur Energiebilanz des Landes Bremen“. Hier wird der Primärenergieverbrauch erneuerbarer Energien in Bremen erfasst.

Primärenergieverbrauch aus erneuerbaren Energieträgern im Land Bremen in Terrajoule

	1990	Anteil 1990	2016	Anteil 2016	Verände- rung absolut	Verände- rung relativ
	TJ	%	TJ	%	TJ	%
Wasserkraft	-		133	1,4 %	+ 133	k.A.
Windkraft	-		1.022	10,5 %	+ 1.022	k.A.
Photovoltaik	-		123	1,3 %	+ 123	k.A.
Solarthermie	-		54	0,6 %	+ 54	k.A.
Klärgas	354	14,5 %	313	3,2 %	- 41	- 12 %
Deponiegas	-		7	0,1 %	+ 7	k.A.
Feste Bio- masse (Brenn- holz etc.)	56	2,3 %	32	0,3 %	- 24	- 42 %
Flüssige Bio- masse (Biodie- sel u.a.)	-		869	8,9 %	+ 869	k.A.
Gasförmige Bi- omasse (Bio- gas)	-		448	4,6 %	+ 448	k.A.
Biogene Abfall- anteile	2.040	83,2 %	6.673	68,3 %	+ 4.633	+ 327 %
Klärschlamm	-		22	0,2 %	+ 22	k.A.
Umweltwärme	-		71	0,7 %	+ 71	k.A.
Insgesamt	2.450	100 %	9.767	100 %	+ 7.317	+ 399 %

Quelle: Statistisches Landesamt Bremen

Bei der Interpretation ist zu berücksichtigen, dass die Tabelle den Primärenergieverbrauch aus erneuerbaren Energieträgern im Land Bremen unabhängig von ihrer Herkunft darstellt. Biodiesel und Biogas werden z.B. nicht innerhalb der Landesgrenzen hergestellt. Insgesamt wird deutlich, dass erneuerbare Energien in einer großen Breite genutzt werden und dass die Nutzung seit 1990 deutlich ausgebaut worden ist.

Der Bereich der erneuerbaren Energien weist eine große Spanne an Nutzungstechnologien auf. Bei der Versorgung mit Strom, Wärme oder Kraftstoffen aus erneuerbaren Energien kommen vom Kamin im Privathaushalt über Wind und Solaranlagen und die Müllverbrennungsanlage, die den biogenen Anteil des Abfalls nutzt, bis hin zur Raffinerie für die Herstellung von Diesel und Benzin ganz unterschiedliche Anlagen zum Einsatz. Im Einzelnen werden diese auf dem Markt verfügbaren und von Unternehmen und/oder Privathaushalten eingesetzten Technologien weder im Hinblick auf ihre installierte Leistung noch auf die Energieerträge erfasst.

2. Wie viele Tonnen CO₂ konnten durch erneuerbare Energien seit 1990 pro Jahr eingespart werden?

Eine Ermittlung der durch erneuerbare Energien eingesparten Emissionen erfolgt durch das Umweltbundesamt für ganz Deutschland. Für die Bilanzierung müssen die unterschiedlichen erneuerbaren Energieträger und die jeweiligen Anwendungsbereiche und eingesetzten Technologien differenziert analysiert werden.² Es handelt sich um eine

² Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger, Umweltbundesamt Oktober 2018

Netto-Betrachtung. Die durch die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien verursachten Emissionen auch aus vorgelagerten Prozessketten und für Herstellung und Betrieb der Anlagen wurden mit denen verrechnet, die durch die Substitution fossiler Energieträger brutto vermieden werden. Dem Bericht des Umweltbundesamtes können die Ermittlungsschritte für einzelne Energieträger und Nutzungstechnologien detailliert entnommen werden.

Vorläufige Netto-Bilanz für Deutschland der vermiedenen Treibhausgas-Emissionen durch die Nutzung erneuerbarer Energien im Jahr 2018:

	Strom	Wärme¹	Verkehr²	Gesamt
	Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente			
Biomasse	25,3	31,3	7,7	
Wasser	12,5	-	-	
Wind	74,6	-	-	
Photovoltaik	28,4	-	-	
Solarthermie	-	2,2	-	
Geothermie	0,1	1,8	-	
Gesamt	141	35	8	183,7

¹: Ohne Berücksichtigung des Holzkohleverbrauchs

²: Ausschließlich biogene Kraftstoffe im Verkehr (ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe sowie Militär), basierend auf Daten der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

Quelle: Umweltbundesamt 02/2019

Im Bericht des Umweltbundesamtes „Erneuerbare Energie in Deutschland“ (März 2019, Tabelle 7, Seite 22) sind die eingesparten Tonnen CO₂-Äquivalente erstmals für das Jahr 2005 ausgewiesen. Damals lag der Wert bei 82,2 Mio. Tonnen. Er ist seitdem kontinuierlich auf insgesamt 183,7 Mio. Tonnen gestiegen. Der Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien leistet damit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz in Deutschland und in Bremen.

Regionalisierte Daten für Bremen liegen aufgrund des hohen Ermittlungsaufwandes nicht vor. In den Energie- und CO₂-Bilanzen des Landes Bremen werden erneuerbare Energien bereits auf der Ebene des Primärenergieverbrauchs mindernd berücksichtigt. Eingesparte CO₂-Emissionen werden nicht ausgewiesen.

3. Für eine erfolgreiche, nachhaltige und sichere Energiewende stehen erneuerbare Energien und der technologische Fortschritt im Fokus. Eine überdachte Strategie, welche kurz-, mittel-, und langfristige Ziele definiert ist nötig, um die Energiewende nicht nur effizient umsetzen zu können, sondern dass die Energiewende auch leistbar ist.

1. Welche ökonomische, ökologische und soziale Bedeutung haben die folgenden Energieträger nach Ansicht des Senats kurz-, mittel-, und langfristig für Bremen und Bremerhaven?
 - a. Windenergie
 - b. Energiegewinnung aus Biomasse
 - c. Photovoltaik und Solarthermie
 - d. Wasserstoffentwicklung
 - e. Wellen- und Gezeitenenergie
 - f. Kraft-Wärme-Kopplung für die Nah- und Fernwärme
 - g. Geothermie
 - h. Synthetische Kraftstoffe

Die Fragen 3.1.a. bis h. werden zusammen beantwortet.

Erneuerbare Energien führen durch Forschung und Entwicklung, Herstellung, Installation und Betrieb der Anlagen zu Wertschöpfung und Arbeitsplätzen in Unternehmen und Forschungseinrichtungen.

Von herausragender Bedeutung ist für Bremen dabei die Windenergie, wo 90% der durch erneuerbare Energien im Land Bremen bedingten Arbeitsplätze angesiedelt waren (siehe auch Antwort zu Frage 5). In den Jahren 2012-2016 waren im Land Bremen durchschnittlich ca. 5.000 Arbeitsplätze in ca. 140 Unternehmen mit der Branche verbunden. Z.B. hat die wpd-Gruppe seit der Gründung 1996 weltweit mehr als 2.000 Arbeitsplätze geschaffen. Bei einer vollständigen Umsetzung der Energiewende in Deutschland wären, abhängig von den jeweils zugrundeliegenden Szenarien, jährliche Neuinstallationen in Höhe von mindestens 10.000 MW notwendig. Bei einem ähnlichen Unternehmensbesatz wie in den Jahren 2012-2016 würde die weitere Umsetzung der Energiewende zu entsprechend höheren Arbeitsplatzzahlen führen. Auch aufgrund der 2017 eingeführten Ausschreibungen und der sich daraus ergebenden Diskontinuitäten bei den Neuinstallationen haben sich die Arbeitsplatzzahlen in der Windindustrie zuletzt jedoch verringert.

Die Stadt Bremerhaven ist neben der Produktion von Off- und Onshore- Windenergieanlagen ein wichtiger Standort für die Forschung und Entwicklung. Wichtige Beispiele sind hier die Senvion GmbH oder auch das Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik. Insgesamt bestehen derzeit etwa 1.000 direkte Arbeitsplätze in den Bereichen Produktion und forschungsintensive Dienstleistungen in Bremerhaven.

Andere Bereiche der erneuerbaren Energien haben aktuell geringere ökonomische Bedeutung. Im Land Bremen angesiedelte Unternehmen auf allen Stufen der Wertschöpfungskette von Herstellung über Planung und Finanzierung bis hin zum Betrieb der Anlagen und entsprechende Forschungseinrichtungen sind die Voraussetzung dafür, dass das Land vom Ausbau erneuerbarer Energien ökonomisch besonders profitiert. In anderen Bereichen der erneuerbaren Energien ist das nicht in dem Maße gegeben wie bei der Windenergie.

Mittel- und langfristig könnte durch den Aufbau einer neuen Wertschöpfungskette im Bereich der grünen Wasserstofftechnologie ein wichtiger strukturpolitischer Anreiz gesetzt werden, der zu zusätzlichen Arbeitsplätzen führen kann (Green Economy). (Siehe auch Antwort zu Frage 25) Der Markthochlauf der Technologie ist allerdings noch nicht erfolgt, kurzfristig sind noch keine ökonomischen Vorteile zu erwarten.

Ökologisch positiv ist sowohl der Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien als auch der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und der Nah- und Fernwärme. Sie leisten einen Beitrag

zur Reduzierung der mit dem Einsatz fossiler Brennstoffe verbundenen CO₂- und Luftschadstoffemissionen. Im Rahmen der regelmäßigen Fortschreibung des Klimaschutz- und Energieprogramms des Landes Bremen (zuletzt Drs 19/1974 vom 18.12.2018) wird regelmäßig zu einzelnen Handlungsbereichen und ihrem Beitrag zum Klimaschutz informiert.

Unter sozialen Aspekten sind nach Ansicht des Senats sowohl die Schaffung und Sicherung von Arbeitsplätzen als auch Verbesserungen bei der Luftqualität durch geringeren Einsatz fossiler Energieträger als positiv anzusehen. Zu den Kosten der Energiewende siehe 3.3.d.

2. Welche wirtschaftlichen und grundsätzlichen Potenziale haben die folgenden Energieträger nach Ansicht des Senats kurz-, mittel-, und langfristig für Bremen und Bremerhaven?
 - a. Windenergie
 - b. Energiegewinnung aus Biomasse
 - c. Photovoltaik und Solarthermie
 - d. Wasserstoffentwicklung
 - e. Wellen- und Gezeitenenergie
 - f. Kraft-Wärme-Kopplung für die Nah- und Fernwärme
 - g. Geothermie
 - h. Synthetische Kraftstoffe

Die Fragen 3.2. a – h werden zusammen beantwortet.

Grundsätzlich sind für alle hier genannten Energieträger Potenziale im Land Bremen vorhanden. Diese werden z.T. bereits in einem erheblichen Umfang (Biomasseanteil im Abfall, Windenergie) genutzt. Es liegt in der Hand der jeweiligen Marktakteure, die vorhandenen Potenziale unter den herrschenden technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zu erschließen. Die wesentlichen Rahmenbedingungen hierzu werden auf den jeweils relevanten Energie- und Anlagenmärkten nicht zuletzt durch Preise und durch umfangreiche Fördermaßnahmen des Bundes gesetzt. Das Land ist hier ergänzend mit Unterstützungs- und Förderangeboten aktiv.

Aufgrund der technologischen Entwicklung bei der Nutzung erneuerbarer Energien haben sich in den letzten Jahren sowohl die Einsatzmöglichkeiten erweitert als auch die für eine Nutzung der erneuerbaren Energien erforderlichen Investitionskosten zum Teil erheblich reduziert. Die wirtschaftlichen Potenziale haben sich dadurch tendenziell vergrößert.

