Die Sonne in einer Thermosflasche

Autor(en): **Dessibourg, Olivier**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): **- (2007)**

Heft 73

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-968092

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Sonne in einer Thermosflasche

Ein Physikerteam der ETH Lausanne wagt den Sprung ins Plasma, jene «Teilchensuppe», in der sich die Kernfusion abspielt – die Energiequelle der Zukunft.

VON OLIVIER DESSIBOURG
BILD ITER

Auf der Erde, in einer Thermosflasche sozusagen, das Leuchten der Sonne zu reproduzieren und damit saubere Energie für eine sichere Zukunft zu gewinnen – dies ist das erklärte Ziel des internationalen Projekts «Iter». Diese gigantische Maschine, die im französischen Cadarache errichtet wurde, soll einen schwer umsetzbaren physikalischen Vorgang untersuchen, die Kernfusion. Die Idee ist einfach: Die Kerne zweier leichter Elemente sollen verschmolzen werden, wobei unter Freisetzung von Energie ein neues Element entsteht. Die Vermählung der Kerne ist jedoch schwierig zu arrangieren, weil diese positiv geladenen Teilchen dazu ihre natürliche elektrostatische Abstossung überwinden müssen. Im Fall der Sonne ist es die enorme Gravitationskraft des Gestirns sowie eine Temperatur von 15 Millionen Grad, die dazu führt, dass zwei modifizierte Wasserstoffatome – die Isotopen Deuterium und Tritium – zu einem Helium-Kern verschmelzen. Dabei entstehen Licht und Wärme. Auf der Erde gestaltet sich die Geschichte etwas komplizierter.

«Teilchensuppe» – 100 Millionen Grad heiss

Für die Fusion braucht es eine sieben Mal höhere Temperatur. In den 1960er Jahren entwickelten russische Wissenschaftler die Tokamaks, «Thermosflaschen» in der Form eines Schwimmreifens. Im Inneren kann eine «Suppe geladener Teilchen», das sogenannte Plasma, das die Brutstätte der Kernfusion ist, auf eine Temperatur von 100 Millionen Grad erhitzt werden. Mit seinem Volumen von 840 m^3 wird «Iter» der wuchtigste dieser Tokamaks.

Seit 50 Jahren besteht eine der grössten Schwierigkeiten einer Kernfusion darin, das wie ein Hauch unfassbare Plasma so dicht, heiss und stabil wie möglich zu halten. Dieser Herausforderung hat sich die Gruppe um Ambrogio Fasoli vom Forschungszentrum für Plasmaphysik (CRPP) der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne (ETHL) gewidmet. «Und die Natur lässt sich nicht so leicht zähmen», schmunzelt der Professor. «Tatsächlich verliert das Plasma seine Teilchen und seine Energie gegenwärtig noch 1000 bis 10000 Mal schneller, als aufgrund der Theorie zu erwarten wäre.» Weshalb? «Es enthält Instabilitäten infolge winziger elektromagnetischer Felder, die von den Teilchen selbst erzeugt werden. Diese Turbulenzen entwickeln sich nicht linear – aus dem feinen Säuseln wird ein Orkan –, und die Teilchen werden schliesslich aus der Bahn geworfen.» Bis vor Kurzem waren die Merkmale dieser Störungen noch weitgehend unbekannt, und die Suche nach Massnahmen gestaltete sich entsprechend schwierig. Das Team vom CRPP dachte sich nun aber «Torpex» aus. «Das ist ein einfacher, jedoch mit Sensoren gespickter Tokamak, mit dem sich das Verhalten des Plasmas von A bis Z beobachten lässt.»

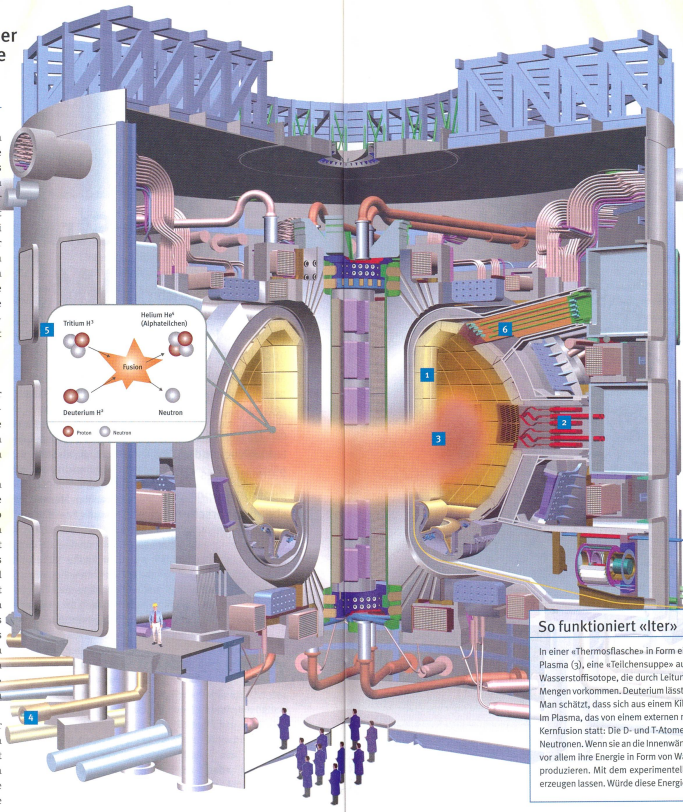
Das Experiment lieferte ansprechende Ergebnisse. «Aufgrund unserer Arbeiten liess sich beschreiben, wie die turbulenten Strukturen entstehen und wie sie die Teilchen herauswerfen. Nun sollen Tricks entwickelt werden, mit denen diese Störungen ausgeschaltet oder zumindest abgeschwächt werden können», erklärt der Physiker. Die gewonnenen Daten befruchten auch die theoretischen Arbeiten. «Und sobald sich die Theorie bestätigt hat, kann sie zuverlässig bei ‹Iter› angewendet werden.» Eine weitere Herausforderung der Kernfusion besteht darin, zu erreichen, dass sich das Plasma selbst unterhält. Mit anderen Worten: Der Reaktor soll mehr Energie erzeugen, als er verbraucht. Ein Ansatz befasst sich mit der Verbesserung der Wärmedämmung. Die Forschenden haben jedoch ein weiteres Problem identifiziert. «Die Fusionsreaktion erzeugt Heliumkerne, die auch Alphateilchen genannt werden. Nun will man, dass diese Masseteilchen genügend lange – einige Sekunden – im Plasma verbleiben, damit die Energie ans Plasma abgegeben und der Prozess damit genährt wird», erklärt Ambrogio Fasoli. So die Hoffnung. In der «Teilchensuppe» gibt es jedoch Magnetfeldlinien, die sich wie Gitarrensaiten verhalten. Wenn ein Alphateilchen mit ihnen in Kontakt tritt, entsteht eine sogenannte Alfvén-Welle, genauso wie ein Ton entsteht, wenn der Daumen die Gitarrensaiten anschlägt. «Diese Wellen können so stark ausschlagen, dass sie die Verursacher – die ‹Gitarristen› – aus dem Plasma schleudern!»

