

EWN

Entsorgungswerk für
Nuklearanlagen



Pressespiegel

13.06.2024

Inhalt

EWN

1 | **Wie man eine Sonne baut**

<i>DIE ZEIT</i> , 13.06.2024	3
------------------------------------	---

DIE ZEIT | 13.06.2024 | S. 30

Auflage: 624.994 | Reichweite: 1.253.000

Robert Gast

KERNFUSION

Wie man eine Sonne baut

In Südfrankreich errichten 5.000 Menschen den Kernfusionsreaktor Iter. Es ist ein Rennen gegen die Zeit. Denn das Technikwunder soll die Energieprobleme der Menschheit lösen VON ROBERT GAST

Vielleicht ist das Ganze ja ein Job für Tom Cruise. Man kann ihn sich hier jedenfalls gut vorstellen. Wie er sich waghalsig von einem der Gerüste an der Decke der Halle abseilt, 60 Meter über dem Boden. Wie er hinabschnellt in die große Mulde inmitten all der Technik, in der dereinst der Reaktor brutzeln soll, wie er eine Handbreit über dem Boden zum Halten kommt. Und schließlich alle Probleme löst. Mission Impossible? Nicht in Hollywood.

In der südfranzösischen Gemeinde Saint-Paul-lès-Durance, 60 Kilometer nördlich von Marseille, ist es leider nicht so einfach. 5.000 Menschen bauen hier seit 14 Jahren den Internationalen Thermonuklearen Experimentalreaktor, kurz Iter. Er soll Wasserstoff auf unvorstellbare 150 Millionen Grad Celsius erhitzen. Und Atomkerne auf diese Weise dazu bringen, miteinander zu verschmelzen, so wie im Inneren der Sonne.

Physiker sprechen von Kernfusion. Und schwärmen davon, dass ein Gramm Brennstoff damit so viel Energie freisetzen würde wie elf Tonnen Kohle – klimaneutral und ohne ewig strahlenden Atommüll oder die Gefahr eines GAUs. Ein guter Ersatz für fossile Energien und die aus Atomkraftwerken bekannte Kernspaltung also. Und damit eine Wunderwaffe im Kampf gegen die Klimakrise.

Iter soll beweisen, dass die Menschheit sie wirklich bauen kann. Denn bisher ist die Kernfusion vor allem ein schöner Gedanke: Alle bisherigen Testreaktoren haben stets mehr Energie verbraucht als freigesetzt. In Iters Brennkammer soll die heiße Brühe dagegen minutenlang brennen und zehnmal mehr Energie ausstoßen, als die Heizung des Reaktors benötigt – ein kleiner Stern auf Erden:

Damit wäre Iter zwar noch ein gutes Stück von einem Kraftwerk entfernt, die Anlage ist nicht mal ein Pro-

totyp. Aber der könnte folgen, wenn die Experimente ein Erfolg werden. Es wäre ein beispielloser Triumph des menschlichen Erfindergeistes. Ein Technikweltwunder.

Leider ist Iter auch ein Projekt, das schon 2016 fertig sein sollte, das jeden Kostenrahmen und jeden Zeitplan gesprengt hat, eine Art Stuttgart 21 in dritter Potenz. Ein Projekt mit derart vielen Problemen, dass es mittlerweile wirklich einer hollywoodartigen Wendung bedarf, damit das Ganze ein Happy End findet.

Tom Cruise, bitte kommen, möchte man daher in die Weite der zwei Fußballfelder großen Halle rufen, hinauf zu zwei haushohen Segmenten der Reaktorkammer, die von der Decke hängen. Doch stattdessen lauscht man, ganz höflicher Besucher, den Ausführungen der Pressesprecherin, die an diesem sonnigen Tag Journalisten den Stand der Bauarbeiten erklärt.

