

Sylvia Kotting-Uhl

## Leeres Versprechen Kernfusion

Im südfranzösischen Cadarache laufen derzeit die Vorbereitungen für das wahrscheinlich teuerste Experiment, das jemals durchgeführt wurde: In dem geplanten Forschungsreaktor ITER soll die Energiequelle der Sonne auf der Erde nutzbar gemacht werden. Mit einer kontrollierten Kernfusion möchte man einem alten Traum näher kommen: Wasserstoffatome zu Helium verschmelzen und dabei unbegrenzt große Mengen an Energie gewinnen.

Das Vorhaben der Kernfusion hat jedoch gleich mehrere Haken. So schätzt die EU-Kommission die Gesamtkosten für den ITER-Bau inzwischen auf 15 Mrd. Euro – dreimal so viel wie ursprünglich vorgesehen. Hinzu kommt, dass die Kernfusion, ähnlich wie die Atomkraft, tatsächlich eine „schmutzige“ Energieressource darstellt – mit erheblichen Folgebelastungen für Mensch und Umwelt.

Doch damit nicht genug: Weder Wissenschaftler noch Politiker erwarten ernsthaft, dass Fusionsreaktoren in den nächsten 50 Jahren einen wesentlichen Beitrag zur Weltenergieversorgung werden leisten können. Die kosten- und zeitaufwändige Erforschung der Kernfusion behindert vielmehr den dringend erforderlichen Ausbau regenerativer Energien – und damit ein Abwenden der drohenden Klimakatastrophe.

### Explodierende Kosten

ITER ist nach der Internationalen Raumstation das zweitgrößte Forschungsprojekt weltweit. Es wurde 1985 von Ronald Reagan und Michail

Gorbatschow ins Leben gerufen. Beteiligt sind die Europäische Union, Japan, die Vereinigten Staaten, Russland, China, Südkorea und Indien. 2018 soll der Forschungsreaktor fertiggestellt sein. Nicht vor 2026 ist dann die erste experimentelle Fusion geplant.

Im Anschluss ist eine weitere Testreihe mit dem Fusionsreaktor DEMO vorgesehen, der im Idealfall ab 2035 im Versuchsmaßstab Elektrizität erzeugen soll. Aber auch DEMO wird noch keinen Strom an die europäischen Haushalte liefern. Erst wenn sämtliche Testverfahren positiv verlaufen, ist der Bau eines kommerziell nutzbaren Fusionsreaktors – frühestens im Jahr 2055 – denkbar. Bis es soweit ist, werden allein die Forschungskosten voraussichtlich auf 100 Mrd. Euro geklettert sein.

Die Konzentration auf die Erforschung der Fusionstechnik wirkt sich auch auf den bundesdeutschen Haushalt aus: Im sogenannten Final Design Report 2001 wurden die Investitionskosten für ITER anfangs auf 4,6 Mrd. Euro veranschlagt. Die EU trägt nach dem ITER-Abkommen einen Anteil von 45,5 Prozent.

Beim Vertragsabschluss 2006 betrug der Kostenanteil Europas noch insgesamt 2,8 Mrd. Euro. Ende letzten Jahres stieg diese Summe plötzlich auf das Doppelte an. Und im Mai 2010 teilt die EU-Kommission mit, dass die Gesamtkosten sich auf nun insgesamt sogar 7,3 Mrd. Euro belaufen; die Kosten für das Gesamtprojekt liegen jetzt bei geschätzten 15 Mrd. Euro. Allein für die Jahre 2012 und 2013 sind in Europa 1,4 Mrd. Euro fällig. Wer diesen Betrag aufbringen soll, steht derzeit noch in den Sternen.

Früher als erwartet werden daher auch die Kosten auf den Bundeshaushalt durchschlagen. Bis 2013 kann das für die Bundesrepublik Mehrkosten in Höhe von 230 Mio. Euro bedeuten; bis 2020 steigen sie auf bis zu 900 Mio. Euro.

