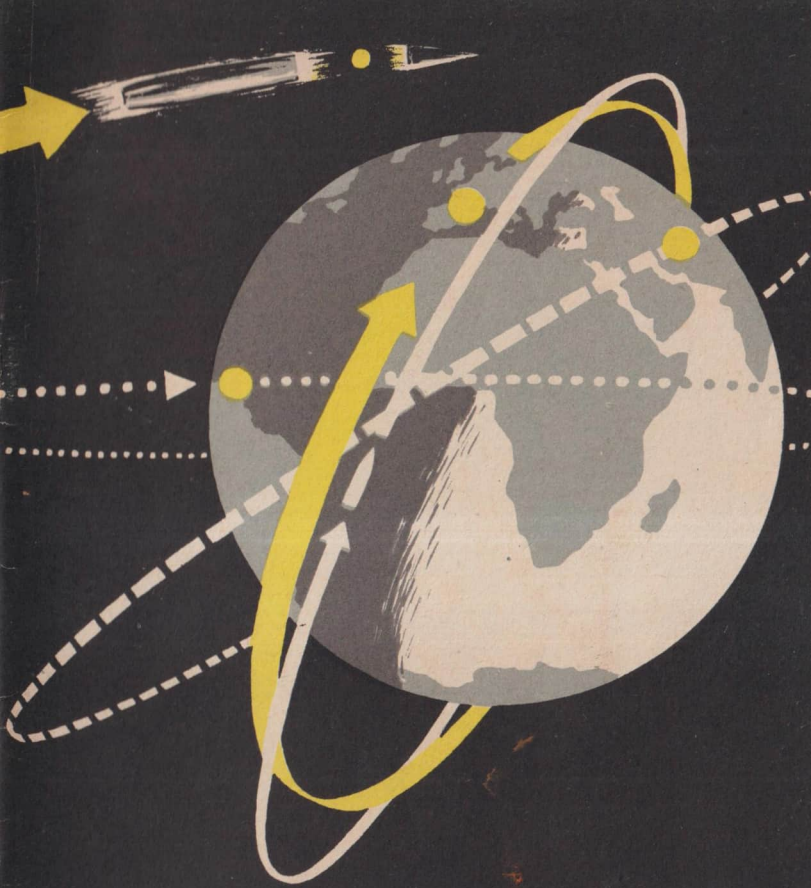


DER ERSTE SCHRITT in den Kosmos

BEILAGE ZU WISSEN UND LEBEN HEFT 12 (1957)

Ein „Erkunder" des Kosmos in 210 km Höhe

Dieses Bild wurde von einer automatischen Kamera in einer Höhe von 210 km aufgenommen. Um die Einflüsse zu erforschen, die auf den lebenden Organismus in den höheren Schichten der Erdatmosphäre einwirken, wurden von sowjetischen Wissenschaftlern in der vergangenen Zeit 12 Hunde mit Raketen in Höhen von 100 bis 210 km geschossen. Diese Versuche waren die Voraussetzung dafür, daß im Sputnik 2 die Polarhündin Laika in 1700 km Entfernung von der Erdoberfläche mitfliegen konnte. Näheres über diese Versuche bringt der Beitrag „Erkunder des Kosmos in diesem Heft

Ein Geschenk an die ganze Menschheit

Seit vielen Wochen steht die Welt im Banne des Sputnik, des ersten künstlichen Erdsatelliten, der das bisher größte wissenschaftlich-technische Ereignis unseres Jahrhunderts ist. Nicht zufällig waren es die sowjetischen Wissenschaftler, Techniker und Konstrukteure, die diese großartige Leistung vollbrachten. Sie ist das Ergebnis kollektiver Arbeit aller wissenschaftlichen Disziplinen unter sozialistischen Produktionsverhältnissen und beweist, wie überlegen die sozialistische Gesellschaftsordnung der kapitalistischen ist.

Noch hatte sich die Begeisterung auf der einen Seite nicht gelegt und auf der „anderen" Seite war der Schock noch nicht überwunden, da ging die Meldung in die Welt, daß der zweite Sputnik um unsere Erde kreist und vom Sieg der sowjetischen Wissenschaft über die Natur kündet. Diese beiden denkwürdigen Tage

4. Oktober 1957 und 3. November 1957

werden in die Geschichte eingehen.

Die Ereignisse überstürzen sich, so daß die Drucktechnik für Zeitschriften nicht mehr Schritt halten kann. Die Meldung vom Start des zweiten Satelliten wurde bekannt, als die redaktionellen Arbeiten zu dieser Broschüre abgeschlossen wurden. Es war deshalb nur in ganz geringem Umfang möglich, die neuesten Ereignisse aufzunehmen. Alle Beiträge zu dieser Broschüre wurden bereits im Oktober verfaßt und konnten deshalb nicht mehr erweitert werden. Das vorliegende Material konnte auch zum großen Teil nur dadurch beschafft werden, daß ein Mitarbeiter unserer Redaktion nach Moskau entsandt wurde. Die in der vorliegenden Broschüre wiedergegebenen Beiträge vermitteln eine Übersicht über die wissenschaftlich-technische Vorarbeit und über das Programm, das innerhalb des Internationalen Geophysikalischen Jahres auch mit Hilfe von Raketen und künstlichen Erdsatelliten, besonders von den sowjetischen Wissenschaftlern verwirklicht werden soll. — Wir empfehlen unseren Lesern außerdem die bereits von uns veröffentlichten Arbeiten in den Heften 1 (1956) sowie 9 bis 12 (1957) zu beachten, die sich ebenfalls mit den Fragen des IGJ und des Weltraumfluges beschäftigen. Wir freuen uns, unseren Lesern diese Beilage zu unserem Heft 12 (1957) kostenlos durch die Unterstützung der Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse und des Urania-Verlages übergeben zu können, mit der wir die großen wissenschaftlich-technischen Leistungen der Sowjetunion würdigen, die das sind, was die sowjetischen Wissenschaftler an die Außenhaut des Sputnik 2 schrieben: „Ein Geschenk an die ganze Menschheit!"

Redaktion WISSEN UND LEBEN

Die Geburt der kosmischen Ära

Prof. Dr. A. N. NESMEJANOW, Moskau
Präsident der Akademie der Wissenschaften der UdSSR

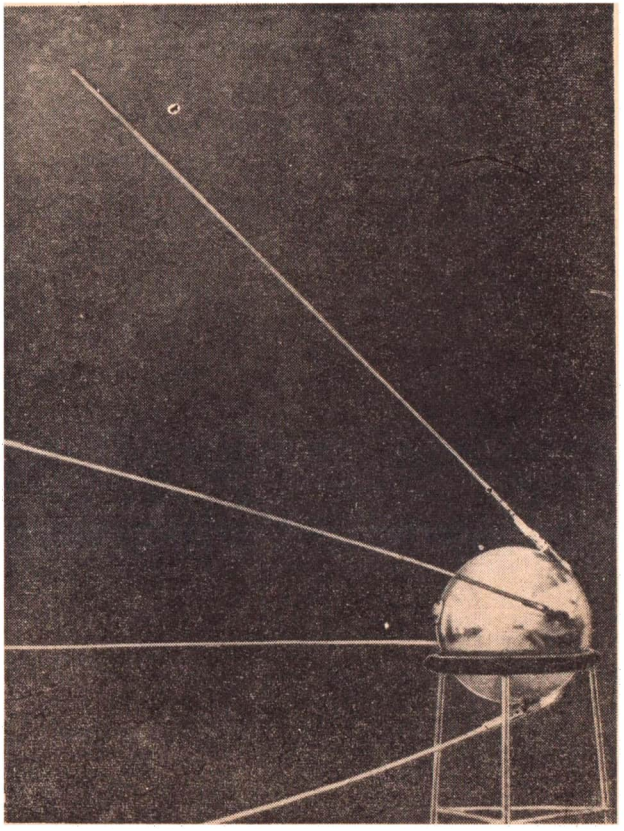
In unseren Zeiten entwickelt sich die Wissenschaft in allen technisch führenden Ländern ununterbrochen und intensiv, wobei jeder Tag etwas Neues bringt. Einige dieser Errungenschaften der Wissenschaft sind dazu bestimmt, in der Folge tiefgreifende Änderungen im Leben des Menschen hervorzurufen und ihm die Macht über die Naturkräfte zu verleihen. Ganze Epochen der Zivilisation können nach diesen oder jenen Entdeckungen oder Erfindungen benannt werden. Die Dauer dieser Epochen verkürzt sich ungestüm. Viele Jahrtausende lagen zwischen der Steinzeit und der Bronzezeit, Jahrtausende trennten die Bronzezeit von der Eisenzeit. Jahrzehnte wurden jedoch nur benötigt, um von der Epoche des Dampfes und der Eisenbahn zur Epoche der Verbrennungsmotoren und der Elektrizität überzugehen.

Daten, die diese Umwandlungen in der Welttechnik bestimmen, verlaufen manchmal alltäglich und nicht wahrnehmbar. Stellen wir uns den nebligen Petersburger Abend am 6. März 1869 vor. Eine von wenig Menschen besuchte Tagung der Russischen Physikalisch-Chemischen Gesellschaft. Entsprechend der Bitte des erkrankten Mendelejew verliest sein Freund und Schüler Menschutkin eine kurze Mitteilung über die Entdeckung des periodischen Systems der Elemente durch Mendelejew. Verständnislos verhielten sich die versammelten angesehenen Wissenschaftler des Landes gegenüber der Tatsache, daß vor ihren Augen ein neues Fundament für das ganze künftige Gebäude der Naturkunde gelegt wurde, ein Fundament, das die Physik und die Chemie vereinigt und die Voraussetzungen für die Entwicklung der Technik des künftigen Jahrhunderts, darunter auch der Atomtechnik, schafft.

Oder denken wir an einen klaren Sommertag des Jahres 1882 zurück. Eine kleine Gruppe von Menschen beobachtet den ersten Start eines Flugzeuges — des Flugzeuges von Moshaiski. Dies ist die erste Loslösung des Menschen von der Erde, und zwar mit Hilfe eines Apparates, der schwerer ist als die Luft. Ein Wendepunkt in der Geschichte der Menschheit, der zu seiner Zeit in dem Schematismus des Lebens keinerlei merkbare Spur hinterließ. Seit dieser Zeit verkürzte das Flugzeug die Entfernungen zwischen den einzelnen Ländern der Erdkugel so sehr, daß unser Planet uns bereits zu eng erscheint.

Vielleicht noch eine weitere Tagung derselben Russischen Physikalisch-Chemischen Gesellschaft vom 12. März 1896. Popow demonstriert vor einem aufmerksamen Auditorium von Wissenschaftlern seinen drahtlosen Telegrafen — den Ausgangspunkt für die nun einsetzende Entwicklung der Funktechnik, des Fernsehens, der Funkmeßtechnik und der Fernsteuerung, die die Welt und das Leben so stark veränderten.

Noch ein anderes Datum. Im Jahre 1895 trug K. E. Ziolkowski, der Begründer der Theorie des Düsenantriebs und Erfinder der gesteuerten Rakete, zum ersten Mal die Idee der Schaffung von künstlichen Erdsatelliten vor und zeichnete danach im Verlaufe von 30 Jahren den Weg zur



Sputnik 1

Am 4. Oktober 1957 wurde der von sowjetischen Wissenschaftlern geschaffene erste künstliche Erdsatellit auf seine Bahn um die Erde gestartet. Die Höhe seiner Umlaufbahn betrug zu Anfang etwa 900 km, die Umlaufzeit um die Erde etwa 96:03 min. Er hat einen Durchmesser von 58 cm und ein Gewicht von 83,6 kg. Der hermetische Körper des Satelliten besteht aus einer Aluminiumlegierung, seine Oberfläche ist poliert. Die vier Antennen sind 2,4 bis 2,9 m lang. Foto: TASS

Lösung einer der gewaltigsten Aufgaben, die zu irgendeinem beliebigen Zeitpunkt vor der Menschheit gestanden hatte, vor — des Problems der Eroberung des Weltalls.

Die von Ziolkowski geschaffene Rakete ermöglicht dem Menschen, sich weit über die Grenzen der Erde, die für ihn relativ klein geworden ist, zu erheben. Diese Möglichkeit wurde zum ersten Mal am 4. Oktober 1957 von unseren Genossen verwirklicht, die den „Sputnik" entwarfen, ihn fertigstellten und seinen Start erfolgreich vollzogen. Diesmal jedoch verlief der Beginn einer neuen Ära, des Vordringens des Menschen in den interplanetaren Raum, nicht unbemerkt. Im Gegenteil, er rief einen kolossalen Strom von begeisterten und manchmal sogar erschrockenen, neidischen Stimmen, die die Weltpresse überfluteten, hervor. Wenn ernstzunehmende ausländische Berichterstatter dieses Ereignis als eine außerordentlich bedeutungsvolle Errungenschaft ansehen, gehen sie nicht fehl: Der Sputnik ist kein Ergebnis eines einmaligen und gewöhnlichen Erfolges, sein Flug zeugt von der Reife der sowjetischen Technik. Er zeugt von der Reife der Wissenschaft, insbesondere solcher entscheidender Zweige der Wissenschaft wie der Mathematik und Mechanik, Physik, Chemie und Metallurgie. Von der Schaffung dieses Erdsatelliten und von seiner Beförderung auf die vorgesehene Flugbahn mit einer solchen verblüffenden Genauigkeit könnte überhaupt keine Rede sein, wenn nicht die Wissenschaft in der Sowjetunion diesen hohen Stand erreicht hätte, den sie heute einnimmt.

In allen bisherigen Untersuchungen der kosmischen Räume trat nur das sichtbare Licht als der „Reisende" auf. In den letzten zehn Jahren wird die Erforschung des Weltalls mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen durchgeführt, und es entstand ein neuer Zweig der Astronomie — die Radioastronomie.

Bereits die Bewegung des Sputnik auf seiner Bahn selbst und der Charakter der Änderung dieser Flugbahn bis zu seinem bevorstehenden Untergang werden für die künftigen Weltraumflüge die wertvollsten Erkenntnisse über die Eigenschaften der Atmosphäre in ihren höchsten Schichten sowie über das interplanetare Medium und den kosmischen Staub liefern. Alles dies schafft die Voraussetzung, bereits in der nächsten Zukunft mit der erforderlichen Apparatur reich ausgerüstete Sputniki starten zu lassen. Ihr Start wird die Erforschung neuer Geheimnisse des Universums ermöglichen. Zunächst werden die Sonnenstrahlungen und die kosmischen Strahlen beobachtet, die direkt aus den Abgründen des Weltraums kommen, weil sie in den von den Satelliten durcheilten Höhen nicht durch die Erdatmosphäre gedämpft und verändert werden. Die Erdatmosphäre ist ja in Wirklichkeit wenig durchlässig. Man wird in der Lage sein, die Natur der Ionosphäre, die eine so große Bedeutung hinsichtlich der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen besitzt, kennenzulernen. Alles dies ist die erforderliche und unumgängliche Vorbereitung für die Astronautik — für Flüge zum Mond und zu den Planeten.

Für uns, die Wissenschaftler des Landes des Sozialismus, ist der Start des Sputnik ein zweifacher Festtag: die Geburt einer neuen Ära in der Eroberung der Natur durch die Menschheit, der kosmischen Ära des menschlichen Daseins, und der Festtag der Reife der sowjetischen Wissenschaft.

Raketen- und Satelliten-Programm der Sowjetunion

im Internationalen Geophysikalischen Jahr (IGJ)

Einer der wichtigsten Abschnitte des Forschungsprogramms für das IGJ ist die Erforschung verschiedener geophysikalischer Erscheinungen der oberen Atmosphäreschichten. — Im Programm der durch die Sowjetunion innerhalb des IGJ vorgesehenen Arbeiten spielt die Erforschung der Erdatmosphäre eine große Rolle. Diese Forschungen sollen durch den Start von Raketen und künstlichen Erdsatelliten betrieben werden.

Durch diese Forschungen wird man zuverlässige Informationen über den Aufbau der Erdatmosphäre und über die sich in ihr vollziehenden physikalischen Erscheinungen erhalten sowie auch Daten, die zur Lösung einiger praktischer Probleme erforderlich sind: Vervollkommnung des meteorologischen Dienstes, Vorhersage der Ausbreitungsbedingungen für Radiowellen, Präzisierung der Bewegungsbedingungen für jegliche Flugkörper u. ä.

Die Untersuchungen der oberen Atmosphäreschichten mit Hilfe von Raketen werden in der Sowjetunion bereits seit Jahren durchgeführt. Große Möglichkeiten zur Erforschung der oberen Atmosphäre ergeben sich im Zusammenhang mit dem Start künstlicher Erdsatelliten, mit deren Hilfe den Wissenschaftlern die Möglichkeit geboten wird, die Beobachtungen der Vorgänge in der oberen Atmosphäre über lange Zeitperioden hindurch zu führen. Innerhalb des IGJ wird in der Sowjetunion der Start künstlicher Erdsatelliten für wissenschaftliche Zwecke vorgenommen. Die Vorschläge der sowjetischen Wissenschaftler über den Einsatz von Raketen und künstlichen Erdsatelliten für die Durchführung von Messungen umfassen fast alle Hauptprobleme der Physik der oberen Atmosphäreschichten und einige andere Fragen:

Erscheinungen in der oberen Atmosphäre, die mit Hilfe von Raketen und künstlichen Erdsatelliten erforscht werden

1. Strukturparameter der Atmosphäre

Gemessen werden der Druck, die Temperatur und die Dichte der Luft in verschiedenen Höhen, die Zusammensetzung der Atmosphäre wird ebenfalls untersucht. — Neben Dichtemessungen mit Hilfe von Manometern werden einige Daten durch Beobachtungen der Flugbahn des Satelliten gewonnen. Infolge des Widerstandes der Atmosphäre wird sich der Sputnik während seiner Bewegung der Erde allmählich nähern. Durch das Studium seiner Flugbahn wird man das Gesetz der Verteilung der Luftdichte nach der Höhe finden können.

2. Optische Eigenschaften der Atmosphäre

Es werden Höhen- und Helligkeitsmessungen der leuchtenden Atmosphäreschichten durchgeführt, ferner werden die Erscheinungen der Lichtstreuung in der Atmo-

sphäre sowie die optischen Erscheinungen am Horizont erforscht.

3. Ultraviolette und Röntgenstrahlung

Die Lufthülle stellt ein Filter für die Sonnenstrahlung dar. Die Atmosphäre läßt die ultraviolette Strahlung mit einer Wellenlänge über 0,29 μ durch. — Das Vordringen der Raketen und Satelliten in die oberen Atmosphäreschichten ermöglicht die Erforschung der ultravioletten und der Röntgenbereiche des Sonnenspektrums, die Einschätzung der Rolle dieser Sonnenstrahlungen bei der Bildung der Ionosphäre und die Untersuchung der Absorption der Sonnenstrahlung in den verschiedenen Schichten der oberen Atmosphäre.

4. Korpuskularstrahlung der Sonne und das Polarlicht

Die Korpuskularstrahlungen der Sonne rufen starke sporadische Änderungen des magnetischen Feldes der Erde und der Ionosphäre hervor. Die durch Korpuskularstrahlung der Sonne hervorgerufenen Ionosphärestürme führen zu langen Störungen der Funkverbindungen im Kurzwellenbereich. Die Korpuskularstrahlung der Sonne ruft auch einige andere Erscheinungen in der oberen Atmosphäre hervor, darunter auch das Polarlicht. Im Zusammenhang damit wird vorgeschlagen, die Messung der Intensität dieser Sonnenstrahlung durchzuführen, ferner die Bestimmung der Natur der Korpuskularteilchen, der Geschwindigkeit ihres Einfalls in die Erdatmosphäre bei ruhigem Zustand der Sonne und während großer aktiver Prozesse auf der Sonne.

5. Kosmische Strahlen

Es ist bekannt, daß die kosmische Primärstrahlung in der Hauptsache aus Wasserstoffkernen (Protonen) und Heliumkernen (α-Teilchen) besteht und in einer bedeutend geringeren Menge aus schwereren Kernen (Kohlenstoff, Stickstoff, Sauerstoff u. a.). — Solche Elemente wie Lithium, Baryllium und Bor gehören zu den seltenen Elementen in der Natur, und die Frage nach der Menge dieser Kerne in der Zusammensetzung der kosmischen Primärstrahlung ist experimentell noch nicht gelöst. Im Zusammenhang damit kann die Erforschung der Eigenschaften der kosmischen Primärstrahlung Licht auf die Fragen nach der Häufigkeit der kosmischen Teilchen im Weltraum und auf die Herkunft der kosmischen Strahlen werfen. — Zu diesem Fragenkomplex muß man auch die Erforschung der Intensitätsschwankungen kosmischer Strahlen in verschiedenen Höhen und in verschiedenen geographischen Gebieten rechnen.

