

# „Brüter“ - Energiespender der Zukunft

Anfang des Jahres wurde der erste industrielle Brutreaktor der Welt, der Reaktor BN-350 in Schewtschenko in der UdSSR in Betrieb genommen. Dieser Reaktor hat eine Wärmeleistung von 350 MW oder, wie es z. Z. vorgesehen ist, von nur 150 MW und zusätzlich täglich 130 000 Tonnen entsalztes Trinkwasser für die Versorgung der Umgebung von Schewtschenko zu liefern.

Die Bezeichnung schneller Reaktor rührt daher, daß bei diesem Reaktortyp die Kernspaltungen überwiegend mit schnellen, energiereichen Neutronen erfolgen, im Unterschied zu den bisher am weitesten verbreiteten sogenannten thermischen Reaktortypen, bei denen die Kernspaltungen überwiegend durch abgebremste, langsame (thermische) Neutronen zustande kommen. Das Abbremsen der Neutronen erfolgt bei den thermischen Reaktoren durch Graphit oder Wasser, bei den schnellen Reaktoren dürfen diese Stoffe nicht in der Spaltzone vorkommen, als Kühlmittel wird daher flüssiges Natrium bei Temperaturen von 500 bis 600 Grad Celsius verwendet. Insgesamt besitzt das BN-350-Kraftwerk zwei hintereinandergeschaltete Natriumkreisläufe und einen Wasser-Dampf-Kreislauf für den Turbogenerator sowie sechs Verdampferanlagen für die Meerwasserentsalzung.

Während die thermischen Reaktoren mit natürlichem oder schwach angereichertem Uran betrieben werden können, muß bei den schnellen Brutreaktoren die Konzentration des Spaltstoffes in Form von Uran-235 oder Plutonium auf etwa 20 Prozent erhöht werden, damit die Wahrscheinlichkeit für das Zustandekommen einer Kernspaltung durch ein schnelles Neutron, bevor dieses aus der Spaltzone

entweicht, genügend groß ist. Das natürliche Uran enthält nur 0,72 Prozent spaltbares Uran-235, der überwiegende Teil besteht aus Uran-238, das wesentlich schlechter und mit thermischen Neutronen überhaupt nicht spaltbar ist. Durch Absorption eines Neutrons entsteht aber aus einem Uran-238-Kern nach einer Reihe radioaktiver Umwandlungen ein Kern des Plutonium-239, das ähnlich wie das Uran-235 gut spaltbar ist, das aber im Unterschied zu diesem nicht in der Natur vorkommt.

In jedem Kernreaktor wird also nicht nur Spaltstoff verbraucht, sondern auch neuer künstlicher Spaltstoff in Form von Plutonium erzeugt. Das Verhältnis der Anzahl erzeugter Spaltstoffkerne zur Zahl der verbrauchten heißt Brutfaktor. Die schnellen Reaktoren haben nun die bemerkenswerte Eigenschaft, daß sie mehr Spaltstoff erzeugen können als sie verbrauchen. Ihr Brutfaktor ist, wenn Plutonium als Spaltstoff verwendet wird, größer als eins, sie werden daher Brutreaktoren genannt.

Die Spaltzone des Reaktor BN-350 hat die Form eines Zylinders, 1,1 Meter hoch, 1,5 Meter Durchmesser. Um auch die aus der Spaltzone entweichenden schnellen Neutronen noch für die Plutoniumerzeugung zu nutzen, ist diese von einem sogenannten Brutmantel umgeben, der Stäube aus Uran-238 enthält. Diese Stäube werden einige Jahre lang mit Neutronen bestrahlt, anschließend werden sie dem Reaktor entnommen und das gebildete Plutonium wird chemisch von Uran abgetrennt. Es kann der Spaltzone wieder zugeführt oder für die Inbetriebnahme weiterer schneller Brutreaktoren verwendet werden. Ein schneller Brutreaktor kann seinen Spaltstoffumsatz in etwa 6 bis

10 Jahren verdoppeln. Der Brutvorgang steht völlig im Einklang mit den Erhaltungssätzen der Physik - ein Brutreaktor ist selbstverständlich kein „Perpetuum mobile“. Bei der Vermehrung des Plutoniumbestandes wird Uran-238 verbraucht, dabei wird Kernbindungsenergie in eine Form überführt, in der sie leichter durch Kernspaltung zugänglich wird. Dieser Vorgang könnte verglichen werden mit der Vermehrung eines Hühnerbestandes, der verbunden ist mit dem Verbrauch von Körnerfutter, wobei chemische Bindungsenergie auf komplizierte Weise umgewandelt wird.