Nach Auffassung des Senats setzt sich dieser Trend grundsätzlich fort. Der Senat legt deshalb regelmäßig im Rahmen der Fortschreibung des Klimaschutz- und Energieprogramms qualitativ und zum Teil quantitativ dar, welche Maßnahmen unter anderem im Bereich der erneuerbaren Energien weitere Beiträge zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Land Bremen liefern können.

3. Welche übergeordnete Strategie verfolgt der Senat kurz-, mittel-, und langfristig bezüglich,
 - a. des Ausbaus der erneuerbaren Energien,

Der Senat setzt sich dafür ein, die im Land Bremen vorhandenen Potentiale zur Nutzung erneuerbarer Energien möglichst umfassend und in der vorhandenen Breite zu erschließen. Bei der Energiewende handelt es sich um ein Langfristprojekt mit bis in das Jahr 2050 reichenden Zielsetzungen (80 bis 95% erneuerbare Energien). Wesentliche, aktuell relevante Rahmenbedingungen wie z.B. das Erneuerbare-Energien-Gesetz oder das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz sowie Förderprogramme für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien werden auf der Ebene des Bundes und zum Teil nach Vorgaben der EU gesetzt. Der Ausbau selbst erfolgt überwiegend durch die jeweiligen Marktakteure.

Das Land Bremen unterstützt den Ausbau auf vielfältige Weise. So sind geeignete Standorte zum Beispiel für das Wasserkraftwerk an der Weser und für Windkraftanlagen planerisch verfügbar gemacht, öffentliche Dächer für die Errichtung von PV-Anlagen zur Verfügung gestellt oder PV-Anlagen auf der Deponie errichtet worden. Beratungs- und Vernetzungsaktivitäten werden zum Beispiel im Rahmen der Solarberatung oder mit der Förderung des für das bremische und überregionale Netzwerk der Windenergiebranche WAB und der Klimaschutzagentur energiekonsens unterstützt. Ohne öffentliche Unterstützung sind Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien trotz der sehr positiven technischen und wirtschaftlichen Entwicklung auf den verschiedenen Märkten vielfach noch nicht wettbewerbsfähig. Dazu trägt aktuell insbesondere bei, dass die Preise für fossile Energieträger die volkswirtschaftlichen Kosten für Klimaschutz und Klimawandel nicht ausreichend berücksichtigen. Hinzu kommen strukturelle Markthemmnisse, die in den nächsten Jahren systematisch abgebaut werden müssen.

b. der Technologieförderung,

Am 05.12.2018 hat der Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen der staatlichen Deputation für Wirtschaft, Arbeit und Häfen das Positionspapier „Schlüssel zu Innovationen“ als Auftakt zur „Strategie für Industrie und Innovation Land Bremen 2030“ vorgelegt. Die Innovationsförderung soll demnach künftig auf Schlüsseltechnologien, Prozesse und Kompetenzen fokussiert werden. Als ein mögliches weiterführendes Thema wird die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft adressiert.

Im Februar 2019 hat der Senat den „Wissenschaftsplan 2025“ beschlossen. Die Technologieförderung ist darin im Rahmen von Wissenschaftsförderung in den acht Forschungs- und Transferschwerpunkten enthalten. Der Wissenschaftsplan setzt einen der Schwerpunkte beim Transfer, worunter auch der Technologietransfer fällt. Dies beinhaltet unter anderem die stärkere Vernetzung mit der Wirtschaft, die gezielte Förderung von außeruniversitären F&E-Institutionen mit Technologietransferschwerpunkt (z.B. IFAM, FIBRE, IWES, IWT) und Stärkung und Neueinrichtung von technisch orientierten Studiengängen nach dem Modell des praxisintegrierten Studiums an den Hochschulen.

c. der Energieversorgungssicherheit

Versorgungssicherheit ist ein zentrales Ziel der Energiepolitik. Die Sicherheit der leitungsgebundenen Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität und Gas ist zum Beispiel im Energiewirtschaftsgesetz und weiteren Vorschriften geregelt und liegt vor allem in der Zuständigkeit des Bundes und der Bundesnetzagentur. Für Erdöl wird die Versorgungssicherheit vor allem durch Bevorratung sichergestellt. Die Bevorratung erfolgt durch den Erdölbevorratungsverband, eine bundesunmittelbare, rechtsfähige Körperschaft des öffentlichen Rechts. Zur Sicherung der Energieversorgung nach Maßgabe des Erdölbevorratungsgesetzes hat der Verband Vorräte an Erdöl und Erdölzeugnissen zu halten und diese im Falle einer vom Bundesministerium Wirtschaft und Energie verordneten Freigabe dem Markt zur Verfügung zu stellen. Die Märkte für Energieträger sind national und international hoch integriert. Für die Entwicklung einer regionalen Versorgungssicherheitsstrategie sieht der Senat keine Veranlassung. Bremische Interessen können z.B. im Rahmen der Bundesratsbefassung eingebracht werden.

- d. einer bezahlbaren Energieversorgung für die Bremer und Bremerhavener Bewohner und Bewohnerinnen?

Eine bezahlbare Energieversorgung ist für den Senat ein wichtiges Anliegen. Bereits das deutsche Energiewirtschaftsgesetz formuliert als Gesetzeszweck, „eine möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität und Gas, die zunehmend auf erneuerbaren Energien beruht“ zu schaffen.

Ein Blick allein auf Energiepreise und Abgaben ist dafür jedoch nicht aussagekräftig. Bezahlbar bleiben auch steigende Energiepreise, wenn Einkommen und Beschäftigung wachsen. Die Gesamteffekte des Umbaus der Energieversorgung auf die deutsche Volkswirtschaft wurden z.B. im Vorhaben "Makroökonomische Wirkungen und Verteilungsfragen der Energiewende" im Auftrag des BMWi umfassend empirisch im Rahmen von verschiedenen Einzelstudien analysiert.

Die Teilstudie „Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende“ vergleicht dabei die derzeitige Entwicklung unter Zugrundelegung der Energiewende-Ziele mit einer gedanklichen Entwicklung, in der es keine Energiewende gegeben hätte, um so die Nettoeffekte zu ermitteln. Der Vergleich der gesamtwirtschaftlichen Ergebnisse zeigt dabei durchgehend positive Effekte. Im Szenario mit Energiewende ist im Jahr 2050 das Bruttoinlandsprodukt BIP um fast 4% höher. Die Beschäftigung fällt um rund 1% höher aus und die Reallöhne sind zusätzlich gestiegen. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zu erneuerbaren Energien im Bereich der Endnachfrage sind danach mit deutlich positiven gesamtwirtschaftlichen Effekten verbunden, die durch die kumulierte Einsparung teurer fossiler Energieträger mit zunehmendem Verlauf der Energiewende immer positiver ausfallen.

Auch die Verteilungseffekte der Energiewende wurden in dem Vorhaben mit Blick auf die Finanzierungssalden einzelner Sektoren genauer betrachtet. Demnach sind die privaten Haushalte der Sektor mit dem größten Finanzierungsbeitrag zur Energiewende. Der Unternehmenssektor profitiert dagegen dauerhaft von niedrigeren Energieausgaben sowie der höheren wirtschaftlichen Aktivität durch die Energiewende und kann seinen Finanzierungssaldo erhöhen.

Die Weichen für die Verteilungswirkung der Energiewende werden auf Bundesebene gestellt. Der Senat setzt sich regelmäßig im Rahmen von Bundesratsverfahren dafür ein, dass nicht nur eine positive Gesamtbilanz erreicht wird, sondern auch eine faire Verteilung der Kosten der Energiewende angestrebt wird.

4. Welche grundsätzliche Strategie verfolgt der Senat kurz-, mittel-, und langfristig bezüglich,
 - a. des Ausbaus der offshore und on-shore Windenergie und der Ausweisung neuer Vorrangflächen für die Windenergie?

Vor allem die Offshore-Windenergiewirtschaft hat sich in den letzten Jahren trotz aller Turbulenzen als Zukunftsbranche in Bremen etabliert. Der Schwerpunkt dieser Entwicklung liegt im Bereich des südlichen Fischereihafens in Bremerhaven. Insgesamt hat sich dieses Areal zu einem zentralen Ort für die Entwicklung, Produktion und logistische Verbringung der Offshore-Windenergiewirtschaft entwickelt. Zentrale Voraussetzung für diese Entwicklung war und ist die ausreichende Schaffung von spezifischer Infrastruktur, die sowohl Entwicklung als auch Produktion und Verladung der technologieintensiven Branche abbildet, um zukunftsicher von Bremerhaven aus Windenergieanlagen auf See zu verbringen. Gleichzeitig besteht das Ziel, Kooperationsprozesse zwischen Industrie und Forschungs- bzw. Entwicklungseinheiten zu stärken.

Offshore-Windenergieanlagen werden im Land Bremen nicht errichtet. Die Darstellung von Vorrangflächen für Onshore-Windkraftanlagen erfolgt im Land Bremen im Flächennutzungsplan durch die beiden Kommunen.

Der Senat geht aufgrund der bereits erfolgten Überprüfung des gesamten bremischen Stadtgebiets, zuletzt im Flächennutzungsplan 2015, davon aus, dass in Bremen kurz- und mittelfristig keine zusätzlichen Vorrangflächen für Windenergieanlagen zur Verfügung gestellt werden können. Es wurde dabei der gesamte Außenbereich des Stadtgebiets auf mögliche Flächen zur Nutzung durch Windenergie untersucht, und alle derzeit geeigneten Flächen wurden im Flächennutzungsplan dargestellt. Ein Zuwachs der Windenergienutzung kann grundsätzlich durch den Ersatz von älteren durch aktuelle und leistungsstärkere Anlagen (Repowering) erreicht werden. Für ein Repowering kommen aktuell Standorte in Betracht, die um die Jahrtausendwende errichtet wurden. Zu berücksichtigen ist, dass nicht an jedem bestehenden Standort Windenergieanlagen mit einer größeren Leistung errichtet werden können. Diese könnten sich auch stärker zum Beispiel durch Schallemissionen auf angrenzende Nutzungen auswirken. Langfristig sind eventuell Neuausweisungen von Flächen für die Windenergie möglich, sofern konkurrierende Planungen aufgegeben werden.

Bisher sind Windenergieanlagen in Bremerhaven weitgehend außerhalb von gesondert im Flächennutzungsplan dargestellten Flächen errichtet worden. Im August 2018 hat die Stadtverordnetenversammlung Bremerhaven die Erarbeitung eines Teilplans Windenergie zum Flächennutzungsplan beschlossen (Planaufstellungsbeschluss). Bremerhaven stellt derzeit diesen Teilplan Windenergie zum Flächennutzungsplan auf. Der Magistrat der Stadt Bremerhaven hat mitgeteilt, dass mit einem beschlussfähigen Entwurf Mitte 2020 gerechnet werden kann. Erst auf der Grundlage des verabschiedeten Planes kann Auskunft darüber gegeben werden, ob und wenn ja, in welchem Umfang es in Bremerhaven zur Errichtung zusätzlicher Windenergieanlagen kommen könnte.

b. des Ausbaus von Biogasanlagen?

Anlagen zur Erzeugung von Biogas sind in Bremen nicht vorhanden. Stadtstaatenbedingt fehlen ausreichende landwirtschaftliche Flächen für den Intensivanbau von Biomasseeinsatzstoffen wie Mais. Die Bundesregierung hat die Förderung für Biogasanlagen in den letzten Jahren deutlich zurückgenommen. Zum einen produzieren Biogasanlagen teurer als andere erneuerbare Energien und zum anderen sollen negative Folgen der intensiven Landnutzung für den Anbau der landwirtschaftlichen Einsatzstoffe reduziert werden.

