

## Farbaufnahmen der Erde und des Mondes

Am 14. August 1969 wurde im Rahmen des sowjetischen Mondforschungsprogramms ein neues kosmisches Experiment erfolgreich abgeschlossen. Die am 8. August gestartete automatische Station Sonde 7 landete, nachdem sie den Mond umrundet und ein umfangreiches wissenschaftlich-technisches Forschungs- und Versuchsprogramm absolviert hatte, weich auf dem Territorium der Sowjetunion südlich der Stadt Kustanei. Zu den wissenschaftlichen Experimenten, die beim Flug der Sonde 7 durchgeführt wurden, gehörte das Fotografieren der Erde und des Mondes auf Farbfilm. Wir veröffentlichen nachstehend Kommentare sowjetischer Wissenschaftler zu diesen Farbfotos.

### Die Fotoexperimente der Sonde 7

Prof. Dr. Wassili Bolschakow, Rektor der Moskauer Hochschule für Geodäsie, Luftaufnahmen und Kartographie:

Die Anfertigung von Mondkarten ist eine aktuelle wissenschaftlich-technische Aufgabe der Weltraumgeodäsie. Natürlich lassen sich dabei nur begrenzt die Verfahren der „irdischen“ Kartographie anwenden. Die auf der Erde bewährte Methode der Luftaufnahme ist jedoch im Prinzip auch für den Mond anwendbar. Die Fotografie weist zudem viele Vorteile gegenüber einer Fernsichtaufnahme auf, da sie eine viel größere Menge von Einzelheiten exakt wiedergibt.

Die Kartographen und Geodäten überzeugten sich davon, als die sowjetische Sonde 5 erstmalig Fotografien vom Mond zur Erde brachte, die aus einer Entfernung von 90 000 Kilometern aufgenommen worden waren. Später wurden mit der Station Sonde 6 Aufnahmen der Mondoberfläche sowie der Erde aus verschiedenen Entfernungen gemacht. Die Fotoexperimente der sowjeti-

schen automatischen Station Sonde 7 erweiterten diese Möglichkeiten der Kartographie noch wesentlich. Die Serie der hochwertigen Farbfotos von Erde und Mond, die sie zur Erde zurückbrachte, beweist erneut die Vorzüge dieses Verfahrens bei der Erforschung der Mondoberfläche.

Das menschliche Auge unterscheidet bekanntlich die geringsten Abweichungen in der Farbschattierung. Anhand von Farbaufnahmen lassen sich daher bestimmte Objekte viel genauer und objektiver als bei Schwarzweißfotos erkennen. Gerade deshalb werden bei der Erforschung anderer Planeten in zunehmendem Maße Farbfotos verwendet.

Auf der von Sonde 7 gemachten Farbaufnahme der Erde sind das Mittelmeer, das Schwarze Meer, das Asowsche Meer sowie der Balchaschsee, der Baikalsee und andere Seen gut zu erkennen. Es sind ferner Ozeane, Flüsse und Kontinente zu sehen. Für die Wissenschaftler ist außerordentlich wichtig, daß sich die Bilder durch eine reichhaltige Farbskala — von himmelblau bis dunkelbraun — auszeichnen. Auf den Bildern heben sich Gebirgszüge sowie größere meteorologische Strukturen — Zyklogen, Antizyklogen, Wolkengebilde — deutlich ab.

Als sich die Sonde am 11. August 1969 dem Mond näherte, wurden aus 10 000 Kilometer Entfernung mehrere Aufnahmen gemacht, die sehr deutlich verschiedene Krater zeigen. Der linke Teil der Mondoberfläche ist durch die Sonne hell beleuchtet, während der rechte im Dunkeln liegt. Auf dem Bild ist der Terminator — die Grenze zwischen Tag und Nacht — gut zu sehen. Auf der Nachtseite erkennen wir deutlich den Westteil des Meeres der Stürme. Das stereofotogrammetrische Studium der Mondoberfläche anhand dieser Bilder wird bei der weiteren Erforschung unseres Trabanten überaus wertvoll sein.



Ein Teil der Mondoberfläche — aufgenommen von Sonde 7 am 11. August 1969 aus 10 000 Kilometer Entfernung

### Die Farbe des Mondes

Wladislaw Schewtschenko, Mitarbeiter der Abteilung „Physik des Mondes und der Planeten“ des astronomischen Sternberg-Instituts:

Bei Fernrohrbeobachtungen des Mondes lassen sich auf seiner Oberfläche keine deutlichen Farbabstufungen erkennen. Erfahrene Astro-

nomen stellten im Laufe der Zeit dennoch gewisse Farbschattierungen der Mondoberfläche fest. Bereits im 17. Jahrhundert wurde bei der Anfertigung der ersten Mondkarten auf Unterschiede in der Färbung einzelner Gebiete verwiesen, doch trug die Farbeinschätzung im wesentlichen subjektiven Charakter.

