

Fusionsforschung als Gegenstand parlamentarischer Technikfolgenabschätzung

R. Grünwald, A. Grunwald, D. Oertel, ITAS

Fusionsforschung im gesellschaftlichen Kontext

Die Forschung zur Kernfusion stellt die Möglichkeit der Erschließung einer nahezu unerschöpflichen Energiequelle bis zur Mitte dieses Jahrhunderts in Aussicht. Angesichts der erheblichen Nachhaltigkeitsprobleme der Energieversorgung insgesamt (Endlichkeit fossiler Energieträger, Klimaschutz, Emissionsprobleme, Versorgungssicherheit, Unfallrisiken) stellt sich die Fusionsforschung in den Kontext einer langfristig angelegten Vorsorgestrategie zur Sicherung der zukünftigen Energieversorgung der Menschheit. Hierbei ist selbstverständlich eine ganze Reihe von gesellschaftlichen Implikationen enthalten:

- Finanzierung der Fusionsforschung angesichts bekanntermaßen knapper öffentlicher Mittel und der nicht garantierten Erfolgsaussichten
- Standortfragen wichtiger Forschungseinrichtungen wie in der Vergangenheit JET und Wendelstein oder ITER und DEMO in der Zukunft
- Einpassung möglicher Beiträge der Fusion in ein Energieportfolio und in Versorgungssysteme der Zukunft
- Folgen einer zukünftigen Einführung der Fusionstechnologie in großem Umfang in ökologischer, ökonomischer, sozialer und politischer Hinsicht.

Einige dieser Fragen werden im Rahmen des SERF-Projekts (Socio-Economic Research on

Fusion) als Bestandteil des Europäischen Fusionsforschungsprogramms bearbeitet. Ein übergreifender gesellschaftlicher Diskurs zur Fusion jenseits dieser Arbeiten existiert jedoch bislang nicht.

Die TAB-Studie zur Fusionsforschung

Vor diesem Hintergrund hat der Bundestag das Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB, vgl. Grunwald/Petermann in diesem Heft) 2001 damit beauftragt, den Stand der Entwicklung, die Wirtschaftlichkeit, die Sicherheit, die Umwelteigenschaften sowie forschungs- und industriepolitische Aspekte der Kernfusion unter Hinzuziehung externer Gutachter zu untersuchen. Ein wichtiges Motiv hierfür war, dass zu diesem Zeitpunkt die Standortfrage für das internationale Großexperiment ITER sowie dessen Finanzierung zur Entscheidung anstanden. Zu diesen Fragen bestehen im politischen Raum klare Fronten: CDU/CSU und FDP befürworten die Fusionsforschung uneingeschränkt, SPD und Bündnis 90/Die Grünen stehen ihr kritisch gegenüber [1].

Methodische Probleme und Herausforderungen

Das Forschungsfeld wurde zunächst nach „einfachen“ Leitfragen gegliedert (s.u.). In der Beantwortung waren vor allem zwei Herausforderungen zu bewältigen. Zum einen sind auf Grund des sehr langen Zeithorizontes von 50 Jahren Extrapolationen erforderlich, die erheblich über

den gesicherten gegenwärtigen Stand der Erkenntnis hinausgehen. Auf die damit verbundenen Unsicherheiten wurde jeweils hingewiesen, um nicht eine falsche Verlässlichkeit zu suggerieren [2].

Zum anderen sind in der Fusionsforschung Sachverstand und Expertentum auf der einen Seite und Interesse an der Fortführung auf der anderen eng miteinander gekoppelt [3]. Daher wurde – im Rahmen eines Gutachtens [4] – ein breites Spektrum von Befürwortern und Kritikern interviewt, damit jeweils die zentralen Argumente mit einbezogen werden konnten. Zusätzlich wurde auch die parlamentarische Anhörung „Kernfusion“ vom 28.03.2001 intensiv ausgewertet.

Die in der Technikfolgenabschätzung geläufige Problematik, dass Wissen und Bewertungen häufig nicht sauber getrennt werden können, trifft angesichts der beiden genannten Schwierigkeiten auf ein Assessment der Fusion besonders zu. Auch unter Wissensaspekten scheinbar einfache Angelegenheiten wie Kostenvergleiche können sensible Bewertungsprobleme beinhalten. Die Aufwendungen für Fusion könnten, als Beispiel, einerseits mit denen für erneuerbare Energien, andererseits mit denen der experimentellen Elementarteilchenphysik (die Großanlagen wie DESY benötigt) verglichen werden. Je nach Vergleichsmaßstab könnten sie als hoch oder als weniger hoch bewertet werden. Es kommt also immer darauf an, in welche Kontexte man bestimmte Daten stellt.