Der Ausbau von Anlagen zur Nutzung von Biogas in Form von in das Erdgasnetz eingespeistem Biomethan könnte auch in Bremen einen zusätzlichen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Die Nutzung erfolgt in der Regel in Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), denen an anderer Stelle eingespeistes Biomethan bilanziell zugeordnet wird. KWK-Anlagen können alternativ ebenso mit fossilem Erdgas betrieben werden. Die Entscheidung darüber obliegt dem einzelnen Investor und Anlagenbetreiber und wird anhand der Preise für den Bezug von Biomethan und den Verkauf der Wärme sowie der Vergütung für den erzeugten Strom unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten getroffen.

c. der Ausweitung von Photovoltaik- und Solarthermie-Großanlagen?

Photovoltaik- und Solarthermie-Großanlagen sind auf Freiflächen oder sehr großen Gebäudedächern realisierbar.

PV-Großanlagen mit mehr als 750 kW_{peak} elektrischer Leistung unterliegen seit 2014 dem Ausschreibungsverfahren gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) durch die Bundesnetzagentur. PV-Dachanlagen sind in aller Regel kostenintensiver und können daher mit Freiflächen-Anlagen nicht konkurrieren. Sie unterliegen regelmäßig im Ausschreibungsverfahren bzw. werden von den Projektentwicklern gar nicht erst ins Ausschreibungsverfahren eingebracht. Da im Land Bremen aus Gründen des Natur- und Landschaftsschutzes große Freiflächen für die Belegung mit Solaranlagen nicht verfügbar sind, sieht der Senat in diesem Segment zurzeit allenfalls vereinzelte Ausweitungsmöglichkeiten.

Solarthermie-Großanlagen werden in der Regel im Zusammenhang mit Nah- oder Fernwärmeversorgungsnetzen errichtet. Für die im Land Bremen bestehenden Wärmenetze

werden bisher überwiegend andere klimapolitisch sinnvolle und kostengünstigere Wärmequellen wie Abwärme aus der Müllverbrennung oder Kraft-Wärme-Kopplung genutzt.

Seit rund fünf Jahren wird bei der Neuaufstellung von Bebauungsplänen auch bei großen gewerblichen Gebäuden regelmäßig eine Regelung aufgenommen, nach der die Dachstatik von Gebäuden so ausgelegt sein muss, dass eine Belegung mit Solarmodulen möglich ist. Ob in der Folge im Einzelfall tatsächlich eine Solaranlage gebaut wird, liegt in der Entscheidung der Bauherrin oder des Bauherrn.

d. der Forschung, Entwicklung und Anwendung von Wasserstofftechnologien?

Im Land Bremen beschäftigen sich eine Reihe von Forschungseinrichtungen und Unternehmen mit Anwendungen zu grünen Wasserstofftechnologien. Diese Aktivitäten werden auf unterschiedliche Art und Weise unterstützt: Zum einen ist es wichtig, die verschiedenen Akteure zu vernetzen. Um dieses zu gewährleisten, wurde beim Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen ein ressortübergreifender Arbeitskreis „Grüner Wasserstoff“ gegründet, an dem auch wissenschaftliche Einrichtungen und bedarfsbezogenen Unternehmen teilnehmen. Zum anderen stehen Förderprogramme des Landes zur Verfügung, die auch für Vorhaben im Bereich Forschung, Entwicklung und Anwendung von Wasserstofftechnologien genutzt werden können. Zu nennen sind hier zum Beispiel das Förderprogramm für Forschung, Entwicklung und Innovation (FEI), das Förderprogramm für angewandte Umweltforschung (AUF) oder das Programm zur Förderung anwendungsnahe Umwelttechniken (PFAU).

e. der Wellen- und Gezeitenenergie?

Sofern die zukünftige technologische Entwicklung und die Markt- und Förderbedingungen eine wirtschaftliche Nutzung ökologisch verträglich zulassen und private Investoren sich für eine Projektumsetzung engagieren, wird der Senat entsprechende Vorhaben in Bremen oder Bremerhaven begleiten.

f. der Kraft-Wärme-Kopplung

KWK ist eine Technologie zur Steigerung der Energieeffizienz durch gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme. Der Einsatz ist nicht auf den Bereich der erneuerbaren Energien festgelegt, sondern kann auch in Anlagen zur Nutzung fossiler Energieträger wie Kohle oder Erdgas eingesetzt werden und den notwendigen fossilen Brennstoffeinsatz gegenüber einer getrennten Erzeugung von Strom und Wärme vermindern.

Der weitere Ausbau der KWK in Bremen auf der Basis von Erdgas oder von erneuerbaren Energien kann nach Auffassung des Senats einen wichtigen Beitrag zur Ressourcenschonung und zum Klimaschutz leisten. Das Thema wird deshalb im Rahmen des Klimaschutz- und Energieprogramms und seiner Fortschreibungen regelmäßig aufgegriffen (Drs: 19/1974 Fortschreibung des Klimaschutz- und Energieprogramms, 18. 12.2018). Das gilt sowohl für den Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung als auch für die optimierte Strom- und Wärmeerzeugung z.B. in den Abfallbehandlungsanlagen und den Ausbau von Nah- und Fernwärmenetzen zur Versorgung der Kundinnen und Kunden mit Wärme. Die Deputation für Umwelt, Bau, Verkehr, Stadtentwicklung, Energie und Landwirtschaft (L) hat außerdem am 06.12.2018 einen Bericht der Verwaltung unter dem Titel „Zukunft der Fernwärme“ zur Kenntnis genommen, dem weitergehende Ausführungen zum Thema Fernwärmeentwicklung entnommen werden können.

Ein zentrales Vorhaben ist nach Auffassung des Senats die vom Fernwärmenetzbetreiber swb geplante Verbindung der Fernwärmenetze Universität/Nord und Bremer Osten. Die Verbindungsleitung ermöglicht eine bessere Nutzung der im Müllheizkraftwerk Bremen erzeugten Fernwärme insbesondere im Sommer und in der Übergangszeit und ist eine wichtige Voraussetzung für eine Stilllegung des Steinkohlekraftwerks Hastedt, welches aktuell noch die Fernwärme für den Bremer Osten bereitstellt. Auch steigt die Versorgungssicherheit im Bereich der Fernwärme.

g. der Geothermie

Die Ausführungen hier beschränken sich auf die oberflächennahe Geothermie (geothermische Umgebungswärme bis zu 400 Meter Tiefe im Erdreich und im Grundwasser). Zur tiefen Geothermie wird auf die Antwort zu Frage 36 verwiesen.

Die geologischen Verhältnisse im Land Bremen für die oberflächennahe Geothermie sind gut. Die vorherrschenden Lockergesteine bergen ein sehr geringes Risikopotenzial. Der hohe Grundwasserstand führt zu einer guten Wärmeleitfähigkeit der oberen Boden- und Gesteinsschichten. Die im Land Bremen liegenden Salzstöcke mit wasserreaktiven Gesteinen stehen erst in Tiefen an, die von der oberflächennahen Geothermie derzeit nicht erreicht werden. Schadensfälle wie in Süddeutschland, bei denen es zu ungeplanten Veränderungen des Untergrunds durch Geothermiebohrungen gekommen ist, sind so gut wie auszuschließen.

Nutzungseinschränkungen für Kollektoranlagen bestehen im Land Bremen in der Regel durch die oftmals hierfür nicht ausreichenden Grundstücksflächen. Außerdem bestehen Nutzungseinschränkungen für Sonden und Pfähle durch den notwendigen Grundwasserschutz. Durch Bohrtätigkeiten in Wasserschutzgebieten und Bereichen mit oberflächennahem Salzwasser darf die zukünftige Nutzungsmöglichkeit des wichtigen Rohstoffs Grundwasser nicht gefährdet werden.

Der Geologische Dienst für Bremen bietet für die Investoren und Planer einen Internetkartendienst an, der über die möglichen Restriktionen und die am Standort zu erwartende Wärmeleitfähigkeit informiert, um Schäden zu vermeiden und eine optimierte Anlagenplanung zu ermöglichen. Vom Geologischen Dienst werden derzeit rund 75 individuelle Standortinformationen zur Planung von Erdwärmesondenanlagen pro Jahr schriftlich für anfragende Bürger und Unternehmen erstellt. Die Anzeige und Beantragung erfolgt seit Herbst 2018 über ein Internetportal einheitlich für die Bundesländer Schleswig-Holstein, Hamburg, Niedersachsen und Bremen.

Anlagen zur Nutzung oberflächennaher Geothermie benötigen Strom aus dem öffentlichen Stromnetz in relevantem Umfang und sind im Betrieb nicht CO₂-frei. Die unter Nutzung oberflächennaher Geothermie gewonnene Wärme ist zu kalt, um sie zum Heizen von Gebäuden unmittelbar nutzen zu können. Erforderlich sind deshalb in der Regel elektrisch betriebene Wärmepumpen, um ein höheres, für Heizung und Warmwasser geeignetes Temperaturniveau zu erreichen.

Nach Angaben des Umweltbundesamtes waren 2016 die CO₂-Emissionen einer Geothermieanlage, die aus einer kWh Strom unter Nutzung der Erdwärme 2,5 kWh Wärme (= Jahresarbeitszahl JAZ) erzeugt hat, genauso hoch wie die CO₂-Emissionen einer Gasheizung. Zu einer Reduzierung der CO₂-Emissionen kommt es erst bei JAZ größer 2,5. In Praxistests wurden JAZ zwischen 2,0 und 5,4 ermittelt.

Die Nutzung oberflächennaher Geothermie kann aufgrund des relativ hohen Strombedarfs zu den Sektorkopplungstechnologien gezählt werden. Ein forcierter Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich ist die Voraussetzung dafür, dass eine breite Nutzung oberflächennaher Geothermie in Zukunft auch im Sinne des Klimaschutzes entscheidend wirksam werden kann.

h. den Synthetischen Kraftstoffen

Als synthetische Kraftstoffe werden solche Kraftstoffe bezeichnet, die sich von konventionellen Kraftstoffen wie Benzin oder Diesel durch ein aufwändigeres Herstellungsverfahren unterscheiden. Kennzeichnend ist der Ersatz von Erdöl durch andere Stoffe. Dabei werden verschiedene Kraftstofftypen je nach Einsatzstoff unterschieden. Allen synthetischen Kraftstoffen gemein ist der heute unverhältnismäßig hohe Energieeinsatz, um aus den Ausgangsstoffen flüssige Kraftstoffe zu produzieren. Alle Versuche einer Platzierung am Markt sind bislang mangels Wirtschaftlichkeit gescheitert, zum Beispiel auch eine öffentlich geförderte Anlage der Choren Industrie. Über diese wurde – trotz Beteiligung der deutschen Automobilindustrie – im Jahr 2011 das Insolvenzverfahren eröffnet. Bislang betreibt nur Audi eine sehr kleine Anlage auf Forschungsbasis. Bei einer Kraftstoffproduktion auf der Grundlage von nahrungsmittelgeeigneten, landwirtschaftlich angebauten Rohstoffen stellen sich darüber hinaus ethische Fragen.

Synthetische Kraftstoffe werden demzufolge voraussichtlich auch langfristig keine nennenswerte ökonomische, ökologische oder soziale Bedeutung in Bremen und Bremerhaven erlangen.

5. Ein breit aufgestellter Energieträger-Mix ist nicht nur volkswirtschaftlich zu bevorzugen, sondern gewährleistet auch eine höhere Versorgungssicherheit.
 - a. Wo sieht der Senat Potenziale für den zukünftigen Energiemix in Bremen und Bremerhaven?
 - b. Welche mittel- und langfristigen Potenziale sieht der Senat hinsichtlich der Breite an Energieträger?