Bereits vor über 20 Jahren begannen in der Sowjetunion im Kernforschungszentrum Obninsk Professor Alexander Leipunski und seine Mitarbeiter mit Untersuchungen über schnelle Reaktoren. Schon die ersten theoretischen Berechnungen zeigten, daß dieser Reaktortyp die natürlichen Uranvorräte 50 bis 100 mal besser ausnützen kann als die thermischen Reaktoren. In den Jahren 1963 und 1964 wurden die ersten schnellen Reaktoren BR-1 und BR-2 im physikalisch-energetischen Institut in Obninsk in Betrieb genommen. Diese Reaktoren hatten nur eine geringe Leistung, sie dienten vor allem reaktorphysikalischen Experimenten und der Überprüfung der Berechnungsmethoden. 1969 folgte der schnelle Forschungsreaktor BR-5 mit einer Wärmeleistung von 3 Megawatt. 1988 wurde im Forschungsinstitut für Kernreaktoren in Melekes der schnelle Brutreaktor Bor-60 mit einer Leistung von 60 Megawatt in Betrieb genommen. Dieser Reaktor dient vor allem der Erprobung neuer Brennstoffelemente und Ausrüstungsteile für künftige Hochleistungsreaktoren, so z. B. für den Reaktor

BN-600, der im Süden des Urala z. Z. gebaut wird, dieser gegenwärtig größte schnelle Brutreaktor der Welt wird eine thermische Leistung von 1470 Megawatt und eine elektrische Leistung von 60 Megawatt haben.

Eine der Hauptschwierigkeiten beim Bau schneller Brutreaktoren entsteht durch die Verwendung von Natrium als Kühlmittel, das chemisch äußerst reaktiv ist. Es erfordert die Lösung einer Vielzahl technischer Probleme. Hierfür müssen neue Werkstoffe, insbesondere neue Stahlarten entwickelt werden, die den hohen Temperaturen und der intensiven Strahlenbelastung in der Spaltzone standhalten. Die mittlere Leistungsdichte in der Spaltzone des Reaktor BN-350 beträgt etwa 500 Watt pro Kubikzentimeter. Schnelle Brutreaktoren erfordern auch einen größeren Aufwand bei der Sicherung der Kettenreaktion und bei den Sicherheitsvorkehrungen für die gesamte Kraftwerksanlage als Reaktoren mit thermischen Neutronen. Trotz dieser Schwierigkeiten wird gegenwärtig in vielen Industrieländern intensiv an der Entwicklung schneller Brutreaktoren gearbeitet. Mit der Inbetriebnahme des BN-350 und mit dem im Bau befindlichen Reaktor BN-600 besitzt die UdSSR gegenüber den kapitalistischen Ländern einen beachtlichen Vorsprung. Man rechnet damit, daß Anfang der 80er Jahre Kernkraftwerke mit schnellen Brutreaktoren in größerem Umfang zum Einsatz kommen.

WELT

DER

WISSENSCHAFT

## Zähmung des „Plasma“

Sowjetischen Wissenschaftlern ist ein neuer Erfolg auf dem schwierigen Weg zum „geähmten“ Plasma für die gesteuerte Kernfusion gelungen. Ein Kollektiv von Physikern aus Moskau und Charkow hat unter Leitung von Akademikern Jewgeni Sawolski eine Methode ausgearbeitet, nach der ein ionisierter Gasstrom (Plasma) auf 20 bis 30 Millionen Grad erhitzt werden kann.

Nach der neuen Methode wird durch ein Plasma von hoher Dichte ein starker elektrischer Strom geleitet, wodurch das Plasma in starke Turbulenzen gerät. Der elektrische Widerstand dieses wirbelnden Plasmas steigt auf ungewöhnlich hohe Werte, was wiederum ausgenutzt wird, um mit Hilfe hoher elektrischer Energie die enorme Erwärmung zu erreichen.

Auf dem Gebiet der Plasmaphysik wird gegenwärtig überall in der Welt intensiv gearbeitet. Dabei geht es vor allem um die Meisterung des Problems, ein äußerst hoch erhitztes Plasma über lange Zeit in einem geschlossenen Raum aufrechtzuerhalten. Die bisher besten Ergebnisse bei der Lösung dieser in verschiedenen Hinsichten hochkomplizierten Aufgabe sind ebenfalls von sowjetischen

Forschern erzielt worden. Mit einer Anlage vom Typ Tokamak war es ihnen gelungen, ein dichtes Plasma von acht Millionen Grad für fünf Hundertstel Sekunden stabil zu halten.

