

SWR2 Wissen

Illusion Kernfusion –

Der Traum von der besseren Atomenergie

Von Dirk Asendorpf

Sendung: Mittwoch, 10. März 2021, 08.30 Uhr

Redaktion: Sonja Striegl

Regie: Autorenproduktion

Produktion: SWR 2021

Zehn Jahre nach Fukushima und dem beschlossenen Atomausstieg ruhen Hoffnungen auf Energie aus Kernfusion. Sie soll sicher und sauber sein. Doch die Forschung daran kommt nicht voran.

SWR2 Wissen können Sie auch im **SWR2 Webradio** unter www.SWR2.de und auf Mobilgeräten in der **SWR2 App** hören – oder als **Podcast** nachhören:
<https://www.swr.de/~podcast/swr2/programm/podcast-swr2-wissen-100.xml>

Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

Kennen Sie schon das Serviceangebot des Kulturradios SWR2?

Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet besuchen. Mit dem Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert. Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder swr2.de

Die SWR2 App für Android und iOS

Hören Sie das SWR2 Programm, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendung stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR2 App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...
Kostenlos herunterladen: www.swr2.de/app

MANUSKRIFT

Cut A1 - Tagesschau vom 12.3.2011:

Guten Abend, meine Damen und Herren! Nach dem schweren Beben und dem Tsunami in Japan hat sich die Situation im beschädigten Kernkraftwerk Fukushima zugespitzt....

Darüber Sprecher:

12. März 2011, vor zehn Jahren geht das Bild einer gewaltigen Explosion um die Welt.

Cut A1 (wieder hoch):

Ein Reaktorgebäude des Atomkraftwerks fliegt in die Luft. Betontrümmer gehen zu Boden, weiße Rauchsäulen steigen auf. Es sind dramatische Szenen aus dem Nordosten Japans....

Darüber Sprecher:

Die Katastrophe auf der anderen Seite der Erdkugel besiegelte in Deutschland den Atomausstieg. Spätestens Ende 2022 müssen die letzten Reaktoren vom Netz gehen. Damit endet – 60 Jahre nach ihrem Beginn – die Ära der kommerziellen *Kernspaltung*. Doch der Glaube an die Energiegewinnung aus *Kernfusion* lebt weiter.

Zitatorin:

„*Illusion Kernfusion – Der Traum von der besseren Atomkraft*“, von Dirk Asendorpf.

Cut A1 (ausblenden)

Sprecher:

Das Verschmelzen zweier Atomkerne setzt ungeheure Energie frei. Das weiß die Menschheit spätestens seit dem 1. November 1952. Damals hatten die USA die erste Wasserstoffbombe gezündet, 700mal stärker als die Hiroshima-Atombombe. Würde es gelingen, die Fusionsenergie in einem Kraftwerk zu zähmen, stünde eine fast unerschöpfliche, CO₂-freie und vergleichsweise sichere Energiequelle zur Verfügung. Eine unkontrollierte Kettenreaktion wäre unmöglich und die Menge des radioaktiven Abfalls fiel im Vergleich zur Kernspaltung gering aus. Kein Wunder, dass bereits seit 70 Jahren versucht wird, Fusionsenergie für zivile Zwecke nutzbar zu machen. Doch noch immer gibt es auf zentrale Fragen keine Antwort.

Cut A2 - Atmo: Schleuse zur Tokamak-Halle, darüber:

Cut 01a - (Gerhard Raupp):

Ich habe hier angefangen 1988, direkt nach meiner Promotion an der Uni Heidelberg.

Sprecher:

Die Eingangsschleuse zur sogenannten Tokamak-Halle des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik in Garching bei München. Es ist die mit Abstand größte deutsche Forschungseinrichtung zur Kernfusion. Seit 30 Jahren wird hier mit Plasmen

experimentiert. Ein solches Plasma ist die Grundvoraussetzung jedes Fusionsreaktors. Plasmen sind sehr dünne und extrem heiße Gase, in denen sich die Atomkerne aus ihren Elektronenhüllen lösen. Der Physiker Gerhard Raupp hat sein gesamtes Berufsleben damit verbracht.