Die Fragen 3.5.a und b werden zusammen beantwortet.

Wenn ein Energieträger unter Berücksichtigung aller wirtschaftlich, ökologisch, technisch und sozial relevanten Einflussfaktoren eine möglichst wirtschaftliche Energieversorgung ermöglicht und zudem ausreichend und gesichert verfügbar ist, kann die Vorgabe eines „breit aufgestellten Energieträger-Mix“ anstatt eines sich auf dem Markt durchsetzenden Energieträger zu Mehrkosten führen, ohne dass die Versorgungssicherheit verbessert wird. Die Auffassung, dass ein Energieträger-Mix zu bevorzugen sei, teilt der Senat deshalb nicht.

Entscheidend ist die gesicherte und ausreichende Verfügbarkeit der zur Deckung des Energiebedarfs benötigten Energieträger. Die Versorgungssicherheit dürfte als hoch einzustufen sein, wenn Energieträger in Deutschland selbst verfügbar sind, aus der EU oder aus anderen stabilen Ländern importiert werden und die Importwege als sicher anzusehen sind.

Erneuerbare Energien sind eine heimische Energiequelle. Ihre umfassende Nutzung ist deshalb nicht nur mit klimapolitischen Vorteilen verbunden, sondern trägt auch zu einer höheren Versorgungssicherheit bei. Fossile Energieträger werden heute überwiegend importiert. Das in der EU, in Deutschland und in Bremen angestrebte und beschlossene Ziel einer möglichst vollständigen Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien hält der Senat deshalb auch im Hinblick auf Versorgungssicherheit für sachgerecht.

4. Welche Förderinstrumente gibt es für die verschiedenen erneuerbaren Energien / Technologien auf EU-, Bundes- und Landesebene und in welcher Höhe? Wie wird diese Förderung im Land Bremen von den verschiedenen Einrichtungen und Unternehmen angenommen beziehungsweise in welcher Höhe abgerufen?

Einen Überblick über Förderprogramme und Finanzhilfen von EU, Bund und Ländern gibt die Förderdatenbank³ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Enthalten sind auch die Förderangebote für den Bereich Energieeffizienz/erneuerbare Energien. Die vielfältigen Förderangebote können durch Investoren und Interessenten nach verschiedenen Kriterien wie z.B. Antragsteller oder Fördergebiet gefiltert werden, um aus der Vielfalt der technologie- und zielgruppenspezifischen Förderangebote das für das jeweilige Vorhaben passende herauszufiltern. Die Förderdatenbank ist öffentlich und enthält Angaben zu Art und Höhe der angebotenen Förderung. Für bremische Antragstellerinnen und Antragsteller ergeben sich danach 84 Treffer für den Bereich Energieeffizienz/erneuerbare Energien. Als Förderinstrumente kommen Zuschüsse ebenso zum Einsatz wie Darlehen oder Bürgschaften. Eine zusammenfassende Darstellung aller technologie- und zielgruppenspezifischen Förderangebote und Angaben zur Höhe der Förderung ist dem Senat nicht bekannt.

Für die zulässige Förderhöhe wird der Rahmen durch das europäische Beihilfenrecht gesetzt. Auf die entsprechenden Bestimmungen der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung, dem Gemeinschaftsrahmen für staatliche Umweltbeihilfen, dem Gemeinschaftsrahmen für F&E&I-Beihilfen und weiteren Bestimmungen der EU hierzu wird verwiesen. Dieser Rahmen gilt seit 2014 auch für von der EU-Kommission als Betriebsbeihilfen eingestufte Regelungen wie das Erneuerbare-Energien-Gesetz und das Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz. Erst im März 2019 wurde eine Klage Deutschlands gegen diese Einstufung vom EuGH mit der Feststellung entschieden, dass es sich beim damaligen EEG rechtlich nicht um eine Beihilfe handelt und die Beihilfeleitlinien nicht zur Anwendung kommen. Welche Konsequenzen dieses Urteil für die zukünftige Gestaltung des für den Ausbau der erneuerbaren Energien im Strombereich zentralen EEG hat, ist noch offen.

Die Beantragung der Fördermittel erfolgt durch die jeweiligen Marktakteurinnen und Marktakteure bei den jeweils zuständigen Stellen. Sofern bremische Mittel vergeben werden, werden die geförderten Vorhaben einschließlich Förderhöhe im Zuwendungsbericht des Landes Bremen und in der Liste der EFRE-Vorhaben für das Land Bremen veröffentlicht. Ein Überblick, wie die Förderangebote aller Fördergeber von Privatleuten, Einrichtungen und Unternehmen aus dem Land Bremen genutzt und in welcher Höhe Fördermittel abgerufen werden, liegt dem Senat nicht vor.

5. Wie viele Arbeitsplätze sind im Land Bremen in der Forschung und Entwicklung und durch den Ausbau der erneuerbaren Energien, seit 1990, entstanden? Wie bewertet der Senat die weitere Entwicklung am Bremer und Bremerhavener Arbeitsmarkt hinsichtlich der erneuerbaren Energien? Bitte nach Möglichkeit für die einzelnen erneuerbaren Energien separat ausweisen. Bei Energiepflanzen für Biogas, wenn möglich bitte auch die Arbeitskräfte in der Landwirtschaft berücksichtigen und ausweisen.

In einer Studie der „Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung“ vom März 2018 wurde die Bruttobeschäftigung 2016 in den Bundesländern abgeschätzt. Danach konnten im Jahr 2016 etwa 5.700 Arbeitsplätze (AP) im Land Bremen dem Ausbau erneuerbarer Energien zugeordnet werden, davon über 90 % dem Ausbau der Windenergie. Die Verteilung auf die einzelnen Bereiche stellt sich danach wie folgt dar:

3

www.foerderdatenbank.de/

	Anzahl Arbeitsplätze
Windenergie	5.330
Photovoltaik	80
Solarthermie	20
Wasserkraft	20
Geothermie	60
Biogas	60
Biomasse fest	120
Biokraftstoffe	0
Gesamt	5.690

Für die Zukunft wird ein Ausbau der Arbeitsplätze in den Einrichtungen der Forschung und Entwicklung zu erneuerbaren Energien erwartet. Es zeichnet sich ab, dass die Energieforschung an den Hochschulen einen immer wichtigeren Stellenwert erhält. Auch beim IWES als Brancheninstitut für die Windenergie ist Wachstumspotential vorhanden. Der Senat hat sich mit der Aufnahme der Energieforschung als Forschungs- und Transfer-schwerpunkt in den Wissenschaftsplan dazu bekannt, diese begonnene Entwicklung zu unterstützen. Die Entwicklung des Arbeitsmarktes im Bereich Forschung und Entwicklung wird voraussichtlich in den Bereichen Windenergie und Wasserstoffforschung am stärksten sein.

6. Welche Umsätze konnten im Bereich der erneuerbaren Energien im Land Bremen in den letzten zehn Jahren generiert werden?

Zu Umsätzen der Unternehmen im Bereich erneuerbarer Energien liegen dem Senat keine Informationen vor. Das Statistische Landesamt Bremen erhebt keine entsprechenden Daten.

Windenergie

7. Wie hat sich die Anzahl der Windkraftanlagen im Land Bremen, mit welcher Gesamtleistung, seit 1990, entwickelt? Bitte getrennte für offshore und on-shore Anlagen aufzeigen.

Die Errichtung der ersten Windkraftanlagen (WKA) im Land Bremen ist für das Jahr 1992 verzeichnet. In dem Jahr wurden fünf Windkraftanlagen mit 1.575 kW Leistung und einem durchschnittlichen Jahresertrag von 2.015 MWh errichtet. Bis 2018 ist die Anlagenzahl deutlich gestiegen, wie die folgende Tabelle zeigt:

Jahr	Anlagen (Anzahl)	Installierte Leistung (kW)	Ø Jahresertrag [MWh]
1990	0	0	0
2018	89	199.275	466.355

Alle WKA im Land Bremen sind Onshore-Anlagen. Auch so genannte Offshore-Testanlagen in Bremerhaven, die an Land aufgebaut worden sind, gelten als Onshore-Anlagen.

Die Windenergieanlagen haben einen durchschnittlichen jährlichen Stromertrag von rund 466.500 Megawattstunden (MWh). Gut die Hälfte davon entfällt auf Bremerhaven. Der derzeitige Stromertrag aus Windenergie entspricht 95 % des oberen und 126 % des unteren Zielwertes des Klimaschutz- und Energieprogramms 2020 für den Stromertrag aus

Windenergie. Im Land Bremen wird zudem deutlich mehr Strom aus Windenergie erzeugt als in den anderen Stadtstaaten Hamburg und Berlin.⁴

8. Welche Maßnahmen hat der Senat in den letzten acht Jahren unternommen, um die Windenergie nachhaltig voranzubringen? Bitte für die offshore und on-shore Windenergie einzeln benennen.

Der Senat der Freien Hansestadt Bremen nutzt alle verfügbaren Instrumente der Forschungs-, Infrastruktur- und Wirtschaftsförderung für den Bereich Windenergie, um Unternehmen und Forschungsinstitutionen in Bremen und Bremerhaven zu unterstützen und den Standort zu stärken. So wurden auch alle maßgeblichen Schritte für die Realisierung eines Offshore-Terminals in Bremerhaven unternommen.

Neben der Unterstützung verschiedener Bundesratsinitiativen mit dem Ziel, die Energie- wende zu beschleunigen und insbesondere die Nutzung der Windenergie on- und offshore zu steigern, hat der Senat der Freien Hansestadt Bremen auch verschiedene außer- parlamentarische Initiativen unterstützt. Hierzu zählen zum Beispiel der „Cuxhavener Appell“ vom August 2013 oder der „Cuxhavener Appell 2.0“ vom September 2017 und zuletzt der „Aufruf Windenergie“ der norddeutschen Energieminister gemeinsam mit Branchen- vertretungen vom September 2018 zur Stärkung der Offshore-Windenergie.

Ferner wurden in den letzten Jahren zahlreiche Projekte im Bereich Windenergie durch das Land Bremen gefördert. Hierzu zählen z.B. eine Reihe von Projekten im Programm Angewandte Umweltforschung (AUF), im Programm zur Förderung anwendungsnahe Umwelttechniken (PFAU), im Programm Förderung der Forschung, Entwicklung und In- novation (FEI) sowie weitere Infrastrukturprojekte zur Unterstützung der Netzwerkaktivi- täten (WAB e.V.) oder zum Aufbau von Prüfkapazitäten (Fraunhofer-IWES) und weitere Initiativen (z.B. fk-wind). Wegen inhaltlicher Überschneidungen ist es nicht möglich, nach on- und offshore zu differenzieren.

Die bauleitplanerischen Voraussetzungen für den Bau von Windkraftanlagen werden von den Kommunen durch Flächenplanung und Ausweisung von Vorrangflächen für Wind- energieanlagen im Flächennutzungsplan geschaffen (siehe auch Antwort Frage 3.4.a). Der Ausbau der Nutzung der Windenergie im Land Bremen ist seit den 90er Jahren ein wichtiges Element der Klimapolitik des Senats. Die Aktivitäten werden regelmäßig im Rah- men des Klimaschutz- und Energieprogramms und seiner Fortschreibung dargestellt. Auf die Mitteilungen des Senats dazu wird verwiesen.

9. Wie viele Windenergieanlagen sind derzeit projektiert und wie viele Anlagen befin- den sich derzeit im Aufbau? Bitte getrennte für offshore und on-shore Anlagen auf- zeigen.

