

Fusions-Versuchsanlage in Jülich: Wird noch in diesem Jahrzehnt das Feuer der Sonne im Labor entfacht?

FORSCHUNG

KERNFUSION

Gelee im Netz

Dr. Glenn T. Seaborg, Chef der amerikanischen Atomenergie-Kommission, sieht ein modernes Schlaraffenland voraus. Es liegt hinter einem Berg wissenschaftlicher und technischer Probleme, der schon angebohrt ist.

Der Mensch muß nur noch jenen physikalischen Prozeß beherrschen lernen, der die Sonne zum Strahlen bringt. Dann, so Seaborg, wird er so viel Wärme freisetzen und so viel elektrischen Strom erzeugen können, „als gäbe es auf der Erde 500 Ozeane voller Erdöl“.

Um die schier unerschöpfliche Energiequelle zu erschließen, arbeiten zweitausend Physiker in aller Welt zusammen — Sowjets und Amerikaner, Japaner und Europäer. Insgesamt wird auf dieses Projekt derzeit jährlich eine halbe Milliarde Mark verwendet.

Die Forschungsprogramme werden bald noch erweitert, die Investitionen drastisch erhöht werden müssen. Denn in wenigen Generationen könnte der Fortschritt der Zivilisation davon abhängen, ob es gelingt, Sonnenglut auf der Erde anzufachen: durch Kernfusion, die kontrollierte Verschmelzung von Atomkernen in einem Reaktor.

„Perhapsatron“ — Vielleichtmaschine — hatten US-Wissenschaftler vor zwei Jahrzehnten selbstironisch eines ihrer Urmodelle für einen solchen

Reaktor genannt. Nun aber geben sich die Fusionsforscher erfolgssicher.

„Zum erstenmal“, erklärte Dr. Hermann Jordan, derzeit Team-Leiter am Institut für Plasmaphysik der Kernforschungsanlage Jülich, „stimmen jetzt die Ergebnisse der Experimente weitgehend mit der Theorie überein.“ Erstmals auch können die Kernphysiker die künftige Entwicklung ihrer Untersuchungen abschätzen:

- ▷ Ein Sonnenofen von Laborformat wird bis Mitte dieses Jahrzehnts gezündet werden können.
- ▷ Ein Fusions-Versuchsreaktor, der schon mehr Energie liefert, als er verbraucht, ist für das kommende Jahrzehnt zu erwarten.
- ▷ Einen Fusions-Leistungsreaktor schließlich, der mehr und wahrscheinlich billigeren Strom als herkömmliche Kraftwerke erzeugt, so sagt wie Jordan der US-Physiker Harold P. Furth voraus, „können wir Ende des Jahrhunderts haben“.

Die Technologie künftiger Fusionsreaktoren stand auf dem Programm, als sich Ende letzten Monats 150 Fachleute aus fast allen größeren Plasmaphysik-Laboratorien der Welt zu einem Symposium in Jülich und Aachen trafen. Jülich ist neben einem ähnlichen Institut in München-Garching das Zentrum der bundesdeutschen Fusionsforschung; und gegenwärtig wird dort eine Versuchsserie vorbereitet, die mit zukunftsweisenden Experimenten in der Sowjet-Union und in den USA konkurrieren soll.

Als denkbar, aber kaum realisierbar war es lange Zeit erschienen, atomare

Energien nicht durch Spaltung, sondern durch Verschmelzung von Atomkernen gesteuert und kontinuierlich freizusetzen.

Wohl gelang es, die Kraft zu überwinden, mit der die Materieteilchen der Vereinigung widerstreben. Aber die sogenannten Beschleuniger, in denen Atomkerne aufeinandergeschossen werden können, sind praktisch nutzlose, energiezehrende Maschinen für die theoretische Forschung. Und die Wasserstoffbombe, in der übergroße Hitze eine Fusion erzwingt (Zünder ist eine kleine Atombombe, die durch Kernspaltung explodiert), liefert statt regelbaren Brands nur einen verheerenden Blitz.

Nicht die Bombe zu zähmen, sondern das Feuer der Gestirne nachzuahmen, haben sich die Wissenschaftler vorgenommen. In der Sonne wird die Verschmelzung von Atomkernen — Quelle von Licht, Wärme und anderen Strahlen — durch die hitze- und druckerzeugende Gewalt der Gravitation in Gang gehalten. So energiereich ist dieser Prozeß der Materieumwandlung, daß die Sonne noch in 100 Milliarden Jahren scheinen wird.

