

# Kosmosforschung rentiert sich auch ökonomisch

Die praktische Anwendung der für die Kosmosforschung aufgewandten Mittel erweist sich bei vielen Aufgaben als ökonomisch vorteilhaft, betont Akademienmitglied G. I. Petrow in einem von der Zeitschrift „Semlja i woenenaja“ (2/69) veröffentlichten Artikel. In diesem Beitrag beantwortet der sowjetische Forscher die Frage nach der Effektivität der Kosmosforschungen mit Hilfe von Raumflugkörpern.

Als Beispiel für den wirtschaftlichen Wert dieser Forschungen kann die erfolgreiche Entwicklung des Nachrichtenwesens mit Hilfe künstlicher Erdsatelliten dienen. In der Sowjetunion funktioniert seit längerer Zeit das System „Orbita“, das den Empfang zentraler Fernsehprogramme in weit abgelegenen Gebieten des Sowjetlandes ermöglicht. Der Aufbau von Funkstrahlstrecken für den gleichen Zweck wäre bei weitem kostspieliger gewesen.

Ein weiteres Beispiel ist der Fernsprecheverkehr über den Atlantischen Ozean. Der zunehmende Bedarf an Fernspreverbindungen mößte bis zum Jahre 1960 die Verlegung von weiteren zwölf Kabeln auf dem Grunde des Ozeans erforderlich machen. Die gleiche Leistung würden bei wesentlich geringerem Aufwand zwei künstliche Erdsatelliten bringen.

In der Sowjetunion sind seit 1960 mehrere meteorologische Raumflugkörper auf ihre Umlaufbahnen gebracht worden. Ein Meteorologie-Satellit kann mit seinen Geräten Bilder von der Wolkendecke, von dem Eispanzer der Polarmeere und von

den Entstehungsgebieten der Orkane vermitteln. Zur Zeit gibt es ein sowjetisches und ein amerikanisches System meteorologischer Erdtrabanten, zwischen denen ein Informationsaustausch eingeleitet wurde. Diese Systeme haben die Wetterprognose wesentlich verbessert, und es besteht die Veranlassung anzunehmen, daß die weitere Entwicklung dieser Systeme gestattet wird, zuverlässig kurzfristige Wettervorhersagen für fünf bis sechs Tage im voraus zu erarbeiten. Nach Schätzungen würde eine Wetterprognose für solche Zeiträume allein in den USA einen Nutzen von jährlich fünf bis sechs Milliarden Dollar mit sich bringen. Riwa ebenso hoch – fünf bis sieben Milliarden Dollar jährlich – sind die Kosten des gesamten Kosmosprogramms der USA.

Die Entwicklung der komplizierten Kosmostechnik fördert eine ganze Reihe von Wissenschaftsdisziplinen und hat einen außerordentlichen Einfluß auf die Entwicklung aller auf der Erde angewandten Arten der Technik, besonders der Fernmeldetechnik über große Entfernungen und der Automatik.

Nur schwer lassen sich die Auswirkungen eines derart hohen Entwicklungstempos der Technik und Wissenschaft auf dem Gebiet der Erkenntnis der Welt und ihrer weiteren Umgestaltung einschätzen. Möglicherweise werden wir nach einem gründlichen Studium der Sonne in der Lage sein, die thermonukleare Reaktion auf der Erde zu steuern.

# Erfolge der Sowjetforschung

## Goldvorkommen an vorausgerechneten Stellen

Eine Spezialkarte, die von Maudchida Abdulkabirowa, einer Mitarbeiterin des Institutes für geologische Wissenschaften in Alma-Ata zusammengestellt worden war, hat dazu beigetragen, ein goldreiches Gebiet zwischen den Flüssen Irtysh und Ischim ausfindig zu machen. Auf dieser metallogenetischen Karte sind jene Brüche der Erdkruste hervorgehoben, die nach Ansicht der Wissenschaftlerin auf Goldvorkommen hindeuten. Die Geologen fanden drei solche Vorkommen an den vorgezeichneten Stellen. Die metallogenetische Karte von Nordkasachstan ist das Ergebnis von fast zwanzigjährigen Arbeiten der Forscherin.

## Mit Protonen gegen Geschwülste

Die onkologischen Forschungen erfordern eine internationale Zusammenarbeit der Bemühungen der Wissenschaftler, schreibt in der sowjetischen Gewerkschaftszeitung „Trud“ Akademienmitglied Nikolai Blohin, Leiter des Moskauer Instituts für experimentelle und klinische Onkologie. Die Erörterung strittiger Fragen auf internationalen Kongressen trage dazu bei, dieses wichtige Problem voranzubringen sowie die jungen Spezialisten weiterzubilden.

