

Der Vorstand

LANDTAG
NORDRHEIN-WESTFALEN
18. WAHLPERIODE

**STELLUNGNAHME
18/1220**

Alle Abgeordneten

Stellungnahme zum Antrag der Fraktion der FDP: „Ein klares Bekenntnis für die Fusionstechnik – Nordrhein-Westfalen als Standort für das erste Demonstrationskraftwerk in Deutschland vorbereiten“ (Drucksache 18/5387)

Anhörung des Wissenschaftsausschusses am 31. Januar 2024

Sehr geehrter Herr Vorsitzender,
sehr geehrte Ausschussmitglieder,

die Kernfusion ist eine spannende Zukunftstechnologie, die das Potential hat, relativ saubere Grundlastenergie als Ergänzung zu den Erneuerbaren Energien aus Sonne und Wind zu liefern.

In der Energieforschung hat das Forschungszentrum Jülich (FZJ) eine große Tradition. Es wurde in den 50er Jahren als Kernforschungsanlage gegründet. Heute zielt die Jülicher Forschungsstrategie auf die Entwicklung eines Energiesystems, das auf erneuerbarer Energieversorgung basiert, grünen Wasserstoff als Energieträger nutzt einen Beitrag zur Begrenzung des Klimawandels leistet.

Die Fusionsforschung, macht einen relativ kleinen Teil des Jülicher Forschungsportfolios aus. Sie ist aber national gut verankert und international hoch anerkannt. Der Institutsbereich für Plasmaphysik (IEK-4) ist spezialisiert auf die Wechselwirkungen zwischen Plasma und Reaktorwand. Schwerpunkt ist die Energieauskopplung aus den Brennkammern von Fusionsreaktoren. Hier treten extrem hohe Wärmebelastungen auf, denen künftige Kraftwerke im Dauerlastbetrieb standhalten müssen, um wirtschaftlich zu sein. Das FZJ erforscht hierfür geeignete Materialien und analysiert deren Wechselwirkung mit dem heißen Plasma.

Die vorliegende Stellungnahme gibt einen Überblick über die Chancen der Fusionstechnologie und Hinweise, wie sich Deutschland aufstellen sollte, um

**Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich**

Tel.: 02461 61-0
Fax: 02461 61-2920

www.fz-juelich.de

Vorsitzender des Aufsichtsrats:
MinDir Stefan Müller

Geschäftsführung:
Prof. Dr. Astrid Lambrecht
(Vorsitzende)
Karsten Beneke
(Stellv. Vorsitzender)
Dr. Ir. Pieter Jansens

Sitz der Gesellschaft: Jülich
Eingetragen im Handelsregister des
Amtsgerichts Düren Nr. HRB 3498

Bankkonto:
Sparkasse Düren
Konto 40030
BLZ 395 501 10
SWIFT SDUEDE33XXX
IBAN DE24 3955 0110 0000 0400 30

Fracht-/Paketanschrift:
Leo-Brandt-Straße
52428 Jülich

Mitglied der Helmholtz-Gemeinschaft

die möglichen Potentiale dieser Technologie aus unserer Sicht bestmöglich zu nutzen. Für die Gelegenheit zur Stellungnahme zum Antrag der Fraktion der FDP, Drucksache 18/5387, „Ein klares Bekenntnis für die Fusionstechnik – Nordrhein-Westfalen als Standort für das erste Demonstrationskraftwerk in Deutschland vorbereiten“ bedanken wir uns.

I. Zu den Chancen und dem Status der Fusionstechnologie

Trotz ihres Potentials als künftiger Energielieferant, befindet sich die Kernfusion aktuell noch im Stadium der Grundlagenforschung. Deutschland hat sich seit vielen Jahrzehnten darauf konzentriert die Technologie der Magnetfusion weiter voranzutreiben. Der Weg vom aktuellen Stand der Forschung bis in die Anwendung ist noch sehr weit. Die Technologie ist also vielversprechend, kann aber nicht als "bewährt" angesehen werden.

Bis zu einem sogenannten „Demonstrationskraftwerk“ in Deutschland wird es – ab der Entscheidung zum Bau – vermutlich etwa 20 Jahre dauern; bis zu kommerziellen Fusionskraftwerken, die zum Beispiel 5-10% Stromgrundlast in Deutschland liefern könnten, wahrscheinlich noch mindestens weitere 10 Jahre.

Bislang gibt es keine Konzeptstudie für ein kommerzielles Fusionskraftwerk. Es gibt keine verlässlichen Schätzungen der Investitionskosten für ein Fusionskraftwerk oder der Kosten für den durch die Fusion erzeugten Strom. Daher ist es verfrüht zu behaupten, dass durch Fusion erzeugter Strom mit erneuerbaren Energien wettbewerbsfähig sein wird.