Der Brennstoff, der unter irdischen Bedingungen am ehesten zu kontrollierter Fusion gebracht werden kann, ist ein Gemisch aus Deuterium und Tritium — aus schwerem und überschwerem Wasserstoff. Drei Schwierigkeiten freilich verhinderten bislang, daß der Zündpunkt erreicht wurde:

- ▷ Das Brennstoffgemisch muß auf etwa 100 Millionen Grad Celsius erhitzt werden. Dann hat es den (neben fest, flüssig und gasförmig) vierten Zustand der Materie er-

reicht — es ist ionisiert. In diesem sogenannten Plasma ist der Verbund von Elektronen und Kernen des Atoms gelöst. Die Partikel schwirren derart chaotisch durcheinander, daß sie häufig kollidieren — und zu Helium-Atomkernen verschmelzen, wobei Energie frei wird.

- ▷ Damit genügend Teilchen aufeinander treffen, muß die Plasmawolke eine bestimmte Dichte erreichen.
- ▷ Normalerweise verflüchtigt sich Plasma in Bruchteilen von Mikrosekunden. Um mehr Energie abzugeben, als es beim Erhitzen und Verdichten aufnimmt, muß das Plasma lange genug zusammengehalten werden — zumindest Bruchteile von Sekunden.

Kein Gefäß jedoch kann Plasma einschließen; es würde sich an einer festen Wandung sofort abkühlen und in den gasförmigen Zustand übergehen. Kunstgriff der Physiker: Sie versuchen, das Plasma — etwa innerhalb von Quarzglasröhren — in einem Käfig aus Magnetfeldern festzuhalten.

Der US-Physiker David Bohm hatte allerdings vor drei Jahrzehnten eine Formel für den Plasmaschwund aus solchen „magnetischen Flaschen“ gefunden, nach der es niemals gelingen könnte, eine Fusion in Gang zu bringen. Tatsächlich verhielt sich das Plasma in der Laborpraxis noch widerspenstiger. „Unser Vorhaben“, so umschrieb es einer der Wissenschaftler, „gleicht dem Versuch, einen Klumpen heißen Gelees mit einem Netz aus Gummifäden zusammenzupressen.“

Wie entmutigend diese Erfahrungen waren, wurde vollends offenbar, als 1958 alle Länder auf Vorschlag der Sowjet-Union beschlossen, sämtliche Forschungsdaten der Fusionsexperimente offenzulegen und auszutauschen. Die internationale Kooperation aber brachte auch überraschenden Erfolg: Mit trickreichen Anordnungen von Magnetfeldern wiesen die Physiker alsbald nach, daß die Bohm-Formel — so Professor Ewald Fünfer vom Institut für Plasmaphysik in München-Garching — „kein universell gültiges Gesetz“ ist.

Im vergangenen Jahr begann sich der neue wissenschaftliche Eifer zu lohnen. Mit ihrer Experimentieranlage „Tokamak 3“ im Moskauer Kurtschatow-Institut erzeugten sowjetische Forscher, die ohnehin viel zur modernen Plasmaphysik beigetragen haben, ein sehr heißes und dichtes Plasma. Und sie vermochten es rund hundertmal so lange einzuschließen, als nach Bohms Theorie zu erwarten gewesen wäre.

Amerikanische Plasmaforscher, die lange in kleinen Gruppen mit schmalem Etat wirtschaften mußten, haben mittlerweile das erfolgreiche Moskauer Modell kopiert. Für 300 000 Dollar bauten sie in einem Sechs-Monate-Eilprogramm eine eigene Maschine in Princeton (New Jersey) um. „Wir haben mit den Russen ziemlich gleichge-

zogen“, berichtete jüngst Princeton-Physiker Furth.

„Die Natur ist nicht gegen uns“, so deutet Dr. Robert Hirsch, bis vor kurzem Direktor des Fusions-Programms der US-Atomenergie-Kommission, den Forschungsfortschritt der letzten Zeit. „Jetzt könnte eine Menge Geld eine Menge ausrichten; selbst wenn wir den Aufwand in den nächsten fünf Jahren verdreifachen, würden wir nichts verschwenden.“

„Rekorde beim Erhitzen, Verdichten und Einschließen des Plasmas“, konstatiert indes der Jülicher Dr. Jordan, „sind nun sinnlos geworden — wir dürfen jetzt nicht mehr ehrgeizige Experimente anstellen, die später in technische Sackgassen führen.“ Gleichwohl ist die neue Jülicher Versuchsserie noch rekordträchtig.

Ebenfalls nach Tokamak-Muster sollen dort in einer Anlage, die ge-

meinen, daß die lange als esoterisch angesehene Fusionsforschung in den nächsten Jahren auch durch gezielte Wissenschaftspolitik gefördert werden müsse. Denn Fusionsreaktoren werden wahrscheinlich nicht nur nützlich, sondern dringend erforderlich sein, weil der Energiebedarf weltweit wächst.

