

B. LJAPUNOW



GESCHICHTEN
VON DER
ATMOSPHERE



B. LJAPUNOW

GESCHICHTEN VON DER ATMOSPHERE

JUGENDBUCHREIHE „ERLEBTE WELT“ BAND 19

B. LJAPUNOW

*Geschichten von der
Atmosphäre*

Aus dem Russischen übertragen von Hermann Borm

Mit Federzeichnungen

und 4 Tafeln von Lieselotte Finke-Poser

JUGENDBUCHVERLAG ERNST WUNDERLICH

Der Titel der russischen Originalausgabe lautet:
РАССКАЗЫ ОБ АТМОСФЕРЕ

Lizenznummer 359-425/5/53

Lizenzausgabe des Verlages Detgis, Moskau

1.-15. Tausend

Alle Rechte an der Übersetzung vorbehalten

Copyright 1953 by Jugendbuchverlag Ernst Wunderlich in Leipzig

Satz und Druck in Borgis Mediäval Antiqua

bei dem VEB Graphische Werkstätten Leipzig. III 18/97

INHALT

Einleitung	7
Drei Fragen	11
Der Luftozean	23
Der Sturmangriff auf die Atmosphäre	36
Der kleine Erkunder großer Höhen	60
Licht, Schall und Radio im Luftmeer	71
Aus den Weltentiefen	88
Die Rakete als Waffe der Wissenschaft	109

TAFELN

Meteorologische Station	64
Stratostat vor dem Start	65
Polarlicht	80
Zwei Weltraumraketen	81

EINLEITUNG

Es gibt vier Ozeane auf der Welt: den Stillen, den Atlantischen, den Indischen Ozean und das Nördliche Eismeer. Und es gibt noch einen – den Luftozean, auf dessen Grunde wir leben:

Ohne die Luft würde sich die Erde in eine leblose Wüste verwandeln. Eine solche Wüste ist der Begleiter der Erde, der Mond, der keine Lufthülle, keine Atmosphäre hat.

In seiner phantastischen Erzählung „Auf dem Mond“ hat der berühmte Gelehrte Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski die Mondwelt, in der es keine Luft gibt, wie folgt beschrieben:

„Der Himmel ist schwärzer als die schwärzeste Tinte... Am Himmel strahlt blendend hell die Sonne. Sterne und Planeten sehen aus wie Nägel mit Silberköpfchen, die in das schwarze Himmelsgewölbe eingeschlagen sind...

Tiefste Stille. Wolkenloser Himmel. Man sieht weder Pflanzen noch Tiere... Kein See, kein Fluß, kein Tropfen Wasser. Nicht einmal der Horizont schimmert in der Ferne. Er ist ebenso schwarz wie der übrige Himmel, der von keinem Wolkenschleier bedeckt ist.

Es fehlt der Wind, der bei uns auf der Erde im Grase raschelt und die Baumkronen bewegt. Man hört kein Zirpen der Grillen, sieht keine Vögel und keine bunten Schmetterlinge, nur kahle Berge und nochmals Berge, drohende, hohe Berge. Aber auf ihren Gipfeln schimmert kein weißer Schnee. Nirgends auch nur ein Schneeflöckchen! Es gibt Täler, Ebenen, Gebirgsplateaus... Wieviel Steine dort angehäuft sind! Schwarze und weiße, große und kleine, aber alle sind scharfkantig und spitz, glän-

zend und nicht abgerundet; sie wurden nicht von der Welle liebkost, die offenbar hier niemals neckisch mit ihnen gespielt hat.

Ein düsteres Bild! An den fernen Bergen sieht man nicht den leichten Schleier, jenen durchsichtigen bläulichen Dunst, den die Luft auf unserer Erde über Berge und entfernte Gegenstände breitet. Strenge, scharfe, deutlich umrissene Landschaften. Und die Schatten! Welch dichte Schatten! Welch krasse Übergänge vom tiefsten Dunkel zum grellen Licht! Es fehlen jene weichen Schattierungen, an die wir gewöhnt sind und die nur die Luft erzeugen kann. Selbst die Sahara würde als Paradies erscheinen gegenüber dem, was wir hier sehen.“

Am Tage große Hitze, nachts eisige Kälte...

Und genauso wäre es auf der Erde, wenn sie keine Atmosphäre hätte.

Die Atmosphäre, der Luftozean – das ist das Leben! Die Luft ist eine Lebensnotwendigkeit für Menschen, Tiere und Pflanzen.

Die Atmosphäre ist die Kleidung unseres Planeten. Sie bewahrt die Wärme, die die Erde von der Sonne erhalten hat, und verhindert, daß sich diese Wärme in den Weltraum zerstreut.

Die Atmosphäre – das ist das Reich der Töne, der weichen Übergänge vom Licht zum Schatten. Ohne sie gäbe es auf der Erde nur blendendes Licht, schwarze Schatten und Totenstille.

Die Atmosphäre ist der unsichtbare Panzer des Planeten. Sie schützt unsere Erde vor der Bombardierung durch die Himmelsartillerie – die Meteore, vor den verderblichen, glühenden ultravioletten Strahlen der Sonne und den kosmischen Ausstrahlungen, die aus dem Weltraum zur Erde dringen.

Deshalb wäre das Leben ohne die Atmosphäre nicht möglich, wie es ohne Sonne unmöglich wäre.

Die Sonne vollbringt viele große Dinge.

Ohne Sonne könnten weder Pflanzen noch Tiere leben: die Sonnenstrahlen geben ihnen das Leben.

Ohne Sonne gäbe es auf der Erde weder Regen noch Schnee: die Sonnenstrahlen verdunsten das Wasser, das dann auf die Erde zurückkommt und die Flüsse speist. Die Sonne wirkt auf Klima und Wetter der Erde. Die Sonnenstrahlen erwärmen die Luft und erzeugen die Luftströmungen.

Die Luft ist immer in Bewegung, der Luftozean ist niemals ruhig. Sturm und Gewitter, Schnee und Regen, Nebel und Hagel, alles das, was wir Wetter nennen, wird aus ihr geboren. Und das Wetter ist wichtig für alle Menschen. Der Flieger und der Seefahrer, der Bauer und der Tourist, der Funker und der Artillerist – sie alle müssen wissen, was im Luftraum vor sich geht.

Der Luftozean hat sein eigenes Leben, seine Gesetze, seine Eigenheiten. Was in seiner Tiefe und an seiner Oberfläche geschieht, steht im engsten Zusammenhang miteinander.

Das ist der Grund, weshalb wir die Atmosphäre, die „Küche“ des Wetters, studieren müssen, wissen müssen, was in ihr geschieht, sowohl an der Erde als auch in weiter Höhe über den Wolken.

In der Erforschung des Luftozeans sind große Erfolge erzielt worden.

Die Geschichte der Erforschung der Atmosphäre ist die Geschichte davon, wie die Gelehrten gelernt haben, Nachrichten aus großen Höhen über den Wolken zu erhalten, Licht, Ton und Radio zu Aufklärern im Luftozean zu machen. Es ist die Geschichte davon, wie sie das Polarlicht und die Meteore, den nächtlichen Himmel und die silberglänzenden Wolken gezwungen haben, die Geheimnisse der großen Höhen preiszugeben.

Es ist die Geschichte vieler Erfindungen, kühner Ver-

mutungen und erstaunlicher Entdeckungen, des hartnäckigen Kampfes der Meinungen, des Neuen mit dem Alten, ohne den sich keine echte Wissenschaft entwickeln kann.

Das, was die Erforscher der Atmosphäre erreicht haben, ist ein Zeugnis von der Macht der heutigen Wissenschaft, die es möglich macht, die Geheimnisse der Natur zu enthüllen.

Darin liegt das große Verdienst sowjetischer Gelehrter, der Vertreter der fortschrittlichsten Wissenschaft der Welt.

Vom Luftozean, davon, wie die Gelehrten seine Rätsel lösen, von kühnen Aufstiegen in unerforschte Höhen werdet ihr in diesem Buche lesen.

DREI FRAGEN

Die Menschen haben sich schon seit langem dafür interessiert, woraus die Luft besteht, welchen Druck sie auf die Erde ausübt und wie tief der Luftocean ist.

Erste Frage: Woraus besteht die Luft ?

Lange hat man das nicht gewußt. Man dachte, es handle sich um ein Gas, das „Luft“ genannt wird. Niemand ahnte, daß die Luft in Wirklichkeit ein Gemisch mehrerer, noch dazu ganz verschiedenartiger Gase ist.

Dies wurde erst vor etwa zweihundert Jahren entdeckt.

In dem einen „Gas“ – der Luft – erwiesen sich zwei verschiedene Gase, das „tote“ und das „lebende“.

Das „tote“ Gas ist der Stickstoff. Er brennt nicht, und in ihm ist ein Leben nicht möglich. Die russische Bezeichnung für Stickstoff, „Asot“, stammt aus dem Griechischen und bedeutet „das Leblose“. Zu vier Fünfteln besteht die Luft aus Stickstoff.

Die Luft enthält auch „lebendes“, „flammendes“ Gas. Es ist nötig zum Atmen und zum Brennen; ohne dieses Gas ist kein Leben möglich. Dieses Gas, der Sauerstoff, bildet ein Fünftel der Luft:

$$\frac{4}{5} + \frac{1}{5} = 1.$$

Aber weitere hundert Jahre nach der Entdeckung des „lebenden“ und des „toten“ Gases mußte die Rechnung berichtigt werden. Es zeigte sich, daß ein Liter aus der Luft erhaltenen Stickstoffes um ein Tausendstel Gramm schwerer ist als ein Liter Stickstoff, der auf anderem Wege gewonnen wird – aus Ammoniak, Stickoxyd oder aus anderen Stoffen. Es schien, als müsse es zwei

Arten Stickstoff geben, den schwereren und den leichteren. In Wirklichkeit enthält der aus der Luft gewonnene Stickstoff eine Beimengung – das Gas Argon.

Und nach der Entdeckung des Argons in der Luft, was viel Mühe und Zeit erforderte, wurden auch noch andere Beimengungen gefunden. Es waren dies die seltenen Gase Helium, Neon, Krypton und Xenon. Ihre Menge ist sehr gering, es sind winzige Teile eines Prozents.

Einige hundertstel Prozent (bis zu drei hundertstel) beträgt der Gehalt der Luft an Kohlensäure, einer Verbindung von Sauerstoff und Kohlenstoff.

Die Kohlensäure spielt eine wichtige Rolle im Leben auf der Erde, denn sie ist die Nahrung der Pflanzen, die sie aus der Luft erhalten. Der Mensch atmet Sauerstoff ein und atmet Kohlensäure aus. Umgekehrt „atmet“ die Pflanze Kohlensäure ein, während sie Sauerstoff „ausatmet“ und ihn der Atmosphäre zurückgibt. Den Kohlenstoff verwertet sie als Nahrung.

Aus diesen Gasen setzt sich also die Luft zusammen.

Erwähnt werden muß noch, daß in den unteren Schichten der Atmosphäre außerdem immer Wasserdämpfe vorhanden sind. Wir sehen sie nicht, weil sie durchsichtig sind.

Aber in der Luft schweben Unmengen von Staubteilchen, kleinen Salzkristallen und sonstigen Teilchen.

An diesen aller kleinsten festen Teilchen setzt sich die Feuchtigkeit ab, und dann bilden sich Nebel, Wolken, Regen, Schnee und Hagel.

Wäre die Atmosphäre vollständig rein, würde sie keinen Staub enthalten, dann wäre das Klima unseres Planeten ein anderes. Lange Zeit würden Hitze und Trockenheit herrschen und nur selten, wenn die Luft mit Feuchtigkeit übersättigt wäre, würden allerstärkste Regengüsse niedergehen.

Aber vielleicht hat die Luft diese Zusammensetzung

nur in Erdnähe, auf dem Grunde des Luftozeans, in großen Höhen aber eine ganz andere?

Noch vor zwanzig Jahren hatten einige Gelehrte die Vorstellung, daß die Atmosphäre aus Schichten verschiedener Gase bestehe, die entsprechend ihrem spezifischen Gewicht gelagert seien: die schwereren unten, die leichteren oben. Der Gehalt an Sauerstoff, des schwereren Gases, müsse demnach mit zunehmender Höhe geringer werden und umgekehrt der Gehalt an dem sehr leichten Wasserstoff zunehmen.

Somit müßten sich in einer Höhe von etwa 60 Kilometern die beiden Gase in einem solchen Verhältnis miteinander vermischen, daß ein für Verbrennungsmotoren geeignetes Gemisch von Wasserstoff und Sauerstoff – das Knallgas – entstehen würde.

Könnte man Knallgas zum Antrieb von Flugzeugmotoren verwenden, dann brauchte das Flugzeug keinen Brennstoff von der Erde mitzunehmen. Es könnte beliebig lange über der Erde fliegen.

So entstand aus einer falschen Vorstellung von der Atmosphäre die phantastische Idee von dem „ewigen Flug“.

Spätere Forschungen erwiesen die Unrichtigkeit derartigen Vorstellungen von der Atmosphäre. Es zeigte sich, daß die Gase, aus denen sie besteht, überall das gleiche Mischungsverhältnis aufweisen wie die Luftschicht, in der wir atmen.

Diese Feststellung war so unerwartet, daß, als die Besatzung des sowjetischen Stratostates „SSSR“ eine Luftprobe aus der Höhe von 18,5 Kilometern lieferte, die Gelehrten diese Tatsache zunächst nicht glauben wollten. Sie vermuteten sogar, die Apparate seien schadhaft gewesen und hätten beim Start Luft von der Erdoberfläche aufgenommen.

Aber es erwies sich alles als richtig.

Davon überzeugte man sich, als man die von dem Stratostaten mitgebrachte Luft stark abkühlte. Man konnte darin keinerlei Anzeichen von Feuchtigkeit entdecken, die sich in der Form von Eiskristallen hätte bemerkbar machen müssen. Als man aber zum Vergleich Luft aus Bodennähe abkühlte, waren diese Eiskristalle leicht festzustellen.

