

Kleine Anfrage

des Abg. Paul Nemeth CDU

und

Antwort

des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Zukunftstechnologie Fusionskraft

Kleine Anfrage

Ich frage die Landesregierung:

1. Welche Erkenntnisse liegen ihr über sogenannte Fusionskraftwerke vor, die mit laserbasierter Fusionstechnologie Energie gewinnen?
2. Welche Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Unternehmen aus Baden-Württemberg befassen sich mit der Erforschung und Entwicklung der laserbasierten Fusionstechnologie?
3. Was ist ihr über Pläne für die Errichtung einer Demonstrationsanlage sowie eines Prototyps in Penzberg im Freistaat Bayern bekannt?
4. Welche Bedeutung misst sie der Fusionskraft als Zukunftstechnologie bei?
5. Welche Risiken birgt die laserbasierte Fusionstechnologie?
6. In welchem Zeithorizont kann abgesehen werden, ob Fusionskraftwerke eine erfolversprechende Technologie zur Energiegewinnung sind?
7. Was bedeutet die Entwicklung laserbasierter Fusionstechnologie für die Energiewende, wenn Fusionskraftwerke erfolgreich arbeiten?

09. 12. 2020

Nemeth CDU

Begründung

In der Presse wird über Pläne für Investitionen von bis zu zwei Milliarden Euro in den Prototyp eines Fusionskraftwerks in Penzberg (Bayern) berichtet. Zum Wissenschafts- und Technologiebeirat des dort tätigen Unternehmens soll der Physiknobelpreisträger Gerard Mourou gehören. Mit dieser Kleinen Anfrage soll die Haltung der Landesregierung zu dieser Zukunftstechnologie sowie der aktuelle Entwicklungsstand abgefragt werden.

Antwort

Mit Schreiben vom 30. Dezember 2020 Nr. 3-451/39 beantwortet das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft im Einvernehmen mit dem Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst sowie dem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau die Kleine Anfrage wie folgt:

1. Welche Erkenntnisse liegen ihr über sogenannte Fusionskraftwerke vor, die mit laserbasierter Fusionstechnologie Energie gewinnen?

Bei der Kernfusion reagieren Atomkerne miteinander und wandeln sich unter Abgabe sehr großer Energiemengen in die Atomkerne anderer chemischer Elemente um. Da die für die Reaktion verantwortlichen Kernkräfte erst bei sehr kleinen Abständen wirksam werden, ist eine Überwindung der elektrischen Abstoßung der positiv geladenen Atomkerne erforderlich. Dies ist möglich bei extrem hohen Temperaturen und Dichten, für deren Erzeugung eine beträchtliche Energiemenge aufgewendet werden muss. In Sternen werden diese für die Fusion erforderlichen Materiezustände durch die Gravitationskraft, in Fusionsbomben durch die Zündung extrem starker Sprengsätze erreicht.

Die nichtmilitärische Forschung zur Kernfusion verfolgt das Ziel, Fusionsreaktionen zu erzeugen und mit dem dabei theoretisch zu erwartenden Nettoenergiegewinn ein Kraftwerk zur Stromerzeugung zu betreiben. Dabei konzentriert man sich zurzeit vorwiegend auf Reaktorkonzepte mit magnetischem Einschluss des Brennstoffs: Der Brennstoff wird stark aufgeheizt, bis ein elektrisch leitendes Plasma aus Atomkernen und Elektronen entsteht, welches dann in einer speziellen Konfiguration aus Magnetfeldern eingeschlossen und weiter aufgeheizt wird, bis sich die Fusionsreaktion einstellt. Derartige Konzepte wurden weltweit in einigen Versuchsanlagen erforscht. In Europa ist aktuell z. B. der Demonstrationsreaktor ITER im französischen Kernforschungszentrum Cadarache in Saint-Paul-lès-Durance in Errichtung. Mit ihm soll etwa ab 2027 eine kontrollierte Fusion mit einem Nettoenergiegewinn möglich sein.