Ergebnisse

Was kostet die Fusionsforschung?

In den letzten 30 Jahren wurden erhebliche öffentliche Mittel in die Förderung der Fusionsforschung investiert. In der Europäischen Union wurden bis Ende der neunziger Jahre nahezu 10 Milliarden Euro für die Fusionsforschung aufgewendet. In Deutschland wurden in den letzten Jahren im Mittel etwa jährlich 100 Millionen Euro aus Bundesmitteln in die Fusionsforschung investiert. Bis zur möglichen Realisierung der Stromerzeugung durch Kernfusion müsste nach heutiger Schätzung die Forschung und Entwick-

lung noch einmal über 50 Jahre in einem Umfang von insgesamt etwa 60-80 Milliarden Euro – davon innerhalb der EU 20 bis 30 Milliarden Euro – gefördert werden.

ITER wurde von zunächst 7 auf 3,5 Milliarden Euro redimensioniert, die sich voraussichtlich über zehn Jahre verteilen werden. Die internationalen Verhandlungen zu Budgetfragen hängen eng mit der Standortdiskussion zusammen und erwiesen sich bis zum heutigen Tage als außerordentlich komplex. Der gegenwärtige Stand ist, dass die EU sich auf einen gemeinsamen Vorschlag für einen Standort geeinigt hat (Cadarache / Frankreich), der in Konkurrenz zum von Japan

vorgeschlagenen Standort Rokkasho steht. Eine endgültige Entscheidung zwischen diesen beiden Vorschlägen steht noch aus. Da ein Standortvorschlag Kanadas nicht zum Zuge kam, hat sich Kanada inzwischen aus dem ITER-Projekt zurückgezogen [5].

Wozu brauchen wir Kernfusion?

Die Argumente für die Fusionsenergie sind im Wesentlichen von Vorsorgeüberlegungen bestimmt. Alle globalen Energieszenarien gehen von einem weiter steigenden Energiebedarf aus (siehe Abb. 1). In einigen Szenarien nimmt der weltweite Bedarf an Primärenergie bis zum Jahr 2050