6. Erscheinungen in der Ionosphäre

Zu den Problemen, die sich auf die Struktur der Ionosphäreschichten beziehen, gehört auch die Bestimmung der Ionenkonzentration, die sich mit der Höhe ändert. Von besonderem Interesse ist hierbei die Gewinnung von Informationen über die Ionisierung der Atmosphäre längs der Flugbahn des Satelliten oder längs der Bahn der Rakete. — Die Erforschung der von einem Satelliten oder einer Rakete durch die Schichten der Ionosphäre gesendeten Radiowellen ermöglicht eine bedeutende Erweiterung unserer

Kenntnisse über die Elektronendichte sowie über die Dämpfung der elektromagnetischen Wellen.

Durchgeführt werden ebenfalls spektrometrische Massenmessungen der Ionenzusammensetzung der Ionosphäre mit dem Ziel, ihre Struktur zu bestimmen und zu präzisieren.

7. Magnetische Felder

Die kurzperiodischen Schwingungen des magnetischen Feldes der Erde werden gegenwärtig mit der Existenz von Systemen elektrischer Ströme in den oberen Atmosphäreschichten verknüpft. Nach den zur Zeit vorliegenden Daten sind Ringe solcher Ströme in den Gebieten des Polarlichtes (in den nördlichen und südlichen Breiten) und um den Äquator verteilt. — Die Bestätigung des Vorhandenseins dieser Ströme, die Gewinnung von Kenntnissen über ihre Natur und über die Entstehungsursachen, daß sind die wichtigsten Aufgaben für wissenschaftliche Messungen auf dem künstlichen Erdsatelliten.

8. Mikrometeore

Das Problem der Mikrometeore besitzt eine große wissenschaftliche und praktische Bedeutung. Einerseits ruft die Erscheinung der Mikrometeore in der oberen Atmosphäre eine ganze Reihe physikalischer Prozesse hervor, die einen Einfluß auf den Zustand der Atmosphäre ausüben. Andererseits stellen die Mikrometeore, genauso wie die Meteore, eine Gefahr für den künstlichen Erdsatelliten dar. Die Berechnungen zeigen, daß sogar kleine Teilchen, die sich mit Geschwindigkeiten von 50 bis 70 km/s bewegen, in der Lage sind, den Außenmantel eines Satelliten zu durchschlagen. Aus diesem Grunde ist es wichtig, die Konzentration der Mikrometeore im Weltraum und ihre Energie zu kennen. Die Erforschung des Spektrums der Mikrometeore und Meteore hinsichtlich ihrer Masse würde es ermöglichen, bestimmte Schlüsse über die „Meteorengefahr" zu ziehen — ein für die künftigen interplanetaren Verbindungen äußerst wichtiges Problem. Zur Lösung dieser Aufgabe werden in den Raketen und Satelliten Geräte untergebracht, die die Begegnungen mit Mikrometeoren und die Energie der Zusammenstöße registrieren.

9. Physikalisch-chemische Prozesse in den oberen Atmosphäreschichten

Es wird vorgeschlagen, verschiedene chemische Reagenzien mit den Raketen in die oberen Atmosphäreschichten zu befördern und die chemischen Reaktionen zu erforschen, die bei ihrer Zusammenwirkung mit dem sie umgebenden Medium stattfinden.

Der Aufstieg der Apparatur in Raketen und Satelliten

Die gesamte, für die Untersuchung der oberen Atmosphäreschichten bestimmte Apparatur wird in Raketen untergebracht, in „Container" verschiedener Art oder im Inneren der Satelliten. Container stellen Metallbehälter mit Geräten dar, die aus der Rakete in einer bestimmten Höhe ausgeworfen werden. Raketen oder diese Metallbehälter können Höhen von 200 km erreichen. Die Behälter sind mit Meßwertübertragungsanlagen oder mit Geräten für eine direkte fotografische Registrierung ausgerüstet. Die Behälter werden unbeschädigt auf die Erde zurückkommen können.

Die Startplätze für die Raketen

Es wird vorgeschlagen, den vertikalen Start der Raketen zur Erforschung der oberen Atmosphäreschichten in drei Zonen vorzunehmen, die sich etwa auf 50 bis 60° östlicher Länge befinden:

1. Zone – Arktis (Franz-Josef-Land), 80° nördl. Breite;
2. Zone – mittlere Breiten der UdSSR, 50 bis 60° nördl. Breite;
3. Zone – Antarktis (hauptsächlich im Gebiet des Südpolobservatoriums „Mirny"), 50 bis 60° südl. Breite.

Es wird vorgeschlagen, den Start des ersten künstlichen Erdsatelliten auf dem Territorium der Sowjetunion unter einem kleinen Winkel zum Meridian vorzunehmen. Der auf diese Weise gestartete Satellit wird bei seinem Flug um die Erde nacheinander in allen Gebieten der Erde, mit Ausnahme der zentralen Arktis und der Antarktis, beobachtet werden können.

Verteilung der Raketen auf die einzelnen Zonen und Jahre

Die Gesamtzahl der Raketenstarts verteilt sich auf die einzelnen Zonen und Jahre wie folgt:

in der 1. Zone im Jahre 1958:
25 Starts;
in der 2. Zone im Jahre 1957:
30 Starts
und im Jahre 1958:
40 Starts;
in der 3. Zone in den Jahren
1957/1958: 30 Starts.

Verteilung der zu untersuchenden Parameter auf die „Container"

Bei jedem Start der Raketen oder der künstlichen Erdsatelliten wird eine bestimmte Gruppe von Untersuchungen in der oberen Atmosphäre durchgeführt.

Beim Aufstieg der Metallbehälter des einen Typs (mit Hilfe von Raketen) werden die Strukturparameter der Atmosphäre untersucht, und zwar ihre optischen Eigenschaften, die ultravioletten und die Röntgenteilchen des Sonnenspektrums, die Vorgänge in der Ionosphäre und die Mikrometeore.

Beim Raketenaufstieg der Metallbehälter des anderen Typs wird die Gruppe der Untersuchungen erweitert. Es werden auch die Korpuskularstrahlung der Sonne und das Polarlicht erforscht, ferner die physikalisch-chemischen Vorgänge in den oberen Atmosphäreschichten. Beim Start der künstlichen Erdsatelliten besteht das Programm der wissenschaftlichen Forschungen aus geophysikalischen, physikalischen und astrophysikalischen Experimenten in verschiedenen Kombinationen untereinander sowie auch aus anderen Untersuchungen, wie z. B. Beobachtungen relativistischer Effekte und der Erforschung der Erdkugelform u. ä.

Die Reihenfolge der Starts

Der Start der Raketen und Satelliten wird annähernd gleichmäßig im Verlauf des Internationalen Geophysikalischen Jahres erfolgen, hauptsächlich an den Tagen der internationalen Beobachtungen und im Zusammenhang mit den aktiven Prozessen auf der Sonne.

Entnommen aus dem Bulletin des Nationalen Komitees für das Internationale Geophysikalische Jahr in der UdSSR (geringfügig gekürzt)

Sputnik und Radioelektronik

Prof. Dr. A. I. BERG, Moskau
Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR

Das Hauptverdienst bei der Schaffung und beim Start des ersten künstlichen Satelliten der Welt kommt den Wissenschaftlern und Konstrukteuren der Raketentechnik zu, die zusammen mit den Metallurgen, Wärmetechnikern, Physikern und Chemikern eine leistungsfähige Rakete schufen. Der Motor dieser Rakete muß in der Lage sein, die erforderliche Schubkraft während einer Zeit zu entwickeln, die zum Heben dieser Rakete auf eine große Höhe ausreicht. Dabei muß der Rakete eine Geschwindigkeit verliehen werden, die ihren Übergang auf eine stabile elliptische Flugbahn um die Erde herum gewährleistet.

Eine nicht geringere Beachtung verdient die Arbeit der Spezialisten auf dem Gebiet der Radioelektronik, die die Geräte für die Steuerung der Trägerrakete des Sputnik bei ihrem Flug auf die vorgegebene Bahn und für die Steuerung der Übertragung der Funksignale des Sputnik auf die Erde schufen.

Die Konstrukteure der Rakete erleben die sie besonders erregenden Minuten während des Startes und übergeben danach alle Beobachtungsfunktionen und ihre Auswertung den Funkspezialisten, Astronomen und Mathematikern. Die mit elektronischen Rechenmaschinen ausgerüsteten Rechner werten die Beobachtungsergebnisse aus, wodurch es möglich wird, die präzisierte Flugbahn des Sputnik vorauszusagen und Korrekturen an den ursprünglichen Berechnungen und Annahmen vorzunehmen. In der Sowjetunion sind die Beobachtungen des Fluges des ersten Satelliten der Welt in einem breiten Maßstab organisiert, wobei optische, astronomische und funktechnische Geräte sowie eine sehr große Anzahl Beobachter herangezogen werden. Die laufende Zusammenfassung dieser Informationen über den Sputnik und seine Trägerrakete wird über eine lange Zeit hindurch fortgesetzt, die in keinem Verhältnis zu der Zeit des Startes steht. Die Auswertung aller zusammengetragenen Informationen wird jedoch noch viel mehr Zeit in Anspruch nehmen.

Bereits der erste, von der Sowjetunion gestartete Satellit liefert der Wissenschaft sehr wertvolle Daten. Es ist selbstverständlich, daß die nächsten Erdsatelliten mit noch komplizierterer und genauerer Meßapparatur ausgerüstet sein werden. Der Start des ersten Sputnik schafft die Voraussetzungen für die darauffolgenden Flüge und auch für die Verwirklichung des Traumes von einem Flug zum Mond. Die Lösung aller erwähnten Aufgaben erfordert einen hohen Entwicklungsstand der Theorie und der Technik des Funkwesens. Die Unterbringung einer genau und zuverlässig arbeitenden Apparatur und ihrer Stromversorgung in einem kleinen Satelliten stellen eine schwierige Aufgabe dar, weil die dafür zur Verfügung stehenden Abmessungen und Gewichte verhältnismäßig beschränkt sind.

Die Auswahl der Meßmethoden, das Entwerfen der Geräte, ihre Fertigung und die Sicherung ihrer genauen und zuverlässigen gemeinsamen Arbeit erfordern einen hohen

Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse. Der Sputnik und seine Ausrüstung charakterisieren den Entwicklungsstand der Wissenschaft und Technik des Landes, und, was besonders wichtig ist. die Organisation der gemeinsamen kameradschaftlichen Arbeit großer Kollektive von Spezialisten der verschiedensten Fachgebiete, die alle an einer gemeinsamen Aufgabe zielstrebig arbeiten.

Es ist offensichtlich, daß in den Vereinigten Staaten gerade die letzten Bedingungen fehlen, bzw. sie sind dort weniger günstig als bei uns. Die sowjetischen Wissenschaftler zeichneten sich immer durch Bescheidenheit aus, und aus diesem Grunde wird bei uns kaum jemand der Meinung sein, daß die amerikanischen Wissenschaftler und Ingenieure in wissenschaftlicher Hinsicht oder hinsichtlich der Technologie in der Fertigung komplizierter Geräte hinter uns zurückbleiben. Dies wäre unangebracht und ein gefährlicher Selbstbetrug. Es bleibt aber eine unanfechtbare Tatsache, daß die russischen Wissenschaftler Pawlow, Mendelejew, Popow, Ziolkowski u. a., die ihr ganzes Leben oder einen großen Teil ihres Lebens unter dem zaristischen Regime arbeiteten und einige Generationen von Wissenschaftlern, von denen ein Teil gegenwärtig in der Sowjetunion arbeitet, herangebildet hatten, auf jeden Fall nicht weniger talentiert und arbeitsfreudig gewesen sind als ihre Schüler. Die damals in Rußland herrschenden Verhältnisse waren jedoch ihrer Arbeit nicht nur nicht dienlich, sondern erschwerten sie noch. Dasselbe Volk sicherte in den 40 Jahren der Sowjetmacht unter den neuen Bedingungen die Ausbildung und den Aufstieg neuer Wissenschaftler, Konstrukteure und Technologen, die den ersten Erdsatelliten der Welt in der Sowjetunion schufen.

Prof. Dr. A. I. Berg

Man muß immer daran denken, daß nur die selbstlose Arbeit der durch die Kommunistische Partei und durch die Regierung der Sowjetunion unterstützten und geleiteten Wissenschaftler und Techniker die Ursache dieser Erfolge darstellt. Den Amerikanern halfen auch nicht die zahlreichen Spezialisten, die in den USA bereits über zehn Jahre arbeiten. Die von der amerikanischen Presse mit sehr viel Reklamegeschrei umgebenen wichtigsten deutschen Spezialisten der Raketentechnik, Wernher von Braun, Hans Friedrich und viele andere, die Erfinder der V-2-Rakete, sind uns aus zahlreichen wissenschaftlichen und technischen Artikeln und sogar aus Fotografien bekannt, die in vielen amerikanischen Zeitschriften veröffentlicht worden sind. Es

zeigte sich jedoch, daß es nicht genügte, die wichtigsten deutschen Spezialisten der Raketentechnik heranzuziehen, um konkrete Ergebnisse zu erzielen.

Es ist möglich, daß mit der Zeit und vielleicht auch recht bald die USA ebenfalls einen Erdsatelliten starten lassen werden. Unabhängig davon, wie sich die weiteren Erfolge auf diesem Gebiet verteilen werden, gehört die Siegespalme hinsichtlich des Startes des ersten Erdsatelliten der Sowjetunion, und diese Tatsache wird niemand vergessen.

Was befähigte nun die Sowjetunion, in diesem Wettbewerb den Vorrang zu erringen? Was half insbesondere, die schwierigen Aufgaben der Radioelektronik, die mit dem Start des ersten Satelliten verbunden waren, erfolgreich zu lösen?

Die Zeiten, in denen wir in den Fragen der Funktechnik und Elektronik die westeuropäischen und amerikanischen Ergebnisse in gewissem Umfang benutzten, gehören seit langem der Vergangenheit an. Im Gegenteil, während der letzten zehn Jahre wurden alle Maßnahmen ergriffen, um uns wissenschaftlich zu isolieren, und diese unsinnige Politik wird auch gegenwärtig noch weitergeführt. Wer verrechnete sich dabei? Wir verfügen über eine erstklassige sowjetische wissenschaftliche Literatur, insbesondere auch auf dem Gebiet der Elektronik. Auch im Westen hat man jetzt den Wert dieser Literatur erkannt. Man hat alle Maßnahmen zu ihrer schnelleren Übersetzung getroffen, sogar elektronische Übersetzungsmaschinen werden verwendet.

In den letzten 10 bis 15 Jahren ist in der Sowjetunion eine leistungsfähige Forschungs- und Konstruktionsbasis geschaffen und eine funktechnische und elektronische Industrie entwickelt worden. Zur Sicherung der Arbeit wissenschaftlicher Institutionen und der Industrie sowie für den Betrieb der vielen funktechnischen Anlagen war es notwendig, die Zahl der Spezialisten aller Fachsparten um ein Vielfaches zu erhöhen. Diese gewaltige Arbeit wurde von den höheren Lehranstalten und technischen Hochschulen mit ihren hervorragenden Professoren und Dozenten geleistet. Die jungen Kader mußten jedoch nicht nur in Laboratorien und Betrieben geschult werden, sondern auch in der praktischen Arbeit mit den Geräten. Es mußten auch Lehrbücher geschaffen und die Verlagstätigkeit, insbesondere auf dem Gebiet der periodisch erscheinenden wissenschaftlichen Zeitschriften, erweitert werden. Alles dies wurde geschafft, und jetzt verfügen wir über erstklassige Lehrbücher, Lehrmittel und über technisch-wissenschaftliche Zeitschriften auf den Gebieten der Radiophysik, der Funktechnik der Elektro-Vakuumtechnik, der Halbleiter u. a.

Dank dieser gewaltigen Arbeit, die in den letzten Jahren geleistet wurde, haben wir auch große Erfolge zu verzeichnen.

Ich erwähnte es bereits, daß in der Wissenschaft konkrete Errungenschaften und insbesondere Bescheidenheit geschätzt werden. Entsprechend diesen Prinzipien erkennen die sowjetischen Radiophysiker und Funkingenieure ausgezeichnet, daß bereits vieles geleistet wurde und manches nicht schlecht, daß aber noch viel mehr zu tun verblieben ist. Die bereits erzielten Ergebnisse berechtigen uns jedoch zu der Hoffnung, daß auch weitere schwierige Aufgaben bei uns erfolgreich gelöst werden.

Forschung „ohne" Atmosphäre

Prof. Dr. A. M. OBUCHOW, Moskau
Korresp. Mitglied der Akademie der Wissenschaften der UdSSR

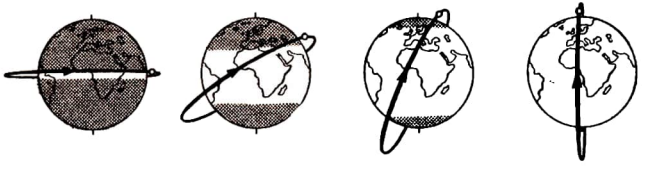
Die große Errungenschaft der sowjetischen Wissenschaft und Technik, der Start des ersten künstlichen Erdsatelliten der Welt, eröffnet völlig neue Möglichkeiten der Erforschung unseres Planeten. Die sowjetischen Geophysiker erhielten die Möglichkeit, die Erdkugel von einer sich bewegenden „wissenschaftlichen Station" aus, die ihren Flug an der oberen Grenze der Erdatmosphäre vollzieht, zu „beobachten".

Welche wissenschaftlichen Probleme aus dem Gebiet der Geophysik wird man durch den Start des ersten sowjetischen künstlichen Erdsatelliten sowie mit Hilfe der nächsten innerhalb des IGJ vorgesehenen Erdsatelliten lösen können?

In erster Linie wird man auf Grund von Beobachtungen der Flugbahn des Sputnik in der nahen Zukunft unsere Kenntnisse von der Dichte der Erdatmosphäre in großen Höhen wesentlich erweitern können. Die Untersuchungen der vom Sputnik empfangenen Funksignale liefern wertvolle Informationen über die elektrischen Eigenschaften der oberen Atmosphäreschichten, d. h. über die Ionosphäre. Bis vor kurzem konnten die Wissenschaftler die Eigenschaften der Ionosphäre lediglich durch Beobachtungen der von ihr reflektierten Signale untersuchen, die von der Erdoberfläche gesendet wurden. Der Start des künstlichen Satelliten ermöglicht es, die Ionosphäre auf dem Wege des „Durchleuchtens" zu beobachten. Man wird sich dabei eines Generators (Senders) bedienen, der sich über der Erdoberfläche in einer Entfernung von einigen Hundert Kilometern befindet. Die direkte Erforschung der Natur der oberen Atmosphäreschichten mit Hilfe einer im Sputnik untergebrachten Spezialapparatur ist von großem wissenschaftlichen und praktischen Interesse. Es genügt, daran zu erinnern, daß die Ausbreitungsbedingungen der elektromagnetischen Wellen auf große Entfernungen gänzlich durch Vorgänge bestimmt werden, die sich in Höhen von über 60 km abspielen. Um die Bedingungen der Wellenausbreitung voraussagen zu können, muß man die physikalischen Faktoren kennen, die die Stärke der Leitfähigkeit (Ionisierung) der Atmosphäre in diesen Höhen hervorrufen. Die Beobachtungen der Satelliten gestatten es, nicht nur die Eigenschaften der oberen Erdatmosphäre kennenzulernen, sondern auch die Ursachen der beobachteten Änderungen der Ionosphärecharakteristik unmittelbar aufzufinden.

Nach modernen Vorstellungen sind kleine, von der Sonne ausgestrahlte Teilchen — Korpuskeln — die Ursache für das Polarlicht, für die schnellen Schwankungen des magnetischen Feldes und für die schroffe Änderung der Leitfähigkeit der Ionosphäre. Diese Teilchen befinden sich mit dem magnetischen Feld der Erde in Wechselwirkung. Die von einem Erdsatelliten aus mit Hilfe von Spezialgeräten durchgeführten Beobachtungen ermöglichen es, die Natur dieser Teilchen zu bestimmen, wie auch ihre Energie und gewisse charakteristische Züge ihrer Bewegung.