Die lasergetriebene Fusion (auch Trägheitsfusion genannt) erzeugt das für die Fusion erforderliche hochenergetische Plasma durch Beschuss des Brennstoffs mit Laserpulsen. Die Energiezufuhr über den Laserpuls erfolgt in einem räumlich kleinen Bereich in extrem kurzer Zeit. Dabei wird der Brennstoff verdichtet und bis zur Fusion aufgeheizt. Die Größe des Brennstofftargets liegt typischerweise im Millimeterbereich. Experimente zur lasergetriebenen Fusion finden bislang vorwiegend in Forschungseinrichtungen mit militärischem Schwerpunkt statt, beispielsweise in der National Ignition Facility des Lawrence Livermore National Laboratory in Kalifornien.

Die Forschungen im Bereich der lasergetriebenen Fusion befassen sich mit der Weiterentwicklung dieses Fusionsprinzips zu einer effektiven Energieerzeugung. Der Weg zu einem kommerziell nutzbaren Kraftwerk ist sehr weit. Neben der Hochskalierung der Fusionsreaktion vom Forschungsmaßstab zu einer nutzbaren Energiequelle sind für ein Kraftwerk zudem technologische Entwicklungen beim Brennstoff, bei den im Fusionsreaktor einsetzbaren Materialien und bei der Nutzung und Umwandlung der entstehenden Energie in dem Kraftwerk erforderlich. Bis zu einer Anwendung der lasergetriebenen Fusionstechnologie in einem Kraft-

werk zur Stromerzeugung sind verschiedene technologische Entwicklungen und Durchbrüche sowie voraussichtlich ein Zeitraum von zwei oder mehr Dekaden erforderlich.

2. Welche Universitäten, Forschungseinrichtungen oder Unternehmen aus Baden-Württemberg befassen sich mit der Erforschung und Entwicklung der laserbasierten Fusionstechnologie?

In Baden-Württemberg gibt es nach derzeitigem Kenntnisstand keine Unternehmen oder Forschungseinrichtungen, die sich mit der konkreten Entwicklung eines lasergetriebenen Fusionsreaktors befassen. Dies schließt nicht aus, dass universitäre Grundlagenforschungen oder Forschungen und Entwicklungen, beispielsweise in der Lasertechnik, zu Ergebnissen führen, die für Fortschritte in Richtung eines solchen Fusionsreaktors wichtig sind.

Spezifische Forschung und Entwicklung zur Fusionstechnologie mit magnetischem Einschluss wird in Baden-Württemberg am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und an der Universität Stuttgart durchgeführt.

Ein international beachteter Forschungsschwerpunkt zur Kernfusion befindet sich am KIT (Campus Nord). Im „Programm Kernfusion“ werden dort in interdisziplinärer Zusammenarbeit von sechs Instituten insbesondere ingenieurtechnische Entwicklungen von Komponenten von Fusionsreaktoren vorangetrieben. Das KIT ist an zahlreichen internationalen Großprojekten beteiligt. Es konzipiert Schlüsseltechnologien und -komponenten für folgende Versuchsreaktoren: International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) in Saint-Paul-lès-Durance/Frankreich (im Bau als gemeinsames Projekt von EU, USA, China, Südkorea, Japan, Russland und Indien), JT-60SA in Naka/Japan (europäisch-japanisches Projekt) und Wendelstein 7-X in Greifswald (Experimentieranlage des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik).

Das KIT ist Mitglied des Konsortiums EUROfusion, dem 30 Fusionsforschungszentren in 26 Ländern der Europäischen Union sowie in der Schweiz und der Ukraine angehören. In der International School on Fusion Technologies, die seit 2007 als wissenschaftliche Summer School am KIT Campus Nord durchgeführt wird, werden aktuelle Forschungsthemen und -ergebnisse aus dem Bereich der Fusionsforschung an Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler vermittelt.

Am Institut für Grenzflächenverfahrenstechnik und Plasmatechnologie (IGVP) der Universität Stuttgart befasst sich die Forschungsgruppe Plasmadynamik und -diagnostik mit Fragestellungen der Fusionsforschung sowie grundlegenden Problemen von Laborplasmen.