In Bremen ist derzeit eine zusätzliche Windenergieanlage am Bultensee genehmigt und wird nach Angaben des Betreibers voraussichtlich in 2019 errichtet. In Bremerhaven sind dem Senat derzeit keine weiteren Windenergieanlagenprojekte bekannt. Offshore-Anla- gen werden im Land Bremen nicht errichtet.

10. In welchem Maße ist die Ausweitung der installierten Leistung von Windenergiean- lagen innerhalb der nächsten fünf und zehn Jahren möglich?

Der Senat geht davon aus, dass der Stromertrag aus der Nutzung der Windenergie in der Stadt Bremen durch Repowering bis zum Jahr 2025 um etwa 10 % und bis zum Jahr 2030 um etwa 15 % gesteigert werden kann. In welchem Umfang damit eine Veränderung der installierten Leistung verbunden sein wird, hängt u.a. von der technologischen Entwick- lung der Windkraftanlagen ab. Voraussetzung ist zudem, dass der Umfang der heute für die Windenergienutzung verfügbaren Flächen sich nicht wesentlich ändert. Im Flächen- nutzungsplan Bremen ist ein Teil der dargestellten Vorrangflächen für Windkraftanlagen

⁴ Siehe <http://www.lak-energiebilanzen.de/> .

als Zwischennutzung bis zu einer gewerblichen Erschließung vorgesehen. Der Umfang des Repowerings hängt damit unter anderem davon ab, inwieweit die Erschließung von zusätzlichen Gewerbegebieten mit Errichtung und Betrieb von Windenergieanlagen vereinbar sein wird. Es liegt in der Entscheidung der Betreiber, an planerischen Umständen und an der erfolgreichen Teilnahme an der Ausschreibung, ob, in welchem Umfang und zu welchem Zeitpunkt bestehende Windenergieanlagen durch neue ersetzt werden.

11. Wie hoch ist der Anteil der gewonnenen Energie, welche ins Stromnetz eingespeist werden kann? Wie hoch ist der Verlust der gewonnenen Energie aus Photovoltaikanlagen?

Vorbemerkung: In Abgrenzung zu Frage 18 geht der Senat davon aus, dass hier nach den Verlusten der Windenergie gefragt ist. Die Frage nach den Verlusten von Photovoltaik wird in der Frage 18 beantwortet.

Der durch die Windenergienutzung gewonnene Strom wird in der Regel vollständig in das Stromnetz eingespeist. Verluste vor dem Einspeisepunkt gibt es in der windparkinternen Verkabelung und Installation. In Abhängigkeit von der Leitungslänge liegen die Verluste in der Regel zwischen 1 und 3 %. Eine Abregelung aufgrund von Netzengpässen war in Bremen bisher nicht erforderlich.

Biomasse

12. Welche Anlagen im Bereich der Biomasse gibt es im Land Bremen, wie hat sich die Anzahl der Anlagen, seit 1990, entwickelt? Welche Verfahren zur Biomassenutzung existieren im Land Bremen?

Unter dem Begriff Biomasse sind ganz unterschiedliche Biomasseenergieträger wie Holz, agrarische Biomasse und Reststoffe und Abfälle biogenen Ursprungs zusammengefasst. Entsprechend vielfältig sind auch die Verfahren zur energetischen Nutzung von Biomasse, die im Land Bremen eingesetzt werden. So wird z.B. das in den Kläranlagen des Landes anfallende Klärgas und das Gas der Abfalldeponien in Blockheizkraftwerken genutzt. Der im Abfall enthaltene Biomasseanteil wird in den Müllheizkraftwerken in Bremen und Bremerhaven ebenso genutzt wie im Mittelkalorikkraftwerk und im EBS-Heizkraftwerk Blumenthal oder bei der Mitverbrennung von biogenen Ersatzbrennstoffen oder von Klärschlamm im Kraftwerk. Es werden darüber hinaus eine Reihe von BHKW bilanziell mit Biogas betrieben, welches im Bremer Umland erzeugt wird. Außerdem wird Holz z.B. als Scheitholz, Holzhackschnitzel oder Pellets in Kesselanlagen oder Kaminen und Kaminöfen für die Wärmebereitstellung genutzt.

Eine Statistik über die Zahl der Anlagen und ihrer Entwicklung im Bereich Biomassenutzung liegt dem Senat nicht vor. Über die im vorherigen Abschnitt bereits erwähnten Anlagen hinaus ist bekannt, dass im Land Bremen Stand Ende 2017 14 Anlagen zur Nutzung von Biogas mit einer Leistung von 14.500 kW_{el} in Betrieb sind. Darunter befinden sich zwei Deponiegas-Verstromungsanlagen. Die Schornstiefegerinnung hat für das Land Bremen für Ende 2018 einen Bestand von 339 Biomasse-Feuerungsanlagen mit einer maximalen Wärmeleistung von ca. 25.600 kW ermittelt.

13. Auf welche Bereiche (Strom, Wärme und Kraftstoffe) konzentriert sich die Biomassenutzung, wie setzen sich die Anteile zusammen und wie haben sich diese, seit 1990, entwickelt?

Eine Statistik zur Biomassenutzung mit Anteilen in einzelnen Bereichen liegt dem Senat nicht vor. Der in der Antwort zu Frage 1 dargestellte Primärenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien zeigt: Biomassenutzung findet vor allem im Bereich der Strom- und Wärmeversorgung statt. Es wird vielfach Strom und Wärme in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Auch flüssige Biomasse in Form von Beimischung zu Kraftstoffen spielt eine Rolle.

Das Statistische Landesamt Bremen ermittelt Zahlen zur Bruttostromerzeugung und zur Fernwärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien. Die Bruttostromerzeugung hat sich

danach seit 1990 von 77 Mio. kWh auf 779 Mio. kWh in 2016 erhöht. Die Fernwärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern ist von 2006 bis 2016 von 1.112 Terrajoule auf 1.602 Terrajoule gestiegen. Die Menge der den Kraftstoffen beigemischten flüssigen Biomasse ist von 0 in 1990 auf 870 Terrajoule in 2016 angestiegen.

14. Welchen Anteil haben Klärschlamm, Energiepflanzen, Holzpellets, -Hackschnitzel und Biogas für die Energiegewinnung durch Biomasseanlagen?

In der Antwort zu Frage 1 sind – soweit bekannt – die Anteile am Primärenergieverbrauch aus erneuerbaren Energien in Bremen ausgewiesen.

15. Wie groß sind die Anbauflächen für nachwachsende Rohstoffe für die Energiegewinnung aus Biomasse und wie hat sich die Anbaufläche, seit 1990, im Land Bremen entwickelt?

Im Jahr 2018 wurden im Land Bremen 42 Hektar Biogasmals zur energetischen Verwertung in Biogasanlagen in Niedersachsen angebaut. Der Anbau weiterer Biomassepflanzen oder Kurzumtriebsplantagen finden im Land Bremen nicht statt. Zur Entwicklung der Anbaufläche seit 1990 liegen keine Daten vor.

16. Welche Rolle spielt die Direkteinspeisung von Biogas in die Erdgasnetze im Land Bremen?

Im Land Bremen wird kein Biogas in das Erdgasnetz eingespeist.

Photovoltaik und Solarthermie

17. Wie hat sich die Anzahl der Photovoltaik- und Solarthermie-Anlagen im Land Bremen, mit welcher Gesamtleistung, seit 1990, entwickelt? Was steht einem stärkeren Ausbau der Energiegewinnung durch Photovoltaik- und/oder Solarthermie-Anlagen entgegen?

Mit der Errichtung von Photovoltaikanlagen in Deutschland wurde seit Anfang der neunziger Jahre begonnen. Anzahl, Gesamtleistung und prognostizierter Jahresertrag haben sich seitdem auf die in der Tabelle genannten Werte erhöht.

Jahr	Anlagen (Anzahl)	Installierte Leistung (kW)	Ø Jahresertrag [MWh]
1990	0	0	0
2018	2.131	43.965	36.495

In den letzten Jahren hat vor allem die Bundesregierung mit ihrer eher bremsenden Förderpolitik einen stärkeren Ausbau der Photovoltaik erschwert und Unsicherheit in den Markt gebracht. Aktuell führt der im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) bestehende "Ausbaudeckel" von bundesweit 52 GW_p, der voraussichtlich im nächsten Jahr erreicht werden wird, zu Irritationen. Initiativen von Branche und Ländern, durch frühzeitige Aufhebung des Deckels einen harten Stopp zu vermeiden und die Förderung über einen längeren Zeitraum und für die Marktakteure kontrolliert auslaufen zu lassen, wurden bisher von der Bundesregierung nicht aufgenommen.

Für den Bereich der Solarthermie sind Anlagen bekannt, die durch lokale oder bundesweite Förderprogramme gefördert wurden. Da Solarthermieanlagen i.d.R. nicht genehmigungspflichtig sind und nicht an ein Versorgungsnetz angeschlossen sind, ist es möglich, dass die Zahl der Anlagen höher liegt als angegeben.

Jahr	Anlagen (Anzahl)	m ² installierte Kollektorfläche
1990	0	0
2018	3.011	27.059

Im Handlungsfeld Solarthermie ist das größte Hemmnis schon seit langer Zeit der relativ stabil auf niedrigem Niveau verharrenden Preis für fossile Energieträger wie Öl und Gas. Die Wirtschaftlichkeit von Solarthermieanlagen wird in diesem Umfeld auch durch das Marktanreizprogramm des BAFA nicht so verbessert, dass ein stärkerer Ausbau erfolgt.

18. Wie hoch ist der Anteil der gewonnenen Energie, welche ins Stromnetz eingespeist werden kann? Wie hoch ist der Verlust der gewonnenen Energie aus Photovoltaikanlagen?

Der in PV-Anlagen erzeugte Strom kann in vollem Umfang in das örtliche Stromnetz eingespeist werden. In der Praxis wird häufig ein Teil des erzeugten Stroms selbst verbraucht. Über die Höhe bzw. dessen Anteil an der PV-Gesamterzeugung liegen dem Senat keine Erkenntnisse vor.

Verluste entstehen bei einer PV-Anlage je nach Anlage und Situation vor Ort durch die Anlagenverkabelung als auch durch die Umwandlung von Gleich- in Wechselstrom zur Netzeinspeisung im Wechselrichter. Diese dürften im einstelligen Prozentbereich liegen. Gesicherte Angaben sind dem Senat nicht bekannt. Eine Abregelung aufgrund von Netzengpässen war in Bremen bisher nicht erforderlich.

19. Wie viele Gebäude gibt es in Bremen in öffentlicher Hand und auf wie vielen Gebäuden in öffentlicher Hand befinden sich Solarthermie- und/oder Photovoltaikanlagen? Bitte nach Größe/Kapazität unterscheiden (Ranges), für Bremen und Bremerhaven einzeln ausweisen.

Im Gebäudebestand der öffentlichen Hand Bremens (Stadtgemeinde und Land, Sondervermögen Infrastruktur und Technik, SVIT) sind etwa 800 Liegenschaften verzeichnet mit ca. 2.000 Gebäuden unterschiedlichster Größe und Funktion.

Auf Gebäuden des Landes und der Stadtgemeinde Bremen einschließlich der Eigenbetriebe und Gesellschaften in privater Rechtsform und ohne Wohnungsgesellschaften gibt es 47 PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von 7.300 kW. Enthalten ist auch die Anlage auf einem Teil der Blocklanddeponie. Dies entspricht ca. 21 % der insgesamt in Bremen installierten PV-Leistung. Von den 47 Anlagen werden sieben in eigener Regie betrieben, die anderen durch Dritte auf Pachtbasis.