Der künstliche Erdsatellit öffnet neue Perspektiven nicht nur für die Erforschung der Eigenschaften der oberen Atmosphäre. Vielleicht wird es seltsam klingen, aber eine solche an sich verhältnismäßig einfache Frage, wie die Verteilung der Bewölkung über dem gesamten Territorium der Erdkugel und die damit verbundene Verteilung der Luftströmungen, sind heutzutage noch wenig erforscht, und es entstehen bei ihrer Beantwortung infolge der vorhandenen „erdgebundenen Mittel" bestimmte komplizierten Bahn, die fast das gesamte Territorium der Erdkugel mit Ausnahme der beiden Polargebiete überstreicht. Auf diese Weise wird es möglich sein, im Verlauf eines Tages genaue Informationen über die Verteilung der Wolken zu erhalten. Dadurch werden auch die Luftströmungen über fast der gesamten Erdoberfläche und ihre langsamen Änderungen bekannt. Dies ist für die Erforschung der gesamten Zirkulation der Erdatmosphäre und für die Schaffung von physikalisch begründeten Methoden



Die Zonen unserer Erdkugel (helle Flächen), die ein Satellit, entsprechend dem Neigungswinkel seiner Umlaufebene zum Äquator, überfliegt. Von links nach rechts: 0° (amerikanisches Projekt); 30°; 65° (die sowjetischen Satelliten); 90°

Schwierigkeiten. Man muß sich daran erinnern, daß über 70 % der Erdoberfläche für stationäre Beobachtungen wenig zugänglich sind (Ozeane und Polargebiete). Eine wirkliche Hilfe kann in dieser Frage ein „Beobachter" erweisen, der sich auf dem künstlichen Satelliten befindet. Wenn wir an dieser Stelle von einem „Beobachter" sprechen, so denken wir in erster Linie an irgendeinen Automaten, z. B. ein „elektrisches Auge", der die Erdoberfläche aus einer Entfernung von einigen Hundert Kilometern beobachten und die entsprechende Information auf dem Funkwege senden würde. Im Verlauf eines Tages (24 Stunden) vollzieht der Sputnik bekanntlich über 15 „Rundflüge" um die Erdkugel. Dabei bewegt er sich auf einer

der Wettervorhersage für lange Zeitabschnitte sehr bedeutungsvoll. Die Ausarbeitung einer Karte der Strahlenenergiebilanz der Erde mit Hilfe der Beobachtungen vom Erdsatelliten aus ist von großem wissenschaftlichen Interesse.

Diese Aufgaben, die durch die Auswertung der Beobachtungen des ersten und der weiteren Erdsatelliten gelöst werden, sind lediglich ein Teil der wissenschaftlichen Untersuchungen, die mit dem Einsatz künstlicher Himmelskörper verbunden sind. So kann man z. B. auf die Erforschung der Meteorite aufmerksam machen, ferner auf die Abweichungen des Gravitationsfeldes der Erde und viele andere interessante wissenschaftliche Aufgaben.

Die Erkundung des Kosmos

Prof. Dr. d. techn. Wiss. J. A. POBEDONOSZEW, Moskau

Im Programm des Internationalen Geophysikalischen Jahres wurde der Erkundung des kosmischen Raumes mit Hilfe von künstlichen Erdsatelliten ein wichtiger Platz eingeräumt. Die Frage nach der Möglichkeit der Entsendung eines fliegenden Apparates über die Grenzen der Erdatmosphäre hinaus ist theoretisch vor mehr als 50 Jahren durch unseren Landsmann Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski gelöst worden. Die Arbeiten Ziolkowskis legten den Grundstein für einen neuen Wissenszweig – die Astronautik –, die Wissenschaft von den Flügen im kosmischen Raum.

Um jedoch diese kühnen Ideen des russischen Wissenschaftlers realisieren zu können, wurden viele Jahre hartnäckiger Arbeit größerer Kollektive von Arbeitern, Ingenieuren und Wissenschaftlern erforderlich. Man mußte eine leichte und feste Raketenkonstruktion schaffen, leistungsfähige und zugleich sehr leichte Raketenmotore entwickeln, die in der Lage sein werden, Dutzende und Hunderte Tonnen Schubkraft im Verlauf einer beliebig langen Zeit zu entwickeln, ein äußerst genaues und betriebssicheres System für die Steuerung des Raketenfluges schaffen. Schließlich mußten auch kleine und leichte Energiequellen, ferner eine entsprechende Apparatur für die Funkverbindung und die funktechnische Übertragung der Meßergebnisse konstruiert werden, wie auch die wissenschaftliche Ausrüstung für die Automatik und Fernsteuerung, die über lange Zeitperioden hindurch unter den Bedingungen des interplanetaren Fluges zuverlässig arbeiten muß.

Als Ergebnis der mehrjährigen Arbeit sowjetischer Wissenschaftler und Ingenieure wurden jetzt Raketen wie auch die gesamte erforderliche Ausrüstung und Apparatur geschaffen, mit deren Hilfe die Probleme der Herstellung und des Startes des ersten künstlichen Erdsatelliten der Welt praktisch gelöst wurde.

Seit dem 4. Oktober besitzt unser Planet einen neuen Trabanten, der bis jetzt seine Bahnen um die Erde zieht.

Welche wissenschaftlichen Probleme des Kosmos können mit Hilfe dieses „künstlichen Mondes" gelöst werden?

Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski wies wissenschaftlich nach, daß die Schaffung eines Stützpunktes in der Nähe der Erdoberfläche innerhalb der Atmosphäre gestatten wird, die Abmessungen der Weltraumschiffe bedeutend zu verkleinern und die für den Flug des Menschen zu anderen Planeten erforderlichen Treibstoffreserven wesentlich zu vermindern.

Außerdem wurde es klar, daß der künstliche Erdsatellit vor allem als der Ausgangspunkt zu betrachten ist, von dem man wissenschaftlich sehr wertvolle Beobachtungen des Universums und der Erdoberfläche vornehmen kann. So wird z. B. die Aufstellung eines Teleskops im interplanetaren Raum die Durchführung interessanter Beobachtungen ermöglichen und uns das zeigen, was bis dahin nicht zugänglich war.

Bei den astronomischen Beobachtungen von der Erde aus mit Hilfe von Teleskopen werden gewöhnlich keine größeren als 900fache Vergrößerungen verwendet. Dem stehen Störungen im Wege, die innerhalb der Atmosphäre durch Luftströmungen entstehen. Diese Bewegungen

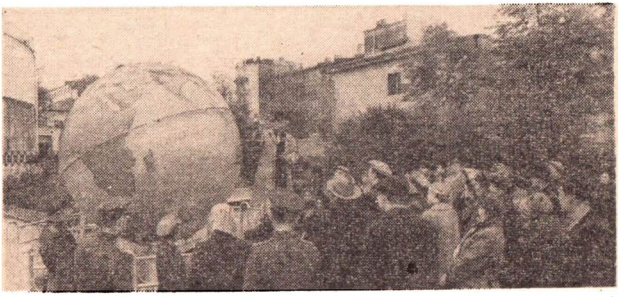
rufen das Sternenflimmern hervor, ferner die Zerstückelung und die Verschwommenheit der Abbildung von Himmelskörpern in den Teleskopen und viele andere Erscheinungen. Außerhalb der Atmosphäre könnten wir jedoch bei einer 10 000fachen Vergrößerung vom Sputnik aus auf dem Mond Gegenstände bei einem Gesamtdurchmesser von 12 m erfassen, und auf dem Mars würden uns Einzelheiten der Oberfläche zugänglich werden, die Abmessungen von etwa 1,5 km besitzen.

Ein außerhalb der Atmosphäregrenzen befindliches Teleskop wird uns eine Vielzahl von Fragen beantworten, die z. B. den Oberflächenaufbau der Planeten betreffen und insbesondere die endgültige Beantwortung der Frage nach der Existenz der bekannten hypothetischen sogenannten Marskanäle mit sich bringen. Es wird auch möglich sein, die Natur der unfruchtbaren Oberfläche des Merkur, außerdem die Oberfläche der Venus, die mit einem Schleier aus Kohlendioxyd bedeckt ist, sowie die Oberflächen der großen Planeten Jupiter und Saturn zu erforschen.

Und wenn wir von der interplanetaren Station mit Hilfe von Röntgenstrahlen die Sonne fotografieren werden, dann wird sie anders aussehen, als wir es gewohnt sind. Das, was uns heute als die Sonnenscheibe erscheint, wird aller Wahrscheinlichkeit nach lediglich das Herzstück einer großen Kugel sein, die mit hellen und blinkenden Flecken bedeckt ist. Die gewöhnlich unsichtbare Sonnenkorona wird sich als die Hauptlichtquelle erweisen.

Bei wachsender Intensität der Sonnenstrahlung entstehen auf der Oberfläche dieses Himmelskörpers gigantische Stürme, die von zusätzlichen ultravioletten und Röntgenstrahlungen begleitet werden. Es besteht fast kein Zweifel darüber, daß die Astronomen dank den vom künstlichen Satelliten durchgeführten Beobachtungen nicht nur eine Erklärung für diese Sonnenstürme finden werden, sondern daß sie mit der Zeit auch in der Lage sein werden, ihr Auftreten vorauszusagen.

Der Sputnik wird den Astrophysikern helfen, eine Vielzahl neuer Probleme zu lösen. Es ist möglich, daß sie sogar in der Lage sein werden,



Die Mitarbeiter des Moskauer Planetariums mußten in den letzten Wochen täglich mindestens 6 Vorträge veranstalten, um den Wissensdrang der Moskauer nur einigermaßen befriedigen zu können. Unser Bild wurde im Garten des Planetariums aufgenommen, in dem außer diesem Globus noch viele andere Demonstrationsgeräte und Fernrohre ihren Platz haben **Foto: SB**

das Geheimnis der äußerst hellen und explodierenden Sterne zu entschleiern, die Zusammensetzung der Atmosphäre anderer Planeten zu bestimmen, die Einzelheiten der Planetenoberfläche zu erforschen, um dadurch die Möglichkeit des Lebens auf ihnen zu bestimmen. Sie werden auch die genaue Form der Erde ermitteln, ferner die Zusammensetzung großer Staub- und Gaswolken im Kosmos erforschen und die Natur der überschweren Kerne der kosmischen Strahlung kennenlernen können.

Bereits jetzt ist eine Methode zur Bestimmung des Gehaltes der am stärksten verbreiteten chemischen Elemente in den gewaltigen kosmischen Gas- und Staubwolken bekannt, die aller Wahrscheinlichkeit nach die Primärmaterie darstellen, die zur Bildung der Sternenwelten dient.

Die Astronomen verfügen jedoch z. Z. noch nicht über genügend genaue Methoden zur Bestimmung zahlreicher Elemente, die in diesen Gaswolken vorhanden sind. Sogar das Vorhandensein sehr häufig vorkommender Elemente, wie Wasserstoff, Kohlenstoff, Stickstoff und Sauerstoff, läßt sich nicht immer feststellen, da durch die Atmosphäre bei weitem nicht alle Lichtstrahlen durchdringen. Einige Gebiete des infraroten Spektrums und viele ultraviolette Strahlen können von den auf der Erdoberfläche auf dem Grund des Luftozeans aufgestellten Apparaten nicht wahrgenommen werden. Um die Anwesenheit vieler anderer Elemente im interplanetaren Raum feststellen zu können, muß man dieses ultraviolette Licht erforschen. Es ist wahr, daß die Radioastronomie bei der Enträtselung dieses Problems viel entdeckt. Die vollständige Antwort auf diese Frage werden wir jedoch erst dann erhalten, wenn uns das interplanetare Observatorium und das interplanetare Teleskop helfen.

In den kosmischen Räumen befindet sich eine große Menge des Meteorstaubes, der die Oberfläche des Sputnik bombardiert. Zur Untersuchung der Zusammensetzung des Staubes wird es notwendig sein, an der Außenseite des Mantels des Satelliten eine polierte Metall- oder Glasplatte anzuordnen. Die Mikroanalyse wird uns dann zeigen, auf welche Art dieser Staub die Platte durchschlug oder zerkratzte, und sie wird uns ermöglichen, den genauen Gehalt des Meteorstaubes im interplanetaren Raum zu ermitteln. Eine solche Untersuchung wird es ermöglichen, die Gefahr, der ein interplanetares Schiff bei einer Begegnung mit Meteoren während seines Fluges im Kosmos außerhalb der dichten Atmosphäreschichten ausgesetzt sein kann, genau zu bestimmen.

Der künstliche Satellit wird auch für die Wettervorhersage von großer Bedeutung sein. Insbesondere die unlängst entdeckten Wechselbeziehungen zwischen dem Meteorstaub und dem Anfall an Niederschlägen verdienen es, weiter sorgfältig erforscht zu werden.

Viele meteorologische Erscheinungen, die von den auf der Erdoberfläche arbeitenden Beobachtern nicht entdeckt werden können, können bei Beobachtungen vom Sputnik aus erfaßbar werden. Die Meteorologen sind z. Z. noch gezwungen, die Mehrzahl ihrer Daten auf der Grundlage einer äußerst begrenzten Anzahl von Erdbeobachtungen mühselig zusammenzutragen. Wenn man sich jedoch des künstlichen Satelliten bedienen kann, dann wird man z. B. zugleich alle sich über der Erdoberfläche befindenden Wolken fotografieren können, und zwar mindestens mehrmals am Tage. Es wird nicht schwerfallen, Daten über Eisverhältnisse und andere Informationen über Faktoren zu erhalten, die auf die Wettergestaltung in der ganzen Welt einen Einfluß ausüben.

Die Schaffung meteorologischer Stationen außerhalb der Erdatmosphäre wird zu grundsätzlichen Änderungen in der Theorie und in der Praxis

der Wettervorhersage führen. Das Vordringen der physikalischen Geräte über die Grenzen der Atmosphäre hinaus wird den Meteorologen die Wettervorhersage auf einige Wochen voraus ermöglichen, weil die Wechselbeziehungen zwischen den Wolken, dem Feuchtigkeitsgehalt, der Temperatur und dem Charakter der Winde ermittelt sein werden.

Für den weiteren Fortschritt der Flug- und Raketentechnik ist es sehr wichtig, zuverlässige Daten über einige Besonderheiten der hohen Atmosphäreschichten zu erhalten: Liegt denn die Temperatur dort wirklich über + 1000° C? Wieviel Sonnenwärme absorbiert die Erde, um die großen Luft- und Wolkenmassen, die unser Wetter beeinflussen, in Bewegung zu setzen? Welche Einflüsse bewirken, daß der Kompaß in großen Höhen falsch arbeitet? Es ist durchaus möglich, daß einige besondere Ergebnisse über die Arbeitsweise des Kompasses zum richtigen Verständnis des wirklichen Wesens des bis dahin rätselhaften Erdmagnetismus führen können.

Mit Hilfe des künstlichen Satelliten sind wir in der Lage, neue wissenschaftliche Daten zu gewinnen, die für die Form und den inneren Aufbau der Erde charakteristisch sind. Es ist schwer zu erfassen, daß wir mehr über den inneren Aufbau der Erde erfahren können, wenn wir uns von ihr entfernen. Dies ist jedoch wirklich so! Es ist leichter, die genaue Form der Erde zu bestimmen, wenn wir uns in einem bestimmten Abstand von ihr befinden und nicht auf der Erde selbst. Vom künstlichen Satelliten aus wird man außerdem die Entfernungen zwischen verschiedenen Punkten der Erdkugel genau bestimmen können.

Der künstliche Satellit eröffnet auch einem anderen Gebiet günstige Bedingungen für das Experimentieren — der Erforschung niedriger Temperaturen und der Supraleitfähigkeit. Die Temperatur der im Schatten liegenden Seite des Sputnik beträgt im ganzen lediglich einige Grade über dem absoluten Nullpunkt. Bei vollkommenem Vakuum wird die Isolierung gegen das äußere Medium äußerst einfach, so daß die Physiker Gelegenheit haben werden, umfangreiche Experimente bei niedrigen Temperaturen in einer Einrichtung durchzuführen, die dem absoluten Nullpunkt viel näher ist, als dies gegenwärtig auf der Erde der Fall sein kann.

Zu sehr wichtigen Problemen der Biologie gehört die Einwirkung kosmischer Strahlen auf lebende Organismen. Die Wirkung der schweren Komponenten der kosmischen Primärstrahlen auf lebende Gewebe gehört zu der Kategorie der sogenannten dauernden Strahleneinwirkung (Bestrahlung) mit verteilter Dosierung, die durch eine langsame, anfangs unmerkliche, aber darauf folgende Zerstörung des lebenden Gewebes gekennzeichnet ist. Die Besonderheit einer solchen Einwirkung besteht darin, daß die volle Ionisierungsdosis, die nach der offiziellen internationalen Bestimmung gewöhnlich in zulässigen Grenzen bleibt, in Wirklichkeit außerordentlich ungleichmäßig verteilt ist. Zufolgedessen erhält eine kleine Menge Zellen des bestrahlten Gewebes Ionisierungsdosen, die hunderttausendfach größer sind als die mittlere Dosis der vollen Ionisierung. Es wurde experimentell festgestellt, daß solche „schweren Kernstöße" örtliche Schädigungen in den Zellen des lebenden Organismus hervorrufen.

Im Verlauf der letzten Jahre wurden vielfach in Stratosphärenraketen verschiedene Tiere, wie Mäuse, Hunde und Affen, in eine Höhe von 150 km gebracht. Es wurde dabei untersucht, wie sich ein Raketenflug in die Bereiche außerhalb der Atmosphäre auf diese Tiere auswirkt. Ein auto-

matischer Filmapparat filmte das Verhalten der Tiere in der Kabine, und eine spezielle Apparatur registrierte ihren Puls, das Atmen und den Blutdruck. Nach der Rückkehr der Tiere auf die Erde fühlten sie sich in der Regel ausgezeichnet.

In einer Stratosphärenrakete wurde auch ein Stück konservierter menschlicher Haut hochgeflogen. Nach der Rückkehr auf die Erde verlor die Haut ihre Lebensfähigkeit nicht: es gelang, sie einem gesunden Menschen einzusetzen. Man darf dabei jedoch trotz allem nicht vergessen, daß die lebenden Organismen und Zellen nur recht kurze Zeit außerhalb der Atmosphäre verblieben (insgesamt lediglich einige Minuten).

Um eine endgültige Antwort auf die Frage zu erhalten, wie lebende Materie den Aufenthalt im kosmischen Raum vertragen wird, muß man die Beobachtungen an Tieren in bedeutend längeren Zeiträumen durchführen. Die Erforschung der dauernden Einwirkung kosmischer Strahlen auf Organismen außerhalb der Atmosphäre während vieler Tage wird einen grundsätzlichen wissenschaftlichen Beitrag darstellen. Untersuchungen, die man vom künstlichen Satelliten aus führen wird, werden die Lösung dieser Aufgabe bedeutend vorantreiben und bei weitem wirksamer sein als Beobachtungen, die man während eines Aufstiegs mit einem Ballon oder einer Rakete durchführte.

Während eines Fluges im kosmischen Raum muß man auch solche für uns ungewöhnliche physikalische Erscheinungen berücksichtigen, wie die Schwerelosigkeit, auch bei Lebewesen. Und hier kann uns der Sputnik mit wertvollen Informationen über die Besonderheiten der Bewegung von Tieren in einer Welt ohne Schwere bereichern. Bei einem lange Zeit andauernden Verweilen im schwerelosen Zustand können wahrscheinlich auch solche Folgen dieses Zustandes auf den Menschen untersucht werden wie der Verlust des Orientierungssinnes. In diesem Falle können die Versuche mit Tieren nur einen begrenzten Wert haben, obwohl erfolgreiche Versuche über den Verlust des Orientierungssinnes an Mäusen während ihres Raketenfluges durchgeführt werden konnten.

Wie lange wird der Sputnik um die Erde kreisen?

Anfangs gab es die verschiedensten Schätzungen der Flugdauer des Sputnik, sie schwankten alle zwischen einigen Tagen und 2 bis 3 Jahren. Unlängst legte der bekannte Wissenschaftler Dr. Sterne auf einer Tagung der Amerikanischen Astronomischen Gesellschaft seine Berechnungen vor, nach denen die Flugdauer des künstlichen Satelliten um die Erde etwa 9 Jahre dauern soll. Zu diesem Ergebnis kam Sterne auf der Grundlage der in großen Höhen (zwischen 320 und 1280 km) erforschten Atmosphäredichte und anderer Versuchsdaten, die durch den Start von Höhenraketen gewonnen wurden.

Die Experimentiermöglichkeiten mit dem Satelliten im Kosmos sind praktisch unbegrenzt. Durch die Schaffung des künstlichen Erdsatelliten erwarb sich der Mensch neue Kräfte, die ihn befähigen werden, viele Schranken in der Wissenschaft zu beseitigen. Sobald die Wissenschaftler die Geheimnisse des Universums weitergehend kennengelernt haben, werden sie neue Wege für eine weitere Unterwerfung der Natur unter den Willen des Menschen finden.

Der Bau und der erfolgreiche Start des ersten künstlichen Erdsatelliten der Welt ist ein außerordentlich wichtiger Schritt auf dem Wege zur Verwirklichung des kühnsten Traumes der Menschheit — der Eroberung des Kosmos und der Verwirklichung interplanetarer Reisen.