Im Vergleich zur Kernspaltungstechnologie (Atomenergie) ist die Kernfusion relativ sauber, weil sie zu wesentlich weniger radioaktivem Abfall führt (keine Endlagerung erforderlich) und die Halbwertszeit dieses Abfalls deutlich kürzer ist (Abklingzeit der Komponenten nach Betriebsende des Reaktors ca. 100 Jahre).

Reifegrad von Technologien

„Technology Readiness Levels“ (TRLs) sind Indikatoren, die in der Industrie weltweit verwendet werden, um den Reifegrad von Technologien zu bewerten. Sie basieren auf einer Skala von 1 bis 9, wobei sich TRL-1 in der Regel auf die Erkundung bezieht, bei der erste grundlegende Prinzipien beobachtet und berichtet werden, und TRL-9 anzeigt, dass ein komplettes System (sprich: ein Kraftwerk im Großmaßstab) erfolgreich in der Praxis betrieben wird.

Magnetfusion versus Laserfusion

Magnetfusion, die auf Tokamak- oder Stellarator-Reaktorentwürfen basiert, **ist in Bezug auf die technologische Reife deutlich weiter fortgeschritten als die Laserfusion.**

Bei Laserfusion Technologie (Inertial Confinement Fusion, ICF), die im Schwerpunkt an der National Ignition Facility (NIF) in den USA entwickelt wird, werden Hochleistungslaser verwendet, um Deuterium-Tritium-Kügelchen zu erhitzen und zu komprimieren, bis die Fusionsreaktion eintritt. Die NIF hat dabei sehr erfolgreiche Experimente auf dem Weg zur Erhöhung der Fusionsausbeute durchgeführt und Ende 2022 wurde ein Energieüberschuss aus der Fusionsreaktion erreicht. Ein Nettoenergiegewinn über das gesamte Experiment wurde jedoch bei weitem nicht erreicht. Zudem bringt der Übergang von erfolgreichen Experimenten zu einem kommerziellen Kraftwerk Herausforderungen mit sich, die bisher nicht oder nur in Ansätzen angegangen wurden. Das TRL der Laserfusion kann mit etwa 1-3 abgeschätzt werden. Das heißt, dass der Nachweis des Konzepts („Proof of Concept“) erbracht wurde. Eine technisch realisierbare, für die Stromerzeugung geeignete Reaktorkonfiguration ist jedoch (noch) nicht in Sicht und grundlegende physikalische Fragen sind noch zu klären.

Magnetfusion Technologie (Magnetic Confinement Fusion, MCF), auf der sowohl Tokamaks (z.B. ITER) als auch Stellaratoren (z.B. Wendelstein 7-X) basieren, beruht auf starken Magnetfeldern, um das heiße Fusionsplasma einzuschließen. Mit dem Bau und dem geplanten Betrieb von ITER bewegt sich die MCF auf deutlich höhere TRLs zu. Vor dem Betrieb von ITER liegt das TRL für MCF bei etwa 4 (d.h. „Versuchsaufbau im Labor“). Nach dem Betriebsbeginn von ITER wird ein TRL von 7 erreicht (d.h. „Demonstration im Einsatzumgebung“). Dies entspricht dem Übergang von der Prototypendemonstration auf Komponentenebene in einer relevanten Umgebung zur Demonstration des Gesamtsystems in einer relevanten Betriebsumgebung.

Wichtig ist, dass ITER selbst (nur) ein Forschungsreaktor und kein Kraftwerk zur Stromerzeugung ist. Der Weg zur Kommerzialisierung eines stromerzeugenden MCF-Reaktors erfordert deshalb nochmals erhebliche Entwicklungs- und Demonstrationsarbeiten.

II. Zur Ausrichtung der Fusionsforschung in Deutschland

Die Forschung zur Magnetfusion in Deutschland ist im Forschungsprogramm Energie der Helmholtz Gemeinschaft organisiert, komplementär ausgerichtet und gut in das EU-Forschungsprogramm Eurofusion integriert. Das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) betreibt den Tokamak ASDEX Upgrade in Garching sowie den weltweit größten und fortschrittlichsten Stellarator Wendelstein 7 X in Greifswald. Neben dem IPP erforschen auch das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) – hier liegt der Schwerpunkt auf dem Reaktordesign – und das Forschungszentrum Jülich (FZJ) – hier liegt der Schwerpunkt auf der Plasma-Wand-Wechselwirkung – ebenfalls wichtige Teilbereiche der Fusion. International anerkannte Kompetenzen bestehen daher in Deutschland unter anderem in der Erforschung der Wechselwirkung zwischen Plasma und Reaktorwand, der Materialermüdung, der Hochfeldmagnete, des Brennstoffkreislaufs oder komplexer Reaktorkühlsysteme. Das IPP, das KIT und FZJ sind Partner, die im Fusionsprogramm eng zusammenarbeiten. Dabei entfallen etwa 80% der institutionellen Förderung auf das IPP, rund 8-10% auf das Forschungszentrum Jülich.