Oder besser gesagt den Stillstand. Schon seit zwei Jahren geht es nicht mehr vorwärts beim Zusammenbau. Aufwendige Reparaturen stehen an. An den Reaktorsegmenten, die sich an der Kante wellen. Und an Kühlleitungen, die rissig statt dicht auf der Baustelle angekommen sind. Alles sehr ärgerlich, um nicht zu sagen peinlich. Selbst die Pressesprecherin spricht von einem »Riesendrama«. Betont dann aber gleich, dass man die Sache im Griff habe: »Ab dem Sommer geht es wieder vorwärts.«

Als Besucher ist man sich da nicht so sicher. Sondern fragt sich eher: Kann man einen künstlichen Stern erschaffen, wenn schon auf dem Weg dorthin so viel schiefeht? Oder endet Iter als Bauruine und Warnung, dass man nur abstürzen kann, wenn man der Sonne zu nah kommt?

Demnächst will das Management einen neuen Zeit-

und Kostenplan vorlegen. Der letzte stammt aus dem Jahr 2016. Damals verschob man den Start der Maschine auf 2025 und ging von mindestens 20 Milliarden Euro an Kosten aus, viermal so viel wie ursprünglich vereinbart.

Wie lange es stattdessen dauern könnte und wie viele Milliarden das Projekt verschlingen soll, dürfte über seine Zukunft entscheiden. Schließlich wird Iter von einer hochfragilen Allianz großer Nationen gebaut, von China, der EU, Indien, Japan, Südkorea, Russland und den USA. So als gäbe es den Krieg in der Ukraine nicht, keinen sich zuspitzenden Konflikt zwischen Ost und West. Sondern nur das gemeinsame Ziel, eine Sonne auf Erden zu zünden.

Es ist eine Vision, die man mutig finden kann. Oder naiv. In jedem Fall stammt sie aus einer anderen Zeit. Ronald Reagan und Michail Gorbatschow ließen sich damals in Genf vor einem Kamin in Ledersessel fallen. 1985 war das, und die Staatschefs der USA und der UdSSR suchten nicht nur nach einem Symbol der Annäherung. Sondern geprägt durch zwei Ölpreiskrisen auch nach einem Ausweg aus dem fossilen Zeitalter.

Iter soll der heißeste und zugleich einerder kältesten Orte der Welt werden

So wurde Iter geboren: Ein Gigant von einem Reaktor, größer als alles, was vor ihm kam. Auf Bauplänen erinnert er an einen 19 Meter breiten und elf Meter hohen Donut. Im Inneren des Kringels zirkuliert die brennend heiße Brühe aus Atomkernen, genannt Plasma. Sie darf dabei allerdings auf keinen Fall die Wände berühren. Die Atomkerne würden dabei sofort abkühlen und Schäden anrichten – aus, der Sonnenraum.

Eine Lösung haben sich Physiker bereits in den Fünfzigerjahren ausgedacht: Magnetfelder. Sie können ein Plasma wie in einem Käfig einsperren und so von den Wänden fernhalten. Allerdings reichen für Iter nicht irgendwelche Magnete. Sie müssen teils so stark sein, dass sie einen Flugzeugträger schweben lassen könnten. Was nur möglich ist, wenn man die supraleitenden Materialien auf minus 269 Grad Celsius abkühlt. Iter soll dadurch sowohl der heißeste als auch einer der kältesten Orte auf der Erde werden – und beide Extreme nur wenige Meter voneinander trennen. Im Betrieb ziehen die Magnetfelder und extremen Temperaturen den 23.000-Tonnen-Koloss auch noch um mehrere Zentimeter zusammen. Die zehn Millionen Einzelteile der Maschine müssen dabei aber nach wie vor auf den Millimeter genau zusammenpassen.

Nur dann können Pumpen die Luft aus dem »Tokamak« genannten Donut leeren und sie durch Wasserstoff ersetzen. Anschließend entrißt ein starker Strom

den Atomkernen ihre Elektronen. Übrig bleibt ein Plasma. Mikrowellen erhitzen es, bis die Atomkerne wie wild durcheinanderrasen – und dabei immer wieder so heftig kollidieren, dass sie miteinander verschmelzen.