Cut 01b - (Gerhard Raupp):

Als ich damals hierher kam, da war in dieser Halle ein leerer Fußboden und da wurde gerade das Experiment aufgebaut von 1988 bis 91. Das war eine aufregende Zeit für einen jungen Postdoc zu sehen, wie plötzlich viele Teile da zusammenkommen, die Mannschaften, die wie Ameisen auf dem Gerät herumturnen und alles zusammenschrauben.

Cut A3 - Atmo: Tokamak-Halle, Treppe, darüber:

Sprecher:

ASDEXupgrade heißt die Anlage von der Größe eines Einfamilienhauses. Gewaltige Spulen umschließen eine Vakuumkammer in der Form eines ausgehöhlten Gugelhupfes. Den besten Überblick hat man von einer vier Meter hohen Plattform.

Cut 02 - (Gerhard Raupp):

Hier auf der linken Seite der Kasten, der so groß ist wie, nun ja, zwei übereinander gestellte Autogaragen, das ist einer der Neutralteilchen-Injektoren. Da versucht man eben Wasserstoff oder Deuterium-Teilchen zu beschleunigen. Die werden mit Hochspannung beschleunigt, nachdem man die Elektronen zur Seite genommen hat und anschließend mit hoher Energie eingeschossen.

Sprecher:

In der Vakuumkammer wird das Gas dann mit elektromagnetischer Strahlung auf 50 Millionen Grad erhitzt – viel zu kalt für eine Kernfusion. Sie würde erst bei einer sehr viel höheren Temperatur beginnen. Aber darum geht es in Garching auch gar nicht, hier wird nur erforscht, wie sich ein Plasma erzeugen und über einige Zeit stabil halten lässt. Und das ist schon kompliziert genug.

Cut 03 - (Gerhard Raupp):

Generell sind die Plasmen ja sehr schwierig zu züchten, das heißt, man muss die Maschine mit ihren vielen Aktoren in bestimmten Reihenfolgen hochfahren, um überhaupt die Plasmen zu erzeugen und sie dann auch am Leben zu erhalten. Das heißt, es sind aktiv geregelte Systeme mit vielen Regelschleifen, wo wir typischerweise einige zig Millisekunden haben, innerhalb deren wir Aktionen durchführen müssen. Und wenn hier Instabilitäten auftreten, dann versuchen in der gleichen Reaktionszeit die Maschine abzuschalten.

Sprecher:

Auf dem Weg zu einem stabilen Plasma hat die Fusionsforschung dank immer besserer Messgeräte und immer schnellerer Computer in den vergangenen Jahrzehnten durchaus Fortschritte gemacht. 1997 war es in der JET genannten europäischen Versuchsanlage im britischen Culham erstmals gelungen, mit einer kontrollierten Kernfusion tatsächlich Energie frei zu setzen – allerdings nur halb so

viel wie vorher zur Zündung des Plasmas benötigt worden war. Für einen Energieüberschuss wäre aus physikalischen Gründen eine wesentlich größere Plasmakammer erforderlich. Und die wird im französischen Cadarache gebaut. Nach 35 Jahren Vorbereitung fiel im Juli 2020 der feierliche Startschuss für die Endmontage des *International Thermonuclear Experimental Reactor*, kurz Iter.

Cut A4 - Atmo: Macron-Ansprache, Applaus /...ces forces qui tracent pour le monde un nouveau chemin, un chemin de prospérité, un chemin de progrès pour tous. (Applaus)

Darüber Sprecher:

Wohlstand und Fortschritt für die ganze Welt, das versprach Frankreichs Präsident Emmanuel Macron in seiner Festrede. Das Iter-Projekt geht auf eine Vereinbarung seines Vorgängers François Mitterrand mit Ronald Reagan und Michail Gorbatschow aus dem Jahr 1985 zurück. Neben den USA und Russland gehören auch die gesamte Europäische Union, Großbritannien, China, Indien, Japan, Südkorea und die Schweiz zu dem Konsortium, das für den Bau bereits über 20 Milliarden Euro aufgewendet hat.

Cut A5 - Atmo: Macron-Ansprache:

Nous aurons mis au point là une énergie non polluante, décarbonée, sûre et pratiquement sans déchets, qui permettra tout à la fois de répondre aux besoins de toutes les zones du globe. De relever le défi climatique et de préserver les ressources naturelles. C'est précisément un acte de confiance en l'avenir.