Die Luft aus großer Höhe hatte fast genau die gleiche Zusammensetzung wie die am Boden, aber sie war vollständig trocken.

Folglich sind die Gase der Atmosphäre in deren gesamter Höhenausdehnung gleichmäßig miteinander vermischt. Das ist der Grund des unerwarteten Ergebnisses, das die Gelehrten so überraschte.

*

„Der uns umgebende Gasozean ist nicht nur die Grundlage unseres Lebens, sondern auch die Grundlage einer neuen, großen Industrie.

Die Atmosphäre verwandelt sich in eine riesige Quelle mineralischer Rohstoffe, deren Vorräte praktisch unerschöpflich sind.“

So äußerte sich der Akademiker A. E. Fersmann über die Gase des Luftraumes.

Welches sind nun die Rohstoffe, die in der Luft enthalten sind? Wie kann man sie ausnutzen?

Beginnen wir mit dem Sauerstoff! Der Sauerstoff der Luft, den alles Lebende auf der Erde atmet, ist nicht nur eine der Lebensgrundlagen. Ihn „atmen“ die Motoren der Maschinen – unsere ständigen Gehilfen. Ohne ihn kann kein Feuer brennen. Und wo begegnen wir in unserem täglichen Leben nicht dem Feuer! Das Feuer unter dem Kessel und die Flamme eines Streichholzes entnehmen Sauerstoff aus der Luft.

Der Chemiker braucht Sauerstoff; dieser ist der unbe-

dingte Teilnehmer an vielen chemischen Herstellungsprozessen, er hilft, die verschiedensten chemischen Stoffe zu gewinnen.

Sauerstoff ist das Leben. Aber auch der „leblose“ Stickstoff ist für das Leben notwendig. Die Pflanzen brauchen ihn. Es wurde berechnet, daß die Pflanzen der Erde im Jahre 25 Millionen Tonnen Stickstoff verbrauchen.

Der Stickstoff der Luft ist der Dünger für die Landwirtschaft.

Der Stickstoff ist mit der allerwichtigste atmosphärische Rohstoff. Er liefert nicht nur den Kunstdünger, sondern Arzneien, Farben, Sprengstoffe, Kunstseide und andere chemische Erzeugnisse. Jährlich werden mehrere Millionen Tonnen Stickstoff aus der Luft gewonnen.

Nur geringfügige Bruchteile eines Prozents beträgt der Gehalt der Luft an seltenen Gasen, an Helium, Argon, Neon, Krypton und Xenon; aber für den gesamten riesigen Luftraum ergibt das Dutzende von Millionen Kubikmeter.

Die seltenen Gase werden der Luft entzogen und in den Dienst des Menschen gestellt. Mit Neon und Argon füllt man die elektrischen Glühbirnen und Leuchtröhren. Mit dem leichten und nicht brennbaren Helium füllt man die Luftschiffe.

Und wenn es auch keine leichte Aufgabe ist, der Luft alles das zu entziehen, was sie uns liefern kann, so haben wir doch mit Erfolg angefangen, sie zu lösen.

„Um der Luft Stickstoff zu entziehen“, sagt Akademiker Fersman, „sind hoher Druck und riesige Energiemengen erforderlich. Zur Trennung der Edelgase und zur Gewinnung des Sauerstoffes muß man komplizierte und teure Anlagen schaffen, die Gase verflüssigen, um dann die einzelnen Gase voneinander zu trennen. Und auf diesem Wege hat die Sowjetunion in den letzten Jahren glänzende Entdeckungen gemacht. In der UdSSR

wurden neue bemerkenswerte Maschinen gebaut, die es ermöglichen, die Luft in großen Mengen und sehr sorgfältig in ihre Bestandteile zu zerlegen.“

*

Zweite Frage: Hat die Luft ein Gewicht ?

Lange Zeit hatte man angenommen, die Luft sei gewichtslos, und erst vor dreihundert Jahren wurde nachgewiesen, daß es nicht so ist. Man wog die unsichtbare Luft.

Das geschah so:

Im 17. Jahrhundert wollte man in Florenz eine Pumpe zur Speisung von Springbrunnen bauen, wobei das Wasser mehr als 10 Meter zu heben war. Der florentinische Meister, der mit dem Bau der Pumpe beauftragt war, scheiterte an dieser Aufgabe. Alle seine Bemühungen waren vergebens, die Pumpe arbeitete nicht. Sie hob das Wasser nicht über 10 Meter. Niemand konnte sich den Mißerfolg des Meisters erklären.

Man hielt damals die Luft für gewichtslos und erklärte die Wirkung der Pumpe dadurch, daß „die Natur die Leere fürchte“. Wenn sich der Kolben der Pumpe hebt und unter ihm ein luftleerer Raum entsteht, wird er sofort vom Wasser ausgefüllt. Die Natur „fürchtet“ die Leere und füllt sie aus...

Warum aber fürchtet die Natur nicht immer die Leere ?

Der berühmte Gelehrte Galilei, an den man sich mit dieser Frage wandte, erwiderte, daß die Natur die Leere vielleicht nur bis zu einer gewissen Grenze fürchte...

Dem Schüler Galileis – Torricelli – gelang es, diese Erscheinung zu erklären.

Er füllte Quecksilber in ein dünnes, an einem Ende geschlossenes Röhrchen und tauchte das offene Ende dann in ein ebenfalls mit Quecksilber gefülltes Gefäß. Das Quecksilber im Röhrchen sank, lief aber nicht aus.

Warum blieb das Quecksilber im Röhrchen?

Deshalb, so folgerte Torricelli, weil das Gewicht der Außenluft den gleichen Druck auf die Oberfläche des Quecksilbers im Gefäß ausübt, wie die Quecksilbersäule im Röhrchen.

Endgültig überzeugte man sich, als man die Höhe der Quecksilbersäule gleichzeitig in zwei Röhrchen maß. Das eine davon befand sich am Fuße eines Berges, das andere auf seinem Gipfel, etwa einen Kilometer höher. Es ergab sich, daß die Quecksilbersäule auf dem Berge kürzer war.

Durch diesen Versuch war bewiesen, daß die Luft ein Gewicht hat. An der Erdoberfläche wiegt ein Kubikmeter Luft ungefähr 1,3 Kilogramm. Mit zunehmender Höhe wird die Luft immer dünner und leichter, und ihr Druck nimmt immer mehr ab.

Jetzt können wir erklären, warum die Kolbenpumpe das Wasser nicht über 10 Meter heben kann.

Der Pumpenkolben hebt sich, unter ihm bildet sich ein luftleerer Raum, und die Außenluft drückt das Wasser dort hinein.



Der atmosphärische Druck vermindert sich mit zunehmender Höhe

Aber eine 10,3 Meter hohe Wassersäule gleicht den Luftdruck auf der Erdoberfläche aus, und über diese Höhe können die Kolbenpumpen das Wasser nicht hinausheben. Das war der Grund des Mißerfolges des Florentiner Meisters.

*

Dritte Frage: Wie tief ist der Luftocean?

Schon vor tausend Jahren hat man versucht, die Höhe der Atmosphäre festzustellen, indem man beobachtete, wie die Sonnenstrahlen sie in der Dämmerung durchdrangen. Als Tiefe des Luftozeans fand man damals 50 Kilometer. Später überzeugten sich die Gelehrten, daß auch in größeren Höhen noch Luft vorhanden ist.

Man fand in der Atmosphäre Wolken, die am nächtlichen Himmel leuchteten. Also wurden sie von der Sonne beleuchtet, und wenn die Sonnenstrahlen unter dem Horizont hervor auf sie trafen, so mußten sie sich in großer Höhe befinden.

Als man die Höhe dieser Wolken feststellte, ergab sich, daß sie ungefähr 80 Kilometer betrug. Also gab es auch dort noch Luft.

Neue Beobachtungen – neue Erkenntnisse!

Die Meteore und das Polarlicht zeigten, daß es auch in zehnmal größeren Höhen noch Luft gibt.

Wo endet dann aber die Atmosphäre? Hat sie überhaupt eine Grenze?

Es zeigte sich, daß es eine feste Grenze nicht gibt. Die Dichte der Luft verringert sich allmählich, und schließlich beginnt der luftleere Raum.

Die Luft nimmt an der Drehung der Erde teil. Sonst würden wir keine Eisenbahnen, Lokomotiven, Schiffe und Automobile nötig haben. Das Reisen wäre sehr einfach. Man brauchte sich nur über die Erde zu erheben, etwa in einem Luftballon, und abzuwarten, bis die Erde sich unter uns weitergedreht hat.

Erde und Luft sind unzertrennlich. Gemeinsam kreisen sie im Weltenraum um die Sonne und drehen sich gemeinsam wie ein Kreisel. Infolge dieser Drehung wurde die Erde an den Polen abgeplattet.

Außer der Anziehungskraft der Erde wirkt auf die Atmosphäre die Anziehungskraft des Mondes und der Sonne. Dadurch entsteht das Pulsieren der Atmosphäre: Ebbe und Flut. Da die Luft leicht ist, können diese Schwankungen groß sein.

Nimmt man an, daß die Atmosphäre dort endet, wo ihre letzten Teilchen noch an der Drehung der Erde teilnehmen, so könnte man die Höhe der Atmosphäre ermitteln. Eine solche „theoretische“ Atmosphäre würde sich auf viele Tausende Kilometer erstrecken.

Aber alle uns bekannten Erscheinungen in der Atmosphäre spielen sich in Höhen bis zu 1000 Kilometern ab. Wenn auch darüber hinaus noch Luft vorhanden ist, so ist das doch nur sehr wenig.

In Erdnähe haben es die Luftteilchen sehr eng. Sie stoßen fortwährend aneinander. Hierbei können sie sich nur um winzige Bruchteile eines Millimeters bewegen.

In einer Höhe von etwa 1000 Kilometern dagegen können die Gasteilchen Hunderte von Kilometern zurücklegen, ohne aufeinanderzustoßen.

In letzter Zeit haben die sowjetischen Astronomen eine interessante Vermutung über das Bestehen eines „Gaschweifes“ der Erde aufgestellt.

In einem Observatorium bei Alma-Ata wurde ein „Gegenschein“ beobachtet, ein schwacher, verschwommener Fleck an der der Sonne entgegengesetzten Seite des Himmels. Seine Helligkeit nimmt zeitweilig zu und wieder ab.

Besonders interessant ist es, daß die Helligkeit des Lichtfleckes zunimmt, wenn die Tätigkeit der Sonne sich verstärkt und Polarlicht aufflammt.

Man nimmt an, daß dieser „Schweif“ gewissermaßen eine Verlängerung der Erdatmosphäre darstellt. Es ist möglich, daß er aus den gleichen Sauerstoff- und Stickstoffmolekülen besteht wie die allerhöchsten Schichten der Atmosphäre. Die Moleküle verflüchtigen sich aus der Atmosphäre und bilden einen ununterbrochenen Gasstrom, der ebenso wie die Kometenschweif von der Sonne fortgerichtet ist. Aber dies bedeutet natürlich nicht, daß die Erde ihre Atmosphäre verlieren könnte. Die Verflüchtigung der Gasteilchen ist unvorstellbar geringfügig und kann sich in keiner Weise auf die Erdatmosphäre auswirken.

*

Die Atmosphäre war nicht immer so, wie sie heute ist. Sie hat sich verändert, aber diese Änderungen gingen langsam, im Laufe von Millionen von Jahren vor sich.

Das Leben der Atmosphäre ist nicht zu trennen vom Leben der Erde.

Es gab eine Zeit, wo der Atmosphäre der freie (reine) Sauerstoff gefehlt hat. Sie war gesättigt mit Kohlensäure und Stickstoff.

Nachdem aber die Oberfläche der Erde sich mit Pflanzen bedeckt hatte, nahm die Menge der Kohlensäure allmählich ab, weil die Pflanzen sie der Atmosphäre entzogen. Den Sauerstoff schieden die Pflanzen in die Atmosphäre aus, während ihnen der Kohlenstoff als Nahrung diente. Ein Teil der Pflanzen kam um, und es entstand aus ihnen allmählich die Steinkohle. Die Steinkohle ist jener Kohlenstoff, den die Pflanzen der Atmosphäre entnommen hatten.

Kohlensäure aus der Atmosphäre wurde auch verbraucht bei der Zerstörung von Gesteinen; es wurde vom Wasser aufgenommen, und dieses „gasierte“ Wasser löste die Minerale auf.

Aber die Gesteine nahmen weniger Sauerstoff auf, als

ihn die Pflanzen ausschieden. Dies ist der Grund dafür, daß sich der Sauerstoff in der Atmosphäre anreicherte.

Der Gehalt an Stickstoff dagegen, der keine Verbindungen mit anderen Elementen eingeht, blieb beständig. So entstand die Sauerstoff-Stickstoff-Atmosphäre, die heutige Atmosphäre der Erde.

Was wird weiter mit der Atmosphäre geschehen? Ihre Zusammensetzung hängt ab vom Leben der Erde und von der Tätigkeit des Menschen.

In unserem Land ist der Mensch der Umgestalter der Natur geworden. Nach den genialen Plänen des großen Stalin besiegen die Sowjetmenschen die Trockenheit, indem sie grandiose feldschützende Waldstreifen schaffen; sie bändigen die Flüsse, bauen Kanäle, Wasserspeicher, riesige Elektrizitätswerke an der Wolga, am Amu-Darja und am Dnepr; sie bewässern Wüsten und trocknen Sümpfe.

Professor W. A. Kowda, der zweite Vorsitzende des von der Akademie der Wissenschaften der UdSSR geschaffenen Komitees zur Förderung der Großbauten, sagt über die Umgestaltung der Wüsten und die Trockenlegung von Sümpfen:

„... Es wird eine neue Vegetationsschicht geschaffen, der Kreislauf der Kohlensäure und der Eintritt von Sauerstoff in die Atmosphäre werden verstärkt, die Trockenheit der Luft wird gemildert, der Boden wird nicht mehr bis auf 60–70° erwärmt, die heißen Winde werden durch feldschützende Waldstreifen aufgehalten.