Iter erprobt damit einen der ältesten Ansätze zur Kernfusion. Längst gibt es Konkurrenten. Etwa Laser, die mit Wasserstoff gefüllte Kapseln pulverisieren – womit einer Anlage in Kalifornien 2022 ein viel beachteteter Rekord gelang.

Damit auch Iter seine Ziele erreicht, müssen die Beteiligten ein Technikpuzzle beispielloser Komplexität lösen. Dessen Teile allerdings von Hunderten über den Globus verteilten Zulieferern stammen. Bauteile aus den USA müssen nahtlos an Teile aus Frankreich anschließen, solche aus China an welche aus Japan. Die Länder können auf diese Weise ihre heimische Industrie fördern. Und nebenbei lernen, wie man einen Fusionsreaktor baut. So die Idee.

Schon bald nach dem Baustart im Jahr 2010 erwies sie sich als organisatorischer Albtraum. Unternehmen änderten immer wieder das Design von Teilen. Zeitplan und Kosten gerieten außer Kontrolle. Bis die Organisation 2015 nach zwei überforderten Japanern den französischen Ministerialbeamten Bernard Bigot zum Generaldirektor machte.

Er beendete das Abstimmungschaos, warf unliebsame Mitarbeiter hinaus und verfügte, dass auf der Baustelle rund um die Uhr gearbeitet wird. Zunächst mit Erfolg: Immer mehr Komponenten kamen in Frankreich an, oft so wuchtig, dass sie die Reise nur per Schiff und nächtlicher Autobahnsperren bestreiten konnten.

Heute können Besucher daher zwischen den bewaldeten Hügeln des Val de Durance gut 20 der 39 geplanten Gebäude bestaunen. Die von Kränen umstellte Reaktorhalle thront raumschiffartig in der Mitte. Morgens glänzt sie silbern, abends golden.

Im Mai 2022 hoben Seilzüge im Inneren das erste Neuntel des Donuts in den hinteren Teil des Gebäudes. Und ließen das Segment dort Millimeter für Millimeter in die dafür vorgesehene Grube aus Stahlbeton hinab. Ingenieuren sollen am Ende die Tränen gekommen sein, so groß war die Erleichterung, als alles klappte.

Doch schnell schlug die Freude in Bestürzung um. Nicht nur, weil Generaldirektor Bigot nach schwerer Krankheit starb. Ein von ihm geschasster Kommunikationschef wandte sich auch an die Öffentlichkeit und berichtete von unmenschlichem Druck in der Beleg-

schaft. Und von den Problemen, die das Projekt bis heute lähmen.

Ein Bild von ihnen kann man sich am Ende eines dunklen Korridors machen. Plötzlich steht man in einer engen Kabine und blickt durch eine Scheibe in die Reaktorgarbe. Besucher machen hier ihre Selfies, schließlich ist es der Ort, an dem das Sonnenfeuer brennen soll. Allerdings wartet hier anders als noch 2022 kein Segment des stählernen Donuts mehr darauf, mit seinen Nachbarn verschweißt zu werden. Stattdessen ist die Garbe leer.

»Wir mussten das Teil wieder herausheben«, sagt die Sprecherin zerknirscht. Ob wieder Tränen geflossen sind, ist nicht bekannt, aber allen Grund hätten die Beteiligten wohl gehabt. Denn schuld ist ein Produktionsfehler, dessentwegen die Kanten der Teile nicht millimetergenau zusammenpassen – sondern sich wellen wie billiges Blech.

Die französische Nuklearaufsicht verweigerte daher bereits im Januar 2022 ihre Zustimmung für den weiteren Zusammenbau. Generaldirektor Bigot wies seine Leute dennoch an, das erste Segment in die Mulde hinabzulassen, in der Hoffnung, die sich wellenden Kanten beim Zusammenschweißen mit den Nachbarn zu begradien. Die Nuklearaufsicht fürchtete irreparable Schäden im Herzen des Reaktors – und ließ das 440-Tonnen-Bauteil in einer viertägigen Aktion wieder zurück in den Montagebereich hieven.