Overvoice:

Wir erschaffen hier eine umweltfreundliche, CO₂-freie, sichere und praktisch abfallfreie Energie, die es ermöglichen wird, die Bedürfnisse aller Regionen der Welt zu erfüllen, den Herausforderungen des Klimawandels zu begegnen und die natürlichen Ressourcen zu erhalten. Es ist ein Akt des Vertrauens in die Zukunft.

Cut A6 - Elektronische Atmo, darüber:

Sprecher:

Man könnte auch sagen: eine große Illusion. Denn noch immer hat die Fusionsforschung für mindestens vier Grundsatzprobleme keine Lösung:

Zitatorin:

Alle bisherigen Experimente konnten eine Kernfusion nur über Sekunden aufrechterhalten, im Iter sollen es Minuten werden. Für eine kommerzielle Nutzung ist aber ein Dauerbetrieb über viele Stunden nötig.

Zweitens: In einem Fusionsreaktor sollen die Wasserstoffisotope Deuterium und Tritium zu Helium verschmelzen. Während Deuterium in großen Mengen im Meer vorkommt, gibt es Tritium in der Natur nicht. Ein Fusionsreaktor soll es deshalb per Kernspaltung aus dem Leichtmetall Lithium gewinnen. Ob das wirklich funktioniert, kann auch im Iter nur ansatzweise erprobt werden.

Drittens: Die innere Wand der Plasmakammer eines Fusionsreaktors muss den Kontakt mit einem bis zu 200 Millionen Grad heißen Plasma bei gleichzeitigem Neutronen-Bombardement dauerhaft aushalten. Ein Material mit diesen Eigenschaften gibt es bisher nicht.

Und viertens: In einem Kraftwerk müsste die enorme Hitze aus der Plasmakammer abgeführt und auf eine klassische Turbine mit Generator geleitet werden. Noch ist unklar, wie das funktionieren könnte. Und im Iter kann es auch nicht erprobt werden. Strom soll erst mit einem viel größeren Nachfolger, genannt Demo, erzeugt werden. Doch dafür gibt es bisher weder einen konkreten Plan noch eine Finanzierung.

Cut A6 (ausblenden)

Cut 04 - (Michael Dittmar):

Es gibt viele Punkte bei dieser Fusionsfrage, die nie diskutiert werden.

Sprecher:

Der Kernphysiker Michael Dittmar arbeitet am europäischen Kernforschungszentrum Cern in Genf und hat den Stand der Fusionsforschung seit 2008 mehrmals kritisch unter die Lupe genommen, zuletzt 2019 in einem umfangreichen Gutachten für die Bundestagsfraktion der Grünen. Ergebnis: Die Fusionsforschung konzentrierte sich auf Probleme, für die eine Lösung denkbar erscheint, anstatt sich mit den Fragen zu befassen, für die bisher überhaupt keine Antwort in Sicht ist.

Cut 05 - (Michael Dittmar):

Ich halte es für unmöglich, ein Material zu finden, das diese Bedingungen gleichzeitig erfüllt: die Neutronen abzubremesen, die Energie auf ein Medium konzentriert zu übertragen und gleichzeitig das Material nicht zerstört. Mit den Materialien, die wir auf der Erde und im Sonnensystem haben, ist das vollkommen unmöglich.

Sprecher:

Besonders offensichtlich sei die Realitätsverweigerung bei der Frage, wie das für die Fusion nötige Tritium in einem Reaktor gewonnen werden soll.

Cut 06 - (Michael Dittmar):

Bisherige Computersimulationen haben alle gezeigt, dass es eigentlich nicht geht. Und als Resultat hat man nicht gesagt: Ok, dann geht's vielleicht nicht, sondern: Ihr braucht größere und schnellere Computer, um das genauer zu untersuchen. Dann wurde das genauer untersucht, hat immer noch nicht funktioniert. Selbst in der simpelsten Version funktioniert's schon nicht. Gerade dieses Tritium-Problem ist für mich der Kernpunkt, warum das gar nicht funktionieren kann.

Sprecher:

Tritium macht auch noch aus einem anderen Grund Sorgen. Tritium, auch schwerer Wasserstoff genannt, ist nämlich radioaktiv. Und das hat Folgen, erklärt der Physiker Matthias Englert. Im Darmstädter Öko-Institut ist er für den Bereich Nukleartechnik und Anlagensicherheit zuständig.

