Zur Sache gefragt:

Horst Ziegelmann

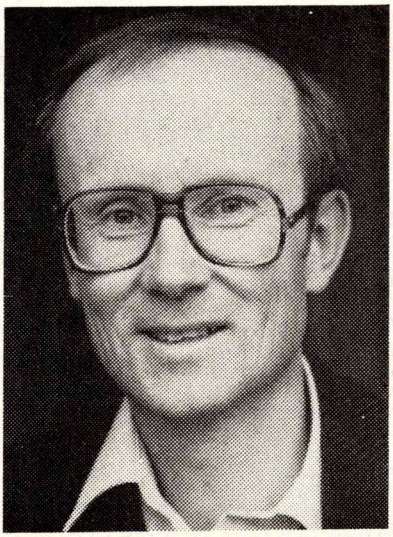
Die Kernfusion – Energiequelle der Zukunft?

Es wird nicht viel über sie geredet, und dennoch verschlingen sie weltweit Milliarden an Forschungsgeldern: Die Versuche von Physikern und Ingenieuren, mittels der Verschmelzung (Fusion) von Atomkernen Energie zu gewinnen. Die physikalischen Grundlagen der Fusionsreaktion, die die Sonne und sämtliche Sterne zum Strahlen bringt, sind seit den 30er Jahren bekannt: Wasserstoffkerne verschmelzen bei Temperaturen von zehn bis zwanzig Millionen Grad zu Heliumkernen; dabei wandelt sich ein Teil der Kernmasse in Energie um, wie es Einstein in seiner berühmten Formel $E = mc^2$ beschrieben hat. So einfach die Gleichung, so schwierig die technische Realisierung dieses Prozesses auf der Erde. Noch ist der Nachweis nicht erbracht, daß Wasserstoff in einem Reaktor so lange zum „Brennen" gebracht werden kann, daß sich tatsächlich Energie dabei gewinnen läßt. Wenn es aber gelingt, so die Hoffnungen der beteiligten Wissenschaftler, wird es eine billige und saubere Energie sein. Wir fragten den Tübinger Kernphysiker und Privatdozenten Dr. Horst Ziegelmann, 46, was er von diesen Hoffnungen hält.

Von ihren Ausmaßen her ist die Kernfusion durchaus als Großtechnologie zu bezeichnen. Die zentrale, reifenförmige Brennkammer des größten europäischen Versuchsreaktors JET („Joint European Torus") in Großbritannien hat einen Durchmesser von 15 Metern und ist 12 Meter hoch. Noch größer werden soll das Nachfolgeprojekt NET („Next European Torus"), das die baden-württembergische Landesregierung gern nach Karlsruhe holen will.

Der Brennstoff, bestehend aus zwei Wasserstoff-Isotopen (dem „schweren", natürlich vorkommenden Deuterium und dem „überschweren", radioaktiven Tritium), wiegt nur wenige Gramm und befindet sich bei der erzeugten ultrahohen Temperaturen in einem elektrisch leitfähigen Zustand, den man „Plasma" nennt. Vor kurzem wurde in Princeton, USA, das Wasserstoffplasma des dortigen Versuchsreaktors auf 200 Millionen Grad erhitzt – der bisherige Temperaturrekord. „In diesem Zustand können Atomkerne ihre Abstoßungskräfte überwinden, zusammenstoßen und verschmelzen", erläutert Horst Ziegelmann.

Das heiße Plasma darf keine direkte



Wandberührung haben; sonst würde es seine Energie sofort an diese abgeben und erkalten. Aus diesem Grund wird es durch magnetische Felder, erzeugt von riesigen, leistungsstarken und kompliziert angeordneten Elektromagneten, in der Schwebe gehalten. Der Bau eines solchen „magnetischen Käfigs" gleicht „dem Versuch, einen Wackelpudding mit Gummibändern einzuschnüren", wie der amerikanische Fusionsexperte und Konstrukteur der Wasserstoffbombe, Edward Teller, es einmal ausgedrückt hat.

Den magnetischen Käfig lange genug dichtzuhalten, ist eines der größten technischen Probleme beim Fusionsreaktor. Ein Sicherheitsproblem aber scheint es nicht zu sein: „Man muß sich eher um das Plasma als um die Wand sorgen", sagt der Physiker auf die Frage, ob denn der „Pudding" nicht auslaufen und sich durch die umgebenden Wände schmelzen kann. Wegen der geringen Brennstoff-Masse sei eine Kernschmelze wie beim Kernspaltungs-Reaktor nicht zu befürchten.