Zu den Kosten für ITER kommen zusätzlich die bundesdeutschen Mittel zur Förderung der Fusionsforschung. So erhält die Fusions-Community allein in diesem Jahr Förderungen in Höhe von 135 Mio. Euro und damit ein volles Drittel des Energieforschungsetats des zuständigen Bundesministeriums. Insgesamt wurde die Kernfusionsforschung in den vergangenen Jahrzehnten mit 3,3 Mrd. Euro unterstützt.<sup>1</sup> Zum Vergleich: Für die Erforschung der Photovoltaik wurde bislang nur ein Drittel dieses Betrags investiert.

### Risikotechnologie Kernfusion

Die großzügige Investition in die Fusionstechnik wird damit gerechtfertigt, dass sie CO<sub>2</sub>-neutral und damit klimafreundlich sowie weniger gefährlich als die Gewinnung von Atomstrom sei. Während die Atomkraft von CDU, CSU und FDP inzwischen wegen der deutlichen Ablehnung in der Bevölkerung nur noch als „Übergangstechnik“ bezeichnet wird, benennt der Koalitionsvertrag die Kernfusion als „Zukunftstechnologie“.

In der Tat ist die Kernfusion nicht so risikoträchtig wie die Kernspaltung. Bei der Fusionstechnik kann es keine Kernschmelze geben, und es entsteht auch deutlich weniger Radioaktivität. Dennoch ist das drohende Worst-Case-Szenario viel beängstigender als beispielsweise bei einem Solarkraftwerk. Denn der Fusionsbrennstoff Tritium ist schon im Normalbetrieb schwer zu beherrschen. Radioaktives Tritium hat außerdem die Eigenschaft zu diffundieren. Die Rückhaltung ist daher tech-

nisch äußerst schwierig; zudem kann Tritium im menschlichen Körper Krebs hervorrufen.

Außerdem könnte durch einen Unfall oder einen Terrorangriff radioaktives Material entweichen. Für die Anwohner droht freigesetztes Tritium so gefährlich zu werden, dass laut Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) großflächige Evakuierungen erforderlich wären. Im Fall der Zerstörung eines Reaktors würde dessen Umkreis zudem mit anderen hochgefährlichen chemischen Substanzen kontaminiert. Es ist daher auch nicht nachvollziehbar, wieso für den ITER-Standort ausgerechnet ein erdbebengefährdetes Gebiet gewählt wurde.

Darüber hinaus entsteht auch in einem Kernfusionsreaktor bedrohlich strahlender Müll. Das TAB hat in seinem Sachstandsbericht vom März 2002 darauf hingewiesen, dass die Menge des radioaktiven Inventars in Fusions- und Kernspaltungsreaktoren in etwa gleich hoch ist. Der europäischen Sicherheitsstudie *Safety and Environmental Assessment of Fusion Power* zufolge enthält ein 1000-Megawatt-Fusionsreaktor etwa zwei Kilogramm Tritium. Das entspricht einer Aktivität von 700 Billionen Becquerel. Dieser Wert ist mehr als 50mal so hoch wie die im Atommülllager Asse eingelagerte Radioaktivität.

Zwar behauptet die gelernte Physikerin und Bundeskanzlerin Angela Merkel, dass „nach heutigem Kenntnisstand keine radioaktiven Abfälle“ anfielen. Tatsächlich aber ist die radioaktive Kontamination eine der großen Herausforderungen, der die Fusions-Wissenschaftler gegenüberstehen. Zwar sind die Reaktionsprodukte der Deuterium-Tritium-Fusion selbst nicht radioaktiv; durch die freigesetzten Neutronen werden allerdings die Anlagenteile im Inneren des Reaktors stark kontaminiert. Das sogenannte *Blanket*, die inneren Wände des Reaktors, wird aufgrund der Strahlung brüchig und muss daher regelmäßig aus-