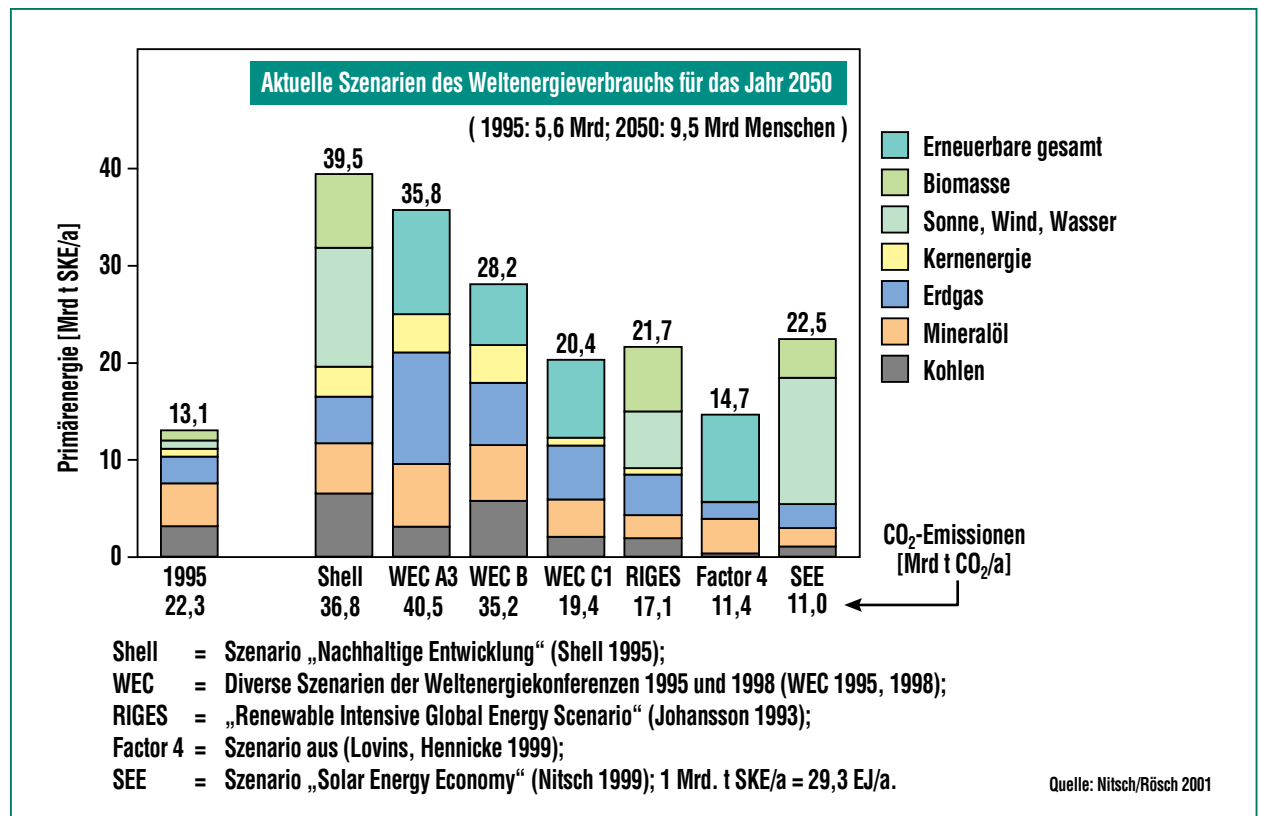


Abb. 1: Alle globalen Energieszenarien gehen von einem weiter steigenden Energiebedarf aus. In einigen Szenarien nimmt der weltweite Bedarf an Primärenergie bis zum Jahr 2050 auf das Zwei- bis Dreifache des Wertes von 1990 zu.

auf das Zwei- bis Dreifache des Wertes von 1990 zu. Mit Energie-sparmaßnahmen kann diese Entwicklung höchstens gebremst werden. Klimaschutzaspekte erfordern langfristig einen Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energieträger. Dies ist auch sinnvoll aus der Nachhaltigkeitsperspektive, weil die begrenzten fossilen Ressourcen dann für andere Nutzungen erhalten bleiben.

Die durch die Verknappung der fossilen Energieträger und den steigenden Weltenergiebedarf entstehende Lücke in der Energieversorgung wird in vielen Energieszenarien im Wesentlichen durch regenerative Energieträger geschlossen. Regenerative Energieträger und Kernfusion werden für 2050 daher oft in einer gewissen Konkurrenz zueinander diskutiert. Es ist jedoch durchaus eine Koexistenz beider Optionen der Energiebereitstellung denkbar, denn im Hinblick auf die Art der Anlagen liegt vielfach eine Komplementarität vor: Fusionskraftwerke wären als zentrale großtechnische Anlagen vor allem zur Sicherung der Grundlast in urbanen Regionen geeignet. Regenerative Energieträger hingegen werden eher in dezentralen kleineren Einheiten realisiert.

Wie sicher ist Kernfusion?

Ein wesentlicher Unterschied zu Kernspaltungs-Kraftwerken besteht darin, dass unkontrollierte nukleare Kettenreaktionen in Fusionsreaktoren naturgesetzlich ausgeschlossen sind. Katastrophale Unfallszenarien sind dennoch vorstellbar. Welche Typen

von Unfällen mit welcher Wahrscheinlichkeit eintreten könnten und in welchem Umfang das radioaktive Inventar in diesem Fall freigesetzt werden könnte, hängt vom Reaktordesign ab. Ob das Ziel der inhärenten Sicherheit er-

reicht werden kann, hängt daher von den Ergebnissen einer noch über Jahrzehnte zu leistenden Forschungs- und Entwicklungsarbeit ab.