Cut 07 - (Matthias Englert):

Tritium ist ein Problem für den Strahlenschutz, weil Tritium eben hoch flüchtig ist und die Tritiumkontrolle und der Nachweis, dass die auch wirklich funktionieren wird und eben kein Tritium in die Umgebung abgegeben wird, ist wirklich eine ziemlich hohe technische Herausforderung auch für die Genehmigung einer solchen Anlage.

Sprecher:

Tritium hat eine vergleichsweise kurze Halbwertszeit, nach 12 Jahren ist die Hälfte der Radioaktivität abgeklungen. Anders als bei der Kernspaltung käme die Kernfusion deshalb ohne ein für Hunderttausende Jahre extrem gesichertes Endlager aus. Dafür wäre die Neutronenstrahlung in einem Fusionsreaktor allerdings sehr viel stärker als in einem Atomkraftwerk. Schon 2013 hatte Matthias Englert in einem Gutachten für die Internationale Atomenergiebehörde IAEA in Wien auf die möglichen Folgen hingewiesen.

Cut 08 - (Matthias Englert):

Überall da, wo Neutronen entstehen, kann ich natürlich Uran reinhalten und dann entsteht Plutonium. Das ist in diesem Fall aufgrund der Eigenschaften von den Neutronen besonders waffentauglich. Und in modernen Kernwaffen kommt auch Tritium zum Einsatz. Schon wenige Gramm reichen aus, um die Effizienz einer Kernwaffe zu erhöhen, das nennt man Boosting. Aber für Tritium gibt es keine internationale Handhabe für irgendwelche Kontrollmechanismen. Die IAEA hat kein Mandat für Tritiumkontrolle. Seit vielen vielen Jahren wird gefordert, dass man eigentlich auf diesen Stoff mehr gucken müsste.

Sprecher:

Beim Forschungsreaktor Iter spielt die Proliferation, also die Gefahr, dass die Technik zur atomaren Aufrüstung zweckentfremdet wird, noch keine Rolle. Dafür sorgt schon die gegenseitige Kontrolle der vielen beteiligten Staaten. Außerdem wird Iter das Tritium für die Fusionsreaktion nicht selber erzeugen können, es soll von nuklearen Schwerwasserreaktoren in Kanada zugekauft werden. Mit 30.000 Euro pro Gramm ist Tritium einer der wertvollsten Stoffe der Welt, 600mal so teuer wie Gold. Doch Geld war für die Fusionsforschung bisher immer reichlich vorhanden. Die EU stellt dafür fast die Hälfte ihres gesamten Energieforschungsetats zur Verfügung.

Cut 09 - (Sylvia Kotting-Uhl):

Und davon wiederum der größte Teil für den Iter. Das macht dieses absurde Verhältnis klar – trotz aller Rückschläge, obwohl dieses Programm ständig revidiert werden muss und die Ziele zurückgeschraubt werden müssen. Also Iter ist ein Fass ohne Boden.

Sprecher:

Die grüne Bundestagsabgeordnete Sylvia Kotting-Uhl ist Vorsitzende des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit und sie fordert, die Mittel dort zu konzentrieren, wo sie den Ausstoß von Treibhausgasen möglichst schnell senken. Denn um das Pariser Zwei-Grad-Ziel zu erreichen, müssen die CO₂-Emissionen schon bis 2050 auf Null sinken.

Cut 10 - (Sylvia Kotting-Uhl):

Wir können nicht bedenkenlos alles fördern, was irgendwie nach Klimaneutralität aussieht, denn auch Forschungsgelder sind eine begrenzte Ressource. Alles was beitragen kann zum Klimaschutz und zur Neutralität 2050 muss erforscht, muss schnell erreichbar sein. Aber Projekte, die vielleicht zum Ende dieses Jahrhunderts mal Strom versprechen, die können wir uns nicht leisten. Das sind teure Spielwiesen.

Zitatorin:

In spätestens 30 Jahren ist es so weit.

Sprecher:

Dieses Versprechen begleitet die Fusionsforschung schon seit den 1960er-Jahren. Zyniker sprechen von der Fusionskonstante. Denn auch heute noch erwarten selbst die größten Optimisten die erste Stromerzeugung aus einem Fusionskraftwerk in frühestens 30 Jahren.