Die optische Beobachtung des Erdsatelliten

Prof. Dr. d. phys.-math. Wiss. B. W. KUKARKIN, Moskau

Der künstliche Erdsatellit hat bereits viele hundert Rundflüge um unseren Planeten vollzogen. Millionen Menschen „hörten" ihn in allen Winkeln der Erdkugel. Viele Menschen sahen den Sputnik oder die ihn begleitende Trägerrakete mit Hilfe einfacher optischer Instrumente und manchmal sogar mit bloßem Auge. Viele interessiert nun die Frage:

Eine Wissenschaftlerin des Astronomischen Rates bei der Akademie der Wissenschaften der UdSSR beim Einrichten des Fernrohres AT-1, das für die optische Beobachtung des Fluges der künstlichen Erdsatelliten in der Sowjetunion konstruiert wurde Foto: Maximow-Paschin

Wie werden die optischen Beobachtungen durchgeführt, kann man denn mit einfachen Mitteln wissenschaftlich wertvolle Beobachtungen des Sputnik durchführen, was bezwecken die optischen Beobachtungen?

Der Astronomische Rat bei der Akademie der Wissenschaften der UdSSR wurde beauftragt, die optischen Beobachtungen der Bewegung des ersten künstlichen Erdsatelliten der Welt zu organisieren. Zu diesem Zweck wurden an verschiedenen Punkten der Sowjetunion 66 Stationen für optische Beobachtungen eingerichtet, vorwiegend an Universitäten, pädagogischen Instituten und einigen anderen Hochschulen. Alle diese Beobachtungsstationen arbeiten auf freiwilliger Basis. Sie stehen in der Regel unter der Leitung eines Professors oder eines anderen wissenschaftlichen Mitarbeiters, dem Beobachtungsaktiv gehören Studenten und Laboranten an.

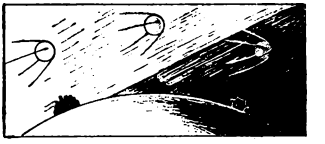
Jeder Station stehen bis zu 30 Fernrohre AT-1, die speziell für Beobachtungen des Sputnik konstruiert wurden, zur Verfügung. Diese Fernrohre sind kleine lichtstarke Teleskope mit sechsfacher Vergrößerung und einem sehr großen Gesichtsfeld. Ihr Gesichtsfeld ist annähernd zweimal so groß wie das Gesichtsfeld eines Fernglases. Die sowjetische optische Industrie hat die Produktion dieser Fernrohre gut organisiert und war in kurzer Zeit in der Lage, alle Be-

obachtungsstationen mit diesen Rohren zu versorgen.

Wie verlaufen die optischen Beobachtungen in solchen Stationen? Kurz vor dem Erscheinen des Sputnik wird eine sogenannte „optische Barriere" aufgebaut. Dies bedeutet, daß die Beobachter die Fernrohre derart aufstellen, daß der gesamte Himmel längs einer Senkrechten zur Bewegungsrichtung des Sputnik, die durch den Zenit hindurchläuft, abgedeckt wird. Häufig wird noch eine zweite Barriere längs des Meridians (Richtung Nord-Süd) aufgestellt. Gleichgültig wo der Erdsatellit vorbeifliegt, er wird bestimmt beim Durchqueren einer dieser Barrieren, häufig in beiden, bemerkt werden. Leider wird die Arbeit der optischen Beobachtungsstationen oft durch dichte Bewölkung erschwert oder auch unmöglich gemacht. Die Weite des Territoriums der Sowjetunion bietet jedoch die Aussicht, daß an irgendeiner Stelle des ausgedehnten Landes klares Wetter herrscht.

Nachdem die Funksignale verstummen, sobald die im Sputnik vorhandenen Energiequellen erschöpft sind, werden die optischen Beobachtungen des Sputnik von außerordentlicher Bedeutung sein, besonders auch deshalb, weil die einfacheren optischen Beobachtungsmethoden allen zugänglich sind, die über eine Uhr, eine Himmelskarte und einfachere optische Geräte, wie z. B. ein Fernglas, verfügen.

Den künstlichen Erdsatelliten und insbesondere auch die ihn begleitende Trägerrakete kann man bei günstigen Bedingungen sogar mit bloßem Auge beobachten. Besonders günstige Bedingungen für die optischen Beobachtungen sind dann gegeben, wenn der Sputnik und die Trägerrakete das Himmelsgewölbe des betreffenden Ortes in mittleren Breiten etwa eineinhalb Stunden nach dem Sonnenuntergang oder eineinhalb Stunden vor dem Sonnenaufgang passieren. Unter diesen Bedingungen ist das Himmelsgewölbe genügend dunkel, und man kann bei klarem Wetter sogar schwach leuchtende Sterne erblicken. Der Sputnik und seine Trägerrakete, die sich in einer Höhe von 900 km befinden, werden hell durch die Sonne beleuchtet. Die Trägerrakete ist bezüglich ihrer Helligkeit mit den hellsten Sternen vergleichbar. Der Sputnik leuchtet



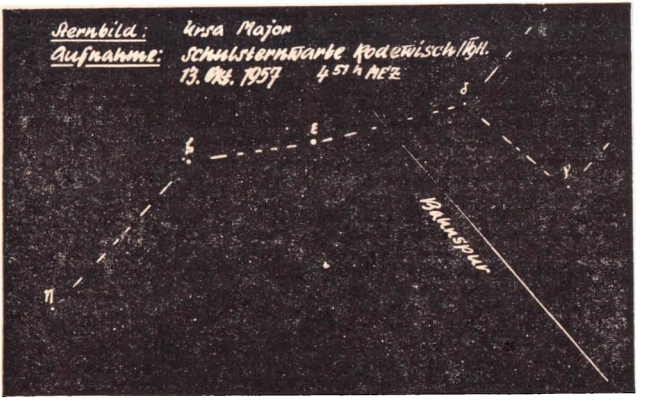
Ein künstlicher Erdsatellit kann optisch am besten beobachtet werden, wenn am Beobachtungsort die Morgen- bzw. die Abenddämmerung herrscht (der Himmel ist zu dieser Zeit dunkel); der Satellit wird dann schon bzw. noch von den Sonnenstrahlen getroffen (Mitte). Am Tage (links) und in der Nacht (rechts) ist keine optische Beobachtung möglich

bedeutend schwächer und ist als ein Stern vierter bis fünfter Größe sichtbar. Der Sputnik und die Rakete bewegen sich so schnell, daß sie das gesamte Himmelsgewölbe in etwa 5 min überqueren.

Sofern klares Wetter herrscht und die vorhergesagte Zeit des Überfliegens des Erdsatelliten mit den obenerwähnten Zeiten der Morgen- oder Abenddämmerung zusammenfällt, muß der Himmel aufmerksam beobachtet werden. Damit die Beobachtungen ihren vollen Wert erhalten, müssen die Koordinaten des Beobachtungsstandpunktes bekannt und eine Himmelskarte sowie eine Uhr vorhanden sein. Die

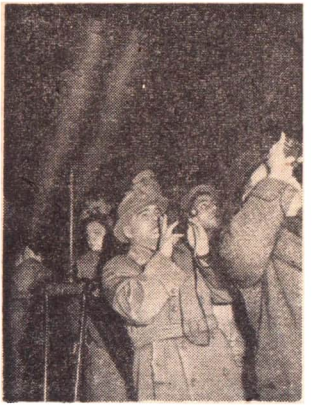
Uhr ist mit den Radio-Zeitzeichen vor und nach der Beobachtung zu vergleichen, damit ihre Korrektur im Augenblick der Beobachtungen genau bekannt ist. Nach dem Entdecken des Sputnik oder der Trägerrakete gilt es, ihren Flug aufmerksam zu verfolgen und den Augenblick des Durchgangs des Körpers zwischen irgendeinem Sternenpaar genau festzuhalten. Nach dem Notieren des Zeitpunktes dieses Durchgangs muß die Lage des Körpers auf der Himmelskarte zwischen dem betreffenden Sternenpaar mit größter Sorgfalt eingezeichnet werden. Jede Beobachtung ist telegrafisch an die Anschrift „Moskau-Sputnik" unverzüglich zu melden, wobei der Augenblick der Beobachtung nach der Moskauer Zeit (MEZ plus 2 Std. — Die Red.) und die Lage des Körpers anzugeben sind. Beispiel: „Um 18 Uhr 32 Minuten 27 Sekunden ging die Rakete durch den Schnittpunkt des ersten Drittels der Strecke zwischen Beta und Gamma des Großen Bären." Solche Beobachtungen, wenn sie sorgfältig und genau durchgeführt werden, können sich als äußerst nützlich erweisen, insbesondere dann, wenn über einem großen Teil der Sowjetunion dichte Bewölkung herrscht.

Einen noch größeren Dienst kann man durch eine fotografische Aufnahme der Trägerrakete erweisen. Es wurde bereits nachgewiesen, daß solche Aufnahmen mit den gebräuchlichsten Kameras gelingen. Zu diesem Zweck muß der Fotoapparat auf „unendlich" eingestellt und sehr fest und starr so aufgestellt werden, daß die Trägerrakete durch sein Gesichtsfeld hindurchfliegt. Das Objektiv muß während der ganzen Durchlaufzeit der Rakete geöffnet sein. Auf keinen Fall soll man das Objektiv abblenden. Während des Durchlaufs der Rakete müssen die genauen Zeiten festge-



Die erste optische Beobachtung des Sputnik gelang in der DDR dem Kollektiv der Jugendsternwarte in Rodewisch (Vogtland). In die Aufnahme vom 13. Oktober 1957, 4.51 Uhr MEZ, wurde das in der Nähe liegende Sternbild genau eingezeichnet

halten werden. Zu diesem Zweck kann man z. B. alle zehn Sekunden das Objektiv mit der Handfläche für jeweils eine Sekunde verdecken und diese Augenblicke genau notieren. Die Rakete hinterläßt dann auf dem Film eine Spur



In allen Ländern versuchten die Menschen, den Sputnik oder die Trägerrakete zu beobachten. Unser Bild zeigt Moskauer Frühaufsteher um 5 Uhr morgens auf der Plattform des Planetariums

in Form einer dünnen Linie mit Unterbrechungen. Um sich leichter in den Zeitmarken zurechtzufinden, ist es zweckmäßig, die Intervalle zwischen den einzelnen Unterbrechungen unterschiedlich zu halten. Am besten ist es, eine solche Aufnahme zu zweit durchzuführen. Einer gibt nach der Uhr die Kommandos, der andere verdeckt nach den Kommandos das Objektiv. Für diese Aufnahmen muß natürlich der lichtempfindlichste Film verwendet werden (in der DDR: Agfa-Isopan Rapid 25/10° Din — Die Red.). Den entwickelten Film mit Angabe aller Einzelheiten der Aufnahme (Zeitangaben über Öffnen und Verdecken des Objektivs, Beobachtungsort und Benennung des fotografierten Himmelsteiles) muß an dieselbe Anschrift gesandt werden, wie auch die Telegramme.

Was geben uns die optischen Beobachtungen des Sputnik und der Trägerrakete? Genaue Schlußfolgerungen werden wir selbstverständlich erst nach der sorgfältigen Auswertung all der zahlreichen Beobachtungen ziehen können. Schon jetzt lassen sich jedoch einige vorläufige Folgerungen ableiten.

Bereits jetzt können wir sagen, daß die Atmosphäredichte in der Höhe, in der der Sputnik fliegt, verschwindend gering ist. Dies ist daraus ersichtlich, daß in der seit dem Augenblick seines Startes verflossenen Zeit lediglich eine geringe Erhöhung seiner Geschwindigkeit festgestellt wurde. Folglich ist der Widerstand der Atmosphäre in diesen Höhen so gering, daß er keinen starken Einfluß auf die Bewegung des Sputnik ausübt. Die „Lebensdauer" des Sputnik wird man also nicht nach Tagen, sondern nach Wochen und vielleicht sogar nach Monaten zählen können, wenn sich keine Katastrophe in der Art eines Zusammenstoßes mit einer größeren Meteormasse ereignet.

Eine der Aufgaben künstlicher Erdsatelliten ist es, die Intensität zu bestimmen, mit der kosmische Teilchen, darunter auch Meteore, aus dem Weltraum in die Lufthülle der Erde eindringen. Die Satelliten werden uns ermöglichen, alle diese Vorgänge ohne Verfälschung durch die Erdatmosphäre zu beobachten. Das lange Verbleiben des Sputnik auf seiner Flugbahn ohne irgendwelche merklichen Abweichungen zeugt davon, daß die Bombardierung seines Körpers durch Meteorteilchen ebenfalls nicht sehr stark

sein kann. Folglich ist auch die Gefahr seines Zusammenstoßes mit einem großen Meteorkörper äußerst gering.

Die optischen Beobachtungen des künstlichen Erdsatelliten ermöglichen die Bestimmung seiner Abweichung von dem theoretisch ermittelten Weg. Diese Abweichungen können sowohl durch bedeutende Schwankungen der Dichte der oberen Atmosphäreschichten als auch durch eine ungleichmäßige Verteilung der Dichte der Masse im Innern der Erde hervorgerufen werden. Je weiter sich die Flugbahn des Sputnik von der Erdoberfläche befinden wird, um so geringer wird der Einfluß der oberen Atmosphäreschichten sein, und alle Besonderheiten seiner Bewegung werden hauptsächlich durch die Ungleichmäßigkeit der Massenverteilung im Innern der Erde hervorgerufen werden. Bekanntlich weist auch der Mond eine bestimmte, wenn auch äußerst geringe Abweichung von seiner theoretischen Bahn auf. Diese Abweichung bereitet den Astronomen viele Schwierigkeiten. In der Bewegung des künstlichen Erdsatelliten müßten die Unstimmigkeiten um ein Vielfaches größer sein, da seine Entfernung vom Mittelpunkt der Erde fast 60mal geringer ist als die des Mondes. Die optischen Beobachtungen der Bewegung des Sputnik werden mit der Zeit gestatten, „in das Innere der Erde zu schauen", die Verteilung ihrer Massen zu erforschen.

Die Sowjetunion bereitet sich zum Start von in ihren Abmessungen und in ihrem Gewicht noch größeren künstlichen Erdsatelliten vor. Mit ihrer Hilfe wird ein umfangreiches wissenschaftliches Forschungsprogramm verwirklicht. Die Satelliten werden mit den verschiedensten Apparaten und Geräten ausgerüstet, die es ermöglichen, die Strahlungen der Himmelskörper in ihrer ursprünglichen, durch die Absorption und Streuung innerhalb der Erdatmosphäre nicht verzerrten Art zu registrieren. Dies wird die Möglichkeiten der Astronomie und der Physik außerordentlich erweitern und nicht nur eine große erkenntnismäßige, sondern auch praktische Bedeutung besitzen.

Wir können uns auch vorstellen, daß in der weiteren Entwicklung nicht unbedingt alle interplanetaren Geschosse als Erdsatelliten ihre Bahnen ziehen werden. Es können auch solche Geschosse gestaltet werden, die ihre Flugbahnen um den Mond beschreiben werden. Mit Fernsehanlagen ausgerüstet, werden sie konkrete Informationen über die Oberfläche des Mondes zur Erde ausstrahlen, in jedem Fall zuverlässigere Informationen als die, über die wir heute verfügen.

Auch von der Lösung einer solchen Aufgabe, wie die Schaffung von Geschossen, die in der Lage sein werden, andere Planeten zu erreichen, scheint man nicht mehr allzu weit entfernt zu sein. Ein solches interplanetares Geschoß, ebenfalls mit Fernsehanlagen ausgerüstet, wird uns helfen, insbesondere die Frage vom Vorhandensein des Lebens auf anderen Planeten zu beantworten. Dies wird um so interessanter sein, als zur Zeit unter den Wissenschaftlern noch über diese Frage sich widersprechende Meinungen vorhanden sind.

Schließlich hegen wir auch die Hoffnung, daß bereits in der nächsten Zeit das Problem der Rückkehr interplanetarer Geschosse auf die Erde gelöst sein wird. Selbstverständlich ist gerade diese Frage außerordentlich kompliziert. Wir überzeugen uns jedoch mit eigenen Augen, daß vieles, was gestern noch unmöglich oder zumindest sehr kompliziert erschien, heute Wirklichkeit wird.

Optische Beobachtungen von künstlichen Satelliten in der DDR

Prof. Dr. W. UHINK, Potsdam

Im folgenden wollen wir ganz davon absehen, welchen Zwecken die künstlichen Erdsatelliten dienen sollen. Da es aber einleuchtend ist, daß die geplanten Aufgaben nur dann vollständig erfüllt werden können, wenn der Ort des Satelliten zu jedem Zeitpunkt möglichst genau bekannt ist, ist es notwendig, die Bahn des Satelliten durch Beobachtungen festzulegen. Natürlich ist diese Bahn vor dem Abschuß schon errechnet worden, jedoch kann niemals mit absoluter Sicherheit garantiert werden, ob die Vorausberechnung genau genug ist.

Wir knüpfen an den ersten von der Sowjetunion gestarteten Satelliten „Sputnik" an und erläutern die Verhältnisse, wie sie sich dabei ergeben haben.

Der Satellit umkreiste die Erde in einer Bahn, wie sie in Bild 1 dargestellt ist. Die Bahnebene schneidet die Ebene des Äquators unter 65°. Bei etwa 8 km/sec Geschwindigkeit umkreist der Satellit die Erde in etwa 96 min. Während dieser Zeit hat sich aber die Erde um etwa 24° unter der Satellitenbahn hinweggedreht; deshalb liegt der Schnittpunkt der Bahnebene mit der Äquatorebene beim nächsten Umlauf nicht an derselben Stelle, er verschiebt sich vielmehr bei jedem Umlauf um 24°. Dieser Sachverhalt ist in Bild 2 schematisch erläutert. Man erkennt aus dieser Abbildung, daß der Satellit jeden Ort, der nicht allzunahe an den Polarkreisen liegt, einmal von SW nach NO und ein andermal von NW nach SO überfliegt (siehe auch 3. Umschlagseite).

Bei der optischen Beobachtung muß ungefähr bekannt sein, wann der Satellit über dem Beobachtungsort erscheinen und in welcher scheinbaren Bahn er etwa fliegen wird.

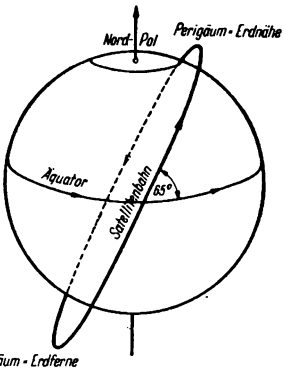


Bild 1: Die Bahnebene des sowjetischen Satelliten schneidet die Ebene des Äquators unter einem Winkel von 65°. Die Ebene der Satellitenbahn bleibt bei jedem Umlauf (in Beziehung zur Sonne und zu den Sternen) gleich, die Erde dreht sich unter der Satellitenbahn um ihre Achse

Es handelt sich dann darum, möglichst genau den Zeitpunkt festzulegen, wann der Satellit eine bestimmte Stelle unter den Sternen eingenommen hat. Da die scheinbare Geschwindigkeit bis zu 2 Vollmonddurchmesser je Sekunde be-

tragen kann, ist es mit normalen astronomischen Methoden nicht möglich, Zeit und Ort des Satelliten festzustellen. In der Sowjetunion wurde daher ein Plan ausgearbeitet, mit dem es doch gelingt, diese Aufgabe zu lösen. Diesen Zweck erfüllen zahlreiche — mindestens 10 — lichtstarke Fernrohre mit schwacher Vergrößerung und großem Gesichtsfeld (siehe Bild Seite 19), die z. B. im Meridian derart aufgestellt werden, daß sie eine „optische Barriere" bilden, wobei sich die Gesichtsfelder je zweier Fernrohre zur Hälfte überdecken. Die Fernrohre zeigen also in verschiedene Höhenwinkel. Wenn die durch Vorausrechnung ungefähr bekannte Höhe tatsächlich auch nur einigermaßen richtig ist, muß mindestens in einem, vielleicht auch in zweien dieser Fernrohre der Satellit erscheinen.