## „Staub aus dem Weltraum“ kilometerdick

Eine Höhe von mehreren Kilometern dürfte nach Ansicht sowjetischer Experten die Schicht winzig kleiner unsichtbarer kosmischer Teilchen erreicht haben, die in den vergangenen vier Milliarden Jahren auf die Erde niedergegangen sind. Der „Staub aus dem Weltraum“ hat sich mit der Materie der Erde vermischt und nimmt aktiv Einfluß auf die verschiedensten geologischen Prozesse, dies stellten sowjetische Weltraumchemiker aus der Ukraine, aus Moskau und Leningrad auf einem jetzt in Kiew beendeten Symposium zum Thema „Weltraumchemie und Erdkruste“ fest. Die Wissenschaftler hoffen, mit Hilfe der Weltraumchemie Geheimnisse der Erdentstehung aufzudecken und mit einem noch zu schaffenden geochemischen Modell der Erdstruktur eine neue theoretische Grundlage für eine wirksame Suche nach Bodenschätzen zu liefern.

Wie in Kiew mitgeteilt wurde, haben jüngste Forschungen ergeben, daß heute weitaus mehr Materie aus dem Weltraum auf die Erde niedergeht, als bisher angenommen worden ist. Der größte Teil davon ist kosmischer Staub, dessen kleinste Körner nach Berechnungen von Prof. Emil Sobotowitsch etwa ein zehnmillionstel Gramm wiegen. Materie, in noch kleineren Größenordnungen ist der Erdanziehung nicht mehr ausgesetzt und wird durch den Sonnenwind nah der Erde vorbeigeleitet.

## „Weißkerniger Riese“ haushoch

Eine Sonnenblumensorte, die über vier Meter hoch wächst, ist von Wissenschaftlern des Landwirtschaftsinstituts von Wonesch gerüchelt worden. Die neue Sorte „weißkerniger Riese“ („beloserny Gigant“) ist lagerfest und resistent gegen Dürre und Frost.

Die vorliegende für Fütterungszwecke bestimmte Sorte hat besonders dicke Stängel und zahlreiche Blätter. Letztere machen etwa ein Drittel des Gesamtgewichts der Pflanze aus. Von einem Hektar Fläche bringt diese Kultur 300 bis 500 Tonnen Grünmasse. Noch in diesem Jahr soll die neue Sonnenblumensorte in klimatisch geeigneten Gebieten der Sowjetunion für die Sierkultur in breitem Umfang angebaut werden.

## Sahara wird größer

In den letzten 7000 Jahren ist die Sahara trockener geworden. Als Folge klimatischer Veränderungen dehnt sie sich aus. Dies geht aus einem bisher noch unveröffentlichten Bericht der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) hervor. Eine Ursache für diese Erscheinungen sei vor allem das Absinken des Grundwasserspiegels um einige Zentimeter pro Jahr, da bei gleichbleibendem Niederschlag der Boden durch Dattelpalmen- und Gemüseanbau intensiver genutzt werde.

Das Grundwasser unter der Sahara ist größtenteils rund 20 000 Jahre alt. Es stammt aus der Eiszeit und wird gegenwärtig nicht mehr aufgefüllt. Auch die ursprüngliche Vegetation war früher in den Randgebieten der Sahara viel dichter als heute. Durch verstärkte Weidewirtschaft bei ansteigendem Viehbestand wird die ursprüngliche Vegetation mehr und mehr zerstört und die Erosion gefördert. Nach Ansicht von Vertretern der Weltorganisation für Meteorologie könne die natürliche Vegetation wiederhergestellt werden, wenn der Wasserverbrauch in dem Gebiet zwischen kultiviertem Land und Wüste sorgfältig geplant werde.

## Für den Leninpreis vorgeschlagen

Grundlegende Erkenntnisse auf dem Gebiet der Kernphysik und der Theorie der Elementarteilchen wurden von sowjetischen Wissenschaftlern gewonnen. Mehrere Arbeiten zum Thema „Elementarprozesse und unelastische Streuungen bei atomaren Zusammenstößen“, ausgeführt von W. W. Afrossimow, Flessow vom Physikalisch-technischen Institut der Akademie der Wissenschaften der UdSSR und vom Kurchatow-Institut für Atomenergie, wurden für die Verleihung des Leninpreises vorgeschlagen. Durch diese Arbeiten wurde ein neues selbständiges Wissenschaftsgebiet, die moderne Physik der atomaren Wechselwirkung, entwickelt.