1 Das Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft errechnet sogar eine Förderungshöhe von insgesamt 4,2 Mrd. Euro im gleichen Zeitraum.

getauscht und entsorgt werden. Wie viel radioaktiver Abfall dabei entsteht und wie langlebig dieser ist, lässt sich bisher nicht exakt benennen, da das Design der Anlage und die eingesetzten Baustoffe noch erforscht und entwickelt werden. Das TAB schätzt allerdings, dass für Betrieb und Stilllegung eines Fusionskraftwerks „im Allgemeinen mit Massen von 50 000 bis 100 000 Tonnen“ zu rechnen ist. Etwa ein Drittel davon wird zwar wegen kürzerer Halbwertszeiten nach 100 Jahren weitgehend unschädlich sein. Der Rest aber wird, davon ist auszugehen, aufgrund der langlebigen Nuklide in ein geologisches Endlager gebracht werden müssen.

Die Produktion billigen und sauberen Kernfusionsstroms ist in den kommenden Jahrzehnten nicht zu erwarten. Mehr noch: Selbst wenn die kontrollierte Kernfusion eines Tages erfolgreich sein sollte, werden Fusionsreaktoren in diesem Jahrhundert ohne staatliche Förderung keinen bezahlbaren Strom erzeugen.

Und wenn ein solcher Erfolg schon in den wirtschaftsstarke Länder nahezu ausgeschlossen ist, was bedeutet dies für die ärmeren Länder des Südens? Gerade in diesen Staaten, die an der derzeitigen Forschung nicht beteiligt sind, wird der Energiehunger in den nächsten Jahrzehnten voraussichtlich am stärksten wachsen. Es erscheint aber fraglich, ob sich die überaus komplexe und zentralisierte Form der Energieerzeugung durch Fusionstechnik für die Sozial- und Wirtschaftsstrukturen vieler südlicher Länder überhaupt als sinnvoll und geeignet erweist. Gerade für ärmere Staaten dürfte die kostengünstige und dezentrale Versorgung durch regenerative Ressourcen die bessere Alternative sein.

### **Neue Atombomben?**

Hinzu kommt ein Weiteres: Mit Hilfe der starken Neutronenstrahlung ließen sich in Fusionskraftwerken zudem

– quasi nebenbei – spaltbare Stoffe wie Plutonium erbrüten, die für den Bau von Atombomben erforderlich sind. Die am derzeitigen Forschungsprojekt beteiligten Staaten werden daher nicht zuletzt auch aus diesem Grund versuchen, die Fusionstechnik für sich zu behalten.

Dass die Erforschung der Fusionstechnik trotz zahlreicher Bedenken aufwändig weitergeführt wird, hat neben den energetischen auch ganz andere Triebkräfte. Denn die Kernfusion hat, wie die Atomkraft, kriegerische Wurzeln: Eingesetzt wurde sie erstmals am 31. Oktober 1952 auf dem pazifischen Eniwetok-Atoll – mit der Zündung der ersten Wasserstoffbombe.

Die Forschungsergebnisse versprechen demnach einen militärischen Nutzen. Fusionsforscher erhoffen sich unter anderem Erkenntnisse, wie die Sprengkraft von Atombomben erhöht werden kann. Bereits wenige Gramm Tritium könnten in sogenannten Boosterbomben die todbringende Energiefreisetzung um das Zehnfache erhöhen.

Darüber hinaus ist es ein offenes Geheimnis, dass die amerikanischen und französischen Versuche, die Kernfusion durch den Einsatz von Lasertechnik in Gang zu bringen, nicht allein der Energiegewinnung zugute kommen sollen. Bei der klassischen Wasserstoffbombe musste bislang eine Atombombe gezündet werden, um die Kernfusion auszulösen. Mit der Verwendung einer verbesserten Lasertechnik ließen sich fortan auch sogenannte Mini-Nukes, kleine Wasserstoffbomben, ohne großen Aufwand einsetzen.