Solange die Batterien die beiden Sender des Sputniks speisten, war der Empfang der Funksignale natürlich die wichtigste Aufgabe. Hier bespricht der Chefingenieur einer sowjetischen Funkstation, Nikolai Arlamenko (Mitte), mit seinen Mitarbeitern die Probleme, die sich bei dieser für sie vollkommen neuen Arbeit ergaben Foto: Berliner

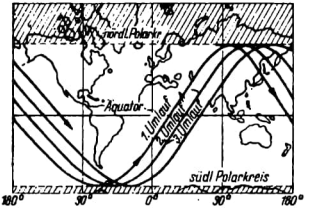


Bild 2: Der Schnittpunkt der Bahnebene des Satelliten mit der Äquatorebene verschiebt sich bei jedem vollen Umlauf etwa um 24°, d. h. um die Strecke, um die sich die Erde inzwischen weitergedreht hat. Die Projektion der Satellitenbahn auf eine Erdkarte zeigt diese Zeichnung. Jeder Ort, der nicht zu nahe an den Polarkreisen liegt, wird also vom Sputnik einmal von SW nach NO und ein andermal von NW nach SO überflogen

Es ist die Aufgabe der Organisation dieser Beobachtungen, daß erstens der Zeitmoment registriert werden kann, wann der Satellit die Mittelebene des Gesichtsfeldes überschreitet und daß zweitens der Ort unter den Sternen angegeben werden kann, nach dem das Fernrohr in diesem Augenblick gerichtet ist. In einem festen Observatorium sind diese beiden Aufgaben nicht schwer zu lösen. Auf Einzelheiten kann hier jedoch nicht eingegangen werden.

In der Sowjetunion hatte man sich natürlich auf diese Dinge vorbereiten können, während die übrige Welt von Sputnik überrascht wurde. Namentlich stand weder das nötige Spezial-Instrumentarium noch ein eingeübter Beobachterstab zur Verfügung. Die Sowjetunion hat sich aber dankenswerterweise bereit erklärt, den an diesen Beobachtungen interessierten Stellen die nötigen Fernrohre zur Verfügung zu stellen. In der DDR sind infolgedessen

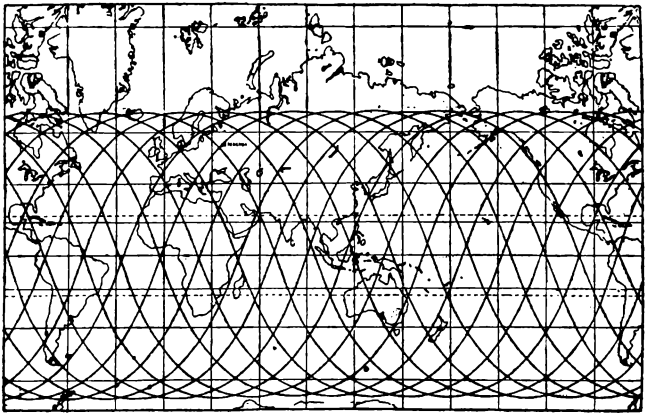
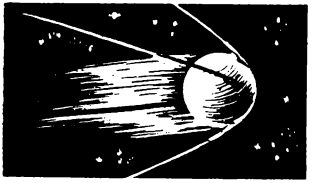


Bild 3: Das Flugschema des Sputniks für seine 15 Erdumläufe während eines Tages (projiziert auf eine Erdkarte) Entn.: Prawda

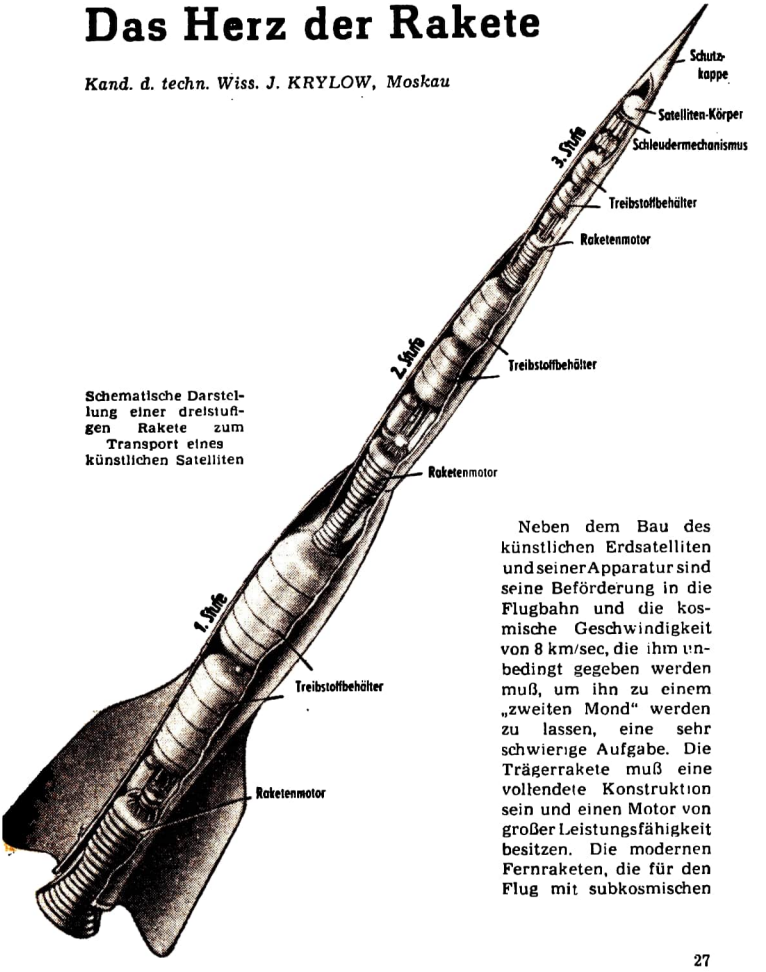
5 Beobachtungsstationen geplant, um künftige Satelliten optisch beobachten zu können. Eine dieser Stationen wird auf dem Gelände der Potsdamer Observatorien errichtet werden.[1] Hier steht, sobald die Fernrohre vorhanden sein werden, sowohl in astronomischer Hinsicht wie auch in bezug auf genaue Zeitangaben alles zur Verfügung, was zur erfolgreichen optischen Beobachtung von künstlichen Erdsatelliten erforderlich ist. Es wird auch sicher gelingen, einen Beobachterstab so rechtzeitig anzuleiten, daß die zukünftigen Ergebnisse der Beobachtungen, die in Moskau gesammelt und mit elektronischen Rechenmaschinen schnellstens bearbeitet werden, wertvolle Beiträge über die Satellitenbahn und ihre Veränderungen im Laufe der Zeit liefern können.

[1] Die beiden anderen Beobachtungsstationen werden in Kühlungsborn und in Sonneberg eingerichtet. – Die Red.



Das Herz der Rakete

Kand. d. techn. Wiss. J. KRYLOW, Moskau



Schematische Darstellung einer dreistufigen Rakete zum Transport eines künstlichen Satelliten

Neben dem Bau des künstlichen Erdsatelliten und seiner Apparatur sind seine Beförderung in die Flugbahn und die kosmische Geschwindigkeit von 8 km/sec, die ihm unbedingt gegeben werden muß, um ihn zu einem „zweiten Mond" werden zu lassen, eine sehr schwierige Aufgabe. Die Trägerrakete muß eine vollendete Konstruktion sein und einen Motor von großer Leistungsfähigkeit besitzen. Die modernen Fernraketen, die für den Flug mit subkosmischen

Geschwindigkeiten in großen Höhen über der Erdoberfläche geeignet sind, sind mit einem sogenannten Flüssigkeits-Düsenantrieb ausgestattet. In der Verbrennungskammer dieses Antriebs wird ständig Treibstoff verbrannt, und die dabei entstehenden Gase werden nach außen geschleudert und entwickeln die Kraft des Rückstoßes oder, wie man sagt, den Schub des Motors. Da die Rakete einen großen Teil ihres Weges durch äußerst verdünnte Schichten der Atmosphäre fliegen muß, wo der Sauerstoffgehalt, der für das Verbrennen eines beliebigen Stoffes notwendig ist, nicht ausreichend ist, muß dieser Sauerstoff mit dem Treibstoff an Bord der Rakete mitgenommen werden.

Damit die Rakete, die den künstlichen Erdsatelliten trägt, die nötige Geschwindigkeit erlangt, muß der Motor eine große Schubkraft entwickeln; das Gewicht der Rakete muß möglichst gering sein. In der Rakete müssen sich mehrere Motoren befinden, da mit einem Motor nicht eine Schubkraft von einigen Dutzend Tonnen erreicht werden kann. Um das Gewicht der Rakete zu verringern, werden während des Fluges unnötige Konstruktionselemente abgeworfen, z. B. Behälter, aus denen der Treibstoff bereits verbraucht ist. Nach diesem Prinzip ist die mehrstufige Rakete konstruiert, die mehrere Motoren besitzt und von der sich während des Fluges die Behälter, deren Treibstoff verbraucht ist, mit ihren Motoren lösen; man sagt, die „erste Stufe" wird „abgeworfen". Der übrige Teil der Konstruktion mit seinem Motor und seinen Behältern (die „zweite Stufe") setzt den Flug fort und kann dadurch seine Geschwindigkeit erhöhen. Dieser Prozeß wiederholt sich beim Projekt der Trägerrakete des künstlichen Erdsatelliten mehrere Male.

Das Gewicht der Konstruktion sogar der modernsten Raketen beläuft sich jedoch auf etwa 20 % des Gesamtgewichtes der Rakete; das übrige nimmt der Treibstoff ein. Daher ist man bestrebt, in erster Linie die Treibstoffmenge zu verringern, die notwendig ist, um die kosmische Geschwindigkeit zu erreichen. Schon K. E. Ziolkowski wies nach, daß deswegen die Geschwindigkeit vergrößert werden muß, mit der die Verbrennungsgase aus dem Motor ausgestoßen werden, dann ergibt jedes Kilogramm Treibstoff einen stärkeren „Rückstoß".

Wie kann das erreicht werden?

Es muß ein Treibstoff mit sehr hohem Kaloriengehalt verwendet werden, der in der Verbrennungskammer unter hohem Druck entzündet wird.

Im Motor muß sich deshalb ein Druck von 50 at und mehr bei einer Temperatur um 3000° C entwickeln. Obwohl ein solcher Motor nur kurze Zeit (einige Minuten) arbeitet, ist kein der Technik zugängliches Material dazu fähig, solchen intensiven Arbeitsbedingungen standzuhalten. Früher gab es solche Aufgaben nicht zu lösen; denn in den leistungsfähigsten Verbrennungsmotoren entsteht hundert- bis tausendmal weniger Energie als im mit Flüssigkeit betriebenen Düsenantrieb.

Um einen zuverlässig arbeitenden Antrieb zu schaffen, muß vor allem das Problem der Abkühlung und Haltbarkeit seiner Wände gelöst werden.

Aber das ist nicht sehr einfach. Wenn man eine dicke Wand herstellt, wird sie den Druck aushalten, aber wie man sie auch von außen abkühlen mag, innen wird sie doch schmelzen. Ist die Wand aber dünn, wird sie sich zwar gut abkühlen, jedoch nicht dem Druck standhalten. Eine Lösung dieses Problems findet die Raketentechnik jetzt darin, daß man dünne Wände mit speziellen Verstärkungen baut. Aber auch bei guter Abkühlung ist es sehr schwer, die Temperatur der Wand niedriger als 500 bis 800° zu halten. Das bedeutet, daß das Material, aus dem die Kammer besteht, besonders wärmefest sein muß. Die moderne Metallkunde kennt eine große Anzahl von speziellen wärmefesten Stählen mit Zugaben von Nickel, Kobalt, Chrom und Titan, die eine geeignete Auswahl gestatten. Das Abkühlungsproblem ist eins der schwierigsten, aber nicht das einzige.

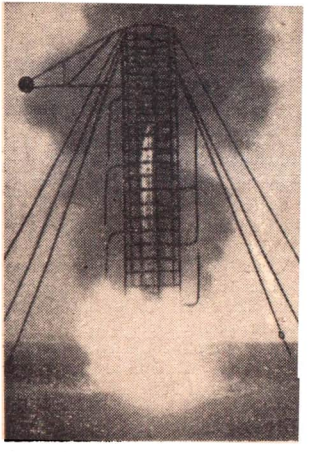
Um von vornherein von der zuverlässigen Tätigkeit des Antriebs überzeugt zu sein, sind schwierigste Berechnungen über die Prozesse nötig, die im Innern vor sich gehen. Man muß wissen, nach welchen Gesetzen sich der Treibstoff vermischt und verbrennt, wie man seine gleichmäßige Zuführung in den Motor gewährleistet, wie man ohne Gefahr die erste Entzündung des Treibstoffs auslöst (es sei an die Explosion der amerikanischen interkontinentalen Raketen „Atlas" usw. erinnert) und zuletzt, welcher Belastung die Motorelemente während ihrer Tätigkeit unterworfen sind.

Besonders wichtig ist die gleichmäßige Zufuhr und Verbrennung des Treibstoffs, da sonst sehr starke Schwingungen entstehen und zur Vernichtung des Motors und der Rakete führen können.

Alle diese Fragen hätten nicht ohne die kollektive Arbeit der Gelehrten gelöst werden können, die sich mit Gasdynamik, der Theorie der Verbrennung, der Hydraulik usw. beschäftigen. Gestützt auf die Ergebnisse dieser Wissenschaften konnten sowjetische Ingenieure und Konstrukteure den leistungsstarken, zuverlässigen Motor für die Trägerrakete konstruieren. Diese Leistung war auch nicht möglich ohne die Arbeiten der sowjetischen Gelehrten auf den Gebieten der Ballistik, Aerodynamik und Festigkeitslehre.

Um den genauen Aufstieg des Sputnik auf die Flugbahn zu gewährleisten, muß zuvor der ganze Weg der Rakete berechnet werden. Großes Kopfzerbrechen bereitete dies den Ballistikern und besonders den Aerodynamikern. Die physikalische Struktur der oberen Atmosphäre unterscheidet sich wesentlich von der unteren: Wegen der geringen Dichte bewegen sich die Gasmoleküle mit sehr großer Geschwindigkeit. In 300 km Höhe

wirkt beim Flug mit einer Geschwindigkeit von 7 km/sec die Umgebung mit einem Druck von 5 Milligramm/cm² auf die Rakete ein. Die Moleküle „beschießen" die Rakete regelrecht und übertragen ihr dadurch ihre Energie. Damit die Rakete und der Sputnik beim Start oder beim Flug nicht verbrennen, waren schwierigste Berechnungen für die Bestimmung der Widerstandskraft des Mediums notwendig. Der Bau der Rakete für den Start des in der Geschichte der Menschheit ersten künstlichen Erdsatelliten zeugt davon, daß die Sowjetwissenschaft eine hohe Entwicklungsstufe auf allen Gebieten



Senkrechtstart einer zigarrenförmigen Rakete. Das Bild wurde wenige Sekunden nach dem Entzünden des Treibstoffes aufgenommen; die Rakete befindet sich noch innerhalb des Startgerüstes, das oft mit hochgerissen wird, obwohl es verankert ist

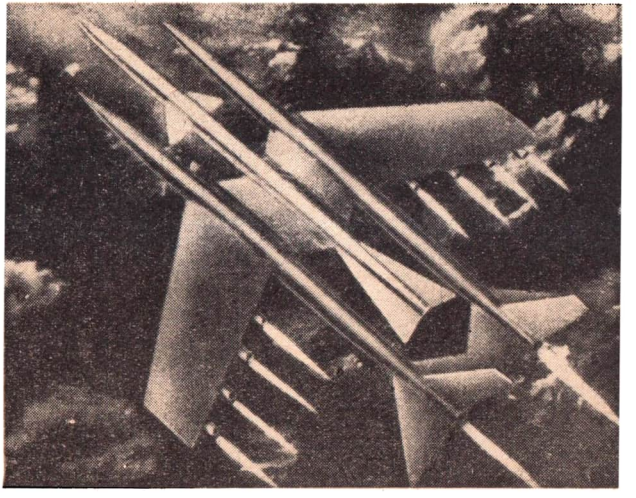
Fotos: Zentralbild

Eine weitere Variante, wie eine Dreistufenrakete gestaltet werden könnte, zeigen diese Bilder, die dem sowjetischen Film „Der Sputnik über dem Planeten" des Moskauer Zentralstudios für Dokumentarfilme entnommen sind: Nach dem Start arbeiten nur die Motoren der 1. Stufe, die hier die Form einer flugzeugähnlichen Doppelrumpfrakete besitzt (unteres Bild). Wenn der Treibstoff der Doppelrumpfrakete, bereits in beträchtlicher Höhe, verbraucht ist, lösen sich die beiden anderen Stufen von ihr, sie fällt zur Erde zurück, und der Motor der 2. Stufe beginnt zu arbeiten (mittleres Bild). Ist auch ihr Treibstoff verbraucht, so fällt sie ebenfalls ab, und die 3. Stufe fliegt dann mit Hilfe ihres Motors weiter (oberes Bild)

erreicht hat und dazu fähig ist, schwierigste Komplexprobleme zu lösen. Die in der UdSSR geplanten Starts schwererer Erdsatelliten erfordern noch bessere Raketen und damit die Lösung neuer Probleme. Die Hauptprobleme sind der Schutz des Sputnik vor der Erwärmung beim Aufstieg durch die dichten Atmosphärenschichten und die Gewährleistung seiner Rückkehr zur Erde. Das würde den Flug eines bemannten künstlichen Satelliten ermöglichen.

Der in der UdSSR erreichte Entwicklungsstand der Raketentechnik und der angrenzenden Gebiete der Wissenschaft gestatten es bereits jetzt, den Flug über die Grenzen des Gravitationsfeldes der Erde hinaus in den Weltraum unmittelbar vorzubereiten.

Gekürzt aus „Ogonjok"



Gesamtansicht des Projekts der Dreistufenrakete aus dem sowjetischen Film über den Sputnik. Alle drei Stufen fliegen noch gemeinsam, es arbeiten die Motoren der 1. Stufe, die hier bemerkenswerterweise zehn Düsen besitzt. Die Möglichkeit, als 1. Stufe ein unbemanntes Trägerflugzeug oder eine flugzeugähnliche Rakete zu verwenden, ist bei mehreren zuletzt bekanntgewordenen Projekten erwogen worden. Bei dieser Rakete ist außerdem beachtenswert, daß jede Stufe, auch die letzte, eigene Stabilisierungsflächen besitzt

Die Erforschung der hohen Atmosphäre

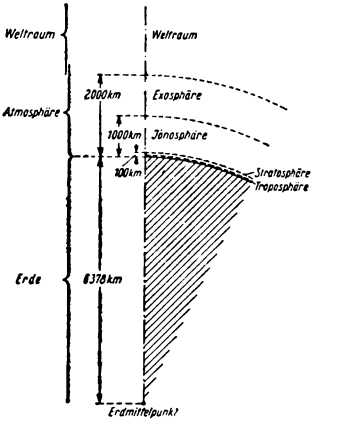
D. WATTENBERG, Berlin
Leiter der Archenhold-Sternwarte in Berlin-Treptow

Die zwischen Erdoberfläche und Weltraum sich ausbreitende Gashülle der Erde wurde zum Gegenstand vielfältiger Untersuchungen. Während sie früher nur das Interesse der Meteorologie fand und dem Menschen darüber hinaus in der Weise bemerkenswert erschien, daß ihre Dichte mit zunehmender Höhe abnahm und dadurch das Besteigen höherer Berge beschwerlich machte, hat die Entwicklung der modernen Flugtechnik ausgedehnte Untersuchungen ausgelöst, die den Einsatz kostspieliger technischer Hilfsmittel erforderlich machen.

Allgemein stellt man sich den Aufbau der irdischen Lufthülle so vor, daß dem Erdboden die Troposphäre aufgesetzt ist, in der sich der Ablauf der Wettererscheinungen vollzieht. Sie reicht im Mittel bis zu 12 km (in den Tropen bis 16 km, an den Polen bis 8 km) hinauf. In ihrer oberen Grenzschicht erfolgt der Übergang in die Stratosphäre, an die sich etwa von 60 km Höhe an bis zu 1000 km die Ionosphäre anschließt, die wiederum von der sogenannten Exosphäre umfangen wird, welche bei etwa 2000 km in den eigentlichen Weltraum übergeht.

Durch Bodenbeobachtungen sowie Flugzeug- und Ballonaufstiege lassen sich die tieferen Luftschichten verhältnismäßig günstig untersuchen. Es ist gelungen, mit Hilfe von Ballonzügen Meßinstrumente bis in Höhe von etwa 40 km hinaufzutragen und bis dorthin erlangte Messungen über mitgeführte kleine Sendeanlagen (Radiosonden) automatisch zu den Bodenstationen zu übermitteln. Die Kenntnisse der Zustände in höheren atmosphärischen Schichten beruhen zum Teil auf Messungen mit Hilfe von Raketen sowie auf theoretischen Folgerungen, deren Nachprüfung durch den begonnenen Flug künstlicher Erdsatelliten in ein neues Stadium getreten ist, zumal die Satelliten gegenüber den nur für kurze Zeit in größeren Höhen verweilenden Raketen den Vorteil bieten, durch ihre längere Existenz ausgedehnte Meßreihen zu gewinnen.