Auf Gebäuden der Stadt Bremerhaven einschließlich der Eigenbetriebe und Gesellschaften in privater Rechtsform, ohne Wohnungsgesellschaften gibt es 41 PV-Anlagen mit einer installierten Leistung von 1.564 kW. Dies entspricht ca. 17,5% der insgesamt in Bremerhaven installierten PV-Leistung. Von den 41 Anlagen wird eine in eigener Regie betrieben, die anderen durch Dritte auf Pachtbasis.

Zur Solarthermienutzung siehe Antwort zu Frage 20.

20. Inwiefern gibt es Pläne den Anteil von Solarthermie- und/oder Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Gebäuden stärker auszubauen und wie sehen diese Pläne konkret aus?

Für Solarthermie besteht in den typischen öffentlichen Gebäuden nur ein geringes Nutzungspotenzial, da diese im Sommer, wenn die Solarwärme ausreichend zur Verfügung steht, nur einen geringen Wärmebedarf haben. Eine Ausnahme bilden Freibäder, von denen einige schon seit längerem mit Solarabsorbern zur Wassererwärmung ausgestattet sind.

PV-Anlagen wurden auf öffentlichen Gebäuden in Bremen und Bremerhaven vielfach von Investoren errichtet, die den Betrieb in eigener Regie durchführen, den Strom vollständig in das allgemeine Netz einspeisen und hierfür die Einspeisevergütung nach dem EEG erhalten. Die Städte haben hierfür die Dächer ihrer Gebäude an die Investoren verpachtet. Dieses Modell stößt bei den deutlich reduzierten Förderbedingungen des EEG aktuell kaum noch auf Interesse bei Investoren. Bei gleichzeitig gestiegenen Strombezugskosten ist es heute oftmals wirtschaftlich attraktiver, Strom aus PV-Anlagen in den jeweiligen Liegenschaften direkt zu verbrauchen und nur temporäre Überschüsse in das Netz einzuspeisen. Das gilt insbesondere dann, wenn der PV-Strom vom Erzeuger selbst verbraucht werden kann. Zurzeit wird geprüft, wie unter den Rahmenbedingungen des bremischen Liegenschaftswesens (Vermieter-Mieter-Modell) ein neues Investitions- und Betreibermodell mit Nutzung der Selbstverbrauchsvorteile und gegebenenfalls auch weiterhin unter Beteiligung privater Investoren gestaltet werden könnte.

21. Wird analog zu Nr. 2 versucht den Anteil von Solarthermie- und/oder Photovoltaikanlagen auf Gebäuden von öffentlichen Unternehmen zu erhöhen?

Ja. Beispiele hierfür sind die Deponie, die Gesellschaft 3 M (Messe und Großmarkt) oder die Wohnungsbaugesellschaften. Die Entscheidung über eine Realisierung und die Form der Umsetzung wird dabei von den jeweiligen Geschäftsführungen in eigener Verantwortung getroffen.

22. Wie viele Wohngebäude der GEWOBA und BREBAU sind mit Photovoltaik- und/oder Solarthermie-Anlagen ausgestattet und wie hat sich dies in den letzten acht Jahren entwickelt?

Nach Angaben der GEWOBA waren Ende 2010 28 PV-Anlagen mit zusammen ca. 890 kW Leistung installiert. Diese Zahl hat sich bis Ende 2018 auf 42 Anlagen mit ca. 1.290 kW erhöht. Der Eigentumsübergang der BREBAU ist für Mai 2019 vorgesehen. Daten liegen derzeit nicht vor.

Wasserstofftechnologie

23. Welche Hochschuleinrichtungen gibt es im Land Bremen zur Forschung und Entwicklung von Wasserstofftechnologien?

Im Land Bremen beschäftigen sich folgende Hochschuleinrichtungen mit Forschung und Entwicklung von Wasserstofftechnologien: Universität Bremen, Hochschule Bremerhaven, Hochschule Bremen, Jacobs University.

24. Welche außeruniversitären Einrichtungen gibt es im Land Bremen zur Forschung und Entwicklung von Wasserstofftechnologien?

Als außeruniversitäre Einrichtung beschäftigt sich das Fraunhofer IFAM und das IWES in Bremerhaven mit Forschung und Entwicklung von Wasserstofftechnologien.

25. Gibt es im Land Bremen Unternehmen, welche sich mit praktischen Anwendungen von Wasserstofftechnologien beschäftigen und wenn ja welche?

Nach Kenntnis des Senats befassen sich folgende Unternehmen zumindest grundsätzlich und mit unterschiedlichen Schwerpunkten mit praktischen Anwendungen von Wasserstofftechnologien: Airbus, bremenports (für das Sondervermögen Hafen), Daimler, eurogate, hanseWasser, Ingaver, ArcelorMittal Bremen, storengy, swb, WPD, sowie die Vereine WAB und H2BX. Außerdem steht die BIS Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung mbH in Kontakt mit weiteren Unternehmen, die sich mit dem Einsatz von Wasserstofftechnologien beschäftigen.

26. Welche Forschungsprojekte zur Entwicklung und Anwendung von Wasserstofftechnologien sind dem Senat im Land Bremen bekannt? Welche Markteinführungen im Bereich der Wasserstofftechnologien gibt es im Land Bremen?

Folgende Forschungsprojekte sind dem Senat bekannt:

- Integriertes Gesamtkonzept Fischereihafen, Ergänzungsstudie Wasserstoff für den Bereich des Fischereihafens und angrenzender Bereiche.
- Projektidee „Grüner Wasserstoff für Bremen: Verknüpfung von Stahlwerk, Quartieren und Kavernen zum Aufbau einer lokalen, sektorengkoppelten Wasserstoffwirtschaft (Lokale Partner: ArcelorMittal Bremen, Ingaver, WPD, Uni Bremen, Fachgebiet Resiliente Energiesysteme; weitere Beteiligte: storengy).
- Die bremenports hat für das Sondervermögen Hafen der FHB in 2018 ein F+E-Projekt beim BMWi beantragt und bewilligt bekommen. Unter dem Akronym SHARC (Smart Harbor Application Renewable Integration Concept) wird seit Anfang 2019 gemeinsam mit Eurogate, BLG, Siemens, DFKI, TU Berlin und HS Bremen an einem Konzept zur Entwicklung und Steuerung eines „Smart Microgrid“ im Überseehafen Bremerhaven als Beitrag zur Energiewende im Verkehrssektor gearbeitet. In diesem Projekt wird auch die Wasserstoffherzeugung und direkte Nutzung oder Umwandlung in andere erneuerbare Kraftstoffe betrachtet. In einem beim BMWi zu beantragenden Folgeprojekt besteht die Möglichkeit, die Umsetzungsmaßnahmen gefördert zu bekommen.

Seit einigen Monaten wird der Mercedes Benz GLC F-Cell in Kleinserie in Bremen gebaut. Er kann gemietet, aber nicht gekauft werden, insofern ist die Markteinführung nur eingeschränkt gegeben. Generell gilt, dass bundesweit der Markt für die Anwendung grüner Wasserstofftechnologien noch nicht entwickelt ist.

27. In welchen Bereichen sieht der Senat besondere Entwicklungspotenziale von Wasserstofftechnologien?

Wasserstofftechnologien können im Rahmen der Energiewende bedeutend werden, um die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien mit anderen Energieverbrauchssektoren (Wärme, Industrie, Mobilität) zu verbinden (Sektorenkopplung). Wasserstoff kann in diesem Rahmen als Energiespeicher dienen. Er kann zu einem bestimmten Anteil direkt und nach einem weiteren Verarbeitungsschritt, der Methanisierung, unbegrenzt in das Erdgasnetz eingespeist werden. Aufgrund des relativ hohen Preisniveaus im Mobilitätsbereich werden zunächst dort vielversprechende Anwendungen für regenerativ erzeugten Wasserstoff gesehen. Der Mobilitätsmarkt kann als Türöffner zur Verwendung von Wasserstoff in den anderen Sektoren dienen. Auch die Schifffahrt verfolgt Zero-Emission-Konzepte und sucht nach Lösungen, bei denen Wasserstoff direkt oder nach Umwandlung in andere erneuerbare Kraftstoffe verwendet wird. Aufgrund der Nutzungsdauer von Schiffen ist nach einer Studie von Lloyd's Register und UMAS davon auszugehen, dass im Zeitraum 2020 bis 2030 Schiffe in Einsatz kommen, die mit erneuerbaren Kraftstoffen angetrieben werden. Auf diesen Trend wird sich der maritime Sektor einstellen müssen. Auch im Hinterlandverkehr der Seehäfen sind Innovationen nötig, um die internationalen Klimaschutzziele zu erreichen. Inhaltlich ergeben sich hieraus gute Perspektiven für den Aufbau einer Green Economy insbesondere am Standort Bremerhaven.

28. Welchen Stellenwert bemisst der Senat den Wasserstofftechnologien für die Cluster Luft- und Raumfahrt, Maritime Wirtschaft und Logistik, Automotive, Umweltwirtschaft und dem Cluster Windenergie bei?

29. Wo sieht der Senat wichtige Schnittstellen zwischen Bremens Cluster und der Wasserstofftechnologie?

Die Fragen 28 und 29 werden zusammen beantwortet.

Langfristig kann Wasserstoff für die genannten Cluster eine hohe Bedeutung haben. Aktuell stellt sich die Bedeutung für die angesprochenen Cluster unterschiedlich dar. Im Bereich Automotive wird in Bremen das einzig verfügbare Fahrzeug eines deutschen Herstellers gebaut. Allerdings wird von den deutschen Automobilherstellern die Wasserstofftechnik nicht forciert, vielmehr stehen hier zumindest im PKW-Bereich batterieelektrische Antriebe im Fokus der Entwicklung und Marktausrollung. Ganz anders stellt sich dieser Sachverhalt im Bereich der Automobil-Zulieferindustrie dar, die hier einen Ersatzmarkt mit hoher Wertschöpfung für perspektivisch abnehmende fossile Verbrennungsmotoren sieht. Im LKW-Bereich besteht ein vergleichsweise höherer Forschungsbedarf, hier müssen außerdem noch Normungen bezüglich des Tankvorgangs und der Eichtechnik erfolgen. In der Raumfahrt wird Wasserstoff schon seit vielen Jahren für den Antrieb und die Energieversorgung an Bord eingesetzt. In der Luftfahrt wird an Anwendungen geforscht. Für Flugzeuggrößen bis zu Geschäftsfliegern wurden Antriebssysteme auf Wasserstoffbasis entwickelt. Die maritime Wirtschaft entwickelte ebenfalls Studien und Anwendungsmöglichkeiten in der Schifffahrt. Für Häfen gibt es erste Anwendungen, bspw. wasserstoffbetriebene Gabelstapler, der Einsatz erfolgt bislang allerdings in den USA. Einzelne Logistikunternehmer signalisieren Interesse an der Technik. Die Windenergiebranche kann durch die direkte Produktion grünen Wasserstoffs einen neuen Markt erschließen. Indirekt kann die Branche davon profitieren, wenn die elektrischen Verteilnetze mit einem Gasnetz gekoppelt sind und dadurch Energiespitzen im elektrischen Netz ausgeglichen werden können.

Im Bereich Umweltwirtschaft arbeitet hanseWasser an der Integration des bei der Elektrolyse entstehenden Nebenproduktes Sauerstoff zur Aufreinigung der Klärschlämme. Ergänzend könnte zudem durch die Einspeisung von Elektrolyse-H₂ bei der Klärgasbildung, die Methanausbeute deutlich gesteigert werden kann.

