

Q≥10 – Diese Formel soll das Energieproblem der Menschheit lösen

Welt, 28.07.2020, Daniel Wetzel

Der Fusionsreaktor ITER verspricht unbegrenzt saubere und sichere Energie. Jetzt erreicht das größte energietechnische Projekt der Geschichte einen weiteren Meilenstein. Schon in fünf Jahren soll das Sonnenfeuer auf der Erde brennen.

Jahrzehntelang schien es, als glaubten nur Science-Fiction-Autoren an die Kernfusion. Ob in Perry-Rhodan-Romanen, Star Trek oder Star Wars: Kaum eine Zukunftsvision kam ohne Raumschiffe aus, die mittels Fusionsantrieb die ungeheuren Weiten des Weltalls durchmessen.

Doch die Idee, zwecks Energiegewinnung zwei Wasserstoff-Isotope zu verschmelzen, wurde in der schnöden Wirklichkeit meist verleumdet und verlacht. Seit Beginn der Forschung in den 1920er Jahren geht der Witz von der „Fusionskonstanten“ um: Die Zeit bis zur Serienreife von Fusionsreaktoren sei stets 30 Jahre – so lautete das Versprechen 1955, so lautete es auch im Jahr 2000 noch. Die neue Energiequelle für die Menschheit wurde zu ewigen Verheißung, die nie Wirklichkeit zu werden schien.

Bald hat es sich ausgelacht, so oder so: Im südfranzösischen Cadarache feiern Politiker aus 35 beteiligten Nationen an diesem Dienstag den Beginn der Endmontage des Fusionsreaktors ITER. Der Zeitplan steht fest: Ende 2025 soll klar sein, ob die Hoffnungen berechtigt waren und sich das Milliardeninvestment und die dann fast zwanzigjährigen Bauarbeiten gelohnt haben.

Helium-Erzeugung bei 150 Millionen Grad Celsius

Bei der Kernfusion droht, anders als bei der Kernspaltung in Atomkraftwerken, keine Kernschmelze. Es fallen auch nur geringe Mengen radioaktiven Materials an, das allerdings keine lange Strahlungsdauer hat, sodass es kein Endlagerproblem gibt. Laut ITER-Sprechern entspricht der Energiegehalt eines Kilos Brennstoff in etwa der von 10.000 Tonnen Kohle. Wasserstoff-Isotope, zunächst sollen Deuterium und Tritium eingesetzt werden, sind – wie Wasser – praktisch unbegrenzt verfügbar.

Nach Vollendung des gigantischen Puzzles aus rund einer Million Einzelteilen, die jetzt auf der Baustelle bei Aix-en-Provence bereitliegen, soll es in fünf Jahren möglich sein, das Wirkprinzip der Sonne auf der Erde nachzuahmen. Die Maschine soll bei 150 Millionen Grad Celsius die Wasserstoff-Isotope Deuterium und Tritium zu Helium verschmelzen – und der Menschheit damit eine neue, schier unerschöpfliche Quelle sauberer, sicherer Energie schenken.

„Ich gratuliere dem ITER-Projekt herzlich“, grüßte Shinzo Abe, Premierminister des projektbeteiligten Japan aus der Ferne: „Ich glaube, diese disruptive Technik wird eine Schlüsselrolle bei der Lösung der Menschheitsprobleme spielen, einschließlich des Klimawandels und des Aufbaus einer CO₂-freien Gesellschaft.“

Das ITER-Experiment, das jetzt mit hohem Tempo seinem Abschluss entgegengeht, ist in vielfacher Hinsicht ein Projekt der Superlative. Die größte Kältemaschine der Welt, die größten und stärksten Magneten, die es je gab, Maschinenteile von jeweils mehreren

hundert Tonnen Gewicht aus 35 Ländern, die jetzt in einer logistischen und ingenieurtechnischen Meisterleistung mit Millimeter-Toleranz zu einer Kraftmaschine von der Größe eines Atomkraftwerks zusammengeführt werden. Kernfusion, so sagte es Emmanuel Macron, Staatspräsident des Gastgeberlandes Frankreich bei der Zeremonie, könne „die Industrie der Zukunft werden.“

Und es ist mehr als das: ITER sei ein „Versprechen auf Frieden“, sagte Macron: „Es ist der Beweis, dass Nationen stärker sind, wenn sie zusammenarbeiten, als wenn sie sich auseinanderreißen lassen.“ Tatsächlich wirkt die Kooperation von 35 Einzelstaaten geradezu aus der Zeit gefallen: Auf der Baustelle werkeln mehr als 3000 Arbeiter und Ingenieure einträchtig miteinander, deren Herkunftsländer in heillosen Streitereien verfangen sind. In Cadarache aber reichen sich Ingenieure aus China, Russland und den USA gegenseitig friedlich das Werkzeug an.

In Genf hatten sich 1985 die Staatspräsidenten Ronald Reagan aus den USA und Michail Gorbatschow aus der Sowjetunion auf den Bau des Fusionsreaktors als friedensstiftendes Projekt geeinigt. In den Folgejahren traten die Europäische Union, Indien, Japan, Korea und die Volksrepublik China bei.