Um diese ausgefallene Musik zu empfangen, haben die Forschenden der ETHL eine Antenne entwickelt, die sie bei «Jet», einem Tokamak in Oxford, installierten. «Erst vor Kurzem haben wir mit dem ‹Abhören› der Alfvén-Wellen begonnen. Es gelingt uns immer besser, die Parameter zu identifizieren, die ihre Entstehung beeinflussen, und wir können Strategien zur Neutralisierung entwickeln. Ein Ansatz lässt sich mit dem Gitarrenspielen in einem Ölbad veranschaulichen: Die Saiten werden so stark gedämpft, dass sie nicht mehr schwingen.» Denn letztlich wird die Kernfusion nur über die Kontrolle der Alphateilchen gelingen.

Hauptziel: die Machbarkeit

Das Hauptziel von «Iter» ist es, die Machbarkeit dieser Technologie nachzuweisen, die sicher (der Reaktor kann sich nicht überhitzen) und sauber (keine CO_2-Emission) ist und sich deshalb für die Energiegewinnung der Zukunft als entscheidend erweisen könnte: Die Demografie prognostiziert eine Verdoppelung der Weltbevölkerung bis 2100, während die Vorräte fossiler Brennstoffe bis dahin wahrscheinlich versiegt sein werden. Der Reaktor, der 12 Milliarden Euro kosten soll, wird vermutlich 2016 in Betrieb genommen. Bis 2030 sollte «Demo», ein weiterer Prototyp, dem technologischen Abenteuer mit der Produktion elektrischer Energie definitiv zu konkreten Formen verhelfen.

Eine Reihe von Wissenschaftlern schätzt aber, dass die Kernfusion angesichts der bestehenden Schwierigkeiten noch immer – wie bereits 1960 – in einem «Zeithorizont von 50 Jahren realisierbar» sei. Für Ambrogio Fasoli ist die Entwicklung jedoch beeindruckend. «Der Beweis: Die Leistung der Fusion hat sich schneller entwickelt als die Rechnungsleistung elektronischer Chips», versichert er. Der Professor ist jedenfalls davon überzeugt, dass die Erzeugung von Energie durch Kernfusion in 30 Jahren möglich sein wird, «falls dieser ambitiösen Aufgabe politisch eine hohe Priorität eingeräumt wird!» ■



So funktioniert «Iter»

In einer «Thermosflasche» in Form eines Schwimmrings (1) erhitzen die Forschenden mit Hilfe von Mikrowellen (2) das sogenannte Plasma (3), eine «Teilchensuppe» aus den Wasserstoffisotopen Deuterium (D) und Tritium (T), auf 100 Millionen Grad. Die beiden Wasserstoffisotope, die durch Leitungen (4) eingespritzt werden, sind Brennstoffe, die auf der Erde natürlich und in ausreichenden Mengen vorkommen. Deuterium lässt sich aus Wasser gewinnen, Tritium wird aus dem in der Erdkruste häufigen Metall Lithium erzeugt. Man schätzt, dass sich aus einem Kilogramm eines D-T-Gemisches gleich viel Energie gewinnen lässt wie aus 10000 Tonnen Kohle. Im Plasma, das von einem externen magnetischen Feld so in Schach gehalten wird, dass es die Innenwände nicht abträgt, findet die Kernfusion statt: Die D- und T-Atome verschmelzen (5). Durch diese Reaktion entstehen harmlose Heliumatome und energiereiche Neutronen. Wenn sie an die Innenwände des Reaktors prallen, werden diese zeitweilig radioaktiv, die Neutronen übertragen ihnen aber vor allem ihre Energie in Form von Wärme. Diese abgeführte Wärme (6) lässt sich mit Dampfturbinen nutzen, die elektrische Energie produzieren. Mit dem experimentellen Projekt «Iter» sollte sich während 400 Sekunden eine Wärmeleistung von 500 Megawatt erzeugen lassen. Würde diese Energie tatsächlich genutzt, könnte man damit 15000 Einfamilienhäuser mit Elektrizität versorgen.