Generell lässt sich sagen, dass die Wasserstofftechnik in vielen Bereichen technisch darstellbar ist. Allerdings sind die Anwendungen für grünen Wasserstoff bisher bei den geltenden Rahmenbedingungen noch unwirtschaftlich. Hauptthemnis sind die hohen Kosten, die durch Entgelte und Gebühren und die bislang noch hohen Investitions- und Betriebskosten für die Technik bedingt sind. Erschwerend kommen die niedrigen Preise für alternativ verwendbare, fossile Treibstoffe hinzu. Ein Markthochlauf ist erst dann zu erwarten, wenn günstigere, wirtschaftlichen Voraussetzungen gegeben sind.

Norddeutschland und damit auch das Land Bremen haben grundsätzlich gute Voraussetzungen für die Etablierung der grünen Wasserstofftechnologie. Als regenerative Energiequelle steht unter anderem Windenergie onshore und offshore in großem Umfang zur Verfügung, mit den Salzstöcken bestehen unterirdische Speichermöglichkeiten in Kavernen für die zu erzeugenden Gase, es gibt potenzielle Nutzer in der Industrie, dem gesamten Transportsektor einschließlich der Häfen sowie der maritimen Wirtschaft und schließlich können die Hochschulen und Forschungseinrichtungen im Land Bremen die erforderlichen Schritte hin zu einer Wasserstoffwirtschaft wissenschaftlich begleiten und die vorhandene Expertise ausbauen.

Die Regierungschefin und die Regierungschefs der norddeutschen Küstenländer haben bei ihrer Tagung am 2. Mai 2019 Eckpunkte einer gemeinsamen norddeutschen Wasserstoffstrategie beschlossen. Der Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft soll so in Norddeutschland vorangetrieben werden. An der Erarbeitung der Strategie beteiligt sich der Senat maßgeblich.

30. Welche überregionale Zusammenarbeit auf wissenschaftlicher und technologischer Basis gibt es bei der Forschung, Entwicklung und praktischen Umsetzung von Wasserstoff-Technologien?

Das Fachgebiet Resiliente Energiesysteme der Universität Bremen hat die wissenschaftliche Leitung für zwei Forschungsprojekte mit Akteuren aus der Region Heide in Schleswig-Holstein. Das als „Leuchtturmprojekt“ eingestufte Forschungsvorhaben QUAR-REE100 wird mit 24,5 Mill. € vom BMWI und BMBF gefördert. Es hat das Ziel, eine eigene Energieerzeugung und -versorgung innerhalb eines Quartiers aufzubauen, die sowohl zentrale als auch dezentrale, regenerative Energiequellen berücksichtigt. Dazu gehören

Wärme- und Stromversorgung sowie Mobilität auch unter Berücksichtigung unterschiedlicher Wasserstofftechnologien. Um die Versorgung insgesamt auch unter Extremsituationen und in Störfällen gewährleisten zu können, müssen die Energiesysteme resilient, das heißt widerstandsfähig, sein. Gleichzeitig soll das Quartier eine stabilisierende Wirkung auf das Energiesystem insgesamt entfalten. Daraus ergibt sich die spezifische wissenschaftliche Fragestellung der Universität Bremen. Das Modell soll am Ende bundesweit auf andere Städte und Regionen übertragbar sein.

Das ebenfalls von der Universität Bremen geleitete und vom BMWi geförderte Projekt KEROSyN100 zielt auf die Produktion von strombasiertem Kerosin ab, d.h. Produktion von Kerosin mit Wasserstoff aus erneuerbaren Energien. Es sollen hier Rahmenparameter zum Aufbau einer ersten großskaligen Power-to-Jet-Anlage zur Produktion von grünem Kerosin erforscht werden. Dabei steht eine systemdienliche Integration in das Energiesystem sowie eine vollständige Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen im Fokus.

Das Projekt SHARC (siehe Antwort Frage 26) ist aufgrund des Zusammenwirkens überregionaler Akteure als bundesweites bedeutendes Projekt anzusehen.

Darüber hinaus adressiert bremenports mit N-Ports gemeinsam in 2019 das Thema „Wasserstoffanwendungen in der maritimen Wirtschaft“ in zwei Veranstaltungen unter dem Label „Nordwesthäfen effizient und innovativ“. Durch einen überregionalen Erfahrungs- und Informationsaustausch wollen sich die Akteure gegenseitig unterstützen.

Speichertechnologie, Sektorkopplung und E-Mobilität

31. Welche Energiespeichertechnologien gibt es derzeit im Land Bremen? Wie viele Stromspeicher hat das Land Bremen?

Der Senat geht davon aus, dass es am Markt verfügbare Energiespeichertechnologien auch im Land Bremen gibt. Dabei dürfte es sich in der Mehrzahl um Batterien und Akkus für stromnetzunabhängig betreibbare Elektrogeräte sowie um Wärmespeicher in Verbindung mit einer Heizungsanlage bzw. einer thermischen Solaranlage handeln. Es liegt in der Entscheidung von Herstellern und Nachfragern, ob Geräte und Anlagen mit einem Energiespeicher ausgestattet sind. Stromspeicher wie Batterien und Akkus sind einer Vielzahl von frei erwerblichen Geräten verbaut. Zur Anzahl liegen dem Senat keine Kenntnisse vor.

Die swb hat kürzlich beim Kraftwerk Hastedt ein Hybridregelkraftwerk (HyReK) in Betrieb genommen. Die Anlage umfasst einen Lithium-Ionen-Batteriespeicher mit einer Leistung von 15 MW, eine Power-to-Heat-Anlage in Form eines Elektrokessels und einen Wärmespeicher. Das HyReK koppelt die Sektoren Strom und Wärme und ist in der Lage, Systemdienstleistungen für den Strommarkt bereitzustellen. Überschüssige Strommengen kann das Kraftwerk elektrisch speichern oder in Wärme umwandeln und dann im Zusammenspiel mit dem Wärmespeicher in das Fernwärmenetz im Bremer Osten einspeisen.

32. Welche Pläne gibt es seitens des Senats zum Ausbau von (Groß-) Stromspeicher?

Der Senat hat keine Pläne zum Ausbau von (Groß-) Stromspeichern. Die Entscheidung hierüber obliegt den auf dem Energiemarkt aktiven Unternehmen.

33. Wie viele Elektro-Tanksäulen gibt es in Bremen und Bremerhaven? Bitte für die einzelnen Ortsteile aufzeigen.

Um die Frage zielgerichtet zu beantworten, wird die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte angegeben, d.h. die Zahl der möglich zeitgleich zu ladenden Elektro-Kraftfahrzeuge. Es wird zudem darauf hingewiesen, dass jede Schuko-Steckdose als Lademöglichkeit für das Laden von Fahrzeugen genutzt werden kann. An solchen Steckdosen und Wallboxen erfolgen rund 85% aller Ladevorgänge⁵.

Die Daten wurden auf Chargemap, einer öffentlich zugänglichen Darstellung von Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge, abgelesen (Stand 02.04.2019). Enthalten sind dort auch kartografische Darstellungen und Detailangaben z.B. zu Steckertyp und möglichen Ladeleistungen.

Bremerhaven:	Lade- punkte
Leherheide	2
Stadbremisches Über- seehafengebiet	14
Mitte	10
Lehe	4
Geestemünde	12
Fischereihafen	4
Schiffdorferdamm	2
Wulsdorf	8
Gesamt	56

Stadtgemeinde Bremen	Lade- punkte
Blumenthal	11
Veegesack	8
Burglesum	2
Oslebshausen	7
Häfen	2
Walle	13
Findorff	8
Neustadt	15
Woltmershausen	5
Huchting	3
Hemelingen	11
Vahr	2
Mitte	33
Östliche Vorstadt	14
Horn-Lehe	29
Schwachhausen	7
Osterholz	7
Gesamt	177

⁵ S.a. Presseinformation zur 3. Sitzung des Lenkungskreises Nationale Plattform Zukunft der Mobilität v. 29.3.2019

In Bremerhaven (incl. des stadtbremischen Überseehafengebietes) sind 56 öffentlich zugängliche Ladepunkte gelistet, in der Stadt Bremen 177 – insgesamt 233.

Durch die Ladesäulenbetreiber wird darauf hingewiesen, dass in der Regel kein wirtschaftlich auskömmlicher Betrieb von öffentlich zugänglichen Elektro-Ladesäulen möglich ist, also eine Subventionierung als notwendig angesehen wird.

34. Wie bewertet der Senat eine technologieoffene Sektorkopplung? Welche Strategie verfolgt der Senat kurz-, mittel-, und langfristig hinsichtlich der Sektorkopplung?

Der Senat hält es für erforderlich, dass die Bundesregierung die notwendigen Rahmenbedingungen für mehr Sektorkopplung schafft. Dies geht nur bundes- und europaweit. Sektorkopplung kann sich positiv auf die Gesamtkosten der Energiewende auswirken und schafft Voraussetzungen dafür, dass die Energiewende auch in den Bereichen Wärmeversorgung und Mobilität zügiger voranschreiten kann. Wenn Strom verstärkt im Bereich Wärme oder Mobilität verwendet werden soll, macht dies einen über die bisherigen Planungen hinausgehenden Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erforderlich. Hierzu fehlen zurzeit noch die Beschlüsse auf Bundesebene. Welche einzelnen Technologien der Sektorkopplung sich am Ende als besonders geeignet und kostengünstig herausstellen, ist aktuell noch nicht absehbar. Eine technologieoffene Gestaltung erscheint deshalb grundsätzlich sinnvoll.

Weitere Technologien, Infrastruktur, Forschungseinrichtungen und Strategien

35. Wie hat sich die Kraft-Wärme-Kopplung im Land Bremen in den letzten zehn Jahren entwickelt?

Im Land Bremen ist die Nutzung der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung in den letzten Jahren erheblich ausgebaut worden.

Die swb-Gruppe betreibt in den Stadtgemeinden Bremen und Bremerhaven – außerhalb ihrer größeren Fernwärmegebiete, die überwiegend aus Heizkraftwerken oder Abfallbehandlungsanlagen versorgt werden – eine Reihe von Nahwärmenetzen. In den meisten Fällen wurden diese Nahwärmegebiete bis vor wenigen Jahren mit Wärme aus Heizkesseln auf Erdgasbasis versorgt. In einigen Gebieten wurden bereits in früheren Jahren Blockheizkraftwerke (BHKW) auf Erdgasbasis eingesetzt. Hierbei handelt es sich um das BHKW Delfter Straße in der Stadt Bremen sowie das BHKW Lipperkamp und das BHKW Boschstraße in Bremerhaven.

In den Jahren 2011 und 2012 hat die swb-Gruppe in vier Nahwärmegebieten in der Stadt Bremen, in denen die Wärmeerzeugung zuvor ausschließlich in Heizkesseln auf Erdgasbasis erfolgte, vier neue BHKW-Module installiert. Diese Anlagen werden auf Basis von Biomethan betrieben und verfügen zusammen über eine elektrische Leistung von rund 2,8 Megawatt (MW). Außerdem wurde das BHKW Delfter Straße, das bereits seit Anfang der 1990er Jahre in Betrieb ist, im Jahr 2011 erneuert und optimiert. Die elektrische Leistung der Anlage, die weiterhin auf Basis von Erdgas betrieben wird, hat sich hierdurch um rund 20 Prozent erhöht. Ergänzend wurden in den Jahren 2014 und 2015 an einigen Standorten kleine BHKW-Module auf Erdgasbasis installiert. Insgesamt hat sich die installierte elektrische BHKW-Leistung in den stadtbremischen Nahwärmegebieten der swb-Gruppe von 3,9 Megawatt im Jahr 2010 auf 7,6 Megawatt im Jahr 2015 annähernd verdoppelt. In Bremerhaven wurden die Blockheizkraftwerke Lipperkamp und Boschstraße, die zusammen unverändert über eine elektrische Leistung von gut 3,3 MW verfügen, im Jahr 2010 von Erdgas auf Biomethan umgestellt.