3. Was ist ihr über Pläne für die Errichtung einer Demonstrationsanlage sowie eines Prototyps in Penzberg im Freistaat Bayern bekannt?

Die Pläne der im Jahr 2019 gegründeten Münchner Firma „Marvel Fusion“ am Standort Penzberg sind der Landesregierung aus öffentlich verfügbaren Informationen bekannt. Der Grundstücksverkauf und die Genehmigungsverfahren für eine Demonstrationsanlage betreffen nur bayerische Behörden.

Insbesondere den von der Stadt Penzberg öffentlich zur Verfügung gestellten Informationen ist zu entnehmen, dass Marvel Fusion dort bis zum Jahr 2023 eine Demonstrationsanlage zur Erzeugung lasergetriebener Trägheitsfusion errichten möchte. Der Kostenrahmen wird mit 200 bis 300 Millionen Euro beziffert, wobei die Finanzierung durch private Investoren gesichert sei. Als Kooperationspartner der öffentlichen Hand werden diverse Universitäten und Forschungseinrichtungen erwähnt.

In der Demonstrationsanlage sollen die Atomkerne der chemischen Elemente Bor und Wasserstoff unter Energiezufuhr aus sehr kurz gepulsten, hochenergetischen Lasern fusioniert werden. Bei dieser Fusionsreaktion entstehen als Endprodukte Heliumkerne (Alphastrahlung). Es ist auch angedacht, den Fusionsprozess durch die zusätzliche Verwendung von Tritium zu unterstützen.

In einem zweiten Schritt wird bis 2028 die Errichtung eines Fusionskraftwerk-Prototyps angestrebt, welches dann nach einigen weiteren Jahren für die kommerzielle Stromerzeugung bereit sein soll. Für die Umwandlung der bei der Fusion erzeugten Energie, die in Form von Bewegungsenergie geladener Teilchen vorliegt, in elektrische Energie wird zum einen magnetische Induktion und zum anderen die Zuführung der Wärme über Wärmetauscher in die Turbine eines Kraftwerks genannt. Konkrete Konzepte sollen erst noch entwickelt werden. Das Investitionsvolumen für diesen Schritt wird mit bis zu zwei Milliarden Euro beziffert.

4. Welche Bedeutung misst sie der Fusionskraft als Zukunftstechnologie bei?

Die zivile Nutzung der Kernfusion ist seit langem Gegenstand wissenschaftlicher Forschung und wird in großen Versuchsanlagen vorangetrieben. Dem Ziel eines Fusionskraftwerks ist man dabei bislang nur in kleinen Schritten nähergekommen, da sich auf dem Weg dorthin immer wieder komplexe wissenschaftliche und technologische Herausforderungen gestellt haben. Einem schlussendlichen Erfolg, der zu einer kommerziellen Nutzung im relevanten Maßstab führt, stehen keine prinzipiellen Hürden entgegen, er ist aber zurzeit auch nicht konkret absehbar.

Auf Vor- und Nachteile dieser Technologie im Vergleich zu anderen Technologien der Stromerzeugung wird in der Stellungnahme zu Frage 7 eingegangen.

5. Welche Risiken birgt die laserbasierte Fusionstechnologie?

Ebenso wie die Kernspaltung ist die Fusionstechnologie mit Strahlung und Radioaktivität verbunden, da die entstehenden hochenergetischen Teilchen schließlich wieder mit ihrer Umgebung (z. B. den Wänden der Versuchskammer) reagieren. Das Personal und die Umgebung einer solchen Anlage müssen vor der Auswirkung der Strahlung geschützt werden und die in der Versuchskammer verwendeten Materialien müssen letztlich als radioaktiver Abfall entsorgt werden. Anders als bei der Kernspaltung entstehen jedoch keine langlebigen Reaktionsprodukte oder hochaktiven Abfälle.