Die Sonnenenergie, die zum großen Teil in den Wüsten nutzlos verbraucht wird, wird von den grünen Blättern der neuen Oasen aufgenommen werden.

Der Mensch der kommunistischen Gesellschaft wird bewußt die erhabenen Vorgänge lenken, deren Maßstab wir mit vollem Recht mit den geologischen Vorgängen vergleichen können, die sich im Laufe von Jahrmillionen elementar auf der Oberfläche der Erdrinde abspielen.“

Nach und nach erhielt der Mensch Antwort auf die Fragen, die die Luft betrafen. Zuerst machte er seine Beobachtungen von der Erde aus: er untersuchte die Luft, beobachtete die Wolken, die Dämmerung, das Polarlicht, maß den Druck der Atmosphäre auf dem flachen Land und auf den Bergen.

Es kam der Luftballon, und man machte ihn zum Aufklärer in der Atmosphäre. Mit Barometern und Thermometern stiegen die Gelehrten im Luftballon auf.

Es kam das Flugzeug und trug die Apparate hinauf in die Atmosphäre.

Der Stratostat brachte den Menschen mit seinen Apparaten in eine Höhe bis zu 22 Kilometern. Noch höher konnten bis jetzt nur die Apparate allein aufsteigen. Die kleinen Aufklärer großer Höhen – die Registrierballons – stiegen bis zu 40 Kilometern, die Raketen noch höher.

Sehen wir nun, was die Kundschafter der Atmosphäre erzählen und wie die Gelehrten die Rätsel des Luftozeans lösen!

DER LUFTOZEAN

Beim Lesen der Überschrift dieses Kapitels habt ihr vielleicht gedacht: wie doch die Schriftsteller die bildlichen Vergleiche lieben! Selbst die Atmosphäre bezeichnen sie nicht einfach mit „Atmosphäre“ oder „Luft-hülle der Erde“ oder sonst irgendwie. Luftozean! Welche Ähnlichkeit besteht denn zwischen Luft und Wasser, zwischen dem Luftozean und dem Wasserozean?

Es zeigt sich, daß diese Ähnlichkeit vorhanden und sogar sehr groß ist.

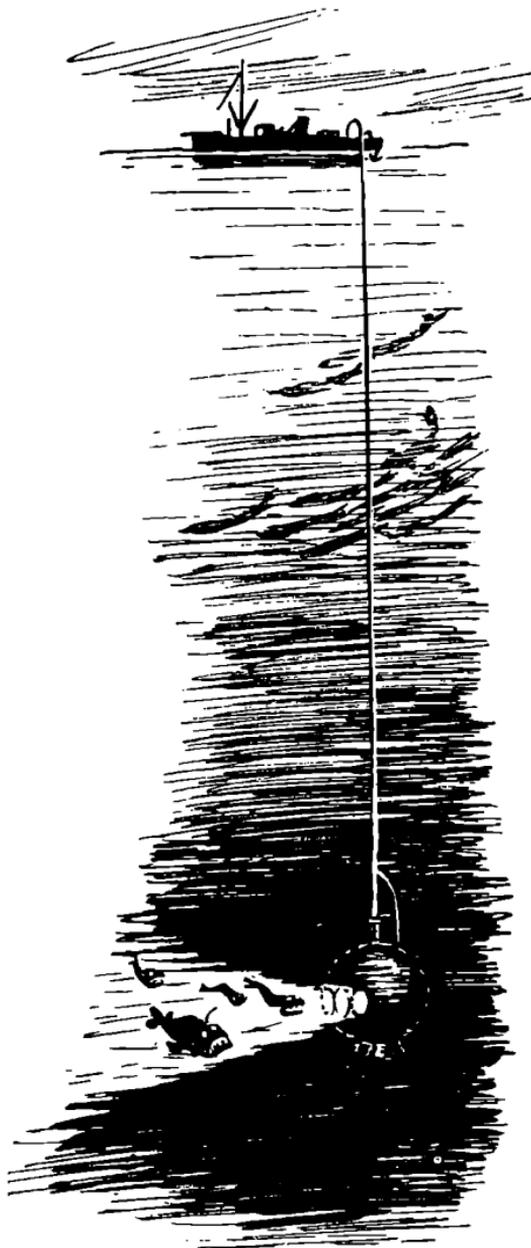
Um uns hiervon zu überzeugen, müssen wir zwei Reisen unternehmen – natürlich nur in Gedanken.

Zuerst begeben wir uns nach unten, in die Tiefen unter dem Wasser. Nehmen wir an, wir ließen uns in einer sogenannten Batisphäre – einer Stahlkugel mit dicker Wandung, die für einen solchen Abstieg geeignet ist, ins Wasser hinab. Bis jetzt konnten sich die Menschen in einem solchen Apparat in Tiefen bis zu ungefähr einem Kilometer aufhalten. Nehmen wir aber einmal an, unsere Batisphäre könnte sehr viel tiefer absteigen.

... Das goldgelbe Licht der Sonne wird von grünem Licht abgelöst. Wir sinken tiefer – unmerklich ändert sich das Grün . . . und uns umgibt dunkelblaues Wasser.

Noch tiefer – das Wasser wird dunkler, das Auge unterscheidet keine Färbung mehr. Die Finsternis schließt sich endgültig über uns, und wir gelangen in das Reich der ewigen Nacht.

Wir schalten den Scheinwerfer ein und sehen in seinem Schein seltsame Tiefseefische, die das Sonnenlicht niemals zu sehen bekommen.



Die Batisphäre steigt ins Meer hinab

Es blitzen gelbe und blaue Lichter auf, wie Blitzlicht in der Finsternis. Das sind Fische, die Bewohner der großen Meerestiefen, die an unserer Batisphäre vorbeischwimmen...

Aber wir haben uns nicht dazu in der Batisphäre hinabgelassen, um seltsame Tiefseefische und Pflanzen zu bewundern, wir haben wissenschaftliche Beobachtungen vor. Uns interessieren die Temperatur des Wassers, sein Salz- und sein Sauerstoffgehalt.

Unsere Apparate zeigen an, daß das Wasser erst immer kälter und kälter wird, daß es in ständiger Bewegung ist,

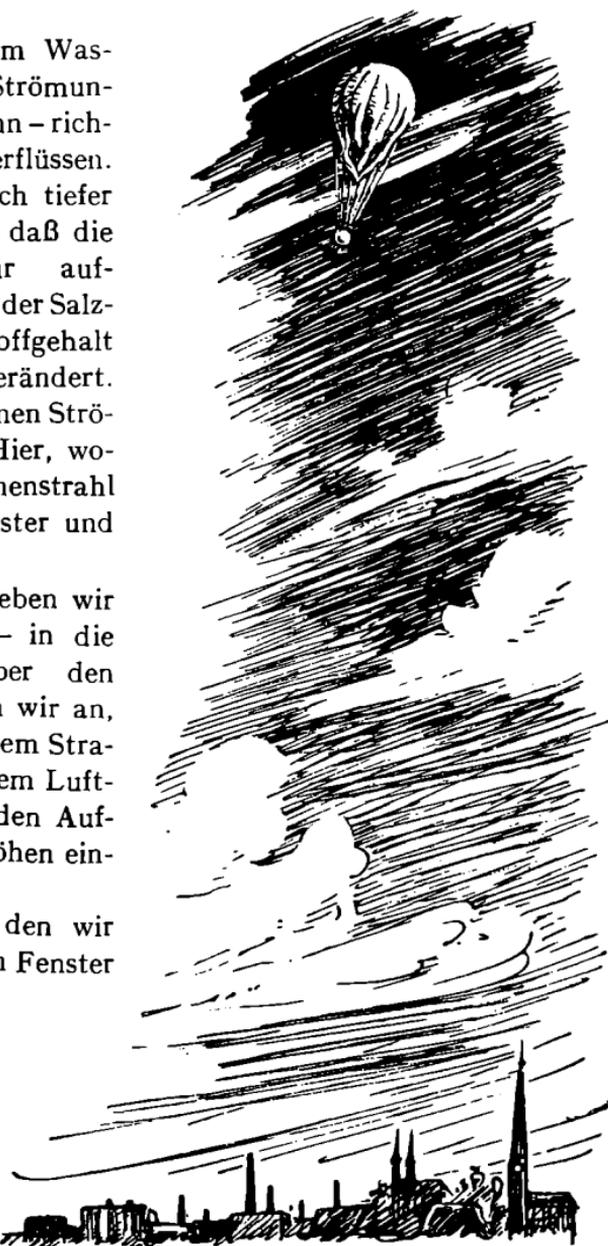
und daß man im Wasser mächtigen Strömungen begegnen kann – richtigen Unterwasserflüssen.

Wir sinken noch tiefer und stellen fest, daß die Wassertemperatur aufhört zu fallen, und der Salz- und der Sauerstoffgehalt bleiben fast unverändert. Wir begegnen keinen Strömungen mehr. Hier, wohin kein Sonnenstrahl dringt, ist es finster und ruhig.

Und jetzt begeben wir uns nach oben – in die Luftregionen über den Wolken. Nehmen wir an, wir stiegen in einem Stratostaten auf, einem Luftballon, der für den Aufstieg in große Höhen eingerichtet ist.

Der Himmel, den wir durch die kleinen Fenster unserer Gondel sehen, verdunkelt sich allmählich. Je höher wir steigen, um so dunkler wird der Himmel.

Jetzt ist er schon dunkel-



Der Stratostat steigt über die Wolken

blau, violett, fast schwarz . . . Ganz wie in einer Mondnacht blitzt die Mondsichel.

Aber wir erheben uns in dem Stratostaten nicht nur zu dem Zweck, den Himmel zu bewundern, wir wollen unsre Beobachtungen über die Atmosphäre im Auge behalten. Uns interessieren die Temperatur der Luft, ihre Zusammensetzung und die Luftströmungen.

Unsere Apparate zeigen an, daß die Luft zunächst immer kälter und kälter wird und daß sie in ständiger Bewegung ist. .

Steigen wir noch höher, höher als die höchsten Berge sich erheben!

Wenn wir die Höhe von 10 Kilometern übersteigen, stellen wir fest, daß die Temperatur aufhört zu fallen. Hier gibt es keine eigentlichen Wolken, die Regen oder Schnee bringen.

Wie wir sehen, haben Aufbau der Atmosphäre und der Hydrosphäre – der Luft- und der Wasserhülle der Erde – viel Gemeinsames.

Hier wie dort können wir zwei voneinander verschiedene Gebiete unterscheiden. In dem einen von ihnen – man nennt es die Troposphäre (von dem Wort „tropos“ = Wendung, Umlauf, das heißt Vermischung) – findet eine Vermischung des Wassers oder der Luft statt, die Temperatur ändert sich. In dem anderen Gebiet ändert sich die Temperatur fast gar nicht. Hier beginnt die Stratosphäre (von dem Wort „stratum“ = Schicht).

Man hat dieses Gebiet der Atmosphäre so genannt, weil man es sich geschichtet vorstellte. Man nahm an, daß eine Vermischung der Luft in der Stratosphäre nicht stattfindet und die Temperatur in ihr überall die gleiche sei. Später zeigte es sich, daß dem nicht ganz so ist, aber die Bezeichnung blieb bestehen.

Wie weit erstreckt sich die Stratosphäre, und wie ist die Atmosphäre in noch größerer Höhe beschaffen ?

Wir setzen unsere Reise fort. Der Stratostat ist dazu nicht zu gebrauchen.

Warum nicht?

Der sowjetische Stratostat „Osoawiachim“, der bis zur Höhe von 22 Kilometern aufstieg, hatte eine Hülle von ungefähr 25000 Kubikmetern Inhalt. Um auf 30 Kilometer aufzusteigen, hätte dieser Inhalt auf etwa 200000 Kubikmeter vergrößert werden müssen.

Und noch höher würde der Stratostat wohl kaum steigen können, welchen Inhalt wir ihm auch immer geben würden. Es gibt dort zu wenig Luft, um den Stratostaten und seine Bemannung tragen zu können. Drei Viertel der gesamten Luft befinden sich ja in der Troposphäre, der untersten Schicht unserer Atmosphäre.

Wir müssen eine Rakete benutzen, die auch im luftleeren Raum fliegen kann.

Natürlich fliegt die Rakete mit großer Geschwindigkeit. Aber wir wollen diesen Flug langsam zurücklegen, um alles aufmerksam beobachten zu können, was um uns geschieht.

Jetzt sind wir in der Höhe von 35 Kilometern, und die Temperatur fängt an, schnell anzusteigen. In der Höhe von 60 Kilometern zeigt das Thermometer bereits 70° Wärme an.

Wir steigen weiter, und wieder wird es kalt, sogar kälter als es in der Höhe von 30 Kilometern war. In 80 Kilometern Höhe sinkt die Temperatur auf etwa 50° unter Null.

Wir steigen noch höher – und es wird wieder wärmer. Wir kommen in ein neues Gebiet der Atmosphäre – in die Ionosphäre. In 120 Kilometern Höhe beträgt die Temperatur 100° Wärme, in 200 Kilometern erreicht sie 600 bis 700° über Null.

An den verschiedenen Stellen der Erdkugel ändert sich die Lufttemperatur mit den Jahreszeiten und sogar im

Laufe eines Tages. Deshalb sind die genannten Zahlen Durchschnittszahlen, das Mittel zwischen der niedrigsten und höchsten Temperatur. So beträgt zum Beispiel die mittlere Temperatur in den unteren Schichten der Stratosphäre -55° , aber sie kann von -25 bis -85° schwanken. Die Apparate des Stratostats „SSSR“ registrierten in 19 Kilometern Höhe eine Temperatur von 67° unter Null.

Es hat sich gezeigt, daß in der Atmosphäre nicht überall Kälte herrscht, sondern daß es dort kalte und heiße Zonen gibt.