Zu den jüngsten Arbeiten der Mediziniker stellt Blohin fest, daß zur Zeit die Möglichkeit geprüft wird, schwere Protonenstrahlen zur Behandlung von Geschwülsten einzusetzen. Dieses Verfahren werde seiner Ansicht nach gestatten, die Einwirkung auf die Geschwulst stärker zu konzentrieren und damit einen schädlichen Einfluß der Strahlentherapie auf gesunde Gewebe zu vermeiden. Als aussichtsreich bezeichnet er die immunologischen Untersuchungen.

## Chemische Struktur eines Antikörpers entziffert

Der Aufbau und die Wirkungsweise eines für den Abwehrmechanismus des menschlichen Organismus wichtigen Antikörpers, des Immunglobulins, wurde von Prof. Gerald Edelmann und seinen Mitarbeitern an der Rockefeller-Universität in New York erfolgreich untersucht. Diese Substanz wurde in einem Patienten

nötigen Materials von Antikörpern angezogen.

## Rütselhafte Virus-Nukleinsäure entdeckt

Eine neue, bisher unbekannte Ribonukleinsäure (RNS) entdeckten amerikanische Wissenschaftler in embryonalen Hühnerzellen, die mit Pockenviren infiziert worden waren. Die biologische Funktion dieser RNS, die

# Neuentdeckungen auf dem Gebiet der Biowissenschaften

mit einer bösartigen Knochenmarksgeschwulst, die als Plasmazytom bekannt ist, gefunden und in ihrem chemischen Aufbau analysiert.

Mit diesem neusten Baustein in der experimentellen Biologie könnten in Zukunft bessere Maßnahmen gegen Infektionskrankheiten und eine Bekämpfung der Abstoßung von Fremddorganen im menschlichen Organismus entwickelt werden.

Prof. Edelmann erläuterte, es handele sich um das größte Eiweißmolekül, das bisher auf diese Weise analysiert worden sei. Man habe festgestellt, daß es 1320 Aminosäuren enthalte, aus 19 996 Atomen bestehe und 150 000mal so viel wie ein einziges Wasserstoffatom. Es habe den Anschein, als ob jede Zelle des Antikörpers alle für die Bekämpfung von Fremdsubstanzen notwendigen Informationen besitze. Wenn einmal das Zusammenreffen von Antikörpern und Antigenen stattgefunden habe, dann werden jede einzelne Zelle zur Erzeugung riesiger Mengen des zur entsprechenden Abwehr be-

wahrscheinlich auch innerhalb der Zelle in doppelsträngiger Form vorliegt, ist augenblicklich noch völlig unklar. Wie C. Colby und P. H. Duesberg vom Department of Molecular Biology der Universität von Kalifornien in Berkeley in der Zeitschrift Nature (7. 6. Seite 940) berichten, entspricht die RNS in ihrem Aufbau der Desoxyribonukleinsäure (DNS), dem Erbmateriale der Pockenviren. Es kann sich also nur um RNS handeln, die nach der Virusinfektion neu gebildet wurde.

Sollte die RNS-Synthese mit der Vermehrung der RNS-Viren zusammenhängen, so müßten unsere Vorstellungen von der Virus-Replikation, die bisher keinen derartigen Prozeß vorsah, revidiert werden. Andererseits ist es möglich, daß die RNS bei der Abwehr der Viren durch die befallene Zelle eine Rolle spielt. Es hat sich gezeigt, daß die in doppelsträngiger Form isolierte RNS in Gewebekulturen die Produktion des virushemmenden Interferons anregt.

## HOCHSCHULEN DDR

### System der Leistungskontrolle mit EDV in Magdeburg

Ein System der automatischen Leistungskontrolle des Studiums mittels EDV ist an der TH Magdeburg über ein Jahr lang mit Erfolg erprobt worden. Es basiert auf der Speicherung des vermittelten Lehrstoffes auf Magnetbändern oder Lochstreifen, der Auswahl und Vorgabe von Antworten, Lösungen und Lösungselementen zu sogenannten Stichproben für die Leistungskontrolle sowie der elektronischen Be- und Auswertung von Antworten und Lösungen für die Beurteilung der Studienleistung und der Wirksamkeit der Lehrfähigkeit. Der Versuch hat gezeigt, daß die Nutzung der EDV für die Kontrolle des Studiums die bisherige Zeitkluft zwischen Wissensvermittlung und Leistungskontrolle weitgehend verringert. Das System gehe von der Tatsache aus, daß sowohl der Lehr- und Lernprozeß wie auch der Prozeß der Wissensaneignung Regelkreise mit Rückkopplung darstellen, erklärte Dr. Stuehlik, Direktor der Sektion Rechen- und EDV. Als Komponenten dieser Rückkopplung bezeichnete der Sektionsdirektor, daß der „Lehrende die Effektivität seiner Darbietungen beurteilen und darauf aufbauend verbessern kann und daß der Student die Möglichkeit einer kurzfristigen Selbstkontrolle der Wissensaneignung hat.“