In den Blockheizkraftwerken der swb-Gruppe wurden im Jahr 2016 insgesamt 63,5 Millionen Kilowattstunden elektrischer Strom erzeugt. Dies entspricht rechnerisch dem jährlichen Stromverbrauch von mehr als 25.000 privaten Haushalten. Im Vergleich zum Jahr 2010 betrug der Zuwachs gut 21 Millionen Kilowattstunden (plus 50 Prozent).

Darüber hinaus haben auch der verstärkte Einsatz von Blockheizkraftwerken in der Wohnungswirtschaft und die Landesförderung im Programm „Rationelle Energienutzung in In-

dustrie und Gewerbe (REN-Programm)“ zum Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung beigetragen. So hat die GEWOBA Energie GmbH, eine im Jahr 2015 gegründete hundertprozentige Tochtergesellschaft der GEWOBA, in den Jahren 2010 bis 2016 zwölf neue Blockheizkraftwerke mit einer elektrischen Gesamtleistung von 642 Kilowatt errichtet, aus denen mehr als 1.000 Wohnungen mit Strom versorgt werden. Darüber hinaus hat die STÄWOG im Berichtszeitraum Teile ihres Wohnungsbestandes aus unternehmenseigenen Blockheizkraftwerken mit Strom beliefert. Nach dem REN-Programm wurden im Zeitraum 2010 bis 2016 insgesamt 75 Anlagen mit einer elektrischen Gesamtleistung von rund 4,0 Megawatt gefördert.

Im Bereich der Fernwärmeversorgung liegt der in KWK erzeugte Anteil der Fernwärme nach Angaben der swb in den letzten Jahren immer über 85 %. Dieser hohe Wert konnte regelmäßig erreicht werden, weil sowohl Kohlekraftwerke als auch Müllheizkraftwerke in Kraft-Wärme-Kopplung betrieben werden. Die Stromerzeugung aus KWK betrug nach Angaben des statistischen Landesamtes 454 GWh in 2006 und 498 GWh in 2016.

36. Wie weit ist Geothermie als Energiequelle im Land Bremen vorangeschritten, welche Chancen und Risiken sieht der Senat bezüglich eines Geothermie-Kraftwerks in Bremen?

In der Stadtgemeinde Bremen wurden im Zeitraum von 2009 bis 2018 rund 280 Geothermieanlagen wasserrechtlich erlaubt. Hierbei handelt es sich um Erdwärmesonden, Kollektorenfelder und Bohrfähle. Überwiegend wurden Erdwärmesondenanlagen in Wohngebäuden genehmigt. Inbegriffen sind aber auch zwölf Großanlagen, z.B. für Bürogebäude, mit Leistungen von mehr als 30 kW. Hervorzuheben sind aktuell die Geothermieanlagen des City Gate Bremen am Bahnhofsplatz mit ca. 300 kW sowie des zurzeit im Bau befindlichen neuen Verwaltungsgebäudes der Sparkasse Bremen mit einer Leistung von 340 kW.

In Bremerhaven (Stadtgemeinde Bremerhaven und stadtbremisches Hafengebiet) wurden im selben Zeitraum 26 Geothermieanlagen errichtet, davon 17 Sondenanlagen und neun Kollektorenanlagen. Von diesen Anlagen weisen fünf eine Leistung zwischen 50 kW und 112 kW auf, u.a. die Anlage des Thünen-Instituts, des Alfred-Wegener-Instituts, der NORDSEE Holding GmbH sowie des Bio Nord Biotechnologiezentrums.

Nach Kenntnis des Senats sind die Chancen für ein Geothermie-Kraftwerk, also eine Anlage zur Nutzung der tiefen Geothermie, in Bremen in den nächsten Jahren nicht sehr hoch. Grundsätzlich birgt die direkte Gewinnung tiefer Thermalwässer in Norddeutschland ein großes Risiko. Während die Temperaturen noch relativ gut prognostiziert werden können, ist die erforderliche Permeabilität, um nutzbare Schüttungsraten erzielen zu können, sehr schwer zu prognostizieren. Auch der Einsatz von hydraulischer Stimulation zur Erzeugung einer ausreichenden Permeabilität zwischen den zwei erforderlichen Bohrungen eines Doubletensystems ist in den Zielgesteinen des Buntsandsteins kaum zielführend, wie das Forschungsprojekt GENESYS des Geozentrums Hannover in Horstberg gezeigt hat. Selbst die in diesem Projekt entwickelte „Einbohrlochlösung“ ist letztendlich trotz Erreichung der gewünschten Zieltemperaturen und Schüttungsmenge gescheitert, da die hochsalinen Wässer aufgrund der Abkühlung während der Förderung zu massiven Ausfällungen geführt haben, die einen Anlagenbetrieb verhindert haben.

Als sichere Lösung zur Gewinnung tiefer Erdwärme bliebe daher nur die Realisierung einer tiefen Erdwärmesonde, wie sie vor ca. 20 Jahren in Bremerhaven bereits einmal angedacht war. Sondensysteme in diesen Tiefen von ca. 3.000 m befinden sich jedoch noch immer im Entwicklungsstadium und würden lediglich überschaubare Energiemengen mit Temperaturen deutlich unter 100 °C liefern. Die Temperaturen liegen damit zu niedrig für eine Stromerzeugung und angesichts der hohen Investitionskosten und der Betriebsrisiken scheint eine Wärmelieferung nicht wirtschaftlich darstellbar. In Bremerhaven hat die Prüfung eines Salzstocks unter der Luneplate ergeben, dass hier nur eine recht geringe Wärmemenge mit einem hohen investiven Aufwand gefördert werden könnte und damit die Wirtschaftlichkeit fraglich ist. Darüber hinaus hat swb die Möglichkeiten einer Nutzung

der Geothermie für die Fernwärmeversorgung untersucht und mitgeteilt, dass eine Nutzung der Tiefengeothermie angesichts der hohen Investitionen und wirtschaftlichen Risiken unter den aktuellen Rahmenbedingungen nicht weiterverfolgt wird.

37. Wie hat sich die Fernwärmeinfrastruktur im Land Bremen, seit 1990, entwickelt?

Hierzu liegen dem Senat keine Angaben vor. Daten zur Fernwärmeinfrastruktur wie z.B. die Anzahl von Wärmenetzen und die Trassenlänge werden durch die Statistischen Landesämter auf der Grundlage des 2017 novellierten Energiestatistikgesetzes erstmals für das Berichtsjahr 2018 erhoben. Der Fernwärmenetzbetreiber swb verfügt nach eigenen Angaben über etwa 370 km Wärmenetze in Bremen und Bremerhaven und hat ergänzend mitgeteilt, dass im Zeitraum 2012 bis 2017 das Netz um insgesamt 3.300 Meter erweitert worden ist.

38. Wie beurteilt der Senat den Zustand der Netz- und Wärmeinfrastruktur im Land Bremen?

Der Senat verweist darauf, dass die Netz- und Wärmeinfrastruktur in Bremen von privaten Unternehmen betrieben wird. Die einzelnen Teile der Infrastruktur weisen ein unterschiedliches Baualter und damit einen unterschiedlichen Zustand auf. In den Erhalt und die Modernisierung wird nach Kenntnis des Senats regelmäßig investiert.

39. In welchen stabilen Energieträger sieht der Senat besondere Potenzial für die Zukunft und den Klimawandel? Bitte für die Grundlast und Spitzenlast einzeln und nach Energiedichte benennen

- a. Durch welche erneuerbare Energiegewinnungstechnologien zeichnet sich das Land Bremen aus? Was ist Bremens Alleinstellungsmerkmal? Welche weiteren Technologien sind dem Senat zur Emissionsreduktion im Land Bremen bekannt?
- b. Welche konventionelle Energieversorgung / Kraftwerke braucht Bremen (kurz-, mittel-, und langfristig) um Lastschwankungen bei der Energiegewinnung auszugleichen und die Versorgungssicherheit zu gewährleisten?

Entscheidend für die Energiewende ist der Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien. Die erneuerbaren Energien sind eine dezentrale Form der Energiegewinnung. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass ihre Nutzung durch viele Anlagen mit relativ kleiner Leistung erfolgt. Entsprechend ist ihr Einsatz an vielen Orten möglich und schließt ein Alleinstellungsmerkmal aus. Aufgrund der guten Windbedingungen im Norden hat sich in Bremen insbesondere die Nutzung der Windenergie gut entwickelt. Insgesamt wird das Spektrum der erneuerbaren Energien im Land in großer Breite genutzt, wie die Antworten auf die bisherigen 38 Fragen zeigen. Aus unterschiedlichsten Zusammenhängen sind eine Vielzahl von Technologien zur Emissionsreduktion im Land Bremen bekannt. Eine detaillierte Darstellung ist mit vertretbarem Aufwand nicht möglich.

Mit fortschreitender Energiewende und hoher Einspeisung aus volatiler Wind- und Solarenergie steht in Zukunft weniger die Lieferung von Grund- oder Spitzenlast im Mittelpunkt, sondern die Fähigkeit von Kraftwerken, den verbleibenden Energiebedarf, die sogenannte Residuallast, zu decken. Sofern unter Energiedichte der Brennwert verstanden wird, so liegt dieser für Erdgas H bei 52,3 Megajoule je Kilogramm Brennstoff und für reinen Wasserstoff bei 152 Megajoule je Kilogramm. Da erneuerbare Energien überwiegend keinen Brennstoff benötigen, kann hier kein Wert angegeben werden.

Im Rahmen des europäischen Binnenmarktes für Strom ist der Ausgleich von Lastschwankungen und die Versorgungssicherheit grundsätzlich auch ohne spezielle konventionelle Kraftwerkskapazitäten in Bremen selbst zu gewährleisten.

Nach Angaben der swb reicht der Strombezug über das vorgelagerte Stromnetz der Übertragungsnetzbetreiber für die Versorgungssicherheit in Bremen aus. Die swb-Erzeugungsstrategie sieht außerdem auch für die Zukunft vor, dass Strom in nennenswertem Umfang im Land Bremen erzeugt wird. Zum Einsatz kommt hier ein Kraftwerksmix aus

Müllheizkraftwerken sowie dezentralen KWK-Anlagen auf der Basis von Biogas oder Erdgas und dem von der Gemeinschaftskraftwerk Bremen GmbH & Co. KG betriebenen Gas- und Dampfturbinenkraftwerk (GuD) auf der Basis von Erdgas. Letzteres hat aufgrund seiner Größe (445 MW elektrische Leistung, 58 % Wirkungsgrad) auch für den überregionalen Strommarkt Bedeutung. Mit dem HyReK ist swb außerdem in der Lage, positive wie negative Schwankungen auszugleichen und am deutschen Regelenergiemarkt teilzunehmen.

Schnell regelbare Gaskraftwerke sind auch nach Auffassung des Senats vereinbar mit der Energiewende und gut geeignet, um Lastschwankungen auszugleichen.

40. Wie haben sich die Exporte von erneuerbaren Energien und regenerativen Technologien, seit 1990, entwickelt und wie ist die Prognose des Senats für die kommenden Jahre?

Hierzu liegen dem Senat keine Angaben vor. Daten zu Lieferungen von erneuerbaren Energien und regenerativen Technologien über die bremischen Landesgrenzen werden vom Statistischen Landesamt Bremen nicht erfasst.