Es erhob sich ein Streit der Gelehrten. Nicht alle glaubten an die Hitze in großen Höhen. Einer der „Ungläubigen“ schrieb:

„Es besteht die Ansicht, daß man mit zunehmender Höhe positive Temperaturen erreichen kann. Das ist natürlich Unsinn.“

Aber die Erforscher des Luftraumes haben den Beweis erbracht, daß es diese warmen Schichten tatsächlich gibt.

Wie sonderbar es aber auch klingen mag, wir würden diese Hitze nicht spüren. Ist das nicht erstaunlich: eine Hitze, die man nicht fühlt, Hitze, und auch wieder keine Hitze zu gleicher Zeit?

Warum ist das so?

Die Erklärung ist einfach. Es gibt dort nur wenig Luft, und wenn ihre Teilchen sich auch mit riesigen Geschwindigkeiten bewegen (und Wärme ist Bewegung), so sind doch sehr viel weniger solcher Teilchen vorhanden als in Erdnähe. Und wir empfinden diese Wärme nicht, obwohl sie tatsächlich vorhanden ist. Wärme in dichter und in verdünnter Luft – das ist nicht dasselbe. Die erstere empfinden wir, die zweite nicht. Aber mit Hilfe von Apparaten kann man die Temperatur auch in stark verdünnter Luft feststellen.

*

Die Atmosphäre schützt die Erde vor der Kälte des Weltraumes. Wie macht sie das? Wird vielleicht die Luft durch die Sonnenstrahlen erwärmt und wärmt ihrerseits die Erde?

Nein, die Luft läßt die Sonnenstrahlen durch, und die Erde wird von der Sonne erwärmt. Die Erde beginnt, unsichtbare Wärmestrahlen, die sogenannten infraroten Strahlen, auszusenden. Und die gleiche Atmosphäre, die die Sonnenwärme zur Erde hindurchläßt, hindert die Wärmestrahlen, die von der durch die Sonne erwärmten Erdoberfläche ausgehen, sich zu zerstreuen.

Diese Wärmestrahlen sind es, die die Luft in den unteren Schichten der Atmosphäre, der Troposphäre, erwärmen. Die Luft enthält Wasserdampf und Kohlensäure, von denen die infraroten Strahlen verschluckt werden.

Bekanntlich ist warme Luft leichter als kalte. Sie steigt deshalb nach oben, und an ihre Stelle tritt die schwerere kalte Luft. Diese erwärmt sich und steigt auch wieder nach oben. Die Umlagerung geht ununterbrochen vor sich. Diese wirbelartigen Bewegungen der Luft spielen eine große Rolle im Leben der Troposphäre.

Die Luft in der Troposphäre wird durch die Erde erwärmt und ist deshalb um so kälter, je weiter sie von der Erde entfernt ist.

Über den Polen, wo es erheblich kälter ist und die Erde weniger von der Sonne erwärmt wird, endet die Troposphäre schon in der Höhe von 6 bis 8 Kilometern, und über dem Äquator erstreckt sie sich bis zu 16 bis 18 Kilometern. In mittleren geographischen Breiten erreicht sie 10 bis 11 Kilometer. In der Troposphäre bilden sich die Wolken, entstehen Regen und Schnee, wird das Wetter geboren¹⁾.

¹⁾ Über das Wetter und seine Vorhersage erzählt ausführlich das Buch von M. Iljin: Wolkenschieber und Wettermacher (Человек и Стихия).

Die Troposphäre geht nicht unvermittelt in die Stratosphäre über. Zwischen ihnen liegt eine Übergangsschicht – die Tropopause. Die Stärke dieser Schicht beträgt 1 bis 3 Kilometer. In ihr erhöht sich die Temperatur etwas.

Weiter oben, in der Stratosphäre, verringert sich die Menge des Wasserdampfes und der Kohlensäure bis auf unbedeutende Reste. Die Wärmeübertragung geschieht in der Hauptsache durch Ausstrahlung. Die Luftschichten erwärmen sich durch die Erdwärme und verlieren gleichzeitig ihre Wärme. Dort, wo die Wärmeverluste durch Ausstrahlung ebenso groß sind wie der Wärmezufuß von außen, bleibt die Temperatur in der Stratosphäre beständig.

Aber in dieser Höhe ist der Wärmezufuß sehr gering, und die Temperatur hat sich dort im Mittel auf 56° unter Null eingestellt. Über dem Äquator ist die Stratosphäre kälter und über den Polen wärmer.

Auch in der Stratosphäre gibt es Luftströmungen. Aber an ihnen sind kleinere Luftmassen beteiligt als in der Troposphäre. Die Stratosphäre ist nicht wie ein stagnierendes Wasser. Auch in ihr ist die Luft in ständiger Bewegung, wobei die Windgeschwindigkeit größer ist als in der Troposphäre.

Die in der Atmosphäre enthaltenen Gase haben eine interessante Eigenschaft. Diejenigen von ihnen, die in großen Mengen in der Luft enthalten sind – Stickstoff und Sauerstoff –, verschlucken fast gar nicht weder die sichtbaren noch die unsichtbaren Strahlen. Und jene, die nur in winzigen Mengen in der Luft enthalten sind – Wasserdampf, Kohlensäure und Ozon –, haben die größte Fähigkeit, die Strahlungsenergie zu verschlucken und spielen die wichtigste Rolle bei der Temperaturregelung der Atmosphäre.

Der Wasserdampf und die Kohlensäure (in der Troposphäre) und das Ozon (in der Stratosphäre) ver-

schlucken fast die gesamte Wärme, die von der Erde ausgestrahlt wird. Deshalb bewahrt die Erdoberfläche, obwohl sie allseits vom Weltraum umgeben ist, eine mittlere Temperatur von 16° über Null.

*

Warum gibt es in der Atmosphäre warme Schichten?

Es ist bekannt, daß es in der Stratosphäre eine Ozonschicht gibt, die von den Sonnenstrahlen erwärmt wird.

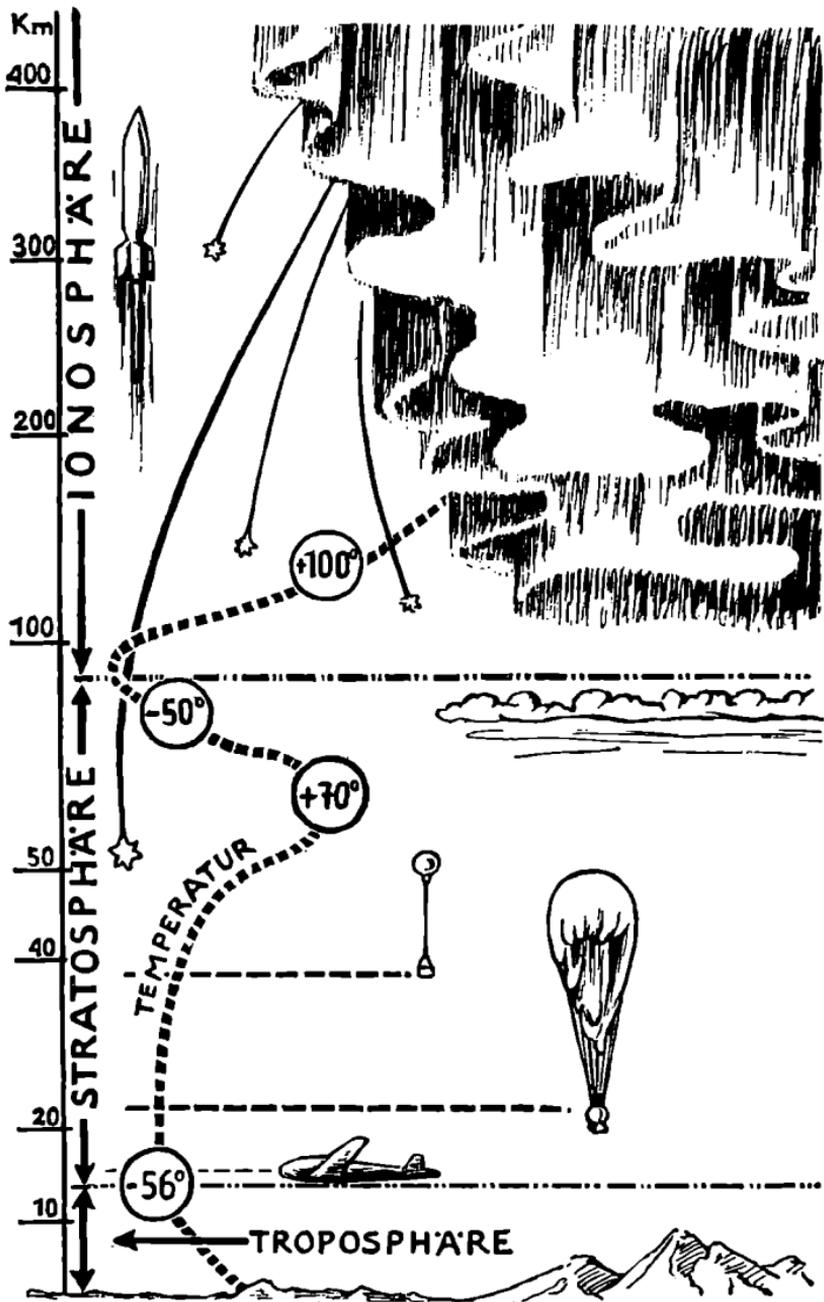
Das Ozon ist ein Verwandter des Sauerstoffes. Es ist das gleiche Gas wie der Sauerstoff, aber in seinen Molekülen sind nicht zwei, sondern drei Atome Sauerstoff enthalten. Der frische Geruch der Luft nach einem Gewitter ist der Geruch des Ozons. Es entsteht unter der Wirkung der elektrischen Entladung – des Blitzes.

In den hohen Schichten der Atmosphäre entsteht das Ozon durch die Wirkung der Energie, welche die ultravioletten Sonnenstrahlen mit sich bringen. Diese Strahlen können wir mit dem Auge nicht sehen. Sie zerlegen die Moleküle des Sauerstoffes in Atome. Die Atome verbinden sich zu dritt zu Molekülen, und es bildet sich Ozon. Ein Teil des Ozons zerfällt wieder in Atome, aus denen wieder Sauerstoff entsteht. Aber den Sauerstoff verwandelt die Sonne erneut in Ozon. Dadurch erhält sich die Ozonschicht ununterbrochen in der Atmosphäre.

Nachts allerdings, wenn die Sonnenstrahlen fehlen, verringert sich die Ozonmenge, und die Temperatur sinkt, während es am Tage umgekehrt ist. Also ist die Stratosphäre hoch über uns nicht immer gleich, sie ist manchmal kälter und manchmal wärmer.

In der Atmosphäre gibt es nur wenig Ozon. Würde man das gesamte Ozon der Atmosphäre in einer Schicht an der Oberfläche der Erde vereinen, so ergäbe sich ihre Stärke zu nur 3 Millimetern.

Trotzdem ist das Ozon ein wunderbarer Gaspanzer, der



Der Aufbau der Atmosphäre

alles Lebende auf der Erde schützt. Er hält einen Teil der ultravioletten Strahlen zurück, der für Tiere, Pflanzen und Menschen gefährlich wäre.

Bis zur Erde dringt nur jener Teil der ultravioletten Strahlen, der uns nicht schadet.

In großen Höhen dagegen sind die ultravioletten Strahlen so wirksam, daß sie nicht mehr wärmend, sondern verbrennend wirken. Und wäre nicht die Ozonschicht, so würde die Erde sich in wenigen Minuten in eine ausgebrannte Wüste verwandeln.

Über der Ozonschicht wird es allmählich immer kälter. Man nimmt an, daß die von der warmen Ozonschicht erwärmte Luft nach oben steigt und sich abkühlt. Es geht ungefähr das gleiche vor sich wie in der Nähe der von der Sonne erwärmten Erde. Ebenso wie in der Troposphäre wird es hier mit zunehmender Höhe kälter. Man nennt deshalb diese Schicht manchmal auch die „hohe Troposphäre“. An ihrer oberen Grenze schwimmen silberglänzende, wolkenartige Gebilde. Einige Gelehrte nehmen an, daß diese aus allerkleinsten Eiskristallen bestehen. Die Temperatur beträgt dort fast 100° unter Null. Andere Anhaltspunkte, zum Beispiel die Beobachtungen des Meteorfluges, deuten darauf hin, daß die Temperatur in diesen Höhen 50° unter Null beträgt.

Dann beginnt wieder eine Temperaturerhöhung, und wir gelangen in die Ionosphäre. In der Ionosphäre erreicht die Lufttemperatur einige Hundert Grad Wärme. Die Ursachen dieser hohen Temperatur sind noch nicht genau festgestellt.

In den verdünnten oberen Schichten der Atmosphäre spielt sich unter der Wirkung der Sonnenstrahlung eine Reihe komplizierter Vorgänge ab. In ihnen liegen offenbar die Ursachen der Temperaturerhöhung in der Ionosphäre.

*

Die Ionosphäre beginnt in der Höhe von ungefähr 80 Kilometern. Die Gasteilchen sind in ihr ionisiert, das heißt elektrisch geladen (als Ion bezeichnet man ein elektrisch geladenes Molekül oder Atom).

In der Ionosphäre unterscheidet man mehrere Schichten. Von ihnen werden die Radiowellen zurückgeworfen (reflektiert). Die erste Schicht (sie wird als Schicht „E“ bezeichnet) reflektiert die Radiowellen mit den Längen von 600 bis zu 200 Metern, die zweite Schicht (Schicht „F“) diejenigen mit Längen von 200 bis zu 10 Metern.

In der Ionosphäre gibt es nicht nur Ozon, sondern auch andere geladene Teilchen, die von der Sonne dorthin gelangen. Ströme dieser Teilchen fließen zur Erde. Bekanntlich ist die Erde ein riesiger Magnet. Ein Magnet aber stößt geladene Teilchen ab und lenkt sie zu den Polen. In der verdünnten Luft über den Magnetpolen (in der Nähe des Nord- und Südpols der Erde) entsteht deshalb in einer Höhe von 80 bis 100 Kilometern ein Leuchten – das Polarlicht.