Dort hängt das Segment nun mit seinem Nachbarn in spe. Und Arbeiter müssen die Kanten in monatelanger Arbeit brachial abschleifen und neues Material auftragen. Bei einem dritten Teil müssen sie außerdem eine mysteriöse Delle ausbügeln, die durch einen Sturz entstanden sein könnte – was die Pressesprecherin jedoch sogleich dementiert, allerdings ohne eine andere Erklärung für den Schaden zu nennen.

Wie gut sich die Schäden reparieren lassen, ist offen. Die Nuklearaufsicht will das Ergebnis abwarten, ehe sie ihr Okay für den weiteren Zusammenbau gibt. Und dann sind da auch noch die Risse in den Kühlleitungen: Ein indischer Zulieferer hat das Metall mit einem falschen Imprägnierspray behandelt. Arbeiter müssen daher alle Leitungen überprüfen und teils zurück nach Indien verschiffen – und dann wieder nach Südfrankreich.

Haften müsse dafür kurioserweise niemand, sagt Akko Maas. Er ist einer der Koordinatoren des Projekts und war schon dabei, als sie 2005 mit 2.000 Flaschen Champagner darauf anstießen, dass Iter in Saint-Paulès-Durance gebaut wird. Heute sitzt der Niederländer in seinem Büro mit Blick auf die Baustelle und wirkt

abgearbeitet, von Feierlaune keine Spur.

Russland ist noch immer dabei – auch nach dem Überfall auf sein Nachbarland

Man hätte nie beschließen dürfen, dass fast 90 Prozent der Bauteile in den Partnerländern hergestellt und dann erst nach Frankreich geliefert werden, findet Maas. Fatal sei auch, dass kritische Teile nicht aus einer Hand kämen, wie im Fall der Segmente des Reaktorgefäßes: Zu vier Teilen kommen sie aus Südkorea, zu fünf aus Italien (wo man allerdings ebenfalls mit welligen Kanten kämpft).

Diese Teilung sei politisch gewollt gewesen, sagt Maas. »Wenn etwas schief läuft, müssen wir alle gemeinsam damit klarkommen.« Tatsächlich dürfe er öffentlich nicht einmal sagen, wo wer hinter dem Zeitplan sei – alles hochpolitisch. »Wir müssen alle nett zueinander sein.«

Das gilt selbst für den Fall, dass einer der Partner brutal sein Nachbarland überfällt, wie es Russland mit der Ukraine getan hat. Etwa 80 Russen arbeiten noch in Südfrankreich, angeblich geräuschlos. Zuletzt hat Russland einen riesigen Magneten geliefert.

Andere internationale Projekte gehen einen anderen Weg: Das Genfer Kernforschungszentrum Cern etwa hat die Zusammenarbeit mit Russland beendet. Wer das auch bei Iter angemessen fände, kann das bei Akko Maas' Chef vorbringen, dem neuen Generaldirektor. Pietro Barabaschi hat an einem großen runden Tisch mit Mikrofonen Platz genommen, hinter ihm die Flaggen der Partnernationen.

Am 19. Juni werden die Gesandten der Länder hier zu ihrem nächsten Treffen zusammenkommen. Jetzt sitzt Barabaschi hier allein, ein nonchalanter Italiener, der das Projekt transparenter leiten will als sein französischer Vorgänger. Er sagt: »Russland trägt etwas bei und teilt die Ziele des Projekts.« Und Iter sei nun mal ein Projekt des Friedens und der Wissenschaft. Es gebe also keinen Grund, die Zusammenarbeit infrage zu stellen.