In den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts machte der russische Physiker Fjodor Petruschewski in seiner Arbeit „Plan zur physikalischen Mondforschung“ auf die Wichtigkeit einer instrumentalen Farbmessung aufmerksam. Zu diesem Zweck erfand er sogar ein besonderes Gerät: den Spektrofotometer. Die ersten spektrofotometrischen Beobachtungen wurden jedoch erst Anfang dieses Jahrhunderts vorgenommen. Durch die folgenden Untersuchungen wurde festgestellt, daß auf dem Mond die Farbkontraste in der Regel nicht mehr als zehn Prozent betragen. Dabei ist die Mannigfaltigkeit der Farbschattierungen in den „Meeren“ am größten. Es wurde auch der sogenannte Farbindex der Mondoberfläche ermittelt, so daß es möglich war, die Farbe der Mondmaterie zu bestimmen. Auf Grund dieser astro-physikalischen Daten muß die Mondmaterie dunkelbraun sein. Frau Professor Nadeschda Sytinskaja, eine bekannte sowjetische Astronomin, gelangte beim Vergleich der „Farbigkeit“ und der Helligkeit verschiedener Mondgebiete mit einer Reihe von Erdgesteinen zu der Schlußfolgerung, daß die Mondmaterie unserem Basalt entsprechen könnte. Heute wissen wir, daß diese Schlußfolgerung durch chemische Analysen des Mondgesteins bestätigt wurde.

Aber erst die Farbfotografie ergab die Möglichkeit, die Farbschattierungen verschiedener Mondgebiete eingehender zu studieren. In der Sowjetunion machte in den fünfziger Jahren Prof. Nikolai Baraba-

Wie schon bei Mondbeobachtungen von der Erde aus festgestellt wurde, ist insbesondere das Meer der Stürme grünlich. Der Westrand dieses „Meeres“ ist auf dem von Sonde 7 mitgebrachten Farbfoto abgebildet. Auch auf diesem Bild ist dieses Gebiet grünlich, allerdings sind die Farbkontraste sehr gedämpft, weil dort der Terminator verlief. Die Unebenheit der Mondoberfläche führt dazu, daß bei tief fallenden Sonnenstrahlen die Schatten der zahlreichen Unebenheiten die Bodenfarbe vertuschen und ihr eine neutrale graue Schattierung verleihen. Die Aufnahme gibt auch die gelbbraune Farbe des „Festlands“ wieder.

Vor 20 Jahren äußerte der sowjetische Geologe Alexander Chabakow die Vermutung, daß die eintönigen braunen „Festlandgebiete“ des Mondes aus eisenarmen Gesteinen bestehen, während in den „Mondmeeren“ Gesteine mit eisenreichen Verbindungen überwiegen. Durch die bisherigen Ergebnisse der chemischen Analyse des Mondgesteins wird diese Vermutung bestätigt. Die folgenden Untersuchungen werden sicherlich noch aufschlußreicher sein.

### Der Luftocean und der Kosmos

Prof. Viktor Bugajew, Direktor des Hydrometeorologischen Zentrums der UdSSR, Mitglied der usbekischen Akademie der Wissenschaften:

Die am 8. August um neun Uhr (Moskauer Zeit) durch die automatische Station Sonde 7 gemachte Farbaufnahme der östlichen Erdhemisphäre beweist, welche große Möglichkeiten sich jetzt auch den Meteorologen erschließen. Das aus dem Weltraum aufgenommene klare Bild fast der gesamten östlichen Hemisphäre wird zur synoptischen Analyse wesentlich beitragen. Wir sehen darauf, was im Luftocean und im globalen Ausmaß geschieht.

Am 8. August dieses Jahres breitete sich eine Kältewelle über den gesamten europäischen Teil der Sowjetunion aus und erfaßte den Ural und Westsibirien. Nach diesem Eindringen der arktischen Luft wurde im Norden hier und da Bodenfrost beobachtet. Dieser Vorgang ist auf dem von Sonde 7 aufgenommenen Bild außerordentlich deutlich zu sehen: dichte Wolken-systeme haben das Nördliche Eismeer bedeckt. Der westliche Teil des Polarbeckens, Grönland und Nordatlantik sind ebenfalls bewölkt. Die Synoptiker pflegen ein solches Bild als hochentwickelte Zyklontätigkeit zu bezeichnen.