Luftproben, die in einer Höhe von 30, in letzter Zeit auch von 70 Kilometern entnommen wurden, und die Untersuchungen der höchsten Schichten der Atmosphäre bis zur Höhe von 1000 Kilometern zeigen, daß die Zusammensetzung der Luft im großen ganzen überall die gleiche ist – Sauerstoff-Stickstoff. In der Troposphäre gibt es außerdem Wasserdämpfe und Kohlensäure und in der Stratosphäre Ozon und Natrium.

Wie hoch erstreckt sich die Ionosphäre ?

Bis zur Höhe von ungefähr 800 Kilometern.

Darüber hinaus beginnt die Zerstreuung – die Verflüchtigung von Luftteilchen in den interplanetarischen Raum. Die Temperatur in der Sphäre der Zerstreuung erreicht, wie man annimmt, 700° über Null.

*

Wir haben eine Reise durch die Stratosphäre, die Ionosphäre und die Sphäre der Zerstreuung in den Interplanetarischen Raum gemacht. Vorläufig kann man eine solche Reise nur in Gedanken ausführen. Aber der Tag ist nicht fern, wo sie zur Wirklichkeit werden wird, wo Raketen und Raketenflugzeuge in diese großen Höhen fliegen werden.

Als erste stiegen Luftballone und Stratostaten in die Stratosphäre auf. Die Geschichte des Angriffes kühner sowjetischer Luftschiffer auf die Stratosphäre werden wir im nächsten Kapitel kennenlernen.

DER STURMANGRIFF AUF DIE ATMOSPHÄRE

Rußland ist die Heimat der Luftschiffahrt und des Flugwesens. Russische Menschen erhoben sich als die ersten mit dem Luftballon und im Flugzeug in die Luft

Russische Gelehrte wurden zu Erkundern des Luftmeeres.

Die Russische Akademie der Wissenschaften organisierte als erste in der Welt einen Ballonaufstieg zu wissenschaftlichen Zwecken.

Der Aufstieg fand am 30. Juni 1804 statt.

„Der Hauptzweck dieser Fahrt“, schrieb später ein Teilnehmer dieses Fluges, der Akademiker Sacharow, in seinem Bericht an die Akademie der Wissenschaften, „bestand darin, den Zustand der Atmosphäre und ihre Bestandteile in verschiedenen bestimmten Höhen mit großer Genauigkeit festzustellen.“

Die Luftschiffer erhoben sich mit ihren Apparaten bis zur Höhe von 2,5 Kilometern. Sie nahmen Luftproben, beobachteten das Verhalten des Kompasses und führten interessante Versuche durch, um die Fortpflanzung der Schallwellen zu untersuchen. Das Akademiemitglied Sacharow rief durch ein Sprachrohr und beobachtete, wie der Schall von der Erde zurückgeworfen wurde und zum Luftballon zurückkehrte.

Im Jahre 1868 stieg der Leutnant der russischen Marine, der spätere Akademiker M. A. Rykatschew, im Luftballon auf, um meteorologische Beobachtungen durchzuführen.

Einige Jahre später, im Jahre 1874, baute der russische Bauer H. T. Lawrentjew Luftballone und unternahm mit

ihnen bedeutsame Aufstiege, wobei er Höhen bis zu sechs Kilometern erreichte.

Auf eine Höhe über drei Kilometer stieg im Jahre 1887 in einem Luftballon der große russische Gelehrte Dmitri Iwanowitsch Mendelejew auf, um die damalige Sonnenfinsternis zu beobachten.

Dutzende bemerkenswerter Beobachtungsflüge haben russische Luftschiffer ausgeführt. So ist zum Beispiel der russische Gelehrte M. M. Pomorzew in den Jahren 1891 bis 1892 vierzigmal in einem Luftballon aufgestiegen.

Die sowjetischen Luftschiffer führten bedeutsame Flüge in Freiballonen aus.

Im Jahre 1920 startete auf dem Roten Platz in Moskau der erste Sowjet-Luftballon. Und zwei Jahre später stiegen die russischen Luftschiffer schon zum hundertsten Mal auf.

Der Luftballon hilft auch heute noch, die Atmosphäre zu erkunden. Er kann in der Luft „schwimmen“ und rast nicht mit großer Geschwindigkeit dahin, wie zum Beispiel das Flugzeug. Dadurch wird es möglich, die Eigenschaften der Luftmassen zu untersuchen, Luftströmungen und andere Erscheinungen in der Atmosphäre zu beobachten, die für die Meteorologen wissenswert sind.

Die Mehrzahl der internationalen Rekorde an Flugdauer und Flugweite von Luftballonen haben die Piloten unseres Landes erobert.

Im Oktober 1950 haben unsere Luftschiffer einen bedeutsamen Flug mit einem Luftballon von Moskau nach Kasachstan ausgeführt, wobei sie 83 Stunden und 29 Minuten in der Luft waren.

Mit Substratostaten-Luftballons, die für die Aufstiege in große Höhen besonders eingerichtet sind – sind unsere Luftschiffer in offener Gondel bis zur Grenze der Stratosphäre aufgestiegen.

Im April 1949 stieg der Ballon „SSSR WR-79“ auf eine Höhe von 11668 Metern und übertraf damit den internationalen Rekord. Über diesen Flug erzählt der Pilot A. F. Krikun:

„Im Ballon „SSSR WR-79“ stiegen zwei Männer auf: der Führer P. P. Polosuchin und ich. Früher war ein Ballon dieser Art nie über eine Höhe von 10853 Metern hinausgekommen. Diesen Rekord hielten polnische Luftschiffer, und wir hatten uns vorgenommen, ihn zu brechen.

Am frühen Morgen kam ich mit meinem Kameraden Polosuchin auf das Flugfeld des Zentralen Aerologischen Observatoriums. Der Morgen war sonnig und klar. Über dem Felde schwebte unser Ballon. Seine mit Wasserstoff gefüllte Hülle glänzte in der Sonne.

Bald sind Apparate und Ballonhülle überprüft, die letzten Vorbereitungen beendet. Polosuchin und ich nehmen unsere Plätze in der Gondel ein.

5 Uhr 28 Minuten. Der Ballon beginnt zu steigen.

Wir steigen immer höher und höher. Die Wolken schwimmen über uns, bald aber sind sie schon unter uns. Die Temperatur sinkt merklich.

Wir haben die ersten drei Kilometer unter uns. Der Luftdruck hat sich vermindert, es wird uns schwer zu atmen. Wir legen die Sauerstoffmasken an. Und der Ballon steigt immer höher und höher. Es wird kalt. Ich sehe in den Himmel – er ist dunkelblau.

In der Höhe von 9200 Metern hört der Ballon auf zu steigen. Um noch höher zu steigen, muß er erleichtert werden. Wir fangen an, den mitgenommenen Ballast abzuwerfen. Der Ballon steigt wieder: er ist wieder leichter als die Luft. Das Thermometer zeigt 56° unter Null. Weiter fällt die Temperatur nicht mehr. Also sind wir in der Stratosphäre.

Um sieben Uhr früh zeigten die Apparate an, daß wir uns in einer Höhe von rund 11700 Metern befanden.

Wir beschlossen, abzusteigen. Dazu ließen wir mit Hilfe eines besonderen Ventils einen Teil des Gases aus der Hülle ab. Unser Ballon verkleinerte sich, sein Gewicht wurde größer als das Gewicht der von ihm verdrängten Luft, und der Ballon fing an zu sinken.“

Den sowjetischen Luftschiffern sind die Aufstiege in offener Gondel auf große Höhen zur Gewohnheit geworden.

Besonders ausgerüstete große Luftballone mit luftdicht verschlossenen Gondeln – die Stratostatenballone oder Stratostate – sind noch höher gestiegen.

Die Idee des Stratostaten stammt von Dmitri Iwanowitsch Mendelejew. Er hat das Projekt eines Luftballons ausgearbeitet, der „die Möglichkeit bietet, sich ohne Gefahr in großen Höhen der Atmosphäre aufzuhalten“.

„Man muß“, sagte Mendelejew, „an dem Aerostaten einen hermetisch verschlossenen... Apparat anbringen zur Aufnahme des Beobachters, der mit Druckluft versorgt wird und ohne Gefahr für sich selbst Beobachtungen ausführen und den Ballon steuern kann.“

Diese bemerkenswerte Idee Mendelejews wurde ein halbes Jahrhundert später verwirklicht.

Warum müssen die Stratonauten in hermetisch verschlossener, das heißt keine Luft durchlassender Gondel fliegen? Der Mensch kann in der verdünnten Luft der Stratosphäre nicht leben. Wenn die Höhenflieger in Höhen über vier Kilometer kommen, legen sie eine Maske an. In diese Maske wird Sauerstoff für die Atmung eingeführt. Je höher sie aufsteigen, um so schwerer wird es, den niedrigen Luftdruck auszuhalten. Nur besonders widerstandsfähige, trainierte Flieger können in einer offenen Gondel auf eine Höhe von etwa 14 Kilometern aufsteigen.

Der Held der Sowjetunion, der Flieger Wladimir Kokkinaki, der bis 14,5 Kilometer aufgestiegen war, erzählt:

„Ich besitze ungewöhnliche physische Eigenschaften und bin sehr gut trainiert. Selbst unter der geringen Zahl von Fliegern, die in große Höhen aufsteigen, bin ich eine Ausnahme, und die Ärzte nehmen an, daß ich die größte Höhe erreicht habe, die der Mensch überhaupt erreichen kann. Der Flieger Donati, der vor mir den Weltrekord aufgestellt hatte, verlor beim Abstieg das Bewußtsein und kam erst in der Höhe von 5000 Metern wieder zu sich. Er landete, stieg aus, und als er sich überzeugt hatte, daß der Flug beendet war, verlor er von neuem das Bewußtsein.“

Höher als auf 12 bis 13 Kilometer kann man auch mit Sauerstoffgerät nicht aufsteigen. Der geringe Luftdruck stört die gesamte Funktion des Organismus – und der Mensch kommt unweigerlich um.

Um noch höher aufzusteigen, muß der Mensch in einer verschlossenen Gondel untergebracht sein, in welcher der erforderliche Luftdruck künstlich aufrechterhalten wird.

Es wurde folgender Versuch gemacht: zwei Menschen wurden in einer kleinen Kammer untergebracht, die ebenso wie die Gondel eines Stratostaten von der Außenwelt abgeschnitten war. Nach drei Stunden wurde es ihnen schwer zu atmen – der Sauerstoff wurde knapp, die von den Lungen ausgeatmete Kohlensäure hatte die Luft vergiftet. Ein wenig später wären die Menschen erstickt. Die Luft in der Kammer war feucht geworden von den ausgeatmeten Wasserdämpfen und der Feuchtigkeit, die von der Hautoberfläche ausgeschieden wird.

Damit die Menschen sich in der Stratosphäre aufhalten können, werden in der Gondel des Stratostaten Apparate aufgestellt, welche die Besatzung mit Sauerstoff versorgen, die Luft von der ausgeatmeten Kohlensäure reinigen und die überschüssige Feuchtigkeit aufsaugen.

Luftdichte Gondeln, Kabinen, werden nicht nur an

Stratostaten angebracht, auch Höhenflugzeuge werden damit ausgerüstet.

Die kugelförmige Kabine des Stratostaten hat runde Fenster, Bullaugen, und Einsteigeluken.

Werfen wir durch eine Luke einen Blick in das Innere der Kabine, so sehen wir ein kleines, kugelrundes Zimmerchen. An den Wänden sind Tische mit zahlreichen Apparaten und einer Radio-Sende- und -Empfangsstation angebracht. Vor den Tischen befinden sich gepolsterte Klappstühle.

Außen ist die Kabine in einen „Pelz“ gehüllt; sie ist in eine Doppelhülle aus Hirschfell und darüber Leinwand eingenäht und gestrichen.

Damit Apparate und Besatzung beim Aufsetzen auf den Boden bei der Landung nicht leiden, hat die Kabine unten einen federnden Unterbau aus Weidenruten. Dadurch wird der Stoß bei der Landung gemildert.

Die Kabine wird durch eine besondere Aufhängevorrichtung an der Hülle des Stratostaten befestigt.

Die Anhängenvorrichtung hat wieder eine besondere Einrichtung, die es ermöglicht, die Kabine bei einer Beschädigung der Hülle sofort vom Stratostaten zu lösen. Für diesen Fall ist die Kabine mit einem Fallschirm versehen.

Die Hülle des Stratostaten wie auch jedes anderen Ballons, wird aus gummiertem Stoff hergestellt und mit Wasserstoff oder Helium gefüllt. Da beim Aufstieg in große Höhen der Luftdruck stark abnimmt, dehnt sich der Wasserstoff in der Hülle aus. Die Hülle des Stratostaten wird deshalb nicht ganz gefüllt, sondern nur bis zu einem gewissen Teil ihres Rauminhaltes. Am Boden hat sie das Aussehen einer Birne, weil sich das leichte Gas in ihrem oberen Teil sammelt, während sie beim Aufstieg allmählich Kugelform annimmt. Das in der Hülle enthaltene Gas wiegt weniger als die von dem Stratostaten verdrängte Luft (ein Kubikmeter Luft an der Erdober-

fläche wiegt 1,29 Kilogramm, die gleiche Menge Wasserstoff 0,09 Kilogramm). Es entsteht eine Auftriebskraft gleich dem Gewichtsunterschied zwischen der verdrängten Luftmenge und dem Gasgewicht der Hülle. Deshalb erhebt sich der Stratostat in die Luft.