Eine wesentliche Eigenschaft der Erdatmosphäre besteht darin, daß sie die Strahlung der Sonne daran hindert, in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung bis zur Erdoberfläche vorzudringen. Sie ist gewis-

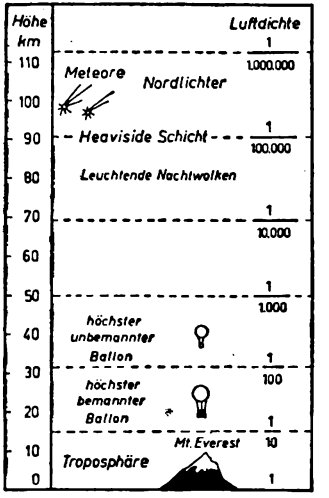


Die Einteilung der Atmosphäre der Erde und ein Vergleich ihrer Höhe zum Halbmesser unseres Planeten
Nach W. Dieminger

sermaßen nur für bestimmte Wellenbereiche durchlässig oder „durchsichtig", einmal zwischen 3000 und 30 000 ÅE (Ångströmeinheiten, 1 ÅE = $^1/_{100\,000\,000}$ cm), darunter im Gebiet des sichtbaren Lichtes zwischen 4000 und 7500 ÅE. sowie im Radiowellenbereich zwischen etwa 1 cm und 20 m. Alle übrigen Wellenbereiche werden in der hohen Atmosphäre absorbiert oder in den Weltraum zurückgeworfen.

Bereits in den zwanziger Jahren war von Regener (Stuttgart) experimentell gezeigt worden, daß in größeren Höhen die Intensität der wirksamen kurzwelligen Sonnenstrahlung zunimmt. Er hatte Fotoplatten mit Ballonen aufgesandt und beim Auf- und Abstieg des Ballons die Intensität der einzelnen Wellenbereiche in bestimmten Zeitabständen fotografisch zu messen versucht. Dabei stellte sich heraus, daß in Höhen zwischen 20 und 40 km das ultraviolette Sonnenlicht eine Umbildung des atmosphärischen Sauerstoffs (2atomige Sauerstoffmoleküle O_2) zu Ozon (3atomige Moleküle O_3) veranlaßt. Obwohl das so entstehende Ozon durch andere Teile der Strahlung wieder zerstört wird, so wird dabei eine erhebliche Menge an Energie der UV-Strahlung verbraucht, wodurch am Erdboden Schädigung der biologischen Prozesse verhindert. d. h. die Existenz von Leben erst ermöglicht wird.

Zwanzig Jahre später haben Raketenaufstiege dieses Bild ergänzt und zu dem Ergebnis geführt, daß das Maximum der Ozonbildung zwar in einer Höhe von 23 km erreicht ist, daß andererseits atomarer Sauerstoff aber nur jenseits von etwa 110 km vorkommt, während er darunter in molekularer Form existiert. In einer dünnen Zwischenschicht treten molekularer und atomarer Sauerstoff nebeneinander auf. Daneben sind Stickstoff und



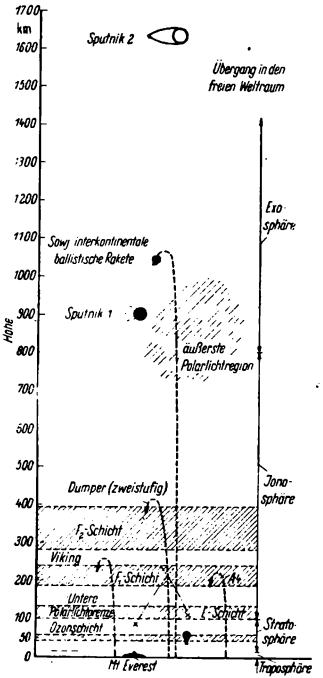
Die Luftdichte wird immer geringer, je größer die Entfernung von der Erdoberfläche ist. A. C. Clarke, dessen Buch „Vorstoß ins All" die schematische Darstellung entnommen ist, hat versucht, dies in einem Maßstab zu veranschaulichen

andere Gase vorhanden, doch die eigentliche Hochatmosphäre scheint in der Hauptsache aus Sauerstoff und Stickstoff zu bestehen. Die leichten Gase Helium und Wasserstoff sind nur schwierig nachzuweisen. Es besteht indessen die Wahrscheinlichkeit, daß solarer Wasserstoff in geringen Mengen in die Hochatmosphäre einströmt, so daß darin eine unmittelbare Übertragung von Sonnenmaterie sichtbar sein würde.

Der Luftdruck nimmt mit zunehmender Höhe sehr rasch ab und ist deshalb mit den am Erdboden verwandten Barometern nicht mehr meßbar; denn in 100 km Höhe er-

reicht der Druck nur noch $^1/_{1\,000\,000}$ des Bodendrucks. In 200 km Höhe sind es nur noch $^1/_{10\,000\,000}$ mm Quecksilbersäule (Hg).

Mit dem Luftdruck ist engstens die Luftdichte verbunden. Am Erdboden enthält bei normalen atmosphärischen Verhältnissen 1 cm^3 Luft 10^{19} Luftmoleküle; in 100 km Höhe sind es nur 10^{13} (das ist 1 Million mal weniger als am Erdboden), und in 250 km Höhe, wo der Luftdruck auf 1 Milliardstel des Bodendrucks abgesunken ist, findet man in 1 cm^3 Luft noch 10^9 Moleküle. Indessen sollen in Höhen von 1000 km nur noch 1000 (10^3) Moleküle je cm^3 vorkommen, während zwischen 1500 und 2000 km kosmische Verhältnisse, d. h. 1 Molekül je cm^3 und weniger auftreten.



Schematische Darstellung des Aufbaues der Atmosphäre unserer Erde. Die eingezeichneten Vergleiche, wie hoch amerikanische Raketen und die sowjetischen Sputnik steigen konnten, zeigen, daß die Erforschung der Exosphäre „an Ort und Stelle" erst durch die von den sowjetischen Wissenschaftlern geschaffenen künstlichen Satelliten möglich wurde

Inwieweit die bisherigen Annahmen über die Dichteverhältnisse in Höhen zwischen 800 und 1000 km zutreffen, dürfte aus den inzwischen gewonnenen Bewegungen des Sputnik 1 zu ermitteln sein. Die geringen und langsamen Veränderungen seiner Bahn in den ersten Wochen seines Fluges lassen den Schluß zu, daß die Dichte eine geringere sein könnte, als aus den vorstehend mitgeteilten Zahlen zu entnehmen ist.

Auch die Lufttemperatur läßt sich in großen Höhenbereichen mit herkömmlichen Mitteln nicht mehr messen. Ein Thermometer würde lediglich die Strahlungstemperatur der Sonne wiedergeben. Infolgedessen sind die Temperaturen der hohen Atmosphäre aus Luftdruckmessungen abgeleitet worden. Die Luftdruckmessungen erfolgen mit Hilfe von mehreren Manometern, die am Kopfteil von Raketen angebracht waren.

Allgemein nimmt die Temperatur in der Troposhäre mit je 100 m Höhe um 0,6° C ab. Beim Übergang in die Stratosphäre sind die Temperaturen bis auf – 50° C abgesunken, jedoch setzt in Höhen bis zu 50 km ein Wiederanstieg auf Werte zwischen 0° und 15° C ein, dem bis zu 90 km ein erneutes Absinken und zwischen 100 bis 200 km ein rascher Anstieg folgen. Oberhalb von

200 km steigen die Temperaturen auf über 1000° K (° K = Grad Kelvin, Skala der absoluten Temperatur, 0° K = –273,2° C; 0° C = 273,2° K). Diesbezügliche Raketenmessungen sind bisher nur für Höhen bis zu 219 km bekannt. Für die größeren Höhen beruhen die Angaben auf theoretischen Ableitungen, die für 300 km Höhe eine Temperatur von 900° K bis 1000° K ergeben. Diese Ergebnisse sind für die Entscheidung der Fragen, inwieweit unter solchen Verhältnissen Lebewesen zu existieren vermögen, von größter Bedeutung, und es könnte scheinen, als würde angesichts der sehr hohen Temperaturen in Höhen jenseits von 100 km die Existenz von Leben unmöglich werden. Es ist aber dabei zu berücksichtigen, daß der Wärmeaustausch zwischen Atmosphäre und Organismus durch die Luftmoleküle und die Wucht ihres Aufpralls besorgt wird. Nun ist zwar die molekulare Geschwindigkeit bei den erwähnten Höhentemperaturen wesentlich größer als am Erdboden (etwa zwei- bis dreimal), doch dafür ist ihre Zahl um das Millionenfache geringer, so daß sich hieraus der Schluß ergibt, daß der Mensch trotz hoher Temperaturen empfindlich frieren müßte, wenn er sich dagegen nicht ausreichend schützen könnte.

Für die Erforschung der Ionosphäre ist die Messung der Elektronenkonzentration von besonderer Wichtigkeit. Soweit es sich um ionosphärische Zustände und Störeffekte handelt, die weitgehend von den eruptiven Vorgängen auf der Sonne beeinflußt und gelenkt werden, gestatten die gemessenen Störintensitäten sowie die Messung der Reflexionsfähigkeit der verschiedenen ionosphärischen Schichten bestimmte Rückschlüsse.

Die Ionisation der atmosphärischen Gase ist von der Intensität der

In der Sternenwelt
Mond: „Einen guten Weggefährten erwarb sich unsere Erde!"
Zeichnung: Ostrowski, aus Iswestija

solaren UV-Strahlung abhängig, deren Energie ausreicht, um den Atomen Elektronen zu entreißen. Ein Atomkern mit seinen restlichen Elektronen bildet ein positives Ion, während das frei gewordene Elektron Verbindungen mit neutralen Atomen und Molekülen eingehen kann, so daß ein negatives Ion entsteht. Ebenso können sich Elektronen mit positiven Ionen zu neutralen Atomen vereinigen. In diesem Sinne kennt man in der Ionosphäre heute zwei Schichtsysteme, die sich durch eine hohe Elektronenkonzentration auszeichnen. Ein solches Maximum liegt zwischen 200 und 400 km Höhe. Dieser Bereich wird als F-Schicht bezeichnet, die sich im Sommer in die Schichten F_1 und F_2 aufspaltet. Dabei wird angenommen, daß diese Schichten aus der Ionisation von atomarem Sauerstoff (durch UV-Strahlung zwischen 200 und 1000 ÅE) entstehen. Unter diesen Schichten liegt zwischen 100 und 130 km Höhe die E-Schicht, die ihre Entstehung der Ionisation von molekularem Sauerstoff (durch eine

solare weiche Röntgenstrahlung unter 100 ÅE) verdankt. Dagegen läßt sich in der tiefsten ionosphärischen Schicht, der sogenannten D-Schicht (unterhalb 100 km Höhe), keine besondere Elektronenkonzentration feststellen.

Die Messung der Elektronenkonzentration erfolgte durch Raketen. In den Raketenkopf waren von einem Quarz gesteuerte Sender mit je zwei „harmonischen" Frequenzen (etwa im Verhältnis 1 : 6) eingebaut, von denen die eine von der Ionosphäre nicht beeinflußt, die andere jedoch gebrochen wurde. Ähnliche Absichten wurden mit den beiden Sputniksendern und ihren Frequenzen 20,005 und 40,002 MHz verfolgt, die mit ihren Wellenlängen 15 und 7,5 m dem Durchlässigkeitsbereich der Ionosphäre entsprechen und sicherlich wertvolle Messungen vermittelt haben.

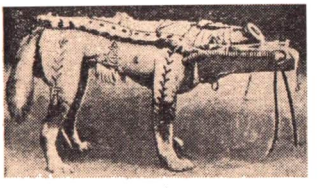
Weitere Messungen, die den künstlichen Erdsatelliten vorbehalten sind, durch die Höhenraketen aber bereits eingeleitet wurden, betreffen das Magnetfeld der Erde und die kosmische Strahlung.

S. a. „Die Ionosphärenforschung im IGJ" von Prof. Dr. O. Hachenberg, WISSEN UND LEBEN, H. 11 (1957), S. 855 bis 859.

Erkunder des Kosmos

Die sowjetischen Menschen haben den zweiten Schritt auf dem Wege zur Beherrschung des kosmischen Raumes getan: sie haben über die Grenzen der Erdatmosphäre einen künstlichen Satelliten steigen lassen und in ihm ein Versuchstier, einen Hund, in den Kosmos gesandt.

Sowjetische medizinische Wissenschaftler nehmen seit 1951 Versuchsaufstiege mit Hunden in stratosphärischen Raketen vor. Am 3. November 1957 wurde in der Sowjetunion der zweite künstliche Satellit mit der Eskimohündin Laika in seine Umlaufbahn eingesteuert. Dadurch kann das Verhalten von Lebewesen und der Vorgang physiologischer Prozesse während des Fluges beobachtet werden.



Ein Hund in einem Überdruckanzug. In derartigen Schutzanzügen verließen Versuchstiere in großen Höhen die Rakete und landeten mitunter erst nach 65 min mit Fallschirmen auf der Erde
Fotos: Zentralbild

Um die Möglichkeit zu zeigen, daß sich Lebewesen im kosmischen Raum aufhalten können, haben die Wissenschaftler viele Untersuchungen an Tieren unter den Flugbedingungen in Raketen vorgenommen und auch eine Reihe Schutzmaßnahmen erarbeitet.

In der ersten Etappe der Untersuchungen wurden die Tiere nach langer Dressur in der hermetischen Kabine des Kopfteils einer Rakete untergebracht und sind bis zu einer Höhe von 100 km gestiegen. Die Versuche wurden mit 9 Hunden durchgeführt, von denen 3 je zweimal geflogen sind. Während des

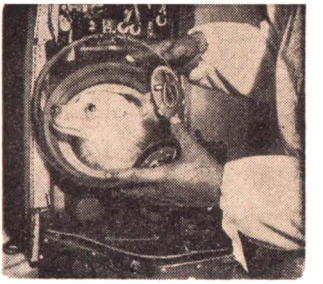
Fluges wurden im Verhalten und im Befinden der Tiere keine wesentlichen Veränderungen wahrgenommen.

Danach wurden die Versuche komplizierter gestaltet. Man begann, die Hunde in Spezialüberdruckanzügen auf Schleuderwagen in nichthermetischen Kabinen der Raketen unterzubringen. An den Wagen konnten Sauerstoffgeräte, ein Fallschirmsystem und eine Apparatur befestigt werden, die die physiologischen Funktionen der Tiere während des Fluges registrierten.

Die in sowjetischen Werken hergestellte komplizierte Apparatur registrierte den Puls, die Atmung, den Blutdruck und die Temperatur des Tieres auf dem aufsteigenden Ast der Raketenflugbahn, beim Schleudern und auf einem großen Teil des absteigenden Astes der Flugbahn. Im nichthermetischen Teil brachte man außer zwei Schleuderwagen eine automatische Filmkamera mit einer Lampe und zwei Spiegeln für Aufnahmen vom Verhalten der Hunde und andere Geräte an.

Zur Untersuchung in der zweiten Etappe gehörte die Erforschung der Lebensfähigkeit der Tiere beim Raketenflug und beim Hinausschleudern aus der Rakete. Man stellte dabei fest, ob die Tiere in Überdruckanzügen die Rakete bei höchsten Geschwindigkeiten und in großen Höhen verlassen können. Außerdem untersuchte man die Tätigkeit der Registrierapparatur, das Schleudern aus der Rakete, die Fallschirmvorrichtungen u. ä. Zu diesen Versuchen dienten 12 Tiere. Einige von ihnen wurden in Überdruckanzügen auf Schleuderwagen in Höhen von 75 bis 85 km aus den Kabinen hinausgeschleudert und landeten mit Fallschirmen. Die Landung dauerte bis zu 65 min. Die anderen Tiere wurden in Höhen von 39 bis 46 km hinausgeschleudert.

Mit diesen Versuchen haben die sowjetischen Spezialisten erstmalig die Möglichkeit einer gut verlaufenen Landung von Tieren aus großen Höhen nachgewiesen. Eine



Für seine Reise in einer Versuchsrakete wurde dieser Hund gründlich vorbereitet. Der hermetische Behälter, in dem er sich während des Fluges befand, wird in die Rakete eingesetzt

wesentliche Veränderung der physiologischen Hauptfunktionen der Hunde durch die bis zu 2 min dauernde Einwirkung der Schwerelosigkeit und durch die dauernden Beschleunigungen wurde nicht beobachtet.

Vor kurzem haben die Tiere erfolgreich die Versuche in Höhen von 200 bis 210 km überstanden (siehe 2. Umschlagseite). Dabei wurde der Zustand teilweiser und vollständiger Schwerelosigkeit schon auf 6 min verlängert. Das hatte keinen Einfluß auf das Verhalten und das Befinden der Hunde.

Die aus den Untersuchungen gewonnenen Daten sind das Ausgangsmaterial für die Erarbeitung der nötigen Apparatur und der er-

forderlichen Geräte, die die Gefahrlosigkeit der Flüge von Lebewesen in den kosmischen Raum gewährleisten.

Die Flüge der künstlichen Erdsatelliten eröffnen den Wissenschaftlern große Möglichkeiten für die Durchführung medizinisch-biologischer Forschungen. Die Forschungen werden an Tieren durchgeführt, die als Passagiere in den Satelliten mitfliegen. Zweifellos treffen die Wissenschaftler bei der Lösung dieser Aufgabe auf große Schwierigkeiten: die Tiere müssen mit allem für das Leben Notwendigen versehen werden, mit Sauerstoff für die Atmung, mit Futter, Wasser u. ä. m.

Bei den kurzen Aufstiegen der Tiere in Raketen war es nicht möglich, den Einfluß der kosmischen Primärstrahlung auf die Lebewesen zu untersuchen. Durch den Abschuß von künstlichen Erdsatelliten wird diese Möglichkeit gegeben sein.

Beim Flug im künstlichen Satelliten empfindet das Lebewesen lange Zeit, und zwar vom Einsteuern des Satelliten auf die Bahn an und während des ganzen Fluges auf der Bahn, den Zustand der Schwerelosigkeit.

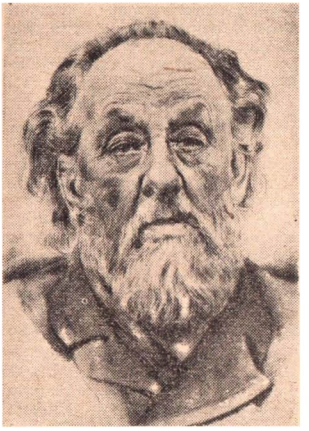
Die Reaktion des Organismus auf den Zustand der Schwerelosigkeit ist eines der wichtigsten Probleme, das nun durch den mitfliegenden Hund gelöst werden soll. Dieser Zustand kann, wie frühere Beobachtungen ergeben haben, Störungen in der Koordinierung der Bewegungen des Körpers mit sich bringen. Bisher war es noch unbekannt, ob der Mensch sich einem lang andauernden Zustand der Schwerelosigkeit anpassen kann.

Die Untersuchungsergebnisse an Tieren dienen daher als Grundlage für die Ausarbeitung von Maßnahmen, die ein gefahrloses künftiges Vordringen des Menschen in den kosmischen Raum gewährleisten.

Im Zusammenhang mit dem Flug eines Tieres in dem künstlichen Satelliten waren viele Einzelprobleme zu lösen, die für einen späteren Flug des Menschen wichtig sind. Es mußten deshalb für den Hund die gleichen Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, wie sie für den Menschen notwendig sind. Das Tier befindet sich in einer hermetisch abgeschlossenen Kabine und trägt zusätzlich eine hermetisch schließende Spezialkleidung mit Sauerstoffgeräten. Um zu realen Ergebnissen der Herz- und Atemtätigkeit zu kommen, werden diese registriert und die Resultate von einem Sender zur Erde übertragen. Das geschieht in folgender Weise: Die bei jedem Herzschlag entstehenden elektrischen Impulse werden durch einen Elektrokardiographen registriert, verstärkt und dann moduliert. Der Sender übermittelt die modulierten Impulse zur Erde, wo sie entmoduliert werden und den Forschern wertvolle Aufschlüsse geben.

Der erfolgreiche Flug der ersten sowjetischen künstlichen Erdsatelliten und die Verwirklichung des entworfenen Forschungsprogramms für das Internationale Geophysikalische Jahr spielen eine revolutionäre Rolle für viele Fragen der Wissenschaft, darunter auch für die Biologie.

Teilweise nach Unterlagen von Kand. d. med. Wiss. W. Jasdowski



17. September 1857 — 19. September 1935

Vor 100 Jahren wurde der Begründer der Wissenschaft von den kosmischen Flügen geboren

K. E. Ziolkowski

„Nichts beschäftigt mich so sehr wie die Aufgabe der Überwindung der Erdanziehungskraft und die Flüge im Kosmos", schrieb Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski in seinem Aufsatz, der am 23. Juli 1935 in der Zeitung „Komsomolskaja Prawda" veröffentlicht wurde. Dieser Aufgabe hat er sein ganzes Leben gewidmet.