Gefahren für die Umgebung gehen eher von den energiereichen Neutronen aus, die bei der Kernfusion entstehen. Sie dringen durch die Ummantelung des inneren Rings und treffen auf eine Schicht aus Lithium auf, das sich durch den Neutronenbeschuß umwandelt in Helium und neuen „überschweren" Wasserstoff (Tritium) für den Brennvorgang. „Tritium ist nun keineswegs ein harmloser Stoff", warnt Ziegelmann. „Es ist radioaktiv, zerfällt also und sendet Beta-Strahlen aus. Wenn es in die Umgebung gelangt, wird es mit dem Wasser in den Organismus aufgenommen."

Die biologische Wirksamkeit des Tritiums ist zwar geringer als die der meisten bei der Kernspaltung entstehenden radioaktiven Nuklide, auch die Mengen sind nicht vergleichbar. Von einem „sauberen" Reaktor ohne Umweltgefährdung kann aber nicht die Rede sein.

Zumal sich die energiereichen Neutronen nicht darauf beschränken, mit dem Lithium zu reagieren. Auch das Wandmaterial, das sie durchdringen, wird radioaktiv; je nach chemischer Zusammensetzung der Wand entstehen langlebige oder kurzlebige Nuklide. „Außerdem enthält jeder Werkstoff Spurenelemente; man wundert sich dann, wenn unerwartete radioaktive Stoffe in der Umgebung auftauchen." Ein weiteres Problem sind die erheblichen Verschleißerscheinungen, denen die Wand durch den dauernden Neutronenregen ausgesetzt ist. Obwohl an der Werkstoff-Frage heftig getüftelt wird, geht man zur Zeit noch davon aus, daß die innere Toruswand alle ein bis zwei Jahre durch eine neue ersetzt werden muß.

„Einem Ingenieur schlägt natürlich das Herz höher, wenn es um den Aufbau eines Fusionsreaktors geht. Aber wenn man bedenkt, daß man ihn abbauen muß ..." Bauteile im innersten, radioaktiv verstrahlten Bereich mittels fernbedienter Maschinen bewegen zu müssen, das dürfte nicht nur ein technisches, sondern auch ein erhebliches finanzielles Problem sein.

Womit sich die Frage nach der Wirtschaftlichkeit des Fusionsreaktors stellt. Die Beantwortung dieser Frage haben die beteiligten Wissenschaftler und ihre staatlichen Förderer auf die Mitte des nächsten Jahrhunderts vertagt. Die Milliarden-Investitionen in die zahlreichen großen und kleinen Versuchsreaktoren in den USA, der Sowjetunion, Japan und Europa (auch in der Bundesrepublik laufen in Garching und Jülich Fusionsexperimente) könnten also für die Katz sein? „Wenn man als Wissenschaftler Milliarden beantragt, kann man das natürlich nicht zugeben", sagt Ziegelmann. Seit er der Forschung den Rükken gekehrt hat, um sich der populärwissenschaftlichen Darstellung physikalischer Probleme zu widmen (seine Einstein-Ringvorlesung aus dem Wintersemester 1985/86 arbeitet er gerade zu einem Buch um), sieht er die Sache skeptischer:

„Uns Kernphysiker lockt natürlich immer ein tolles Experiment. Insofern wäre ich traurig, wenn das JET-Projekt aufgegeben würde. Andererseits kann man die Situation im nächsten Jahrhundert nicht vorhersehen. Brauchen die Menschen so viel Energie. Und werden sie diese Technologie mögen?" Wenn er auch Technikfeindlichkeit ablehnt, so ist er nicht unbeeinflußt geblieben von den Protesten gegen die Kernenergie, von den Vorbehalten gegen Großtechnologien überhaupt. Noch gilt unter Physikern die Solartechnik als „nicht spektakulär genug", Energiesparen als „nicht sehr aufregend"; doch das könnte eine Generationenfrage sein. Ziegelmann hofft jedenfalls, daß die Fusionsforschung ernsthafte Konkurrenz bekommt durch jüngere Verfechter „sanfter" Energietechniken: „Damüssen jetzt massiv Anträge auf Forschungsgelder gestellt werden."

dit/Bild: Grohe