So muss man wohl reden, wenn man schon bald wieder den Gesandten aus Moskau gegenüber sitzt – und ihre Unterstützung braucht. Das erzählt man sich in Südfrankreich jedenfalls hinter vorgehaltener Hand: Steigt auch nur ein Partner aus, könnte es das Ende des Großprojekts bedeuten.

Der neue Zeitplan, den Barabaschi den Delegierten präsentieren will, könnte im schlimmsten Fall genau dazu führen. Schließlich ist Forschung zur Kernfusion ein Rennen: Eine Chance dürfte die Technologie nur

haben, wenn sie rechtzeitig kommt für die Energiewende.

Und danach sieht es nicht unbedingt aus. Schließlich ist Iter bloß die erste Etappe beim Marathonlauf zum ersten Kraftwerk; ein Forschungsprojekt, dessen Ergebnisse frühestens in der zweiten Hälfte der 2030er-Jahre vorliegen werden. Ab dann, so hielt es schon der alte Zeitplan fest, wollen die Forschenden mit den seltenen Wasserstoffvarianten Deuterium und Tritium experimentieren. Nur sie eignen sich als Fusionsbrennstoff, erfordern wegen des radioaktiven Tritiums aber aufwendige Sicherheitsvorkehrungen.

Wie ein Kraftwerk funktionieren könnte, sollen dann erst »Demo« genannte Nachfolger von Iter erproben. Auf diese Testanlagen könnten kommerzielle Kraftwerke folgen – irgendwann nach 2050, und damit wohl zu spät für die Energiewende in vielen Ländern.

Jedes Jahr, um das sich Iter verzögert, macht dieses Szenario wahrscheinlicher. China und die USA planen daher Konkurrenzprojekte, die schneller zum Ziel kommen könnten. Und auch in Deutschland macht sich Ungeduld breit. FDP und CDU/CSU wollen weltweit das erste Fusionskraftwerk ans Netz bringen, am besten schon 2040. Völlig ungewiss, wie das gelingen könnte. Denn wartet man erst die Ergebnisse von Iter ab, was die meisten Experten empfehlen, wäre der Zeitplan unmöglich zu halten.

In Indien fragt man sich derweil, ob man gerade überhaupt Geld für Fusionsforschung hat. Und Russland ist angeblich wegen einer kürzlich beschlossenen De-

signänderung bei Iter verärgert: Ein Schwermetall namens Wolfram soll ein Leichtmetall namens Beryllium als Innenauskleidung ersetzen. Was Russland nicht gefallen kann, da es das Beryllium liefern sollte.

Viel Raum für Unmut also. Und die bange Frage, ob einige Länder statt Iter lieber ihre eigenen Pläne vorantreiben – ausgerüstet mit dem Wissen, wie man einen Fusionsreaktor nicht baut.

Selbst der Generaldirektor will das nicht ausschließen. »Scheitern ist immer eine Möglichkeit«, sagt Barabashi. Und schiebt hinterher – wie könnte er anders –, dass er natürlich nicht glaube, dass es so weit kommt.

Fürs Erste gehen die Arbeiten jedenfalls weiter. Im Mai haben französische Ingenieure den letzten Magneten fertiggestellt. Zusammen mit den anderen Teilen wartet er nun darauf, im Reaktor verbaut zu werden – dieses Jahr, nächstes Jahr. Oder vielleicht auch nie.

Bleibe noch Tom Cruise. Jemand vom Filmstudio der Mission Impossible-Filme soll sich die Baustelle schon angeschaut haben. Naht also Rettung aus Hollywood? Vielleicht. Oder das Studio plant schon mal für den Fall, dass aus Iter am Ende doch nur eine Filmkulisse wird.

Wie viel der International Thermonuclear Experimental Reactor (Iter) am Ende kosten wird, ist unklar. Bisherige Schätzungen reichen von 20 Milliarden bis 60 Milliarden Euro. Davon zahlt 46 Prozent die EU, die übrigen sechs teilnehmenden Staaten übernehmen je neun Prozent.