Der Fusionsbrennstoff Tritium wird in verschiedenen fortge-

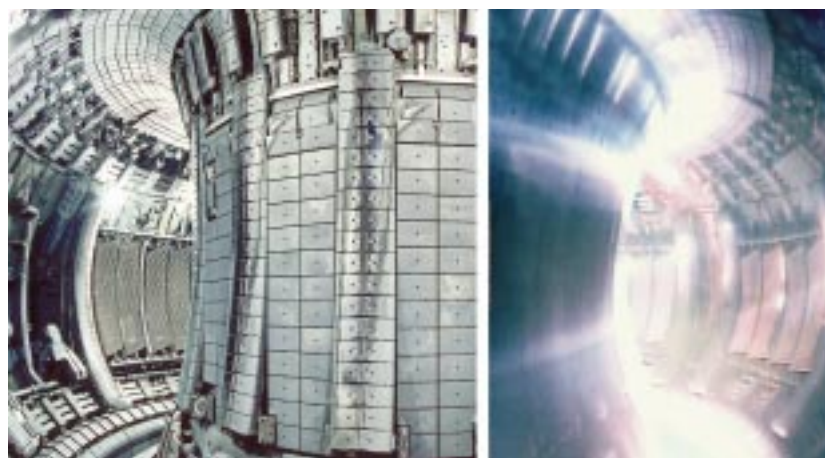


Abb. 2: Blick in das Innere von JET (Joint European Torus), der zur Zeit weltweit größten Versuchsanlage für die Fusionsforschung (Bildquelle: EFDA-JET).

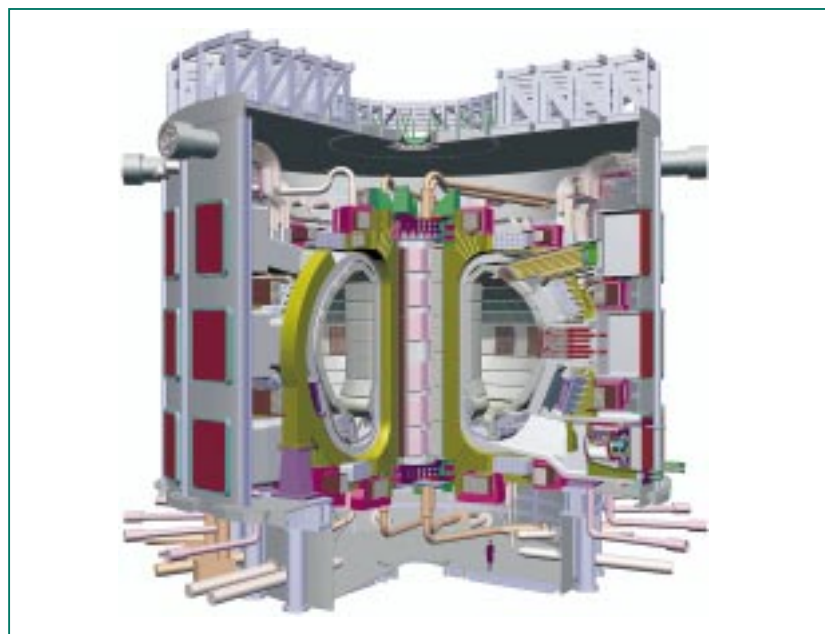


Abb. 3: Der in weltweiter Zusammenarbeit geplante Experimentalkernreaktor ITER (ITER: lat. „der Weg“) ist der nächste technologische Schritt auf dem Weg zum Fusionskraftwerk (Bildquelle: ITER – International Team).

schrittenen Kernwaffendesigns eingesetzt und hat Bedeutung für die Weiterverbreitung von Kernwaffen. Tritium stellt daher ein Proliferationsrisiko beim Betrieb von Fusionsreaktoren dar. Das Risiko der Erbrütung waffenfähiger spaltbarer Materialien (z.B. Plutonium) ist jedoch bei einem Fusionsreaktor wesentlich niedriger.

Wie wirtschaftlich ist Strom aus Kernfusion?

Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit von Fusionsstrom gegenüber konkurrierenden Energieträgern ist höchst spekulativ. Allein die Geschwindigkeit des technologischen Fortschrittes und die Kostenentwicklung bei konkurrierenden, z.B. regenerativen Energiesystemen, die von immenser Bedeutung für deren Konkurrenzfähigkeit ist, entziehen sich der langfristigen Vorhersagbarkeit. Als sicher gilt, dass die Investitionen gegenüber den Betriebskosten die Stromgestehungskosten dominieren werden. Für eine Anlage mit 1.000 MW_e werden fünf bis sechs Mrd. Euro angegeben. Fusionskraftwerke werden sich daher hauptsächlich für die zentralisierte Stromerzeugung in der Grundlast eignen. Selbst die Befürworter der Kernfusion gehen davon aus, dass die Stromgestehungskosten aus heutiger Sicht eher höher als bei konkurrierenden Technologien liegen werden.