Jeder US-Bürger verbraucht derzeit schon jedes Jahr eine Energiemenge (in Form von Strom, Wärme, Öl, Benzin und Industrieprodukten, die mit Energieaufwand gefertigt werden), die zehn Tonnen Kohle entspricht; in der Bundesrepublik liegt der Energiekonsum bei vier, in Entwicklungsländern wie Ghana oder Ecuador bei 0,3 Tonnen. Insgesamt wird der Energiebedarf auf der Erde von derzeit sechs auf 23 Milliarden Tonnen Steinkohle-Einheiten im Jahr 2000 steigen.

Und bereits jetzt ist abzusehen, daß Fusionsreaktoren gegenüber den her-



Fusionsforscher Jordan: Zündung bei 100 Millionen Grad

genwärtig installiert wird, vom kommenden Frühjahr an dichte Plasmen lange eingeschlossen werden. Durch sehr schnelles Aufheizen wollen die Physiker dem Fusionszündpunkt näherkommen.

Vorerst können die bundesdeutschen Fusionsforscher den Weltstandard halten. Denn die Zusammenarbeit der Experten im Rahmen der europäischen Atomgemeinschaft ist, anders als bei den meisten übrigen Euratom-Projekten, erfolgreich. Und die förderliche Kooperation soll künftig noch verstärkt werden: Die auf etlichen Spezialgebieten führenden Briten bieten sich als Partner an.

Dr. Jordan nennt denn auch „eine stetige finanzielle Zuwachsrates für unsere Forschungen sinnvoll“ — mit Einschränkungen. Die zunehmende Zahl von Planstellen in Jülich und München-Garching ist immer schwerer mit fähigen Nachwuchs-Wissenschaftlern zu besetzen.

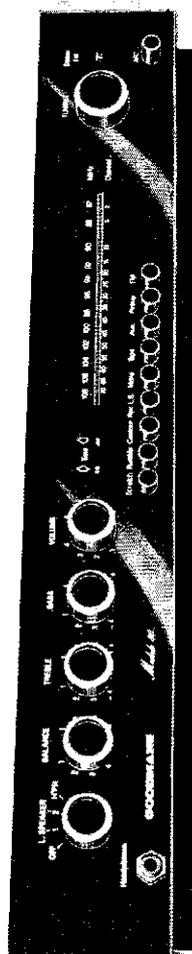
Es gibt in der Bundesrepublik zu wenige Ausbildungsmöglichkeiten für Plasmaphysiker. Die Experten aber

kömmlichen oder auch weiterentwickelten Atomreaktoren, die durch Kernspaltung Energie freisetzen, eine Reihe von Vorteilen haben werden:

- ▷ Die Kernverschmelzung ist ein Prozeß ohne sonderliches Sicherheitsrisiko — selbst wenn ein Fusionsreaktor bombardiert würde, kämen nur Spuren radioaktiven Materials frei, das noch dazu vom menschlichen Körper rasch wieder ausgeschieden würde.
- ▷ Fusionsreaktoren könnten mithin im Zentrum von Wohngebieten errichtet werden, und auch ihre Abfallwärme ließe sich noch in Fernheizungen, zur Trinkwasseraufbereitung oder zur Meerwasserentsalzung wirtschaftlich nutzen.
- ▷ Fusionsreaktoren werden als „Brüter“ konstruiert sein: Während sie Energie liefern, erzeugen sie gleichzeitig mehr neuen Fusions-Brennstoff (Tritium), als sie verbrauchen; die Brennstoffmenge könnte sich in wenigen Monaten verdoppeln — in Spaltungs-Brutreaktoren hingegen verdoppelt sie

NEU

von GOODMANS



das elegante HiFi-Steuergerät
mit den Daten eines Meßinstruments.

MODULE 80

Preis: DM 1001,— incl. MwSt
Wir informieren Sie gerne.

GOODMANS-HIFI
5 KÖLN 60, Beuelsweg 15

Der **MODULE 80** von **GOODMANS** hat einen Verstärker mit 2 x 60 Watt Musikleistung und einen UKW-Tuner mit 1,5 µV Empfindlichkeit.

Die elektronischen Daten liegen im Bereich der besten Kontroll- und Meßinstrumente und der umfangreiche Bedienungskomfort setzt das Gerät an die Spitze unter den teuren, professionellen Qualitäts-Receiver. Dieser Aufwand ist nach unserer Meinung notwendig, damit Sie Musik besser hören als bisher.

H7

sich erst in etwa einem Jahrzehnt. Der zweite Fusions-Brennstoff, Deuterium, ist in normalem Wasser relativ reichlich vorhanden.