Cut 11a - (Sibylle Günter):

Vor 2050 ist mit der Fusionsenergie nicht zu rechnen.

Sprecher:

Sibylle Günter ist Direktorin des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik und damit die Chefin fast aller Fusionsforscherinnen und -forscher in Deutschland.

Cut 11b - (Sibylle Günter):

Ich habe natürlich auch schon den Vorwurf gehört, dann käme es zu spät. Ich finde es auch schade, dass es nicht früher kommt. Aber das Wort „zu spät“ finde ich schwierig. Wir sehen das jetzt so, dass die Fusionsforschung dazu beitragen kann, den Energiebedarf der Welt, der eben zwischen 2050 und 2100 sich noch mal um Faktor drei erhöhen wird, um den damit zu decken. Das Weltenergieproblem bis 2100 nur mit Erneuerbaren zu lösen, das ist hier sicher keine kleinere Herausforderung. Und insofern: Ja, diesen Rechtfertigungsdruck sehen wir. Aber andererseits ist das halt die einzige neue Energiequelle, wenn man Spaltung nicht möchte, die man noch heben kann.

Sprecher:

Mindestens 30 weitere Jahre warten? Das muss doch auch schneller gehen. Diese Überzeugung kursiert vor allem im erfolgsverwöhnten Silicon Valley.

Cut A7: TAE-Werbespot mit Musik / TAE Technologies is pioneering a visionary approach to unlimited renewable energy...**Darüber Sprecher:**

Unbegrenzte erneuerbare Energie mit Kernfusion – 750 Millionen Dollar hat das kalifornische Startup TAE Technologies unter anderem bei der Google-Mutter Alphabet eingesammelt, um auf eigene Faust schon 2030 ein Fusionskraftwerk ans Netz zu bringen.

Cut A7: TAE-Werbespot mit Musik (wieder hoch) / TAE Technologies is transforming the path to clean fusion power, propelling us towards the commercialisation of fusion generators.

Darüber Sprecher:

Mit ähnlichen Versprechen hat sich in den vergangenen Jahren ein ganzes Dutzend Startups gegründet. Zu den Risikokapitalgebern gehören die reichsten Menschen der Welt, zum Beispiel Microsoft-Milliardär Bill Gates oder Amazon-Gründer Jeff Bezos. Auch Susanne Klatten, BMW-Großaktionärin und reichste Frau Deutschlands, hatte sich an einem solchen Startup mit dem Namen Marvel Fusion beteiligt, zu deutsch Wunder-Verschmelzung. Schon 2028 will das Münchener Unternehmen ein Demonstrationskraftwerk im oberbayrischen Penzberg in Betrieb nehmen, eine Investition von 1,5 bis zwei Milliarden Euro. Das hatten Vertreter des Unternehmens Ende 2020 bei der Bewerbung um ein Grundstück im Penzberger Gewerbegebiet versprochen. Kurz danach ist Susanne Klatten allerdings wieder ausgestiegen. Die Chefin des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik wundert das wenig.

Cut 12 - (Sibylle Günter):

Es gibt ganz viele Fusions-Startups. Das finde ich ja erst einmal ganz interessant, dass es so viel Interesse an der Fusionsenergie gibt. Andererseits gibt's da eine große Bandbreite von Verlässlichkeit oder von Seriosität, um es mal vorsichtig zu sagen. Am Anfang – das sehen Sie jetzt auch bei den Startups – am Anfang ist man euphorisch und glaubt, die Probleme lassen sich alle lösen. Und je dichter man rankommt, desto mehr merkt man, wie schwierig das eigentlich ist.

Sprecher:

Um möglichst viel Kapital einzusammeln, schmücken sich die Startup-Firmen gerne mit großen Namen, besonders beliebt sind Nobelpreisträger der Physik. Marvel Fusion nennt Gérard Mourou als Mitglied seines Technologiebeirats, Physik-Nobelpreisträger 2018. Der Physiker Wolfgang Liebert vom Wiener Institut für Sicherheits- und Risikowissenschaften hat sich die komplette Namensliste angesehen.