III. Auf dem Weg zum ersten „Demonstrationskraftwerk“ in Deutschland

Es ist wichtig zu klären, was mit dem Begriff "Demonstrationskraftwerk" gemeint ist, und ein gemeinsames Verständnis seiner Dimensionen zu haben. Die deutsche Fusionsforschungsgemeinschaft zieht es vor, von einem Prototyp-Reaktor zu sprechen, der in einer realen Umgebung getestet wird (TRL-7). Ein solcher Prototyp-Reaktor muss in der Lage dazu sein, ein minimales Plasmavolumen zu bewältigen und benötigt eine bestimmte minimale magnetische Kraft, um eine elektrische Nettoleistung zu erzielen.

Nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand wird **ein solcher Prototyp-Reaktor Fusionsenergie in der Größenordnung von 1-2 GW erzeugen**, was in der gleichen Größenordnung liegt wie die derzeitigen kommerziellen Atomkraftwerke.

Die Planung, der Bau und die Inbetriebnahme eines so großen und komplexen Kraftwerks, das auf einer neuartigen Technologie basiert, kann nur dann erfolgreich sein, wenn sie von einem großen **industriengeführten Konsortium mit voller Unterstützung der deutschen Fusionsforschungsgemeinschaft durchgeführt wird**.

Die Standortwahl für den Prototyp-Reaktor muss vom Konsortium auf der Grundlage einer Vielzahl von Standortfaktoren getroffen werden, darunter der Anschluss an das Stromnetz, die Nähe zu den Wärmeabnehmern, Genehmigungen, Subventionen usw.

Das Land NRW könnte sich selbstverständlich entscheiden, geeignete Standorte anzubieten. Der Forschungscampus des FZJ ist jedoch kein geeigneter Standort für einen Prototyp-Reaktor, noch dazu mit einer so großen (annähernd kommerziellen) Kapazität.

IV. Schlussfolgerung und Ausblick

- Die Kernfusion ist eine vielversprechende Zukunftstechnologie, die das Potential hat, relativ saubere Grundlastenergie als Ergänzung zu den Erneuerbaren Energien aus Sonne und Wind zu liefern.
- Der Weg vom aktuellen Stand der Forschung bis in die kommerzielle Anwendung der Fusionstechnologie ist aber noch sehr weit (mindestens 20-30 Jahre).
- Die Fusionstechnologie könnte im Laufe der Zeit zusätzlich zu den erneuerbaren Energien zu einem Anbieter von Grundlastenergie werden.
- Die Fusionstechnologie kann aber keinen Beitrag zur Lösung der aktuellen Energiekrise leisten. Die derzeit in Deutschlands stattfindende Energiewende und somit auch der Strukturwandel im Rheinischen Revier muss und kann ohne diese Technologie auskommen.
- Das FZJ rät daher dringend davon ab, finanzielle Mittel für Strukturwandel-Projekte in die Grundlagenforschung zur Fusionstechnologie umzuleiten.
- Im Übrigen hat kürzlich eine Studie des FZJ gezeigt, dass die zukünftige Energieversorgung Deutschlands mittels erneuerbarer Energieerzeugung und Speicherung von Wasserstoff sowie Wasserstoffderivaten, auch im Falle von sogenannten Dunkelflauten, im Prinzip möglich ist (vgl. Energieperspektiven 2030).
- Die Planung, der Bau und die Inbetriebnahme eines Demonstrationskraftwerks (Prototyp-Reaktor) auf Basis der Magnetfusion-Technologie in Deutschland kann nur dann erfolgreich sein, wenn sie von einem großen, von der Industrie geführten Konsortium mit voller Unterstützung der deutschen Fusionsforschungsgemeinschaft durchgeführt wird.

- Das FZJ ist in der Lage und bereit, mit seinem Fachwissen und seiner Forschung auf dem Gebiet der Plasma-Wand-Wechselwirkung einen Beitrag zu einem solchen Konsortium zu leisten.
- Der Forschungscampus des FZJ ist jedoch keine geeignete Standortwahl für einen Prototyp-Fusionsreaktor.



Prof. Dr. Astrid Lambrecht
Vorsitzende des Vorstandes
Forschungszentrum Jülich



Dr. Ir. Pieter Jansens
Mitglied des Vorstandes
Forschungszentrum Jülich