Auf dem Foto ist auch das Tiefdruckgebiet gut zu unterscheiden, das sich damals über dem Gebiet Moskau befand, sowie ein Wirbelsturm nördlich des Schwarzen Meeres. Über den Ural und Westsibirien spannt sich ein breiter und dichter Wolkenstreifen, der mit der atmosphärischen Front verbunden ist. Ihm folgend, dringt kalte Luft nach dem Süden vor.

Zwischen dem Unterlauf der Wolga und dem Aralsee liegt eine weitere Wolkenverdichtung, der Rest einer Zyklone. Durch ihn sind auch die Wolkenstreifen entstanden, die den Nordteil des Kaspischen Meeres und den ganzen Kaukasus bedecken und bis zum Schwarzen Meer reichen.

Sehr plastisch hebt sich die Schönwetterzone ab: wolkenloser Him-

schow, Mitglied der ukrainischen Akademie der Wissenschaften, Farbaufnahmen der Mondoberfläche.

Das Studium der Farbeigenschaften der Mondoberfläche beweist, daß in den „Meeren“ — den jüngeren Gebieten — grünliche Töne überwiegen, während für die „Kontinente“ ein mit Rot durchsetztes Braun kennzeichnend ist.

mel und heiße Sommersonne. Sie umfaßt sowohl das Mittelmeer als auch Nordafrika, Arabien, Mittel-asien und Kasachstan, wo wie immer vor einem Temperaturrückgang große Hitze (etwa 40 Grad) herrschte.

Weiter sind auf dem Bild der Tien-schan und die Takla-Makan-Wüste gut zu sehen. Südlich davon liegt als ungleichmäßig weißer Streifen der mächtige Kunlun-Grat. Wir unterscheiden darauf das Tibetani-sche Hochland und den mauerarti-gen Himalaja mit seinen ebenfalls schneebedeckten Gipfeln.

Südlich davon erstreckt sich, durch dichte Monsunwolken bedeckt, der indische Subkontinent.

Der rechte Teil der Aufnahme um-faßt den Osten des asiatischen Festlandes und die Weiten des Stillen Ozeans. Das allgegenwärtige Auge der Bildkamera erblickte dort Wolkenstreifen, ebenfalls mit atmo-

sphärischen Fronten verbunden, die die zweite Angriffszone der kalten Luftmassen begrenzen.

Diese Kältewelle breitete sich auf Transbaikalien und Jakutien aus und mußte jeden Augenblick in die Küstenregion eindringen. Weiter sind Wolkenverdichtungen zu sehen, die durch den Pazifik-Tai-fun Betty verursacht wurden.

Klares Hochdruckwetter herrscht fast in ganz Skandinavien. Es verlegt dem Atlantiktief den Weg, wodurch auch der herrliche regen-lose, windstille Sommer im Balti-kum bestimmt war.

Am unteren Bildrand erkennen wir die Umriss des afrikanischen Kon-tinents, der in der Tropenzone durch wellenartige weiße Streifen bedeckt ist. Aus diesen umfang-reichen Wolkenballungen ergießen sich auf die Savannen Wasser-ströme, die der dürren Vegetation die frühere Uppigkeit wiedergeben.



Die Erde — auf-  
genommen von  
Sonde 7 am  
8. August 1969  
aus einer Ent-  
fernung von rund  
70 000 Kilometer

## Der 300. Kosmos-Satellit

Am 23. September dieses Jahres wurde in der Sowjetunion der 300. Satellit der Kosmos-Serie gestartet. Der erste Satellit dieser Serie war am 16. März 1962 auf eine Umlaufbahn gebracht worden. Bis Ende des gleichen Jahres folgten weitere zwölf Satelliten. 1965 waren es 52 und im Jahre 1968 64 Satelliten dieser Reihe.

Unter der allgemeinen Bezeich-nung „Kosmos“ werden Satelliten verschiedener Typen gestar-tet, die die mannigfaltigsten Aufgaben erfüllen. Jedoch haben sie eines gemeinsam: sie alle funktionieren automatisch. Unter diesen Satelliten gab es große und kleine, leichte und schwere, relativ einfache und äußerst komplizierte. Viele der Kosmos-Satelliten waren mit einem System ausgestattet, das ihre Rückkehr auf die Erde ga-rantierte.

Auch die Bahnen dieser Satelli-ten unterschieden sich erheblich voneinander. Ob sie auf einer hohen oder auf einer niedrigen Bahn flogen, ob die Bahn fast ringförmig oder auch lang-gestreckt war, hing jeweils von den Aufgaben ab, die die Satelli-ten zu erfüllen hatten. Wetter-satelliten werden beispie-lsweise auf ringförmige Umlauf-bahnen in etwa 600 Kilometer Höhe eingesteuert. Eine solche Bahn eignet sich am besten für einen umfassenden Blick auf die Erde und gewährleistet den Empfang der für einen opti-malen Wetterdienst notwendigen Daten.