2005 entschied sich die Staatengruppe für Südfrankreich als Standort. Nach dem ITER-Vertrag von Paris von 2006 begannen die Bauarbeiten. Technische Vorarbeiten kamen unter anderem aus dem Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching bei München.

Der frühere Direktor der französischen Atomkommission, Bernard Bigot, hatte nach seiner Amtsübernahme ein industrielles Management beim zuvor mehrfach vom Scheitern bedrohten ITER-Projekt eingezogen. „Wir sind im Zeitplan“, konnte Bigot jetzt bei der Zeremonie zur Endmontage verkünden. Bislang gebe es auch keine Covid-19-Fälle im Bauteam.

Auf der Pressekonferenz vor Journalisten bezweifelte Bigot, dass sich die Menschheit zu 100 Prozent aus den bekannten erneuerbaren Energien versorgen könne. Eine zu 80 Prozent in Städten konzentrierte Weltbevölkerung von bald zehn Milliarden Menschen brauche zur Versorgung mit allen Gütern kontinuierlich gewaltige Mengen Energie, wie sie die fluktuierende Wind- und Solarkraft samt ihrer Speichertechnologien nicht allein bereitstellen könnten. Fusionsenergie und erneuerbare Energien könnten komplementär die Menschheitsnachfrage nach Energie decken.

Weltweit beweisen seit Jahren zahlreiche Reaktoren die Machbarkeit der Kernfusion, so in Deutschland etwa „Wendelstein 7-X“ in Greifswald, eine Maschine des Typs Stellarator. Das Alleinstellungsmerkmal des ITER ist es, zeigen zu können, dass mit Kernfusion erstmals mehr Energie geerntet werden kann, als man zum Auslösen der Reaktion hineinstecken muss.

Das Verhältnis von Energie-Einsatz und -Gewinn, Q-Faktor genannt, hat sich zwar in jahrelanger Forschung tausendfach verbessert. Doch zuletzt lag der Wert immer noch unter 1, die Kernfusion blieb damit ein energetisches Zuschussgeschäft. Der Energieaufwand für den ITER ist immens: Rund um das 30 Meter hohe, Doughnut-förmige Reaktorgefäß muss eine Kühlkammer minus 269 Grad Celsius erzeugen.

Mehr als 500 Megawatt Energie-Ertrag sind das Ziel

Damit werden die ringförmigen Magnete gekühlt, die das heiße Plasma in der Ringkammer in der Schwebe halten. Es handelt sich dabei um die größten Magnete der Welt, die nach Angaben von ITER-Sprechern die Kraft hätten, einen Flugzeugträger aus dem Wasser zu heben. Schließlich muss das Gas in der Fusionskammer durch Mikrowellen-Beschuss auf ein Mehrfaches der Temperatur in der Sonne erhitzt werden, auf rund 150 Millionen Grad Celsius, um die Fusion der Atomkerne auszulösen.

Die Fusionsanlage „Joint European Torus“ (JET) in Großbritannien schaffte es zwar, 16 Megawatt herauszuholen, benötigte dafür aber 24 Megawatt und erreichte wegen des höheren Energieaufwands damit jedoch nur einen Q-Faktor von 0,67. Der ITER soll nun mit einem Aufwand von 50 Megawatt das Zehnfache an Leistung herausholen: Mehr als 500 Megawatt Energie-Ertrag sind das Ziel und damit ein positiver Ertragsfaktor von $Q \geq 10$.

Beweist ITER, dass Kernfusion mit einem Nettoertrag möglich ist, soll bis 2035 ein kontinuierlicher Betrieb erprobt werden. ITER, lateinisch für „Der Weg“, ist selbst noch kein Kraftwerk, sondern nur ein gigantisches Experiment. Ist es erfolgreich, soll ein „Demo“ genanntes Pilotkraftwerk erstmals Fusionsenergie ins Netz einspeisen.

Beobachter rechnen damit allerdings erst im letzten Viertel dieses Jahrhunderts, womit die Fusionsenergie zu spät käme, um das in Paris formulierte Klimaziel einer CO₂-neutralen Welt bis 2050 zu erreichen. Allerdings sollen in China bereits Vorbereitungen zum Bau eines ersten echten Fusionskraftwerks begonnen haben. So ist nicht ausgeschlossen, dass es etwa mit den USA, Russland und der EU zu einem Technologie-Wettlauf kommen könnte, der auch früher Ergebnisse zeitigt.

Die Europäische Union trägt knapp die Hälfte der auf rund 20 Milliarden Euro geschätzten Gesamtkosten aller ITER-Aufwendungen seit Baubeginn. Ein Großteil besteht dabei aus den Lieferungen von Maschinenteilen und Dienstleistungen. Dem ITER-Vertrag zufolge erhalten alle beteiligten Staaten am Ende den gleichen Zugriff auf alle Forschungsergebnisse. Die einschließlich der EU 35 ITER-Staaten stehen für rund 50 Prozent der Weltbevölkerung und rund 80 Prozent der globalen Wirtschaftsleistung.