Solange der Stratostat noch nicht die Kugelform angenommen hat, ist seine Auftriebskraft beständig. Nachdem das Gas sich ausgedehnt und die Hülle ganz gefüllt hat, beginnt das überschüssige Gas durch einen Schlauch, den Appendix, nach außen zu entweichen. Andernfalls würde die Hülle platzen. Beim Austritt des Gases verringert sich die Auftriebskraft schnell und erreicht sehr bald das Gewicht des Stratostaten. Dann müßte der Stratostat eigentlich stehenbleiben, „ins Gleichgewicht kommen“. Aber durch den „Anlauf“ steigt er noch etwas höher. Das Gas tritt weiter aus dem Appendix aus, und die Hubkraft wird jetzt kleiner als das Gewicht des Stratostaten. Es beginnt der Abstieg. In diesem Augenblick werfen die Stratonauten einen bestimmten Teil des Ballastes ab, der Stratostat kommt wieder ins Gleichgewicht und kann dann ziemlich lange in ungefähr gleicher Höhe bleiben.

Die größte Höhe, auf die ein Stratostat steigen kann, beträgt 30 Kilometer.

Um noch höher aufzusteigen, wäre eine Hülle von so großen Abmessungen nötig, daß man für sie kein ausreichend haltbares und zugleich leichtes Material finden kann. Außerdem wäre der Start eines solchen Stratostaten mit unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden, denn beim Start wäre selbst der allerschwächste Wind gefährlich. Und der übergroße Stratostat würde sich bis zu einer Höhe ausdehnen, in der immer Wind herrscht.

Die Besatzung steuert den Flug des Stratostaten – ändert die Geschwindigkeit des Abstieges und des Aufstieges durch Abwerfen von Ballast. Der Ballast besteht

aus Schrot in Säckchen, die unter der Gondel hängen. Durch eine besondere Vorrichtung werden diese Säckchen umgedreht, und das Schrot wird ausgeschüttet. Die mit Schrot gefüllten Beutel kann man nicht abwerfen, weil sie am Boden Schaden anrichten könnten.

Wenn die Stratonauten absteigen wollen, öffnen sie für einige Sekunden ein an der Hülle angebrachtes Auslaßventil und lassen einen Teil des Gases entweichen.

Der Start eines Stratostaten und die Steuerung seines Fluges ist eine schwierige Sache, die große Meisterschaft erfordert.

Wenn die Hülle mit Gas gefüllt wird, zieht sie sich zu einer gigantischen Birne von 75 bis 100 Metern Höhe auseinander. Im Vergleich zu ihr erscheint die Gondel winzig klein. Für den Riesen-Stratostaten ist, wie wir schon gesagt haben, der geringste Wind beim Start gefährlich, der aber oben fast immer vorhanden ist, selbst wenn am Boden völlige Windstille herrscht. Der Stratostat kann nur gestartet werden, wenn fast keine Windbewegung vorhanden ist.

Aber nun hat sich der Stratostat vom Boden gelöst. Er steigt leicht und gleichmäßig, und in seiner Gondel beginnt eine angestrengte Arbeit. Die Luken werden geschlossen, und die Stratonauten leben jetzt in einer engen, kleinen Welt, die von der Wandung der Kabine begrenzt wird. Man könnte meinen, sie seien von der ganzen Welt abgeschnitten, aber sie sind nicht einsam. Das Radio bringt die Stimmen von der Erde zu ihnen und verbreitet in der ganzen Welt die Nachrichten von den Stratonauten aus Höhen über den Wolken. Weit unter sich sehen sie die Erde und Wolken, und über sich den Himmel, der beim Aufstieg vor ihren Augen immer dunkler wird. Sie regeln den Flug, halten Verbindung mit der Erde und beobachten die Apparate.

Tapfere sowjetische Luftschiffer haben Sturmangriffe

auf die Stratosphäre unternommen. Im Jahre 1933 stieg der erste Sowjet-Stratostat auf.

Dieser Stratostat war gebaut in sowjetischen Werken, Instituten und Laboratorien, aus sowjetischem Material und von den Händen sowjetischer Arbeiter und Ingenieure.

Die Erbauer hatten sehr viele Schwierigkeiten zu überwinden.

Die Kabine mußte dauerhaft, leicht und luftdicht sein. An ihrem Gerüst aus Metallröhren wurde außen die Verkleidung angebracht, die aus dünnen Metallblechen genietet war. Die dünnen Bleche und die Rohre mußten so verbunden werden, daß nicht der geringste Luftverlust auftreten konnte, es mußte ein sicheres Dichtungsmittel für die Metallnähte gefunden werden – diese und viele andere schwierige Aufgaben waren hier zu lösen.

Die Hülle des Stratostaten wurde aus einem dauerhaften gummierten Stoff angefertigt. Es war nicht leicht, einen solchen Stoff herzustellen. Er durfte kein Gas durchlassen, mußte während des Fluges Temperaturschwankungen und der Einwirkung der ultravioletten Sonnenstrahlen standhalten und so leicht wie nur irgend möglich sein.

Die sowjetischen Ingenieure und Arbeiter stellten einen hochwertigen Stoff her – leicht, dauerhaft und unempfindlich gegen die Sonnenstrahlung. Die Hülle aus diesem Stoff, die etwa 25000 Kubikmeter Gas aufnehmen konnte, wog nur 950 Kilogramm.

Die Hülle des Stratosphärenballons des belgischen Professors Piccard, der auf eine Höhe von etwa 16 Kilometern aufstieg, war sehr viel schwerer.

Der Höhenrekord Piccards wurde sehr bald von sowjetischen Stratonauten geschlagen.

Die Ingenieurin E. N. Kusina, die sich mit der Herstellung des Hüllenstoffes für den Stratostaten befaßte, erzählte:

„Es war uns nicht bekannt, welche Bedingungen unser Stoff in der Stratosphäre antreffen würde. Der Stoff mußte nach den verschiedensten Verfahren geprüft werden, damit man sich auf ihn verlassen konnte. Wir untersuchten ihn mit Röntgenstrahlen, bei verschiedenen Temperaturen, auf die Wirkung ultravioletter Strahlen usw. Alle Prüfungen hat der Stoff glänzend bestanden.“

Oft genug stießen die Erbauer des Stratostaten auf Fragen, auf die ihnen niemand zu antworten wußte. Die Antwort konnten nur die Versuche geben.

Für die Beobachtungen in der Atmosphäre haben die sowjetischen Gelehrten viele neue Apparate geschaffen.

Den Stratonauten stand es bevor, in Höhen aufzusteigen, in denen es fast keine Luft gibt und die Kälte der Stratosphäre und die blendenden Strahlen der Sonne herrschen.

In dem hermetisch verschlossenen kleinen Kugelzimmerchen mußten sie einige Stunden leben.

Die sowjetischen Ingenieure schufen leichte und zuverlässige Apparate, welche die Luft in der Gondel reinigten und die Stratonauten mit Sauerstoff versorgten.

Ein kleiner, von einem winzigen Elektromotor angetriebener Ventilator saugte die Luft an und preßte sie durch Filterpatronen mit chemischen Stoffen, die Kohlensäure und Feuchtigkeit aufnahmen.

Für die Atmung könnte man Sauerstoff in Flaschen mitnehmen. Aber die Flaschen mit komprimiertem Sauerstoff haben ein hohes Gewicht. Die Stratonauten erhielten deshalb einen Vorrat von flüssigem Sauerstoff. Ein Liter flüssigen Sauerstoffes gibt über 800 Liter gasförmigen Sauerstoff. Und die ganze Anlage mit dem flüssigen Sauerstoff war sehr viel leichter als ein entsprechender Vorrat an gasförmigem Sauerstoff in Flaschen.

Man sollte meinen, es gäbe nichts einfacheres, als den Anstrich der Gondel und der Hülle. Aber auch das war

nicht so einfach. Schmutziger Schnee taut schneller als reiner, weißer Schnee. Von einer weißen Fläche werden die Sonnenstrahlen zurückgeworfen, während eine schwarze Fläche sie aufsaugt und sich dadurch erwärmt. In einer schwarzen Kabine würde tropische Hitze herrschen, in einer weißen – arktische Kälte.

Wie sollte man also die Kabine streichen?

Der belgische Stratonaut Piccard ließ eine Hälfte der Gondel seines Stratostaten schwarz, die andere weiß streichen. Ein kleiner Propeller, der von einem Elektromotor in Drehung versetzt wurde, sollte die Gondel bald nach der einen, bald nach der anderen Seite drehen, damit es weder übermäßig kalt noch übermäßig warm sein sollte.

Aber während des Fluges versagte der Motor, und die Gondel war lange Zeit mit der weißen und später mit der schwarzen Seite der Sonne zugekehrt. Piccard litt erst stark unter der Kälte und dann unter der Hitze.

Die Kabine des sowjetischen Stratostaten wurde blau angestrichen.

Kabine, Hülle und Apparate wurden am Boden sorgfältig geprüft. Die Teilnehmer des Fluges trainierten in der Barokammer – einem luftdicht verschlossenen Zimmer, aus dem die Luft abgesaugt wird. Darin gewöhnten sie sich an den verminderten Luftdruck, für den Fall, daß die Gondel plötzlich undicht werden könnte. Sie verbrachten viele Stunden in der verschlossenen Kabine, probierten alle Handgriffe für den bevorstehenden Aufstieg aus, prüften die Apparate und Instrumente.

Es wurden alle „Kleinigkeiten“ vorgesehen, einschließlich der Kleidung und Beköstigung der Besatzung und des besonders zubereiteten Gebäcks.

Alles war bereit für den Aufstieg.

Im Herbst 1933 war die Aufmerksamkeit der ganzen Welt auf den Moskauer Flugplatz gerichtet, von dem aus der sowjetische Stratostat aufsteigen sollte.

Man wartete auf günstiges, windstilles Wetter.

In der Nacht des 23. September wuchs in den Strahlen der Scheinwerfer allmählich die Birne des Stratostaten empor.

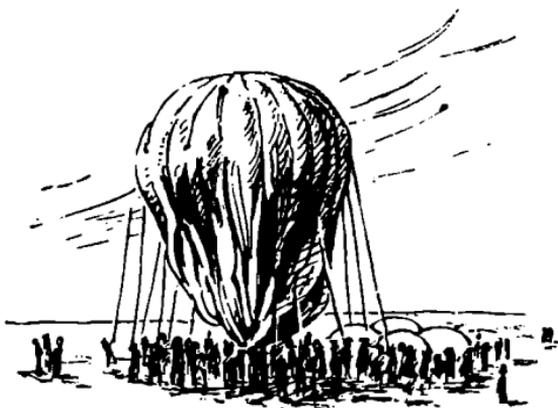
Die Kabine war an der Hülle befestigt. An dem blauen Ballon leuchteten die Buchstaben „SSSR“ und der rote Stern.

Die letzten Vorbereitungen wurden beendet.

Aber es hatte sich ein dichter Nebel auf die Erde gesenkt. Man mußte den Morgen abwarten.

Plötzlich bemerkte man, daß der Appendix – der Schlauch, durch den beim Aufstieg das Gas aus der Hülle entweicht – von einem Seil eingeschnürt war. Der Appendix befindet sich unterhalb der Hülle. Aber da die riesige Birne des Stratostaten sich schon ausgedehnt und über dem Boden erhoben hatte, vorläufig noch von den Haltetauen festgehalten, so befand sich der Appendix in großer Höhe. Keine Feuerwehreiter konnte ihn mehr erreichen.

Und da kletterte der Rotarmist vom Startkommando Fedor Terestschenko an einem dünnen Seil in schwindelnde Höhe hinauf und löste den Knoten. Wäre der



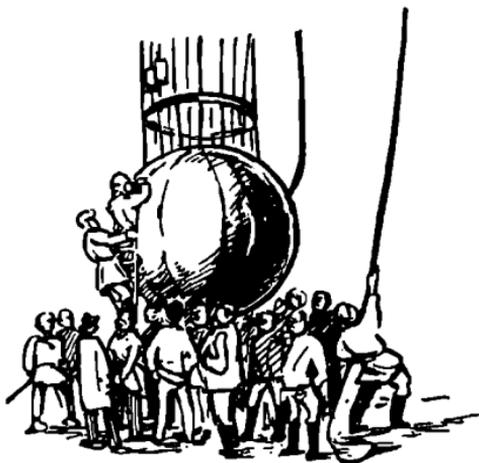
Füllen der Hülle des Stratostaten

Stratostat mit dem zugeschnürten Appendix aufgestiegen, so wäre er unweigerlich vom Gasdruck zerrissen worden.

Alles in Ordnung! Die Stratonauten hatten ihre Plätze eingenommen. Aber der Nebel ließ nicht nach, die Hülle war naß geworden, und der Start mußte verschoben werden... Die Hülle wurde entleert und die Gondel in die Halle gebracht.

Es vergingen einige Tage. Es trat ruhiges, klares Wetter ein.

In der Nacht zum 30. September 1933 begann man wieder, die Hülle mit Gas zu füllen. Wieder schwoh die silberschimmernde Ballonhülle allmählich an und erhob sich zum Himmel.



Die Stratonauten besteigen die Gondel

Es dämmerte. Die Füllung des Ballons war beendet, die Gondel angebracht, die Geräte waren angehängt und plombiert.

Mit Hilfe kleiner Springballone wurde die Hülle zum letztenmal besichtigt. Gegenüber dem Riesenstrato-

state wirkteun die Springballone wie Kinder-Luftballone.

Die Teilnehmer am Aufstieg des ersten sowjetischen Stratostaten, Prokofjew, Birnbaum und Godunow, stiegen in die Kabine.

Der Stratostat erhob sich gleichmäßig in die Höhe. Das Thermometer zeigte ein schnelles Sinken der Lufttemperatur: nach wenigen Minuten fiel sie auf Null Grad und sank immer weiter bis auf 67° unter Null in der größten Höhe.

Die Radiostation des Stratostaten arbeitete einwandfrei. Fünf Minuten nach dem Start traf der erste Funkpruch der Stratonauten ein.

In der Gondel wurde es immer wärmer. Das Eis, das sich zuerst an den Bullaugen gebildet hatte, taute rasch ab und bildete sich nicht wieder. Die Stratonauten zogen ihre Lederjacken aus und öffneten ihre gestrickten wollenen Kombinationen. Sehr zustatten kamen ihnen die mitgenommenen Weintrauben, Kakao, Tee und Wasser.