Die Erforschung der Laserfusion erscheint damit auch als ein militärisches Experiment, um die Physik von Wasserstoffbomben besser zu verstehen – und zu optimieren. Auf diese Erkenntnisse können wir aber erst recht getrost verzichten.

Entscheidend aber ist: Die Fusionsexperten haben bislang kaum mehr als ein Versprechen auf die Zukunft vorzuweisen. Es wird noch Jahrzehnte dauern.

ern, bis die Kernfusionstechnik – wenn überhaupt – auf breiter Ebene zur Verfügung steht. Auch ist nicht auszuschließen, dass die Forscher schließlich doch noch vor den gewaltigen Herausforderungen kapitulieren müssen – und das Projekt Fusionsreaktor im Museum für gescheiterte Großideen landet.

Das ahnen auch die betroffenen Forschungseinrichtungen: Seit Jahrzehnten wird die erfolgreiche Energiegewinnung durch Fusionstechnik für die nächsten 40 Jahre vorhergesagt. Längst sprechen die Wissenschaftler spöttisch von einer sogenannten Fusionskonstante. Da dieser prognostizierte Zeitraum in der Vergangenheit sogar noch zugenommen hat, gehen einige Forscher gar von einer „wachsenden Fusionskonstante“ aus.

Die Kernfusion wird also in naher Zukunft nicht zur Klimaretterei beitragen. Stattdessen bindet deren Erforschung Ressourcen, die beim Einsatz gegen den Klimawandel dringend gebraucht werden. Vor allem aber wird dieser Kampf nicht erst in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts entschieden, son-

dern jetzt, in den wenigen verbleibenden Jahren, in denen eine Kehrtwende bei der Energieerzeugung noch möglich ist.

Die Hoffnung jedoch, mit Atomspaltung und Kernfusion unerschöpfliche Energiequellen zu erschließen, die wirtschaftliches Wachstum und materiellen Wohlstand ohne Reue versprechen, gehört einer gescheiterten Utopie des Industriezeitalters an. Diese Utopie hat mehr als ein halbes Jahrhundert den Markt und weitgehend auch die Wissenschaft dominiert – und ökologische Alternativen bislang eher verhindert als gefördert.

Dabei übersteigt das Potential der regenerativen Energien den Bedarf der Menschen bei weitem. Die *natürliche* Kernfusion der Sonne schickt täglich das Zehntausendfache dessen an Energie auf die Erde, was wir derzeit global benötigen. Und bereits heute bietet der Mix aus Erneuerbaren Energien, Effizienz- und Einspartechnologien ausreichend Möglichkeiten, die Energieversorgung auf neue Beine zu stellen und die Umwelt zu schonen.

Gordana Zečić

## Angriff auf den Angriffskrieg

Am Abend des 11. Juni 2010 wurde im ugandischen Kampala Geschichte geschrieben. Auf der ersten Überprüfungskonferenz zum Römischen Statut des Internationalen Strafgerichtshofs (IStGH) erzielten seine Vertragsstaaten hinsichtlich der Ächtung und Bestrafung des Aggressionsverbrechens einen Durchbruch: Ranghohe Militärs und Regierungsmitglieder, die völkerrechtswidrige Angriffskriege führen, können ab 2017 vom Haager Gerichts-

hof zur Rechenschaft gezogen werden. Dies allerdings nur in Übereinstimmung mit und in Abhängigkeit vom UN-Sicherheitsrat, einem Organ mit machtpolitischen Interessen. Ein Fortschritt mit Schwächen also, aber immerhin ein Fortschritt in einer langen Geschichte der Ächtung von Angriffskriegen.

Der deutsche Überfall auf Polen im Jahre 1939 gilt als Paradebeispiel für einen Angriffskrieg. Dafür wurden die