## Verblüffend

### Wissensstoff seit 1800 versechzehnfacht

Hätte es im Jahre 1800 einen Wissensspeicher gegeben, der allen der Menschheit theoretisch zur Verfügung stehenden Wissensstoff enthielte, so hätte sich sein Umfang bis 1900 verdoppelt. Der Zeitraum der Verdoppelung des Wissens wäre dann rapide kürzer geworden: von 1800 bis 1850, von 1850 bis 1900 und dann von 1900 bis 1966. Zu diesem Ergebnis kamen Wissenschaftler der amerikanischen Stanford

Universität, die diese Wachstumsraten analysierten.

### Mit neun einfachen Buchstaben alle Sprachen der Welt erfaßt

Der junge aserbaidshantische Sprachforscher Ali Mahmed Kurdiani hat vorgeschlagen, die zahlreichen bekannten Alphabete durch neun einfach zu schreibende Buchstaben zu ersetzen. Er ging dabei unter anderem von der Überlegung aus, daß die musikalischen Werke aller Völker sich durchaus mit Hilfe von lediglich sieben Noten niederschreiben lassen. Sein internationales Einheitsalphabet baute der junge Forscher auf phonetischer Grundlage auf.

Die von Kurdiani entwickelten neun Buchstaben sollen demnach entsprechend ihrer jeweiligen Aussprache jeweils mehrere geringfügige Variationen erhalten. Einige wenige diakritische Zeichen, über den Zeilen oder zwischen den Schriftzeichen angeordnet, sollen dazu beitragen, daß mit Hilfe der neun Buchstaben alle Laute sämtlicher bekannten Sprachen wiedergegeben werden können.

### Eine Million neuer chemischer Arbeiten in fünf Jahren

Es ist bekannt, daß sich das Wissen gegenwärtig etwa alle sieben bis zehn Jahre verdoppelt. Immer höher steigt die Informationsflut, auch durch die Forschungsergebnisse auf dem Gebiet der Chemie, wie folgendes Beispiel beweist:

In den von der Amerikanischen Chemischen Gesellschaft herausgegebenen „Chemical Abstracts“, die Kurzfassungen neuer, die Chemie betreffende Arbeiten aus aller Welt enthalten, erschien kürzlich das viermillionste Referat. Vor etwas mehr als vierzehn Jahren wurde das dreimillionste Referat gedruckt. Für die zweite Million wurden 18 Jahre benötigt, während die erste Million der Referate in der Zeit von 1807 bis 1938 erschien. Für die „Chemical Abstracts“ werten augenblicklich 31 000 Wissenschaftler in 76 Staaten über 13 000 Zeitschriften aus 106 Ländern aus. 30 Prozent aller Referate stammen aus sowjetischen Fachzeitschriften. Die Herstellungskosten der Referatzeitschrift, die jährlich über 32 Millionen Mark betragen, werden durch den Erlös gedeckt.



In den von der FNL befreiten Gebieten Vietnams werden für die Entwicklung eines modernen Gesundheitswesens große Anstrengungen unternommen, um Ärzte und Pflegepersonal auszubilden. Dazu wurden neben einem medizinischen College zahlreiche medizinische Schulen und Kurse eingerichtet.

# BONN GREIFT NACH DER BOMBE

Aus dem von den Professoren Max Steenbeck, Klaus Fuchs, Justus Mühlenpfordt, Karl Rambusch und Karl F. Alexander unterzeichneten wissenschaftlich-technischen Gutachten über

die Schaffung von Voraussetzungen zur Produktion von Kernwaffen in der westdeutschen Bundesrepublik (vgl. auch UZ 19/69, Seite 7; UZ 20/21, Seite 11; UZ 23-24/69, Seite 12).