Die Autoren schlugen eine fruchtbare Methode vor, um heißes Plasma zu untersuchen, nämlich die sogenannte Korpuskulardiagnostik. Dieses Verfahren ist für die Verwirklichung von Kernfusionsprozessen von Bedeutung.

Unter Laborbedingungen wurden für genaue quantitative Angaben über die Wahrscheinlichkeit verschiedener Elementarprozesse - Massenspektrometer aufgebaut. Um genaue Details von Streuprozessen zusammenfassender Teilchen bei kleinen Energien zu untersuchen, wurde die Methode der „einander einblendenden Strahlenbündel“ erarbeitet. Die Teilchengeschwindigkeiten beider Bündel sind beinahe gleich groß. Zusammenstöße zwischen den

Teilchen treten nur auf Grund der geringen Relativgeschwindigkeit beider Bündel auf. Sie gestatten zum Beispiel das Aufspüren eines Kernteilchens mit Hilfe eines anderen. Die Abstände zwischen den sich einander annähernden Kernen werden fixiert. Damit wird festgestellt, wie tief ein in die Elektronenhülle eingeschossenes Teilchen eingedrungen sein muß, um diesen oder jenen Elementarprozess nachzuweisen. So wurde die Vielelektronenionisation erforscht, bei der von einem bombardierten Atom gleichzeitig mehrere Elektronen freigesetzt werden. Es wurde auch bei diesen Versuchen der stufenweise verlaufende Prozess des Energieverlustes bei Atomzusammenstößen festgestellt. Die zusammenstoßenden Atome bilden ein instabiles System, das nur den millionsten Teil einer milliardstel Sekunde lebensfähig ist. In dieser Zeit geben die gewaltigen Veränderungen in der Elektronenhülle des Atoms vor sich. Diese Prozesse führen zur Entfernung von Elektronen. Mit einer Hunderte Male größeren Wahrscheinlichkeit, als dies bei der Beschreibung von Atomen mit Elektronen selbst der Fall ist.

Die Resultate dieser experimentellen Untersuchungen führten zu theoretischen Modellen der Wechselwirkung von Kernteilchen. Sie gestatten, die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten wichtiger Elementarprozesse zu berechnen.



DAS WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNGSGESTALTUNGSGEBIET FÜR ANTHROPOLOGIE und das Museum für Anthropologie „D. N. Anutschin“ der Moskauer Staatlichen Lomonossow-Universität ist das einzige wissenschaftliche anthropologische Forschungszentrum in der Sowjetunion. Expeditionen des Institutes führten in die entlegenen Gebiete des Landes, in das Pamir-Gebirge, hinter den Polarkreis, auf die Tschuktschenhalbinsel sowie in ferne Länder.

(Fortsetzung aus UZ 13/72, Seite 6)  
In vielen Instituten sind theoretische und experimentelle Untersuchungen über die Supraleitfähigkeit sowie technische Ausarbeitungen zur praktischen Anwendung dieses Phänomens durchgeführt worden.

Im Institut für hohe Temperaturen ist der Aufbau einer großen Versuchsanlage zur direkten magnetohydrodynamischen Umwandlung der Wärmeenergie in elektrische Energie mit einer errechneten Leistung von 25 Megawatt beendet worden, und es wurde mit den Arbeiten zur Inbetriebnahme dieser Anlage begonnen. Von den Erfolgen der chemischen Wissenschaften nannte Akademikernmitglied M. W. Miliontschikow das im Institut für elementarorganische Verbindungen ausgearbeitete neue Methode zur Synthese siliziumorganischer Polymere mit vorbestimmter Struktur zu erhalten. Wichtige Arbeiten wurden durchgeführt in den Instituten für Elektrochemie, für physikalische Chemie sowie für allgemeine und organische Chemie. Den Entwicklungsproblemen der Chemie hat das Präsidium