Ziolkowski begründete wissenschaftlich die Möglichkeit der Raketenbenutzung als Mittel der Weltraumfahrt (er bezeichnete die Raketen oftmals als „reaktive Geräte" bzw., wie man heute sagt, „Strahltriebwerke"). „Das Himmelsschiff muß der Rakete ähnlich sein", schrieb er 1926 in der Fortsetzung seiner klassischen Arbeit „Die Erforschung des Weltraumes mit Hilfe reaktiver Geräte".

Im ersten Teil dieser Arbeit, die 1903 veröffentlicht wurde, führte Ziolkowski die Grundformel an, die der Bewegung der Rakete zugrunde liegt und die heute als Ziolkowskische Formel bezeichnet wird. In dieser Arbeit hat er die Grundlagen der Raketenbewegung im Schwerefeld auseinandergesetzt, den Wirkungsgrad der Rakete beim Aufstieg bestimmt und das Schema einer Flüssigkeitsrakete dargelegt. Er schlug vor, eine solche Rakete für die Erforschung der oberen Atmosphäreschichten einzusetzen. Im zweiten Teil der Arbeit, die 1911 veröffentlicht wurde, beleuchtet Ziolkowski die Probleme des Starts von der Oberfläche verschiedener Planeten und die Probleme des Lebens im kosmischen Schiff.

Gegenwärtig arbeiten schon einige Wissenschaftler Projekte für künftige Raketen aus, die für den Flug zu weit entfernten Sternen vorgesehen sind. Diese Flüge haben auch Ziolkowski lebhaft interessiert. Er wußte, daß für diese komplizierten Reisen in den Kosmos besondere Apparate ungewöhnlicher Konstruktion erforderlich sind. „Vielleicht wird es mit Hilfe der Elektrizität mit der Zeit möglich, eine riesige Geschwindigkeit durch aus dem reaktiven Gerät hinausgeschleuderte Teilchen zu erzielen", schrieb Ziolkowski in seiner Arbeit „Die Erforschung des Weltraumes mit Hilfe reaktiver Geräte" (1911).

Ziolkowski arbeitete verschiedene Raketenkonstruktionen aus und nahm dabei auch die Idee vom modernen luftreaktiven Motor vorweg, als er über das „reaktive Flugzeug", das Düsenflugzeug, schrieb, bei dem „Luft als Rückschleudermittel benutzt werden kann" (1926). Auch seine Idee vom „halbreaktiven Stratosschiff", die er 1932 aussprach, wurde bei Düsenflugzeugen verwirklicht.

Gegenwärtig werden meteorologische Raketen für die Erforschung der oberen Atmosphäreschichten und Trägerraketen für die Satelliten mehrstufig gebaut. Solche werden wahrscheinlich auch bei den künftigen Weltraumschiffen verwandt werden. Die Idee vom Bau einer zusammengesetzten (mehrstufigen) Rakete wurde von Ziolkowski 1929 geäußert. Er bezeichnete damals als „Raketenzug" das, was wir heute als mehrstufige Rakete kennen: „Unter Raketenzug verstehe ich die Vereinigung mehrerer gleichartiger reaktiver Geräte, die sich anfangs gemeinsam bewegen, in der Luft, danach in der Leere außerhalb der Atmosphäre und schließlich irgendwo zwischen den Planeten und Sonnen. Aber nur ein Teil dieses Zuges wird zu dem Himmelskörper fliegen, die übrigen Teile, die nicht die nötige Geschwindigkeit aufweisen, kehren auf die Erde zurück." („Kosmische Raketenzüge" 1929)

Die Überzeugung von der Größe der Perspektiven der Raketentechnik verlieh Ziolkowski den Glauben, daß die Weltraumfahrten kein Traum sind, sondern in der Zukunft Wirklichkeit werden. Er schrieb: „Den Fuß auf den Boden der Asteroiden stellen, mit der Hand einen Stein vom Mond heben, kreisende Stationen im Weltraum errichten, lebendige Kreise um die Erde, den Mond, die Sonne zu bilden, den Mars in einer Entfernung von wenigen Dutzend Kilometer beobachten, sich auf seinen Trabanten hinunterlassen oder sogar unmittelbar auf seine Oberfläche, was könnte wohl tollköpfiger sein? Jedoch erst mit der Anwendung von reaktiven Geräten beginnt eine neue, große Ära in der Astronomie, die Epoche des konzentriertesten Studiums des Himmels." (1911)

Bereits in seiner wissenschaftlich-phantastischen Erzählung „Träumereien von der Erde und vom Himmel" hat Ziolkowski die Idee von der Schaffung eines künstlichen Erdsatelliten geäußert, den er mitunter auch als „kleinen Mond" und als „Äther-Eiland" bezeichnete. In seiner Arbeit „Schiff des Kosmos" (1924) schrieb er: „Für den ewigen Flug um die Erde außerhalb der Atmosphäre ist eine Geschwindigkeit von mindestens 8 km/sec nötig. Dann wird unser Gerät einem kleinen Mond ähnlich sein."

Ziolkowski ersann in der darauffolgenden Zeit auch den Bau von bewohnten künstlichen Satelliten. Im Jahre 1911 schrieb er in einem Brief, den er an die Redaktion der Zeitschrift „Mitteilungsblatt der Luftfahrt" sandte: „Ich habe einige Seiten des Problems vom Steigen in den Raum mit Hilfe eines reaktiven Gerätes, das einer Rakete ähnlich ist, ausgearbeitet. Die mathematischen Schlußfolgerungen, die auf wissenschaftlichen Daten beruhen und viele Male geprüft sind, zeigen die Möglichkeit, sich mit Hilfe solcher Geräte in den Himmelsraum zu erheben und vielleicht die Besiedlung außerhalb der Grenzen der Erdatmosphäre zu begründen."

Die Schaffung des künstlichen Satelliten soll nach den Ideen Ziolkowskis nur ein erster Schritt sein. Für die Eroberung des kosmischen Raumes schwebte ihm 1926 folgendes Programm vor: „Wir können die Eroberung des Sonnensystems mit Hilfe einer zugänglichen Taktik er-

reichen. Wir lösen zuerst die leichteste Aufgabe: es wird eine Ansiedlung im Äther errichtet, in der Nähe der Erde in Form eines Satelliten, der im Abstand von 1000 bis 2000 km von der Erde außerhalb der Atmosphäre kreist. Man muß sich hier richtig einrichten und eine betriebssichere Basis schaffen, man muß sich gut im Äther (im materiefreien Raum) einleben, dann wird es schon leichter, uns von der Sonne zu entfernen und überall dort zu spazieren, wo es uns gefällt."

Ziolkowski hat sich auch recht stark mit der Popularisierung der Idee des kosmischen Fliegens befaßt, z. B. schrieb er die wissenschaftlich-phantastischen Erzählungen „Von der Erde entfernt" und „Träumereien von der Erde und vom Himmel". Dazu äußerte sich der große Wissenschaftler und Träumer wie folgt: „Die phantastischen Erzählungen zum Thema der Weltraumfahrten tragen einen neuen Gedanken in die Massen. Wer sich damit beschäftigt, der wirkt an einer nützlichen Sache mit: Er weckt das Interesse, regt zur Gehirntätigkeit an, schafft sympathisierende und künftige Vollstrecker großer Vorhaben."

Ziolkowski erkannte alle die Schwierigkeiten, die auf dem Wege zur Erforschung des Kosmos stehen, und gerade deshalb war er von der Größe der Aufgaben der Astronautik begeistert. „Die Fahrten zu den Sternen dürfen nicht mit dem Fliegen in der Luft verglichen werden", schrieb er in seiner Arbeit „Kosmische Raketenzüge" (1929). „Das letztere ist ein Spielzeug im Vergleich zu dem ersten... Wenn man die Schwierigkeiten der Sache kennen würde, so würden sich viele, die jetzt mit Enthusiasmus arbeiten, mit Schrecken abwenden. Jedoch, wie schön wird das Erreichte dafür sein... Der Mensch beherrscht auf der Erde sozusagen nur zwei Dimensionen, die dritte ist begrenzt, d. h., die Ausdehnung nach oben und nach unten ist noch beschränkt. Aber einmal wird der Mensch über drei Dimensionen verfügen."

Vor der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution war Ziolkowskis Optimismus hinsichtlich der Zeitdauer bis zur Verwirklichung seiner Projekte nicht sehr groß: „Es vergehen sicher 100 Jahre, bevor meine ausgesprochenen Ansichten angewandt werden und sie die Menschen ausnutzen . . .", schrieb er 1911 in seinem Brief an die Redaktion der Zeitschrift „Mitteilungsblatt der Luftfahrt". Aber es kam die Zeit, daß Ziolkowski schon bald nach dem Sieg der Oktoberrevolution sagen konnte: „40 Jahre habe ich am reaktiven Motor gearbeitet und angenommen, daß die Fahrt zum Mars erst in vielen hundert Jahren angetreten werden kann. Aber die Zeiten ändern sich. Ich glaube, daß viele von Ihnen Zeugen der ersten Reise in den Weltraum sein werden."

Ziolkowskis Prophezeiung wird vor unseren Augen Wirklichkeit. Die von der Menschheit in den Kosmos Abgesandten, die sowjetischen künstlichen Satelliten, vollziehen den von ihm erstrebten Flug um die Erdkugel. Und nicht wie ein phantastischer Traum, sondern wie eine stolze Überzeugung werden uns in jetzt schon nicht mehr allzu weiter Zukunft die Worte Ziolkowskis verständlich sein, die auf seinem granitenen Grabmal in Kaluga eingemeißelt sind:

„Die Menschheit bleibt nicht ewig auf der Erde, sondern sie wird im Wettlauf mit dem Licht und dem Raum zuerst zaghaft hinter die Grenzen der Atmosphäre vordringen und sich dann den gesamten Raum um die Sonne zu eigen machen."

Über den Flug ins Weltall

A. A. STERNFELD, Moskau

Zur Verwirklichung des Raumfluges müssen Geschwindigkeiten entwickelt werden, die die Geschwindigkeiten, die man in der modernen Technik kennt, um ein Mehrfaches überschreiten: Um den Mond und alle Planeten unseres Sonnensystems erreichen zu können, muß eine Rakete eine Geschwindigkeit von 11,1 bis 16,3 km/sec entwickeln.

Der Bau einer interplanetaren Station wird die Lösung dieses Problems erleichtern, denn dann braucht man dem Raumschiff die Anfangsgeschwindigkeit nicht sofort mitzuteilen; beim Abflug von der Erde wird das Raumschiff auf die Bahngeschwindigkeit gebracht (etwa 7,9 km/sec), und beim Abflug von der interplanetaren Station wird ihm eine zusätzliche Geschwindigkeit von 3 bis 4 km/sec mitgeteilt.

Damit aber eine Rakete die kosmische Geschwindigkeit erreichen kann, muß man sie in technischer Hinsicht verbessern. Das gilt in erster Linie für die Ausströmungsgeschwindigkeit der Gase. Aus den modernen Flüssigkeitsraketen werden die Gase mit einer Geschwindigkeit von etwa 2,5 km/sec ausgestoßen. Man darf annehmen, daß es gelingen wird, diese Geschwindigkeit auf 4 km/sec zu steigern. Eine andere wichtige Frage, von deren Lösung der Erfolg der Sache abhängt, ist die Vergrößerung des relativen Treibstoffvorrats.

Heute beträgt das Gewicht des von einer Flüssigkeitsrakete mitgeführten Treibstoffs fast das Fünffache ihres Eigengewichts. Aber im Hinblick auf die Anwendung neuer Baustoffe und verbesserter Konstruktionen kann man hoffen, daß sich dieses Verhältnis verdoppeln läßt. Im modernen Raketenbau zeichnen sich ferner Tendenzen zur Vergrößerung der Motorleistung und der Zahl der Stufen einer Rakete ab.

Infolge des raschen Nachlassens der Anziehungskraft entsprechend der Entfernung vom Erdzentrum nimmt die Scheitelhöhe des Raumschiffes selbst bei einer nur geringen Steigerung der Abfluggeschwindigkeit wesentlich zu. Daher muß man annehmen, daß die Höhenrekorde sprungartig erzielt werden.

Man kann einen Weltraumflug mit einer Rakete ausführen, die mit thermochemischem Treibstoff arbeitet. Aber zweifellos wird die Nutzung der Atomenergie der Astronautik neue Möglichkeiten bieten, und es wird mit der Zeit auch ein Atomraumschiff entwickelt werden, das hinsichtlich seiner Flugtüchtig-

keit und anderer Eigenschaften die besten thermochemischen Raketen überflügeln wird.[1]

Mit Hilfe einer Atomrakete werden Flüge zum Mond und zu den Planeten ohne Zwischenlandung auf einer interplanetaren Station möglich. Auch die Landung auf atmosphärelosen Planeten und Trabanten wird dann möglich sein, da das Raumschiff mit einer solchen Rakete gebremst werden kann. In einem Atomraumschiff wird man von jedem beliebigen Himmelskörper unseres Sonnensystems auf die Erde zurückkehren können. Schließlich wird ein Atomraumschiff entsprechend seiner großen Geschwindigkeit starten können, ohne auf die günstige gegenseitige Stellung der Planeten warten zu müssen.

Das Raumschiff wird nach der Anfangsbeschleunigung auf Grund der aufgespeicherten Energie ohne Treibstoffverbrauch weiterfliegen: So ist es am wirtschaftlichsten. Aus den gleichen Erwägungen heraus werden die kosmischen Raketen, im Gegensatz zu anderen Verkehrsmitteln, nicht auf dem kürzesten, dem direkten Weg, ans Ziel gesteuert werden, ihre Flugbahnen werden vielmehr Ellipsenbögen und später Parabel- und Hyperbelbögen darstellen.

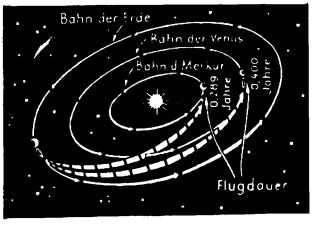
Bevor eine Expedition einen Weltraumflug unternimmt, werden Raketen mit automatischer Funksteuerung ausgeschickt werden. Mit ihrer Hilfe wird man alle Daten ermitteln, die zum Bau des Raumschiffes erforderlich sind. Die physiologischen Bedingungen des Raumfluges werden ebenfalls vorher an Tieren erprobt.

Die erste Etappe auf dem Wege zur Verwirklichung des Raumfluges wird der Start eines künstlichen Erdtrabanten sein. Darauf werden Flüge zum Mond und zu den Planeten folgen, nachdem diese Him-

---

Interessant ist eine Erscheinung, die man auf den ersten Blick für paradox hält. Obwohl die Venus näher an die Erde herankommt als der Merkur, kostet ein Flug zum Merkur auf einer halbelliptischen Bahn wesentlich weniger Zeit als ein Flug auf die Venus. Warum das so ist, wird verständlich, wenn man die Abbildung betrachtet, aus der ersichtlich ist, daß der Weg Erde–Merkur kürzer ist als der Weg Erde–Venus.

Ziel des Fluges	Minimale Abflugsgeschwindigkeit in km/sec	Flugdauer in einer Richtung Jahre	Tage
Merkur	13,5	—	105
Venus	11,5	—	146
Mars	11,6	—	259
Jupiter	14,2	2	267
Saturn	15,2	6	18
Uranus	15,9	16	14
Neptun	16,2	30	225
Pluto	16,3	45	149



Auf einer halbelliptischen Bahn dauert ein Flug zur Venus länger als ein Flug zu dem weiter entfernten Merkur

[1] In der nächsten Ausgabe von WISSEN UND LEBEN, in Heft 1 (1958), wird ein sehr ausführlicher, aufschlußreicher Aufsatz über die Möglichkeiten und Entwicklungsrichtungen für die Konstruktion und den Bau von Atomraketen von einem bekannten sowjetischen Wissenschaftler veröffentlicht.

Die Redaktion

melskörper vorher umflogen worden sind.

Um die Erdkugel zu umfliegen, braucht ein Raumschiff nicht mehr als einundeinhalb Stunden. Der Flug um den Mond einschließlich des Rückfluges zur Erde wird zehn Tage dauern, ein Flug auf einer elliptischen Bahn, die die Bahnen der Venus und des Mars schneidet und zur Erde zurückführt, mindestens ein Jahr. Expeditionen zu den weiter entfernten Planeten werden mehrere Jahre dauern

Die moderne Funktechnik ist imstande, mittels gesteuerter Funkwellen die Verbindung mit dem Raumschiff zu sichern. Da die Raumschiffe im Weltenraum den gleichen Gesetzen unterliegen wie die Himmelskörper, wird man jederzeit ihren Standort relativ zu den Funkstationen auf der Erde feststellen können.

Vom physiologischen Gesichtspunkt aus wird der Verwirklichung des Raumfluges wahrscheinlich nichts entgegenstehen. Während der Raketenmotor arbeitet, wird der Mensch aller Wahrscheinlichkeit nach einige Minuten lang eine Belastung aushalten können, die das Vier- bis Fünffache seines Körpergewichts beträgt. Dadurch wird man der Rakete eine kosmische Geschwindigkeit bei hinreichend wirtschaftlicher Ausnutzung des Raketenmotors mitteilen können.

Was dagegen die Schwerelosigkeit anbelangt, so sind wir vorläufig noch nicht sicher, ob sie sich auf die Dauer nicht doch schädlich auf den menschlichen Organismus auswirkt. Aber auch ein negatives Resultat ist kein Hindernis für die Eroberung des Weltraumes, da es technisch durchaus möglich ist, durch eine rotierende Bewegung das Gefühl der Schwere künstlich zu erzeugen. Die Temperatur im Innern der Kabine wird man weitgehend durch eine mehr oder weniger intensive Absorption der Sonnenstrahlen durch die Verkleidung des Raumschiffes regulieren können. Die Herstellung der Mikroatmosphäre in der Kabine des Raumschiffes mit einer für den menschlichen Organismus geeigneten Zusammensetzung und Feuchtigkeit, die Versorgung der Raumflieger mit Lebensmitteln und der Schutz vor den ultravioletten Strahlen der Sonne bereiten der modernen Technik keine Schwierigkeiten. Eine ernste Gefahr stellt nur der Aufprall von Meteorkörpern und der Zusammenstoß mit Asteroiden dar.

Das Studium der Leistungen der Wissenschaft führt zu der Schlußfolgerung, daß es bereits in unserem Jahrhundert möglich sein wird, Flüge innerhalb des Sonnensystems durchzuführen. Durch die interplanetaren Reisen wird man auch die die Menschheit bewegende Frage, ob es auch auf den anderen Planeten unseres Sonnensystems Leben gibt, und in welchen Entwicklungsstadien es sich befindet, beantworten können.

Die Raumflüge werden nicht ausschließlich für die Wissenschaft von großem Interesse sein, sondern sie werden wahrscheinlich auch praktische Bedeutung erlangen. Man denke nur daran, daß die Planeten und ihre Trabanten riesige Lagerstätten von Bodenschätzen darstellen, die zum Segen der Menschheit erforscht und nutzbar gemacht werden müssen.

Diesen Beitrag entnahmen wir mit freundlicher Genehmigung des Verlages für Nationale Verteidigung dem Heft 1 der Populärwissenschaftlichen Bibliothek „Der Flug ins Weltall" von A. A. Sternfeld (erschienen 1956, 56 Seiten mit 16 Zeichnungen, Preis brosch. 0,75 DM). Die wichtigsten Probleme des Weltraumfluges sind in dieser Broschüre leichtverständlich behandelt. – Die Redaktion.

Sonnenbatterien im künstlichen Erdsatelliten

Die Stromversorgung der Funk- und Meßgeräte eines künstlichen Satelliten erfolgt durch Batterien, die jedoch für den Dauerbetrieb nachgeladen werden müssen, wobei die Sonnenstrahlung als eine starke Energiequelle zur Verfügung steht. Die Umwandlung des Sonnenlichtes in elektrische Energie besitzt außer diesem speziellen Fall wirtschaftliche Bedeutung.