Bei allem Optimismus freilich waren sich die Plasmaphysiker beim Jülicher Treffen einig, daß sie in der Erforschung und technischen Kontrolle der Fusion noch nicht einmal so weit sind, wie es die Kernspaltungsforscher 1942 waren — damals zündete der Physiker Enrico Fermi in Chicago die erste kontrollierte Kettenreaktion. Und sie betonten, daß es zwei Jahrzehnte gedauert hat, bis die Reaktoren herkömmlichen Typs wirtschaftlich arbeiteten.

Aber sie sind jetzt sicher, daß regelbare Verschmelzung von Atomkernen möglich sein wird, technisch bewältigt und zu vernünftigen Kosten genutzt werden kann. Es ist, sagt Redan Pease, Direktor des britischen Culham Laboratory, nur mehr „ein Problem von Zahlen“.

Und die Forscher kennen auch Zahlen, die sie ansprechen: In jedem Liter schweren Wassers steckt soviel Energie in Form von Fusions-Brennstoff wie in 18 Millionen Litern Benzin.

POLYWASSER

Zeit vertan

Wasser II“ nannten es die einen, „Polywasser“ die anderen. Und der US-Chemiker Leland C. Allen hielt die gallertartige Flüssigkeit für „das erregendste chemische Phänomen der letzten 50 Jahre“.

An Dutzenden von Instituten suchten Wissenschaftler in Ost und West das Geheimnis der eigenartigen Substanz zu ergründen. 280 000 Mark gab allein das US-Verteidigungsministerium für den Versuch aus, Polywasser in größeren Mengen herzustellen. Und manche Chemiker sahen schon eine Vielzahl von Anwendungsgebieten für das Wunderwasser — als exotisches Schmiermittel, zur Wärmeübertragung bei Reaktoren und Dampfautos oder auch als Hilfsmittel zur Meerwasserentsalzung.

Doch seit Ende letzten Monats haben die Forscher ihre Bemühungen eingestellt. So niederschmetternd war das — in einer sowjetischen Fachzeitschrift veröffentlichte — Ergebnis der bislang gründlichsten Polywasser-Analyse, daß der amerikanische Wasser-II-Experte Dr. Robert E. Davis von der Purdue University in Lafayette (US-Staat Indiana) erklärte: „Die Wissenschaftler haben mit der Erforschung dieser Substanz ihre Zeit vertan.“

Der russische Chemiker Boris W. Derjagin hatte 1966 die Fachwelt mit der Mitteilung überrascht, er habe eine neue Art Wasser im Labor erzeugt. Die Substanz unterscheidet sich chemisch nicht von normalem H₂O, sei aber 15mal so zähflüssig, gefriere erst bei minus 40 Grad Celsius, und ihr Siedepunkt läge bei 300 Grad. Westliche Chemiker waren zwar skeptisch,

fanden die Entdeckung, wie der US-Chemiker Ellis Lippincott erläuterte, aber „so verblüffend, daß wir es uns nicht leisten konnten, die Substanz nicht zu untersuchen“.

Bei ihren Versuchen hielten sich die Chemiker strikt an das Produktionsverfahren ihres russischen Kollegen. In einer Vakuumkammer brachten sie Wasserdampf in haarfeine Quarzröhrchen ein, der nach etwa 18 Stunden kondensierte. Der mühselige Labor-Prozeß bescherte freilich nur manchmal und auch dann nur kleinste Mengen. Zudem gelang den Forschern nie der Nachweis, daß es sich bei der Substanz — wie vermutet — um eine neue Wasser-Art mit abweichender molekularer Struktur handle.

Manche der Polywasser-Forscher mutmaßten denn auch, die Substanz entstehe nur durch zufällige Verunreinigungen. Derjagin freilich hielt dies für „völlig ausgeschlossen“.

Gleichwohl verunsicherten die Maßnahmen den russischen Chemiker.



Polywasser in Haarröhrchen
Schweiß vergossen

Er stellte seinem Institutskollegen Wladimir L. Talrose insgesamt 25 Polywasser-Proben zur Verfügung. Dieser Entschluß aber kam — wie sich nun herausstellte — einem wissenschaftlichen Harakiri gleich.

Talroses Analysen mit Hilfe eines sogenannten Massenspektrometers wurden jüngst in dem russischen Fachblatt „Chemie und Leben“ veröffentlicht. US-Chemiker Davis wiederum vermittelte die Ergebnisse seinen amerikanischen Kollegen.

In einem Leserbrief an das Wissenschaftsjournal „Chemical and Engineering News“ referierte Davis den Sowjet-Artikel: „In den Polywasser-Proben waren organische Substanzen — Fette und Verbindungen von Fetten mit Phosphorsäure und ihren Abkömmlingen, wie sie in tierischem Gewebe vorkommen und vor allem vom Menschen zusammen mit seiner Ausdünstung abgegeben werden — in einer Menge, die etwa der des modifizierten Wassers entsprach.“

Polywasser, kurz gesagt, war russischer Forscher-Schweiß.