Cut 13 (Wolfgang Liebert):

Da ist vielleicht das beste abschreckende Beispiel der Ed Moses, der auch bei dem Konsortium hier in Deutschland dabei ist. Das ist der Chef der National Ignition Facility gewesen in Livermore, in dem großen Waffenlaboratorium in USA. Und der hat riesige Versprechungen gemacht, und nichts ist davon in Erfüllung gegangen. Das hat aber seinem Ruf überhaupt nicht geschadet. Vielleicht leben wir zum Teil inzwischen in der Wissenschaft auch schon in dieser Trump-Welt, wo man einfach Behauptungen aufstellt, hofft, irgendwelche Sponsoren zu finden. Und wenn man dann nach fünf Jahren oder nach zehn Jahren einen Offenbarungseid leisten muss, interessiert es doch keinen.

Sprecher:

Wie sein Genfer Kollege Michael Dittmar gehört Wolfgang Liebert zu den wenigen Kernphysikern, die sich mit dem Personal und dem Stand der Fusionsforschung gut auskennen, selbst aber kein Teil davon sind. Deshalb kann er ohne Rücksicht auf den Verlust eigener Forschungsmittel kritische Fragen stellen.

Cut 14 - (Wolfgang Liebert):

Wenn wir wirklich die Energiewende hinbekommen bis 2050 möglichst weltweit, dann bedeutet das ja, dass wir auf im weitesten solare Technologien umgesteuert haben und die auch wirklich die Versorgung leisten können. Wenn dann Großkraftwerke in den Jahren danach vielleicht gebaut werden, also auch nicht schon 2050 sondern vielleicht 60, 70, dann ist natürlich die Frage, ob das in das Energiesystem, was wir dann etabliert haben, überhaupt noch passt.

Sprecher:

Die Antwort laute eindeutig Ja, sagt Sibylle Günter, die Chefin der deutschen Fusionsforschung.

Cut 15 - (Sibylle Günter):

Ich finde es ganz wichtig, dass erneuerbare Energien entwickelt werden. Und ich sehe Fusion auch nicht im Konkurrenzkampf damit, sondern eher als Ergänzung. Zum Beispiel sagt man auch voraus, dass sich die Welt immer mehr urbanisiert, also 80 Prozent der Weltbevölkerung werden 2100 in Großstädten wohnen. Jetzt reden wir aber von Megacities, mehr als zehn Millionen Einwohner. Das ist noch mal eine ganz andere Herausforderung, solche Städte mit Energie zu versorgen. Ich sehe die Fusion da tatsächlich als einen Beitrag zur Energieversorgung in diesem Jahrhundert und nicht als den einzigen. Und deshalb finde ich die Nutzung der Sonnenenergie total richtig und wichtig.

Sprecher:

Die Ironie dabei: Solarenergie ist ebenfalls Fusionsenergie. Denn die Sonnenstrahlung, auf der alles irdische Leben beruht, entsteht durch die ständige Verschmelzung von Wasserstoff- zu Heliumatomen. Unser Zentralgestirn ist ein natürliches Fusionskraftwerk. Auf der 150 Millionen Kilometer entfernten Sonne wird das Fusionsfeuer durch deren gewaltige Gravitation ganz von allein aufrechterhalten. Auf der Erde müsste ein Fusionskraftwerk aber sehr groß sein, damit die Kernschmelze nicht sofort nach der Zündung wieder in sich zusammenfällt. Doch mit ihrer schieren Größe würde die Technik nicht gut in ein Stromnetz passen, das vor allem mit dezentral erzeugter erneuerbarer Energie gespeist wird, meint Wolfgang Liebert.

Cut 16 - (Wolfgang Liebert):

Und obendrein: Diese großen Magnetfusionsreaktoren, die unbedingt mindestens im Gigawattbereich sein müssen, also so wie große Kernkraftwerke und wahrscheinlich noch größer von ihrer Leistung, die sind nicht ständig verfügbar, weil immer wieder auch die belasteten Materialien der ersten Wand und dergleichen, da muss immer wieder ein Austausch stattfinden. Und man kann nicht damit rechnen, dass die erste Generation von solchen Reaktoren schon perfekt funktioniert. Also muss man eher damit rechnen, dass man, wenn man vielleicht einen Pool von sechs Fusionsreaktoren hat, dass vielleicht drei oder vier davon in Betrieb sind.