Ein Teilnehmer des Aufstieges erzählt von seinen Eindrücken:

„... Schnell und leicht trennen wir uns von der Erde... Wir fliegen. Birnbaum beginnt, das Radio abzustimmen. Prokofjew und Godunow konzentrieren ihre Aufmerksamkeit auf den Aufstieg: Höhe 2000 Meter.

Ein kurzes Kommando:

„Luken schließen!“

„Luken geschlossen“, meldet Godunow.

In der Kabine herrscht Stille ... Nur das Rascheln der Hülle und die Apparate lassen erkennen, daß wir fliegen und gleichmäßig steigen. Alles ist in Ordnung.

... Höhe 6000 Meter. Die Sicht ist ausgezeichnet.

Die Hülle des Stratostaten schickt sich allmählich an, Kugelform anzunehmen.

...Höhe 16800 Meter. Wir gratulieren einander: der Höhenrekord Professor Piccards ist geschlagen!

Jeder von uns fühlt die Feierlichkeit dieses Augenblickes.

Aber wir haben keine Zeit, wir sind von unseren Beobachtungen in Anspruch genommen...

Durch die obere Luke konnten wir deutlich sehen, wie unser Stratostat Kugelform annahm. Ein schöner, unvergeßlicher Anblick!

Der Tag war wunderbar sonnig und günstig, so daß man die Erde gut sehen konnte. Nach allen Seiten eröffnete sich uns auf Dutzende von Kilometern ein herrliches Panorama. Unter uns breitete sich in wundervoller Pracht das Stadtbild von Moskau. Die Straßen, Eisenbahnen, gewundene Flußläufe, Seen – alles das bildete ein herrliches Bild.

...Höhe 18100 Meter. In der Kabine ist es still, man hört nur das Geräusch der Anlage, die die Kohlensäure verzehrt, und ein leises Pfeifen des austretenden flüssigen Sauerstoffes.

Plötzlich hört man ein neues, leises Geräusch.

Das Quecksilber in den Barometern springt auf und ab...

Was ist das? Steigen wir ab?

Nein! Der Aufstieg geht langsam weiter. Also ist alles gut. Wir untersuchen sorgfältig die Apparate... Es stellt sich heraus, daß an einem Apparat ein Glas gesprungen ist. Wir atmen erleichtert auf. Die Störung wird rasch beseitigt. Die Apparate arbeiten wieder normal.

Auf der Suche nach der Ursache des Geräusches haben wir Hunger bekommen. Eine Tafel Schokolade, etwas Weintrauben und einige Schluck Wasser – und wir gehen wieder an die Arbeit.

Beim Aufstieg wechseln die Farbtöne des Himmels sehr schnell. Als wir die Grenzhöhe erreicht hatten, war der

Himmel dunkelviolett. Das war so schön, daß man unwillkürlich den Wunsch verspürte, so hoch wie nur möglich zu steigen...“

Um 12 Uhr 50 Minuten meldeten die Stratonauten durch das Radio: „ZK KP (B) – Genosse Stalin. Kriegsrat – Genosse Woroschilow. Volkskommissariat – Genosse Molotow. Die Besatzung des ersten Sowjet-Stratostaten hat die ihr gestellte Aufgabe erfolgreich erfüllt und meldet den Aufstieg des Stratostaten ‚SSSR‘ auf eine Höhe von 19000 Metern.“

In der Grenzhöhe hielten sich die Stratonauten 2 Stunden 40 Minuten lang auf. Hier wurden Beobachtungen von ganz besonderer Wichtigkeit ausgeführt. Um fünf Uhr nachmittags landete der Stratostat wohlbehalten in der Nähe von Kolomna.

Von allen Seiten liefen die Menschen zusammen. Die kühnen Helden wurden zu ihrem Siege beglückwünscht.

„Wir landeten so glücklich“, erzählten die Stratonauten, „daß die Gondel nicht einmal eine Beule oder auch nur eine Schramme erhielt. Sie setzte sich sanft auf den Dämpfer... Wir stiegen aus, zufrieden und stolz im Bewußtsein der erfüllten Pflicht.“

Der Stratostat „SSSR“ hatte einen Welthöhenrekord aufgestellt und den Rekord des belgischen Stratonauten, Professor Piccards, weit überboten.

Die wissenschaftlichen Ergebnisse des Fluges waren von außerordentlichem Interesse.

Die Stratonauten hatten eine Luftprobe in der Höhe von 18,5 Kilometern entnommen. Es zeigte sich, daß die Zusammensetzung der Luft dort im großen ganzen die gleiche ist, wie an der Erdoberfläche. So haben zum erstenmal Menschen in einem Luftballon eine Probe der Stratosphärenluft entnommen.

Die Apparate zeigten an, daß die Luftfeuchtigkeit mit zunehmender Höhe stark abnimmt. In der Höhe von

18,5 Kilometern war sie mit keinen Mitteln mehr festzustellen.

Der Stratostat hatte die Prüfung des schweren Fluges ausgezeichnet bestanden. Die Besatzung brauchte die mitgenommenen Sauerstoff-Hilfsgeräte nicht zu benutzen – die Gondel blieb vollständig luftdicht. Auch die Ballonhülle hatte sich gut bewährt; sie widerstand gut den Sonnenstrahlen und der Kälte in der Stratosphäre und blieb gasdicht. Alle Apparate arbeiteten einwandfrei.

Die Genossen Stalin, Molotow, Woroschilow und Kaganowitsch schrieben an die Besatzung des Stratostaten „SSSR“:

„Wir gratulieren den unübertroffenen Helden der Stratosphäre zu der glänzenden Ausführung des Auftrages der Sowjetmacht.

Gemeinsam mit den Arbeitern und Konstrukteuren, die den Stratostaten schufen, und den Organisatoren des Fluges habt ihr neue glänzende Seiten in die Geschichte der Sowjet-Aviatik und der Erforschung der Stratosphäre eingetragen. Eure selbstlose und erfolgreiche Arbeit hat die neuen Errungenschaften der Sowjet-Technik deutlich offenbart.“

Die Teilnehmer des heldenhaften Fluges und die Erbauer des Stratostaten wurden mit Orden ausgezeichnet.

Im Ausland hatte man nicht geglaubt, daß die Russen Erfolg haben würden. Als der Stratostat im Bau war, schrieben die ausländischen Zeitungen, der Bau würde nicht gelingen. Als er fertig war, beeilten sie sich, zu behaupten, er würde nicht aufsteigen können. Als der Start wegen des ungünstigen Wetters verschoben werden mußte, schrieben sie, der Stratostat sei zerstört. Aber nach dem erfolgreichen Flug war die ausländische Presse gezwungen, den glänzenden Sieg der sowjetischen Stratonauten anzuerkennen. Die amerikanische Zeitung „New York Herald Tribune“ schrieb: „Dieser Erfolg ist vom

wissenschaftlichen Standpunkt aus geschichtlich, und die Sowjetwissenschaft ist voll und ganz berechtigt, stolz auf ihn zu sein.“

Am 30. Januar 1934 unternahm ein neuer sowjetischer Stratostat „Osoawiachim“ einen Aufstieg in die Stratosphäre.

Auf 22 Kilometer erhoben sich in die Stratosphäre die heldenhaften Sowjet-Stratonauten Pawel Feodorowitsch Fedossenko, Andrei Bogdanowitsch Wassenko und Ilja Dawydowitsch Usyskin

Der Aufstieg ging glatt vonstatten. Aus der Höhe von 19000 Metern sandte die Besatzung den Funkspruch: „Wir greifen den zwanzigsten Kilometer an... Gruß aus 19000 Metern dem ZK der Partei mit Genossen Stalin an der Spitze.“

Um 11 Uhr 59 Minuten teilte die Besatzung mit, daß sie eine Höhe von 20600 Metern erreicht habe.

Dann brach die Verbindung ab.

Gegen Abend kam die Nachricht, daß die zerschlagene Gondel aufgefunden sei. Die kühne Besatzung war umgekommen.

Es stellte sich heraus, daß der Stratostat sich zu schnell gesenkt hatte, die Seile, welche die Gondel mit der Hülle verbanden, gerissen waren und die Gondel abgestürzt war.

Die erhalten gebliebenen Aufzeichnungen der Apparate zeigten, daß der Stratostat die Höhe von 22 Kilometern erreicht hatte.

Der Weltrekord der sowjetischen Stratostaten wurde bis heute nicht überboten.

Die Amerikaner haben es versucht, indem sie einen riesigen Stratostat bauten – viermal größer als der „Osoawiachim“. Aber auch dieser Riese konnte den sowjetischen Weltrekord nicht brechen.

Die Helden der Stratosphäre, die selbstlos bis zu ihrem

Untergang die wissenschaftlichen Beobachtungen durchführten, wurden nach ihrem Tode mit dem Leninorden ausgezeichnet und in der Kreml-Mauer beigesetzt.

Diese Katastrophe hat die sowjetischen Stratosphärenforscher nicht abgeschreckt.

Der Angriff auf die großen Höhen ging weiter.

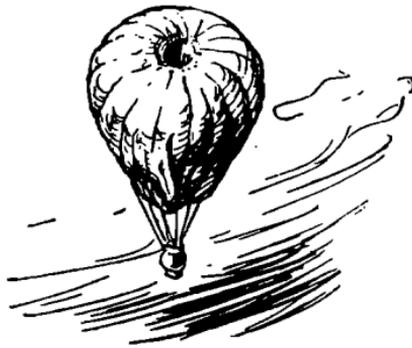
Nach zwei Jahren stieg der Stratostat „SSSR-I-bis“ auf eine Höhe von 16 Kilometern zur Erforschung der kosmischen Strahlen.

Die sowjetischen Konstrukteure suchten einen Weg, um den Abstieg des Stratostaten ungefährlich zu machen.

Im Jahre 1939 führte der Stratostat „SSSR WP-60“ einen Flug bis zu einer Höhe von ungefähr 17 Kilometern aus.

Es war dies kein gewöhnlicher Stratostat, sondern ein Stratostat-Fallschirm.

Beim Abstieg verwandelte sich dieser Stratostat in einen riesigen Fallschirm. Der untere Teil der Hülle wurde durch Gummischnüre in den oberen Teil eingezogen. Die Hülle nahm so die Form einer Kuppel an und wirkte als Fallschirm.



Der Stratostat als Fallschirm

In die Hülle war ein durchgehendes Rohr eingesetzt. Durch dieses Rohr ging die Luft hindurch, ebenso wie

durch die Öffnung in der oberen Fläche eines Fallschirmes, wodurch der Fallschirm stabiler wird.

Die ersten Stratonauten konnten den Himmel über sich nicht sehen. Er wurde von der riesigen Kugel über der Gondel verdeckt. Im Stratostat-Fallschirm sahen die Luftschiffer den Himmel im Zenit.

In der Höhe von 15 Kilometern haben die Stratonauten zum erstenmal den Himmel der Stratosphäre im Zenit, unmittelbar über sich, photographiert. Und in der Höhe von 8 Kilometern verwandelte sich die Hülle in einen riesigen Fallschirm, der die Gondel zur Erde brachte.

Um diese Zeit sah einer der Besatzungsmitglieder durch das Bullauge und erblickte statt der Ballonhülle ein Feuermeer. Beim Abstieg war an der Hülle ein elektrischer Funke entstanden, der Wasserstoff flammte auf, und die Hülle verbrannte sofort. Die Kabine fiel mit großer Geschwindigkeit. Die Besatzung öffnete die Luke und sprang mit Fallschirmen ab. Nur der Führer des Stratostaten blieb in der fallenden Kabine, um den Ballast abzuwerfen und dadurch das Aufschlagen der Gondel zu mildern. Die Erde näherte sich schnell. Die Kabine durchdrang die Wolken. Von der Erde aus sahen die Menschen, wie eine große, blaue Kugel mit großem Geräusch aus den Wolken geflogen kam und ein Mensch aus ihr heraussprang. Über ihm öffnete sich die seidene Kuppel seines Fallschirmes.

Dank der Tapferkeit der Besatzung blieben die Ergebnisse der wertvollen Beobachtungen erhalten.

Die neue Konstruktion hatte sich voll und ganz bewährt. Nur ein Zufall verhinderte es, den Flug glücklich zu beenden.

Um einen gefahrlosen Abstieg zu gewährleisten, ist vorgeschlagen worden, statt der Gondel ein Segelflugzeug mit luftdichter Kabine an die Ballonhülle zu hängen. Beim Abstieg müßte es vom Ballon gelöst werden und im

Gleitflug landen. Die sowjetischen Luftschiffer haben als erste in der Welt das Modell eines solchen Stratosphären-Segelflugzeuges ausprobiert.

Nicht nur Stratostate sind in die Stratosphäre aufgestiegen. Auch Flugzeuge sind bis in die Stratosphäre vorgedrungen. Die sowjetischen Höhenflieger W. Kokkinaki, A. Jumaschew und andere haben eine Reihe internationaler Rekorde aufgestellt.

Genosse Stalin hat von den Sowjetfliegern gesagt: „Ein Flieger ist konzentrierter Wille, Charakter und Wagnis.

Aber Kühnheit und Wagemut sind nur die eine Seite des Heldentums. Die andere, nicht weniger wichtige, ist das Können. Man sagt, dem Mutigen gehöre die Welt. Aber nur dann, wenn die Kühnheit, der Wagemut, die Bereitschaft zum Risiko sich mit hervorragendem Wissen verbinden.“

Entflammt durch Genossen Stalin, haben unsere Flieger einen internationalen Rekord nach dem anderen erkämpft.

Am 20. November 1935 stieg der Höhenflieger W. Kokkinaki nach sorgfältiger Vorbereitung und einer Reihe von Übungsflügen in großen Höhen auf die Rekordhöhe von 13000 Metern auf. Er wiederholte den Flug am nächsten Tage, am 21. November, und erreichte die Höhe von 14575 Metern, womit er einen internationalen Rekord aufstellte.