Unfälle durch ein versehentliches Auslösen der Kernreaktion beim Umgang mit dem Brennstoff, wie sie durch Kernspaltung von Uran in der Vergangenheit vorkamen, sind bei der Fusion nicht zu befürchten, da die für die Reaktion erforderlichen Bedingungen ja erst aufwendig durch den Laserbeschuss des Brennstoffs hergestellt werden müssen. Die Menge des in die Fusionsanlage eingebrachten Brennstoffs muss allerdings so bemessen sein, dass bei seinem erfolgreichen Durchzünden mittels Fusion die installierten Abschirmungen zum Schutz der Beschäftigten und der Umgebung der Anlage ausreichend sind.

Welche Störfälle und Unfälle in einem Kraftwerk möglich sind und wie diese beherrscht oder verhindert werden können, kann erst nach Vorliegen eines Kraftwerkdesigns beurteilt werden.

6. In welchem Zeithorizont kann abgesehen werden, ob Fusionskraftwerke eine erfolgversprechende Technologie zur Energiegewinnung sind?

Wie in den Stellungnahmen zu den Fragen 1 und 4 bereits angesprochen, liegt der Fokus zurzeit noch auf der Realisierung einer Fusionsanlage als Demonstrationsanlage, welche den theoretisch möglichen Nettoenergiegewinn auch tatsächlich erzielt. Der Zeithorizont für den zweiten Schritt, in dem eine solche Energiequelle in einem geeigneten Kraftwerksdesign eingesetzt werden kann, ist dementsprechend noch schwieriger vorherzusagen.

Schon jetzt ist davon auszugehen, dass eine Stromerzeugung zu einem wettbewerbsfähigen Preis wenn überhaupt dann nur mit sehr leistungsstarken Anlagen möglich sein wird. Solche Anlagen würden voraussichtlich auf große Akzeptanzprobleme bei der Bevölkerung an den vorgesehenen Standorten führen. Sie dürften zudem nur schwer kompatibel sein mit den sich bis dahin gewandelten Stromnetzen und Energieversorgungssystemen.

7. Was bedeutet die Entwicklung laserbasierter Fusionstechnologie für die Energiewende, wenn Fusionskraftwerke erfolgreich arbeiten?

Grundsätzlich lässt sich feststellen, dass die Kernfusion gegenüber der Verbrennung fossiler Energieträger den Vorteil hat, dass kein Kohlendioxid entsteht und nur relativ geringe Mengen an Brennstoff erforderlich sind. Andererseits dürfte der Fusionsprozess keine nachhaltige Form der Energieerzeugung darstellen, da er mit radioaktiven Abfällen verbunden sein wird, sodass prinzipielle Nachteile gegenüber erneuerbaren Energien bestehen.

Eine mögliche Relevanz für die Energiewende ist eine sehr hypothetische Fragestellung, da nicht absehbar ist, wann Fusionskraftwerke technisch erfolgreich und wirtschaftlich einsatzfähig sein können. Sie werden sich hinsichtlich Umweltverträglichkeit, Wirtschaftlichkeit und Akzeptanz insbesondere an der Nutzung von erneuerbaren Energien im Stromsektor messen lassen müssen.

Im ersten Halbjahr 2020 betrug der Anteil erneuerbarer Energien am bundesweiten Stromverbrauch bereits knapp 50 Prozent. Dies zeigt die deutlichen Fortschritte auf dem eingeschlagenen Weg der Energiewende. Dabei haben die erneuerbaren Energien große Fortschritte mit Blick auf ihre Verfügbarkeit und die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit im Energiesystem gemacht.

Zur Energiewende, die jetzt und nicht in einer ungewissen Zukunft weiter vorangetrieben werden muss und auf erneuerbare Energien setzt, kann die Fusionstechnologie gegenwärtig und in absehbarer Zukunft voraussichtlich keinen Beitrag leisten. Die Hoffnung auf ihre Realisierung darf kein Anlass dafür sein, bei Forschung, Entwicklung und Anwendung im Bereich erneuerbarer Energien verhaltener zu agieren.

Untersteller

Minister für Umwelt,
Klima und Energiewirtschaft