Wenn der gegenwärtige weltweite Trend zur Liberalisierung der Energiemärkte anhält, wäre die hohe Kapitalintensität ein gewichtiger Nachteil für Fusionskraftwerke. Dazu kommt, dass Fusionskraft-

werke am Anfang mit zumindest teilweise bereits abgeschriebenen Kraftwerken konkurrieren müssten, die zu Grenzkosten produzieren können. Möglicherweise würden Anfangsschwierigkeiten beim Markteintritt eine staatliche Unterstützung erforderlich machen (wie dies gegenwärtig für erneuerbare Energien der Fall ist).

Wie umweltfreundlich ist Strom aus Kernfusion?

Beim Fusionsprozess entstehen keine klimaschädigenden Treibhausgase. Eine funktionierende Fusionstechnologie wäre daher geeignet, ab der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts einen Beitrag zur Vermeidung von Klimaveränderungen zu leisten. Werden Umwelt- und Klimaschutzziele in den nächsten Jahrzehnten vergleichsweise hoch gewichtet, würden die ersten Fusionskraftwerke ein Umfeld vorfinden, welches wahrscheinlich durch die intensive Nutzung erneuerbarer Energieträger und einen – im Vergleich zu einer Situation ohne derartige Maßnahmen – geringer ausfallenden Energiebedarf gekennzeichnet wäre.

Die in den Reaktoren erzeugten radioaktiven Abfälle (im Wesentlichen aktivierte Strukturmaterialien und Reststoffe aus der Tritium-Gewinnung) stellen das radiologische Hauptproblem bei der Kernfusion dar. Wie diese zu bewerten sein werden, hängt von der Weiterentwicklung der Technologie und der verwendeten Materialien in den nächsten Jahrzehnten ab. Ein weiteres radiologisches Risiko ist der Brennstoff Tritium. Tritium ist sehr mobil und

daher im Fall einer Freisetzung schwer beherrschbar.

Die Ressourcensituation ist im Wesentlichen unproblematisch. Die heute bevorzugten Fusionsbrennstoffe, Deuterium und Tritium, das aus Lithium gewonnen wird, sind weltweit in großen Mengen vorhanden. Da die Fusionsenergie im Brennstoff in hoher Dichte gespeichert ist, sind kaum Transporte erforderlich. Die Mengen an Deuterium und Lithium, die jährlich für ein 1.000 MW_e-Fusionskraftwerk benötigt würden, könnten in einem einzigen Lastwagen angeliefert werden. Dabei werden keine radioaktiven Substanzen transportiert.

Die Beratung des TAB-Berichts im Bundestag

Die Behandlung der TAB-Studie im Bundestag hat deutlich die unterschiedlichen Positionen der Fraktionen erkennen lassen. Bereits bei der Abnahme des Berichts im Forschungsausschuss kam es zu heftigen Diskussionen (was jedoch die einstimmige Abnahme nicht behinderte).

Die Kontroverse setzte sich auch in der Plenardebatte am 8. Mai 2003 anlässlich zweier Anträge der CDU/CSU [6] und der FDP [7] zum Thema fort. Die Opposition forderte übereinstimmend eine Stärkung der Fusionsforschung, die CDU/CSU setzte sich sogar dafür ein, dass sich die Bundesrepublik um den Standort für ITER bewerben solle. Auf der anderen Seite standen SPD und Bündnis 90/Die Grünen, die die Forschungsförderung der Fusion zugunsten der Förderung erneuerbarer Energien reduzieren wollten.

Welche Wirkungen der TAB-Bericht im Bundestag entfaltet hat, ist schwierig zu sagen. Zum einen ist es generell diffizil, diese Wirkungen konkret aufzuzeigen. Auch wenn sich die Position von Fraktionen oder einzelnen Abgeordneten auf Grund eines TAB-Berichts verändert hätte, ist der Nachweis dieses Zusammenhangs ohne explizite diesbezügliche Äußerungen kaum möglich. Zum anderen zeigt die Erfahrung, dass es in Feldern mit festgefahrenen konträren Positionen wie der Kernfusion (oder beispielsweise der Kohlepolitik) nicht einfach ist, diese durch reine Sachargumente aufzuweichen. Dennoch besteht die Hoffnung, dass der TAB-Bericht zu einer rationaleren Debattenkultur beitragen kann. Dies lässt sich nach der abschließenden Beratung des Berichts im Forschungsausschuss, die noch aussteht, möglicherweise besser beantworten.