## Ziel: Bombenreines Plutonium



In Westdeutschland geplante bzw. gebaute Kernkraftwerke mit Reaktoren vom Leichtwassertyp

# BONN GREIFT NACH DER BOMBE

## 6. Die Plutoniumherzeugung in den Reaktoren der Bundesrepublik

Die Schwerwasser-Reaktoren können mit Natururan betrieben werden. Deshalb kann Westdeutschland mit diesen Reaktoren ein beschriebenes, völlig autarkes Kernenergieprogramm durchführen. Nach Karlsruhe Angaben produziert der MZFR (Mehrweckforschungsreaktor) jährlich 38 kg Plutonium bei dem offiziell vorgesehenen Abbrand von 4000 MWd/t. Bei diesem Abbrand wird das Plutonium durch Beimischung des Isotops Pu-240 „denaturiert“ – es ist ohne Isotopentrennung für militärische Zwecke unbrauchbar. Die zulässige Beimischung von 6 Prozent wird schon bei einem Abbrand von etwa 1000 MWd/t erreicht.

Da die Brennelemente dieses Reaktors ohnehin kontinuierlich ohne Öffnen des Reaktordeckels ausgewechselt werden, kann der Betrieb ohne Störungen auf einen Abbrand von 1000 MWd/t umgestellt werden. Der Verbrauch an Brennelementen wird dabei auf das 4- bis 5fache und die Plutonium-Produktion auf 48 kg je Jahr steigen. Der Reaktor MZFR kann somit zu einer beliebigen Zeit zur Produktion bombenreinen Plutoniums übergehen und in einem Jahr genügend Plutonium für 8 A-Bomben des Nagasaki-Typs herstellen. (Für die Herstellung einer Bombe vom Nagasaki-Typ mit einer Sprengkraft

äquivalent von 20 000 t TNT) werden 6 kg Plutonium benötigt. Bei verbesserten Typen wird an Stelle der Implosion einer Vollkugel die Implosion einer Hohlkugel verwendet. Dabei kann die benötigte Menge des Plutoniums wesentlich reduziert werden.) 1970 soll ein Reaktor ähnlichen Typs mit doppelter Leistung bei Niedrigdruckbetrieb aufgenommen werden.

In den Leichtwasser-Reaktoren wird die kritische Pu-240-Konzentration bei einem Abbrand von etwa 4000 MWd/t erreicht, während der vorgesehene Abbrand 16 500 bis 24 000 MWd/t beträgt. Auch in diesem Falle ist es möglich, den Abbrand ohne wesentliche Änderungen im Betriebsablauf auf 4000 MWd/t zu reduzieren. Allerdings müßte der dabei eintretende, um den Faktor 4 bis 6 erhöhte Bedarf an angereichertem Uran auffallen. Dieser Weg ist vorläufig nur mit Zustimmung des Lieferlandes, d. h. in diesem Falle der USA, möglich. In Kahl und Gundremmingen (Inbetriebnahme 1966) können auf diese Weise jährlich etwa 150 kg militärisch reines Plutonium erzeugt werden. Mit den bis 1960 in Betrieb befindlichen Leichtwasser-Reaktoren würde die Produktionskapazität etwa 430 kg betragen.

Bei diesen Betrachtungen wurde die Möglichkeit einer späteren Aufarbeitung des Reaktorplutoniums durch Isotopentrennung außer acht gelassen. Wie in den Abschnitten 8 und 9 gezeigt wird, be-

stehen jedoch reale technische Möglichkeiten, mit relativ geringem Aufwand eine solche nachträgliche Isotopentrennung vorzunehmen. Ein solcher, vom „klassischen“ Herstellungsverfahren des Bombenplutoniums abweichender Weg würde erlauben:

- a) die als Leistungsreaktoren ausgelegten Anlagen ökonomisch und ohne zusätzlichen Brennstoffbedarf zu betreiben;
- b) die gesamte in Leistungsreaktoren erzeugte Plutoniummenge als Rohstoff zur Herstellung von Kernwaffen verfügbar zu machen;
- c) die Vorbereitungen zur Herstellung und gegebenenfalls die Herstellung der Kernwaffen geheimhalten und weitgehend „vom friedlichen“ Kernenergieprogramm zu entkoppeln;
- d) die Entwicklung von Wasserstoffbomben aufzunehmen, ohne Anlagen für die Urantrennung zu besitzen.

Wenn diese Möglichkeit genutzt wird, so können sämtliche Reaktoren in der für die ökonomische Nutzung in Kernkraftwerken vorgesehenen Weise betrieben werden. Die Pu-Produktion wird geringer. Die Produktionskapazität der Schwer- und Leichtwasser-Reaktoren hat Ende 1960 etwa 140 kg und wird 1970 etwa 370 kg betragen, mit einem Gehalt von durchschnittlich 75 Prozent militärisch verwendbarem Plutonium.