Sprecher:

Forschung und Entwicklung der Fusionsenergie werden mit vielen Milliarden an Steuergeld finanziert. Doch den Bau und Betrieb von Fusionskraftwerken müssten

private Unternehmen über den Stromverkauf finanzieren. Die grüne Nuklearexpertin Sylvia Kotting-Uhl geht nicht davon aus, dass das möglich sein würde.

Cut 17 - (Sylvia Kotting-Uhl):

Billiger Strom aus einem Fusionsreaktor, das ist genau so eine Illusion wie billiger Strom aus einem Atomreaktor. Ein Fusionsreaktor wird immer teuer sein. Er muss mindestens dreimal so groß sein wie ein konventioneller Atomreaktor. Und schon von daher, von dieser Anlage her, wird dieser Strom niemals billig sein können. In einer Zeit, wo wir dezentrale, ständig günstiger werdende Energieerzeugung zur Verfügung haben, die überall auf der Welt problemlos nutzbar ist, warum müssen wir da zu einer teuren, zentral funktionierenden Energie greifen? Diese Technik zur Stromerzeugung ist sinnlos.

Cut A8 - Atmo: Eingang zum Kontrollraum, IPP Garching

Darüber Sprecher:

Von Stromerzeugung kann auch 30 Jahre nach Inbetriebnahme der Plasmakammer ASDEXupgrade in Garching sowieso keine Rede sein – auch wenn der Kontrollraum mit seinen Dutzenden Bildschirmen schon aussieht wie die Leitwarte eines Kraftwerks. Der Physiker Gerhard Raupp verbringt hier viel Zeit.

Cut 18 - (Gerhard Raupp):

Hier im Kontrollraum, da werden die Experimente geleitet. Wir führen am Tag etwa 20 bis 25 Experimentendurchläufe aus. Das ist das, was die Maschine von ihrer technischen Kapazität her kann und was wir uns vom Strombedarf her auch so leisten können.

Darüber Sprecher:

Weltweit hat die Fusionsforschung noch keine einzige Kilowattstunde Strom erzeugt, für ihre Experimente aber schon enorm viel Strom verbraucht.

Cut 19 - (Gerhard Raupp):

Der Leistungsbedarf der Maschine ist etwa so hoch wie halb München, einfach um einen Vergleich zu haben. Und natürlich können wir diese gigantische Energiemenge nicht direkt aus dem Netz nehmen, sondern wir puffern die, indem wir über etwa eine Viertelstunde Energie aus dem Netz nehmen für Schwungrad-Generatoren, und innerhalb von zehn Sekunden werden diese dann wieder ins Experiment abgegeben, so dass wir die benötigte Leistungsdichte dort haben.

Cut A9 - Atmo: Labortrakt Garching, darüber:

Darüber Sprecher:

In einem anderen Gebäude des IPP, dem weitläufigen Campus des Max-Planck-Instituts für Plasmaphysik, hat der Elektrotechniker Florian Penzel seinen Arbeitsplatz.

Cut A10 - Atmo: Bolometer-Labor, Schritte, Treppe, Tür: / Penzel: Also willkommen im Iter-Bolometerlabor. Hier führen wir unsere Tests durch mit den Prototypen-Komponenten.

Darüber Sprecher:

Die sogenannten Bolometer, die Penzel für den künftigen Einsatz im internationalen Forschungsreaktor Iter entwickelt und testet, sehen aus wie kleine Computerchips. Sie stecken in einer besonders hitzeresistenten Keramikhülle und sollen messen, wie viel Strahlungsenergie das gezündete Plasma freisetzt.

Cut 20 - (Florian Penzel):

Also diese Metallwiderstands-Bolometer, die wurden ursprünglich am IPP entwickelt. Also es ist sozusagen eine IPP-Erfindung.

Sprecher:

Und die liegt bereits so lange zurück, dass der Patentschutz, den das Max-Planck-Institut ursprünglich darauf hatte, schon wieder ausgelaufen ist – Jahre vor dem ersten Praxiseinsatz. Florian Penzel findet das nicht schlimm.

Cut 21 - (Florian Penzel):

Bei Iter ist ja eigentlich die Idee: Okay, die ganze Welt arbeitet in diesem Fusionsexperiment mit, jeder trägt seinen Teil bei. Und am Ende hat aber jeder die Informationen von diesen ganzen Experimenten zur Verfügung und kann also, wenn er dann den zweiten Schritt gehen will und sagen Okay, ich möchte jetzt ebenso ein Demonstrationskraftwerk bauen, dann hab ich quasi schon die ganzen Tools, die man jetzt eben von Iter schon gelernt hat, die stehen mir eigentlich zur Verfügung.