Ausblick

Entscheidend für eine weitere Verfolgung der Option Kernfusion ist die langfristige Strategie zur Energieversorgung. Kernfusion kommt vor allem als Vorsorgeoption für eine fernere Zu-

kunft, in der Reserven und Ressourcen fossiler Energieträger weitgehend erschöpft sind, in Betracht. Sie könnte zu einem Energiemix beitragen, der robust gegenüber unterschiedlichen politischen und wirtschaftlichen Entwicklungen ist. Zwar ist in vielen Fragen heute nicht verlässlich zu beurteilen, ob und inwieweit die Fusionsenergie den vielen Facetten des Nachhaltigkeitspostulates entspricht. Es ist aber möglich, bereits gegenwärtig entsprechende Anforderungen zu formulieren und die weitere Entwicklung der Fusionstechnologie an diesen Anforderungen zu orientieren.

Durch Erschließung einer praktisch unerschöpflichen Energiequelle und die universelle Verfügbarkeit ihrer Brennstoffe ist Kernfusion geeignet, soziale Konflikte um Ressourcen zu vermeiden. Zudem trägt die ausgeprägte grenzüberschreitende Kooperation bei der Fusionsforschung zur internationalen Verständigung bei. Fusionskraftwerke könnten jedoch auf Akzeptanzprobleme stoßen, weil sie Großprojekte darstellen, ein wesentliches radioaktives Inventar enthalten und Endlager für radioaktive Abfälle

erforderlich machen. Die Fusions-Community ist bemüht, die Unterschiede zur Spaltungstechnologie zu betonen. Ob das in einer massenmedial geprägten Gesellschaft dauerhaft gelingt, bleibt abzuwarten.

Die Energiegewinnung durch Kernfusion wird nur dann Akzeptanz in der Bevölkerung erlangen, wenn sie den Bedürfnissen und Anliegen der Gesellschaft entspricht. Reine Informations- oder Werbemaßnahmen für Zwecke der Akzeptanzbeschaffung haben sich als ungeeignet erwiesen. Zur Vermeidung von Akzeptanz- und Vertrauenskrisen ist ein frühzeitiger intensiver und ergebnisoffener Dialog zwischen Wissenschaft, Interessengruppen und der Öffentlichkeit erforderlich, der auch die vorhandenen Unsicherheiten des Wissens, des technischen Könnens und der einschlägigen Bewertungen offen kommuniziert. Dies ist, angesichts der Schwierigkeit, dass eine direkte Betroffenheit in der Gesellschaft aufgrund der zeitlichen Ferne und der Lebensweltferne der Fusion kaum festzustellen ist, keine einfache Aufgabe.

Literatur

- [1] *Deutscher Bundestag 15. Wahlperiode 43. Sitzung am 8. Mai 2003 Berlin*
- [2] A. Grunwald, R. Grünwald, D. Oertel, H. Paschen, *Kernfusion Sachstandsbericht. TAB-Arbeitsbericht Nr. 75, Berlin (2002), Dieser Bericht stieß auch am Europäischen Parlament auf Interesse und wurde dort ins Englische übersetzt*
- [3] H.-U. Nennen, D. Garbe, *Das Expertendilemma: zur Rolle wissenschaftlicher Gutachter in der öffentlichen Meinungsbildung. Springer, Heidelberg et al. (1996),*
- [4] *Basler & Hofmann Kernfusion. Gutachten im Auftrag des Deutschen Bundestages, Zürich (2001)*
- [5] http://www.iter.org/ITERPublic/ITER/new_text.html, abgerufen am 08.09.04
- [6] *Deutscher Bundestag Drucksache 15/929 Antrag von CDU/CSU vom 06.05.2003 „Unterstützung für eine Bewerbung des Standortes Greifswald/Lubmin für den ITER (Internationaler Thermonuklearer Experimenteller Reaktor).“*
- [7] *Deutscher Bundestag Drucksache 15/685 Antrag der FDP vom 19.03.2003 „Zukunftsorientierte Energieforschung – Fusionsforschung in Deutschland und Europa vorantreiben.“*