Es wäre jedoch falsch zu glau-ben, jeder Kosmos-Satellit sei ein in seiner Konstruktion ein-maliger Raumflugkörper. Die Herstellung von 300 gleich kon-struierten Flugkörpern wäre jedenfalls ein recht sinnloses Vorhaben. Satelliten, die äh-nliche Aufgaben erfüllen, haben allerdings auch eine ähnliche Konstruktion.

So gehören zum Beispiel Kos-mos 144, Kosmos 184, Kosmos 206 und andere Wettersatelliten zum gleichen Typ. Nur in den Anfängen einer neuen Technik ist jedes Objekt einzigartig. Mit fortschreitender Entwicklung werden die Baugruppen und Systeme dagegen serienmäßig gebaut. Dies ist zugleich eine Voraussetzung für die unabläs-sig steigende Zuverlässigkeit derselben. Für ein und densel-ben Typ oder mehrere ähnliche Satellitentypen ist daher eine Standardisierung unbedingt anzustreben.

Die mannigfaltigsten Aufgaben sind bereits mit Satelliten der Kosmos-Reihe gelöst worden. Einige davon wollen wir nen-nen: Die Satelliten Kosmos 3, Kosmos 5, Kosmos 6, Kosmos 17 und Kosmos 19 dienten zur Auf-zeichnung der Höhenstrahlung, wobei Kosmos 5 und Kosmos 17 eine durch amerikanische Kern-waffenexplosionen in großen Höhen verursachte Strahlung

registrierten. Mit diesen beiden Satelliten mußte geprüft wer-den, ob diese Strahlung für die damals geplanten Starts der be-manneten sowjetischen Raum-schiffe vom Typ Wostok gefähr-lich sein würde.

Geomagnetische Untersuchen-gen wurden mit den Satelliten Kosmos 26 und Kosmos 49 durchgeführt. Kosmos 29 er-forschte die optischen Daten der Erdatmosphäre, während mit Kosmos 97 ein Molekular-Quan-tengenerator erprobt wurde.

Der Start des Satelliten Kos-mos 110 stellte einen beträch-tlichen Fortschritt der Bioastro-nautik dar. Zwei Hunde, Weter-jok und Ugoljok, sowie einige andere Versuchsobjekte kreis-ten damals 22 Tage um die Erde: Für derartige Experimente war dies eine Rekordzeit. Die bei diesem Versuch gewonne-nen Informationen waren für das Studium des Einflusses eines längeren Raumfluges auf lebende Organismen von außer-ordentlich großer Bedeutung.

Die Satelliten Kosmos 112, Kos-mos 144, Kosmos 156, Kosmos 184 und Kosmos 206 gehören zum meteorologischen Versuchs-system Meteor. Die von diesen Satelliten übermittelten Daten sind für eine verwertbare Wet-tervorhersage von immenser Wichtigkeit.

Die Satelliten Kosmos 186 und Kosmos 188, später Kosmos 212 und Kosmos 213 dienten zur Er-probung von Bordsystemen, die das gegenseitige Auffinden, An-nähern, Anlegen und die auto-matische Kopplung von unbe-manneten Raumschiffen gestat-ten. Diese Systeme wurden spä-ter in den mehrsitzigen beman-nten Raumschiffen des Typs So-jus verwendet. Die automatische Kopplung gehört zu den wich-tigsten Vorgängen im Programm der sowjetischen Raumfahrt. Be-sondere Bedeutung kommt die-sem Manöver bei der Errichtung von Raumstationen auf er-dnahen Umlaufbahnen zu, bei denen das gegenseitige Auffin-den und die Montage der ver-schiedenen Teile einer solchen Station notwendig ist.

Bei dieser kurzen Übersicht dür-fen auch das „Sonnenobserva-torium“ Kosmos 166 und viele weitere leistungsfähige Raum-flugkörper nicht unerwähnt blei-ben. Einige wurden nach Ab-schluß des Forschungspro-gramms auf die Erde zurück-geholt, andere umkreisten nach Erfüllung ihres Programms eine Zeitlang unseren Planeten, bis sie in den dichteren Atmo-sphäreschichten verglühten. Wieder andere befinden sich noch heute auf ihren Bahnen. Die Auswertung und Analyse der von ihnen übermittelten Informationen vertiefen die Kenntnisse über die Erde und das Weltall und gewährleiten einen weiteren Fortschritt der Raumfahrttechnik.

Juri Marinin