Am aussichtsreichsten erscheint hierbei die Verwendung von Halbleitern.[1] Im täglichen Leben ist uns durch den fotoelektrischen Belichtungsmesser ein Halbleiter-Fotoelement, die Selenzelle, vertraut. In diesem Belichtungsmesser wird das einfallende Licht auf die Selenzelle gelenkt. Die Zelle ruft durch die Belichtung in dem angeschlossenen Strommesser einen Strom hervor. Nach dem Zeigerausschlag dieses Instrumentes, also nach der Stromstärke, stellen wir z. B. die Belichtungszeit an unserem Fotoapparat ein. Der Strom kann aber ebenso gut zum Laden eines Akkumulators benutzt werden. Das Selenelement verwandelt jedoch nur 0,6 Prozent der Lichtenergie in elektrische Energie. Um genügend große Leistungen zu erhalten, um innerhalb tragbarer Zeiten einen Akkumulator zu laden, müßte man sehr große Selenflächen benutzen: denn je größer die auffangenden Flächen des Elements sind, um so mehr Licht wird erfaßt und um so mehr elektrische Energie erzeugt. Derart große Selenflächen sind aber sehr unrentabel.

In den letzten Jahren haben die Halbleiter Germanium und Silizium große Bedeutung gewonnen (Germanium-Transistoren, Silizium- und Germanium-Gleichrichter). Aus diesen Stoffen kann man ebenfalls Fotoelemente herstellen, die eine wesentlich bessere Ausbeute des Lichtes als Selenzellen erzielen. Die Silizium-Fotoelemente bestehen aus einem Kristall, dessen einer Teil (p-Silizium) Spuren von z. B. Gallium und dessen anderer (n-Silizium) von z. B. Arsen oder nach neueren sowjetischen Arbeiten besser von Phosphor enthalten. Da der wesentliche Bestandteil dieser Elemente das Übergangsgebiet zwischen dem p- und n-Silizium ist, werden sie auch p-n-Fotoelemente genannt.

Für die Verwendung der Fotoelemente muß man berücksichtigen, daß die Wirksamkeit des eingestrahlten Lichtes von seiner Wellenlänge (Farbe) abhängt. Für die Umwandlung der Sonnenstrahlen haben sich aus diesem Grunde Siliziumelemente am besten bewährt. Es werden z. Z. serienmäßig Zellen hergestellt, die die zehnfache Lichtausbeute von Selen-Elementen besitzen. Durch Zusammenschalten derartiger Zellen lassen sich leicht Batterien aufbauen, die bei Sonnenbestrahlung (auf der Erde) 30 V und 1 A liefern. Es ist zweckmäßig, die Zellen so zu schalten, daß sie sowohl die elektrischen Geräte direkt mit Strom beliefern als auch einen Akkumulator aufladen. Dieses Prinzip, das uns vom Kraftfahrzeug mit einem Dynamo bekannt ist, gewährleistet die Stromversorgung der Geräte auch dann, wenn keine Sonnenstrahlung einfällt, also z. B. beim Satelliten, wenn er sich im Erdschatten bewegt.

Bei Spezialanfertigung der Fotoelemente kann der Wirkungsgrad gegenüber den handelsüblichen verdoppelt werden. Bei Verwendung der Zellen in einem um die Erde fliegenden Satelliten liegen die Verhältnisse teilweise günstiger als auf der Erde selbst. Die Strahlung der Sonne ist nicht durch die Erdatmosphäre geschwächt, wodurch die gewonnene elektrische Energie größer ist. Es besteht die Gefahr, daß sich durch die starke Einstrahlung die Zellen erwärmen und der Wirkungsgrad wiederum sinkt. Jedoch sind auch derartige Probleme bereits gelöst, so daß die Satelliten in Kürze mit p-n-Fotoelementen ausgerüstet sein dürften.

G. E.

[1] Siehe Dr. G. Blankenburg: „Halbleitereigenschaften", WISSEN UND LEBEN, Heft 1 (1957), S. 36.

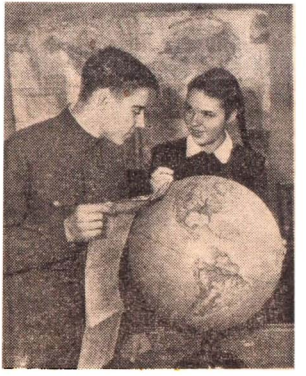
Die Künder einer neuen Menschheitsepoche

G. DIESSNER, Berlin

Die ganze Welt hielt buchstäblich den Atem an, als die Nachricht bekannt wurde, daß der erste künstliche Satellit unsere Erde umkreise. Jedem wurde bewußt, daß mit dieser Großtat sowjetischer Wissenschaftler und Techniker etwas Außergewöhnliches geschehen, eine weltbewegende und die Welt verändernde Leistung vollbracht war. Das Tor zum Weltall wurde aufgestoßen und die ersten Schritte in bisher unbekannte Sphären unserer Welt getan.

Alle standen noch im Banne des ersten, von den sowjetischen Wissenschaftlern in den Weltraum entsandten Erdsatelliten, da wurde bereits der zweite auf seine Reise um den Erdball geschickt.

Diese um unsere Erde kreisenden künstlichen Satelliten sind das Symbol eines neuen Zeitalters. Nicht nur die Wissenschaftler und Politiker der Sowjetunion und der anderen sozialistischen Länder erkennen diese Umwälzung in ihrer zweiseitigen Bedeutung, als wissenschaftliche und als gesellschaftliche, sondern die führenden Wissenschaftler der ganzen Welt und auch die Politiker der kapitalistischen Gesellschaft.



Wie diese Moskauer Schüler Ira und Pawel verfolgte die Jugend in allen Ländern die Nachrichten über die neueste Großtat sowjetischer Wissenschaftler und macht sich an Hand von Globus, Atlas und Lexikon die Zusammenhänge klar Foto: Maximow

Nicht selten war besonders in den letzten Tagen und Wochen auch in der westlichen Presse dieses Eingeständnis zu finden, daß diese künstlichen Monde nämlich auch „politische Monde" seien; man stellte sogar fest: „Über dem Tor zum Weltall steht ein roter Stern."

Die Konstruktion und der Start dieser ersten Satelliten – denen weitere folgen werden – kündigen gleichzeitig ein neues Zeitalter an, und zwar das sozialistische Zeitalter für die ganze Welt. Diese hervorragende Leistung ist ein Sieg der sowjetischen Wissenschaft und ein Sieg des Sozialismus.

Wenn die Wissenschaftler der ganzen Welt einmütig feststellen, daß mit dem Start der Satelliten ein Traum zur Wirklichkeit wurde, daß – wie es in einigen Fällen hieß – die „Wissenschaft die Phantasie eingeholt" habe, so ist das eine erneute Bestätigung dafür, daß die Welt erkennbar ist. Der „Sputnik"

ist also auch ein erneuter Beweis für die Richtigkeit der Weltanschauung des dialektischen Materialismus.

Diese Leistung sowjetischer Wissenschaftler war nur möglich, weil Wissenschaft und Technik in einem sozialistischen Land die großzügigste Unterstützung in jeder Beziehung genießen. Gleichzeitig wurde sie aber dadurch wesentlich gefördert, daß sich die sowjetischen Wissenschaftler die dialektisch-materialistische Weltanschauung zu eigen gemacht haben.

Es ist ein großer Unterschied, ob Wissenschaftler, die die Gesetze unserer Welt erforschen und ihre gewonnenen Erkenntnisse für die Praxis nutzbar machen wollen, von der objektiven Existenz solcher Gesetze überzeugt sind oder ob sie glauben, ein überirdisches Wesen lenke alle Vorgänge in der Natur, und man müsse warten, bis diese Geheimnisse dem Menschen „offenbart" werden. Es ist entscheidend für den Erfolg seiner Arbeit, ob der Wissenschaftler Materialist oder Idealist ist, ob er weiß, daß der Erkenntnis des Menschen keine Grenzen gesetzt sind, oder ob er glaubt, daß der Mensch niemals bis in die „letzten Geheimnisse" der Natur vorzudringen vermag. Die sowjetischen Wissenschaftler sind überzeugte Vertreter der dialektisch-materialistischen Weltanschauung. Es ist ihnen nun auch als erste gelungen, mit solchen Riesenschritten in das All, in die „Geheimnisse" der Welt vorzustoßen. Da helfen keine Verleumdungen des Sozialismus und Kommunismus, keine Versuche, den dialektischen Materialismus zu widerlegen – die unseren Erdball umkreisenden Satelliten sprechen für sich: Der Sozialismus ist die einzige Gesellschaftsordnung, in der den Menschen alle Möglichkeiten offenstehen, in der sich alle frei betätigen können.

Sputnik: „Ich will mit Euch nichts zu tun haben, meine Herren!"
Zeichnung: Kerschin

Neben der Weltanschauung des Wissenschaftlers sind die materiellen Bedingungen, unter denen er arbeitet, für ihn von großer Bedeutung. Aber nicht nur die materiellen Bedingungen wissenschaftlicher Forschungsarbeit sind im Sozialismus wesentlich günstiger als in der kapitalistischen Gesellschaftsordnung, sondern auch die hohe gesellschaftliche Stellung des Wissenschaftlers und die Achtung, die ihm vom Volke entgegengebracht wird, beeinflussen wesentlich seine wissenschaftliche Arbeit.

Diese Erkenntnis drängt sich heute den Wissenschaftlern und Politikern, auch der westlichen Welt, mit immer größerer Deutlichkeit auf. In England klagt man dieser Tage darüber, daß an den britischen Universitäten und Technischen Hochschulen nur der achte Teil der Naturwissenschaftler und Techniker ausgebildet wird, die jährlich in der Sowjetunion die wissenschaftlichen Einrichtungen verlassen. Damit wird selbst in einem solchen Lande, das lange Zeit auf technischem und wissenschaftlichem Gebiet führend in der Welt war, zugegeben, daß die sozialistische Gesellschaftsordnung der kapitalistischen auch auf diesem Gebiet weit über-

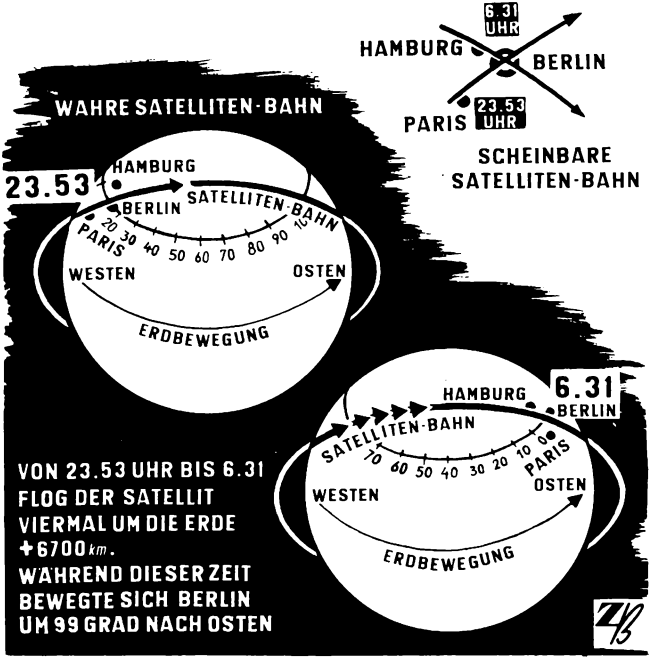
legen ist. Wenn wir dazu noch bedenken, daß vor 40 Jahren, also vor der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution, die Zahl der Analphabeten in Rußland prozentual etwa ebenso hoch war, wie sie heute noch in Indien ist, die Sowjetunion jedoch heute, vier Jahrzehnte später, bereits die Zehnklassen-Schulpflicht einführt, dann wird daraus einerseits die ungeheure pädagogische Leistung und zum anderen das Ausmaß der Mittel deutlich, die in diesem sozialistischen Staat in den letzten 40 Jahren in steigendem Maße für die Bildung ausgegeben wurden. In einem sozialistischen Staat ist für die Weiterbildung junger Menschen nicht die Geldbörse des Vaters, sondern allein die Befähigung entscheidend. Das ist auch eine der Ursachen für das hohe Niveau der Wissenschaft und Technik in den sozialistischen Staaten.

Es war die Sowjetunion, von der die ersten künstlichen Satelliten in den Weltraum geschickt wurden; eben weil in ihrer Gesellschaftsordnung wesentlich günstigere Voraussetzungen für die schöpferische Arbeit gegeben sind als in der bürgerlichen Welt, in der sich alle Widersprüche des Kapitalismus auch in der wissenschaftlichen Arbeit widerspiegeln. Im Gegensatz zur Wissenschaft in kapitalistischen Staaten entfaltet sie sich unter sozialistischen Bedingungen frei, planvoll und ohne Profitinteressen. Sie dient nur dem Wohle der Menschheit und ist kein Objekt des kapitalistischen Konkurrenzkampfes. In einem sozialistischen Staat ist es einfach undenkbar, daß bei der Entwicklung von Raketen ein „Raketendschungel" (wie man in der westlichen Welt selbst zugibt) herrscht. Nicht die verschiedensten Monopolbetriebe betreiben ihre eigene Forschung (und das noch im Zeichen des Konkurrenzkampfes), es gibt auch kein „Dickicht von drei Dutzend verschiedenen Raketentypen", sondern in der sozialistischen Gesellschaftsordnung wird die wissenschaftliche Arbeit wie jede andere Aufgabe planvoll und kollektiv gelöst. Die dafür notwendigen erheblichen ökonomischen und finanziellen Mittel stehen den Forschern in der erforderlichen Höhe zur Verfügung.

Alle diese großzügigen Bedingungen, die Wissenschaftlern in sozialistischen Staaten gegeben sind, schmälern natürlich in keiner Weise die Größe ihrer Erfolge. Sie zeigen aber doch, daß dieser Sieg der sowjetischen Wissenschaftler gleichzeitig ein erneuter Sieg des Sozialismus ist. Die kapitalistische Gesellschaftsordnung ist dem Untergang geweiht, das beweisen und bestätigen erneut die Signale der Satelliten. Sie sind die Zukunftsmusik des Sozialismus und das Grabgeläute des Kapitalismus. Die kreisenden künstlichen Monde sind eben auch von politischer Bedeutung. Sie sind ein Ausdruck der wissenschaftlichen, politischen, wirtschaftlichen und kulturellen Überlegenheit des sozialistischen Lagers. Die Verfechter der westlichen, kapitalistischen Ideologie mögen sich drehen und wenden, wie sie wollen, sie mögen noch so gegen die Sowjetunion und den Sozialismus hetzen. Der Kapitalismus wird untergehen und die Welt von morgen wird sozialistisch sein!

WISSEN UND LEBEN — Populärwissenschaftliche Zeitschrift für Stadt und Land
Redaktionskollegium: Prof. Dr. L. Bewilogua, Dipl. rer. oec. J. Bibrack (Chefredakteur), Prof. Dr. Th. Brugsch, Dr. R. Daber, Ing. P. Krell, Prof. Dr. W. Rothmaler, Prof. Dr. O. Rühle, Prof. Dr. V. Stern
Herausgeber: Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse
Urania-Verlag Leipzig/Jena, Verlag für populärwissenschaftliche Literatur, Leipzig C 1, Salomonstraße 26–28. Anschrift der Redaktion: Berlin W 8, Oberwallstraße 6–7, Fernsprecher 51 02 21. Alle Rechte an den Aufsätzen und Bildern behält sich der Verlag vor. Auszüge nur mit voller Quellenangabe gestattet. Satz und Druck: (140) Neues Deutschland, Berlin. Lizenznummer 2019
Umschlag: 1. Bredow; 2. Umschlagseite: Foto TASS; 3. Umschlagseite: Graphik Zentralbild. Übersetzungen: Ch. Korthals, O. Schubert, M. Schwertner.

Warum überfliegt der Sputnik Berlin nicht immer in der gleichen Richtung?



Am 6. Oktober überquerte der künstliche Erdsatellit um 23.53 Uhr, aus Richtung Paris kommend, unsere Hauptstadt Berlin. Am nächsten Morgen kam er um 6.31 Uhr abermals über Berlin, diesmal aber aus Richtung Hamburg. Anscheinend hatte der Satellit seine Bahn geändert. In Wirklichkeit hält der Trabant jedoch seine Bahn, die eine Neigung von 65° zur Äquatorebene hat, ein. Dieser Anschein wird dadurch erweckt, weil sich die Erde innerhalb der Kreisbahn des Satelliten um ihre Achse von Westen nach Osten dreht

An die Leser unserer Zeitschrift WISSEN UND LEBEN

Ein Geschenk für die ganze Menschheit

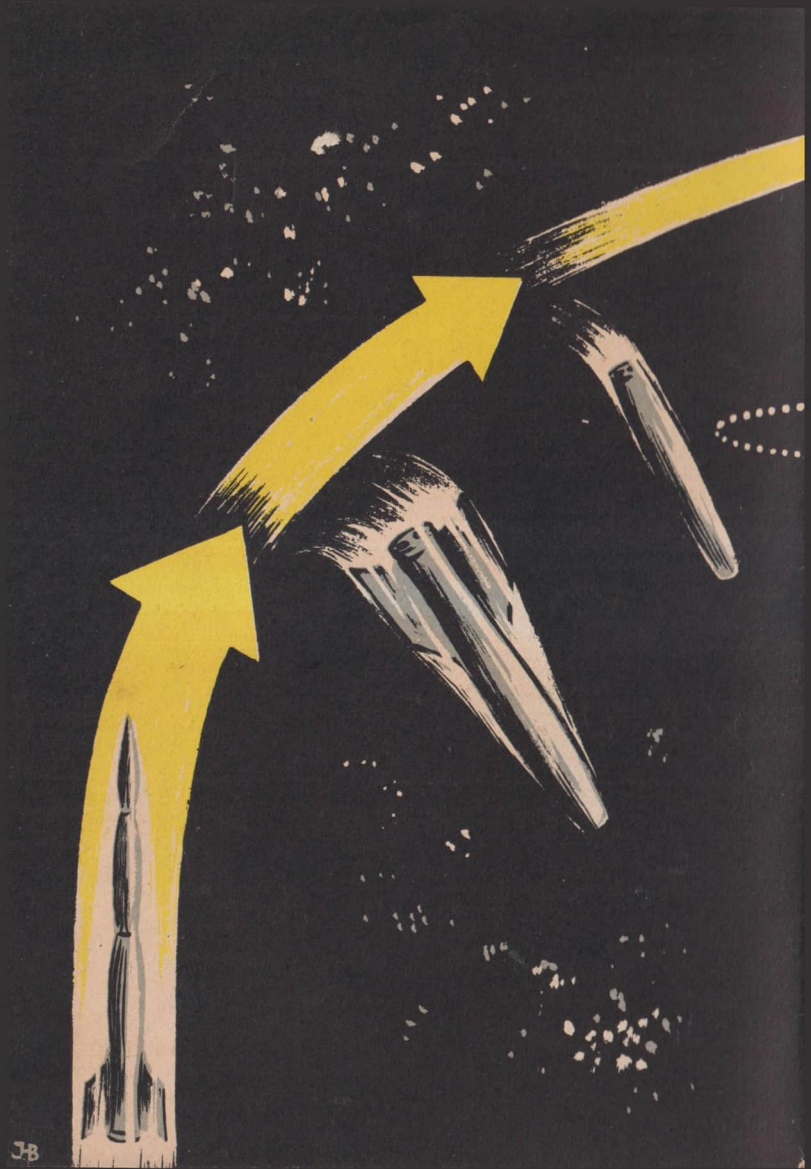
Seit dem 4. Oktober 1957 steht die ganze Welt im Banne des Sputnik, des ersten künstlichen Erdsatelliten, der als Ergebnis der großartigen Leistungen sowjetischer Wissenschaftler und Ingenieure seitdem um unsere Erde kreist. Seit dem Morgen des 3. November 1957 muß dieser Satellit aber „Sputnik 1" genannt werden, weil seitdem bereits der „Sputnik 2" in 1700 km Entfernung von der Erdoberfläche zum neuen künstlichen Trabanten unseres Planeten geworden ist. Durch sein Gewicht, die mitgeführten Apparaturen und die mitfliegende Eskimohündin sind der Erfolg und die Leistung um ein Vielfaches größer als bei Sputnik 1. Das Geschenk, das die sowjetischen Wissenschaftler zu Ehren des 40. Jahrestages der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution ihrem Volke darbringen, ist so grandios, daß es eine neue Epoche in der Menschheitsgeschichte einleitet, und es ist ein sichtbarer Beweis für die Überlegenheit der sozialistischen Gesellschaftsordnung.

Auf Grund der langwierigen drucktechnischen Arbeit an jedem unserer Hefte ist es uns nicht möglich, in das Heft 11 (1957) bereits Beiträge aufzunehmen, die über die ersten sowjetischen künstlichen Erdsatelliten berichten. Die Veröffentlichungen können leider nicht mit derselben Geschwindigkeit erfolgen, mit der die Satelliten um unsere Erde rasen. Unsere Leser werden aber

im Heft 12 (1957) eine 48seitige Broschüre

finden, die interessante Berichte über die Vorbereitungen und die Ziele dieses wissenschaftlichen Großereignisses von namhaften sowjetischen und deutschen Wissenschaftlern bringt.

Die Redaktion


JB