Cut A11 - Atmo: Tokamak-Halle

Darüber Sprecher:

Wie und wo die Bolometer und all die anderen Messgeräte in einer Fusionskammer am besten installiert werden könnten, auch das wird in der Tokamak-Halle des Garching Max-Planck-Instituts erprobt.

Cut 22 - (Gerhard Raupp):

In der Maschine ist es sehr eng und in den Zwischenräumen ist hier jede Menge hochspezialisierte Diagnostik eingebaut. Wir an ASDEXupgrade betreiben etwa 100 verschiedene Diagnostik-Systeme, um mit ganz verschiedenen Methoden das Plasma, das man ja nicht mit Berührung untersuchen kann, auf Entfernung hin zu untersuchen.

Darüber Sprecher:

Als Gerhard Raupp sein Berufsleben 1988 mit dem Aufbau von ASDEXupgrade begann, glaubte man, dass der erste Fusionsreaktor 30 Jahre entfernt wäre. So ist es noch heute. Frustriert klingt der Physiker trotzdem nicht.

Cut 23 - (Gerhard Raupp):

Ich glaube, dass man heutzutage die Probleme klarer sieht und auch die Physik deutlich besser verstanden hat. Ich werde jetzt noch knapp fünf Jahre dabei sein dürfen, aber man hört nicht auf, Wissenschaftler zu sein. Man wird die Kollegen mit Rat und Tat, wenn sie es denn hören wollen, gerne noch weiter unterstützen, mit Herzblut dem Ganzen immer beiwohnen und es verfolgen. Und ich hoffe, wir brauchen nicht mehr 50 Jahre für das zündende Plasma.

Cut A11 (ausblenden)**Sprecher:**

Auch der Kernphysiker Michael Dittmar steht kurz vor der Rente. Seine Bilanz der jahrzehntelangen Arbeit am internationalen Forschungsreaktor Iter hört sich allerdings ganz anders an.

Cut 24 - (Michael Dittmar):

Also von 1985 sind wir jetzt 35 Jahre weiter und letztendlich sind wir eigentlich keinen Schritt vorangekommen. Außer, dass wir 20 Milliarden statt fünf Milliarden Euro in das Projekt schon investiert haben – also mindestens viermal teurer als was ursprünglich geplant war und erlaubt war. Und da sind weder die Experimentierkosten für die Jahre danach noch die Kosten, die diese Deuterium-Tritium-Experimente erfordern, enthalten. Mein Vorschlag wäre, dass all diese Punkte in einer offenen und ehrlichen Diskussion diskutiert werden.

Sprecher:

Darauf hatte 2019 auch die grüne Bundestagsfraktion gehofft als sie den Genfer Physiker mit der Erstellung eines ausführlichen Gutachtens zum Iter-Projekt beauftragte. Doch das Ergebnis war ernüchternd: Alle Anträge auf Überprüfung der Milliardenausgaben wurden von der Koalitionsmehrheit im Bundestag abgelehnt. Und auch das Presseecho war winzig: ein Artikel in der Tageszeitung taz und einige kleine Meldungen in anderen Medien. Michael Dittmar musste enttäuscht feststellen,

Cut 25 - (Michael Dittmar):

dass das offensichtlich die Mauer des Schweigens nicht durchbrochen hat. Es macht den Eindruck, gerade bei diesem Fusions-Plasma-Projekt, dass das so kompliziert ist, dass das nur Super-Experten verstehen können. Und ich denke mir, die Physik selber ist gar nicht mal so kompliziert, die wesentlichen Punkte. Ich würde mir wünschen, dass Wissenschaftler nicht so blind als Oberexperten akzeptiert werden, sondern dass man versucht zu verstehen, was die eigentlich behaupten. Und da einen kleinen Teil dazu zu liefern, das wäre doch ganz schön. (lacht)

Sprecher:

Zehn Jahre nach dem Atomausstieg ist es Zeit, auch den Traum von der besseren Atomkraft, die Illusion Kernfusion, zu beenden.

* * * * *