## Wissenschaft der UdSSR im ersten Jahr des Fünfjahrplans

der Akademie der Wissenschaften der UdSSR große Aufmerksamkeit gewidmet. Eine weitere Entwicklung haben die Forschungen in der Molekularbiologie und Biochemie erhalten. Hohe Einschätzung verdienen die Untersuchungen des Instituts für Molekularbiologie zur strukturellen Organisation und zu den Funktionen des Verdauungsapparates bei Tieren. Im Institut für „Chemie der natürlichen Verbindungen“ wurde der vollständige Aufbau des sowjetischen Antibiotikums Albocinolin geklärt - eines gegen verschiedene Bakterien hochaktiven Stoffes von einem vollkommen neuen Typ. Im Institut für organische Chemie der Sibirischen Abteilung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR wurden Geräte und Methoden für die Ultramikroanalyse der Nuclein-

säuren entwickelt, die uns der Möglichkeit näher bringen, Analysen auf der Ebene einzelner Zellen und Zellstrukturen durchzuführen. Wesentliche Erkenntnisse haben auch die sowjetischen Genetiker und Züchter gewonnen. Kennzeichnend für die Landwirtschaft ist jetzt die Einführung intensiver und ertragreicher Kulturen, die besonders in den letzten Jahren geübt wurden. Die Forderung nach einer entscheidenden Ertragssteigerung stellt die Züchtung vor neue Aufgaben. Es müssen neue Sorten landwirtschaftlicher Kulturen entwickelt werden, die sich den Bedingungen der verschiedenen Gebiete der Sowjetunion anpassen.

Wesentliche Ergebnisse wurden bei den Geowissenschaften erzielt. Es wurden u. a. die grundlegenden Ge-

setzmäßigkeiten für die Verteilung der Bauxit-Lagerstätten im europäischen Teil der Sowjetunion geklärt und Karten zusammengestellt, die für die Erkundung von Bodenschätzen von großer Bedeutung sind. Erfolge liegen auch bei den Gesellschaftswissenschaften vor. Zu ihnen können u. a. verschiedene Untersuchungen zu den Problemen der materialistischen Dialektik und der Reflexionstheorie gezählt werden sowie zu den Rechtsfragen der Leitungstätigkeit und der Arbeiten zum 50. Jahrestag der UdSSR, die sich mit der Geschichte des multinationalen Sowjetstaates, mit der Geschichte der Städte und Dörfer der Sowjetunion und mit der allgemeinen Sprachwissenschaft befassen. Von großer Bedeutung für die Ausarbeitung aktueller Probleme der Gesellschaftswissenschaften ist die theoretische Konferenz „Der XXIV. Parteitag der KPdSU und Entwicklung der marxistisch-leninistischen Theorie“, die im vorigen Jahr stattfand.

Eine außerordentlich wichtige Rolle in der Entwicklung der Ge-

sellschaftswissenschaften kommt den Beschlüssen zu, die in der letzten Zeit im Zentralkomitee der KPdSU gefaßt worden sind. Der Beschluß des ZK der KPdSU zur Literatur- und Kunstpolitik konzentriert die Aufmerksamkeit der Forschungsinstitutionen auf eine vertiefte Erforschung der Theorie und Methodologie der Kritik und auf die Untersuchung der künstlerischen Prozesse in der gegenwärtigen Epoche. Die Institutionen für Literatur- und Kunstwissenschaften müssen ihre Forschungen in diesen Richtungen verstärken.

Gewachsen ist die Aufmerksamkeit gegenüber der Festigung der Verbindungen zwischen der Wissenschaft und der Industrie. Die Erfassung der abgeschlossenen Arbeiten wurde organisiert, und die Nutzung von 700 dieser Arbeiten wird ständig kontrolliert.

Weiter ausgebaut wurde das Netz der wissenschaftlichen Institutionen der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, wobei man ihre materielle Basis gefestigt hat. Seit März 1971 haben das Fernöstliche For-

schungszentrum und das Forschungszentrum des Uralgebietes ihre Tätigkeit aufgenommen.

Die Entwicklung der Wissenschaft ist in vielen von der Kadernsituation abhängig. Im Jahre 1971 hat sich die Zahl der Doktoren der Wissenschaft um zehn und der Kandidaten der Wissenschaften um mehr als acht Prozent erhöht. Es wurden etwa 300 Doktoren - und mehr als 1400 Kandidaten-Dissertationen verteidigt.

Die Planaufgaben des ersten Jahres des Planjahres für die Entwicklung der Forschungen auf dem Gebiet der Natur- und Gesellschaftswissenschaften, berichtete abschließend G. K. Skirabin, sind im wesentlichen erfüllt. In den wichtigsten Forschungseinrichtungen, die in den Direktiven des XXIV. Parteitages der KPdSU vorgesehen sind, wurden neue wichtige Ergebnisse erzielt, die für die Beschleunigung des technischen Fortschritts und die weitere Festigung der Macht der Sowjetunion große Bedeutung haben.