Wladimir Kokkinaki erzählt über seinen bemerkenswerten Rekord:

„Das Fliegen war schwer. Die Anstrengung des vorherigen Fluges machte sich etwas bemerkbar, die Sonne blendete stark, der Wind schnitt in die Augen. Bei einem meiner letzten Flüge hatten sich meine Brillengläser mit Eis überzogen, und ich hatte mich entschlossen, künftig ohne Schutzbrille zu fliegen. Die Tragflächen des Flugzeuges und meine Kombination vereisten allmählich.

Vom zwölften Kilometer angefangen, mußten jede hundert Meter mit Mühe erkämpft werden. Ich fühlte, daß ich zu wenig Luft bekam. Obwohl das Sauerstoffgerät einwandfrei arbeitete, genügte das in der Stratosphäre nicht mehr. Sowie man einatmet, fühlt man deutlich, daß die Versorgung durch das Gerät allein dem Organismus nicht genügt. Jede noch so kleine Bewegung erforderte große Anstrengung.

Der Zeiger des Höhenmessers stieg immer weiter. Das gefiel mir, und ich fühlte, daß aus dem Motor noch mehr herauszuholen war. Ich brachte es auf 14 Kilometer. Der Gedanke blitzte auf, daß Donati nur ein paar hundert Meter über 14 Kilometer gekommen war. Ich beschloß, ihn einzuholen.

Das Thermometer zeigte auf den letzten zwei Kilometern bis zur Spitzenhöhe unverändert 60° unter Null an. Also war das Flugzeug schon längst in der Stratosphäre.

Mit großer Anstrengung drückte ich das Flugzeug nach oben. Und da hört der Zeiger des Höhenmessers auf zu steigen. Mehrmals mache ich den Versuch, wenigstens noch etwas zu steigen, aber das Flugzeug sackt jedesmal wieder ab.

Nachdem ich mich etwa zehn Minuten in der „Spitze“ aufgehalten hatte, begann ich mit dem Abstieg. Ich hatte fast keinen Tropfen Benzin mehr, ich stellte den Motor ab und setzte zu einem steilen, fast senkrechten Gleitflug an.“

Kokkinaki überbot den Rekord des italienischen Fliegers Donati. Dabei ist zu beachten, daß Donati ein Flugzeug benutzt hatte, daß für den Rekord-Höhenflug besonders gebaut und ausgerüstet war. Er benutzte einen Spezial-Sauerstoffapparat. Und trotzdem verlor er während des Fluges das Bewußtsein und konnte das Flugzeug nur mit Mühe zum Landen bringen.

Kokkinaki eroberte den internationalen Höhenrekord auf einer Serienmaschine und führte den Flug in hervorragender Weise durch. Der amerikanische Flieger W. Post hatte zweimal versucht, den Rekord Donatis zu brechen. Aber es gelang ihm nicht. Der sowjetische Flieger hat einen hervorragenden Erfolg erzielt und ein Beispiel von Heldentum in der Eroberung der Stratosphäre gezeigt.

In der Tabelle der internationalen Flugrekorde sind sechs Sparten für Höhenrekorde vorgesehen mit verschiedenen Belastungen des Flugzeuges.

Die Sowjetflieger haben im Laufe weniger Monate alle diese Höhenrekorde an sich gebracht.

Der große Führer des Sowjetvolkes, Stalin, sagte im Jahre 1933: „Wir hatten keine Flugzeugindustrie. Jetzt haben wir sie.“ Und die junge sowjetische Flugzeugindustrie hat der ganzen Welt ihre glänzenden Errungenschaften gezeigt. Die Rekordflüge der Sowjetflieger gingen in das goldene Buch der Geschichte des Flugwesens ein.

Am 3. August 1936 eroberte W. Kokkinaki den internationalen Höhenrekord für ein Flugzeug mit einer Nutzlast von 500 Kilogramm. Es verging eine kurze Zeit, und Kokkinaki vollbrachte am 7. September einen Rekordflug mit einer Nutzlast von 2000 Kilogramm. Am 28. Oktober stellte der Flieger A. Jumaschew einen Höhenrekord mit einem Flugzeug mit 5000 Kilogramm Nutzlast auf. Am 20. November brachten die Flieger M. Njuchtin und M. Lipkin eine Nutzlast von 13000 Kilogramm auf eine Höhe von über 2000 Metern und stellten damit einen Rekord für die größte Nutzlast auf eine Höhe von 2000 Metern auf.

Genosse Stalin begrüßte aufs wärmste die sowjetischen Höhenflieger, verfolgte ihre Erfolge und förderte ihre Arbeit.

Der Flieger M. Alexejew vollbrachte im Juni 1936 Re-

kord-Höhenflüge mit einer Nutzlast von 1000 Kilogramm. Aber diese Rekorde wurden nicht anerkannt, weil bei den Flügen nicht alle Vorschriften beachtet worden waren, die bei der Aufstellung internationaler Rekorde eingehalten werden müssen.

In Erfüllung einer Stalinschen Aufgabe hat der Flieger M. Alexejew im gleichen Jahr noch einen Höhenflug mit einer Tonne Nutzlast ausgeführt und mit 12695 Metern einen neuen internationalen Höhenrekord aufgestellt.

So haben die sowjetischen Flieger in kurzer Zeit sämtliche internationalen Höhenrekorde erobert, und das mit sowjetischen Serienmaschinen, die von sowjetischen Arbeitern und Ingenieuren in sowjetischen Werken gebaut wurden.

Die Devise der sowjetischen Aviatik ist die Weisung Stalins: Weiter, schneller und höher fliegen als alle anderen!

DER KLEINE ERKUNDER GROSSER HÖHEN

Auf dem weiten und schwierigen Wege der Erforschung des Luftozeans haben russische Gelehrte die ersten Schritte getan.

„...Das Wissen von dem Luftkreise ist noch in großes Dunkel gehüllt“, sagte der geniale russische Gelehrte Michail Wasiljewitsch Lomonossow.

Lomonossow baute ein „Meteorologisches Observatorium mit selbstschreibenden Apparaten“.

Aber um in die Geheimnisse des Luftmeeres einzudringen, mußte man Beobachtungen nicht nur am Boden, sondern auch in der Luft ausführen.

Im Jahre 1754 „führte der hochgeachtete Rat Lomonossow eine von ihm erfundene Maschine vor... Die Maschine wird sich in die oberen Luftschichten erheben zu dem Zweck, die Verhältnisse der oberen Luft mit Hilfe meteorologischer Apparate zu untersuchen, die an dieser Maschine angebracht sind...“

So heißt es in den Protokollen der Russischen Akademie der Wissenschaften über den von Lomonossow erfundenen Helikopter, der „Thermometer und andere kleine meteorologische Instrumente emporheben“ sollte.

Lomonossow war der Erfinder des ersten Flugapparates, der schwerer war als die Luft, und der Begründer einer neuen Wissenschaft, der Wissenschaft vom Luftmeer – der Meteorologie.

Fast hundertfünfzig Jahre später, im Februar 1806, wurde ein weiterer Schritt zur Erforschung der Atmosphäre getan.

Russische Seeleute, Teilnehmer der Weltumsegelung

I. F. Krusensterns, ließen in Japan, im Hafen von Nagasaki, einen Freiballon aufsteigen, um die Luftströmungen zu beobachten.

Dies war überhaupt der erste Aufstieg eines Pilotballons – so nennt man heute diese kleinen, mit Wasserstoff gefüllten Gummiballone. Indem man ihren Flug von der Erde aus beobachtet, stellt man Richtung und Geschwindigkeit des Windes fest.

Ein ähnlicher Ballon, der Registrierballon, trägt eine kleine meteorologische Station mit selbstregistrierenden Apparaten mit sich.

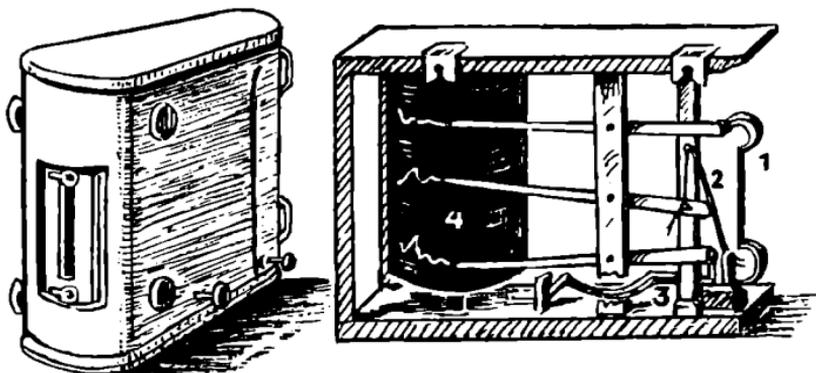
Eine solche „Station“ – der Meteorograph – schreibt die Temperatur der umgebenden Luft, den Luftdruck und die Luftfeuchtigkeit auf.

Also besitzt er eine Art „Sinnesorgane“, welche die Temperatur, den Druck und die Feuchtigkeit aufnehmen.

Wie sind diese „Organe“ – die Empfänger – eingerichtet?

Der Empfänger der Temperatur besteht aus zwei übereinander gelegten und verlöteten Plättchen zweier verschiedener Metalle, zum Beispiel Messing und Stahl. Die verschiedenen Metalle ändern ihre Länge bei Temperaturänderungen verschieden. Und wenn man zwei Plättchen aus verschiedenem Metall zu einem Plättchen verbindet, so wird sich ein solches Bimetall-Plättchen, wie man es nennt („bi“ heißt „zwei“), biegen, wenn die Lufttemperatur sich ändert. Das eine Ende des Plättchens ist befestigt, das andere mit einem Hebel mit Zeiger verbunden – dem Temperaturanzeiger.

Der Druckempfänger ist eine geschlossene Metallbüchse, aus der die Luft abgesaugt wurde. Die Außenluft drückt auf die Büchse und drückt ihre Wandungen nach innen. Wenn beim Aufstieg der Luftdruck abnimmt, richten sich die Wandungen der Büchse wieder aus. Die Be-



Der Meteorograph

1. Temperatur-Empfänger 2. Feuchtigkeitsempfänger 3. Druck-Empfänger
4. Trommel

wegung der Wandung wird über einen Hebel auf einen Zeiger – den Druckanzeiger – übertragen.

Der Feuchtigkeitsempfänger ist ein Haarbündel, das ebenfalls mit einem Zeiger verbunden ist. Die Haare reagieren sehr fein auf jede Änderung der Luftfeuchtigkeit und ändern dabei ihre Länge. Damit bewegt sich auch der mit ihnen verbundene Zeiger – der Feuchtigkeitsanzeiger.

Alle Zeiger berühren ein rußgeschwärztes Band, das auf eine Trommel gewickelt ist. Beim Flug wird diese Trommel durch ein Uhrwerk gedreht. Bei ihrer Bewegung zeichnen die Zeiger auf dem Band Kurven auf, die somit die Änderungen der Temperatur, des Druckes und der Feuchtigkeit aufzeigen. Das ist der Grund, weshalb der Apparat Meteorograph genannt wird („grapho“ heißt „ich schreibe“).

Die Meteorographen werden auch mit Flugzeugen, Fessel- und Freiballonen oder Drachen in höhere Luftschichten gebracht.

Aber am höchsten steigt der Pilotballon. Seine Gummihülle dehnt sich allmählich aus, weil der Außendruck

abnimmt. Nach Erreichen der größtmöglichen Höhe platzt der Ballon. Am Meteorographen ist ein zweiter, kleiner, nicht platzender Ballon befestigt, der das Fallen des Apparates verlangsamt und ihn sanft zur Erde bringt.

Manchmal wird an Stelle des zweiten Ballons ein kleiner Fallschirm verwendet.

Mit einem solchen Ballon kann man auch einen Apparat zur Entnahme von Luftproben aufsteigen lassen.

Dieser besteht aus einer luftleeren Glasflasche mit einem dünnen Röhrchen. Das Röhrchen ist verschlossen. Für den Lufteintritt wird es mit Hilfe elektrischen Stromes geöffnet und wieder zugeschmolzen.

Der Strom löst eine kleine Feder, die ihrerseits ein kleines Gewicht anstößt, wodurch das Ende des Röhrchens abgebrochen wird.

Die Luft füllt die Flasche, die jetzt wieder verschlossen werden muß. Der Strom bringt einen Draht zum Glühen, der um das Röhrchen gewickelt ist, das Glas schmilzt, und das Röhrchen wird wieder zugeschmolzen.

So arbeitet diese „Luftfalle“.

Die kleine meteorologische Station erhebt sich unbemannt in die hohen Schichten der Atmosphäre, und ihre Aufzeichnungen erzählen davon, was in den weiten Fernen über den Wolken vor sich geht.

Aber der Pilotballon hat auch einen wesentlichen Mangel. Er landet dort, wohin ihn der Wind verschlägt.

Landen die Apparate in einer bewohnten Gegend, dann ist es gut; ihre wertvollen Aufzeichnungen gehen nicht verloren und erfüllen ihren Zweck für die Wissenschaft.

Wenn aber die Apparate an einem entlegenen, unbewohnten Platz, in der Taiga, im Gebirge oder im hohen Norden niedergehen? Die Nachrichten aus den großen Höhen gehen dann verloren.

Was ist da zu tun? Wie soll man die Apparate zum

Beispiel im Eis der Arktis oder in den tropischen Meeren auffinden ?

Hierüber hat ein russischer Gelehrter, Professor P. A. Moltschanow, lange nachgedacht.

Und er trat als erster mit der Idee der Radiosonde hervor. Die Apparate müssen – sagte er – während des Fluges ihre Anzeigen selbst durch Radio auf die Erde übertragen. Dann wird das Schicksal ihrer Aufzeichnungen nicht mehr von den Launen des Windes abhängen. Außerdem erhalten wir so gewissermaßen eine „Momentaufnahme“ der Atmosphäre: Temperatur, Druck und Feuchtigkeit der Luft erfahren wir sofort nach dem Aufstieg der Radiosonde.

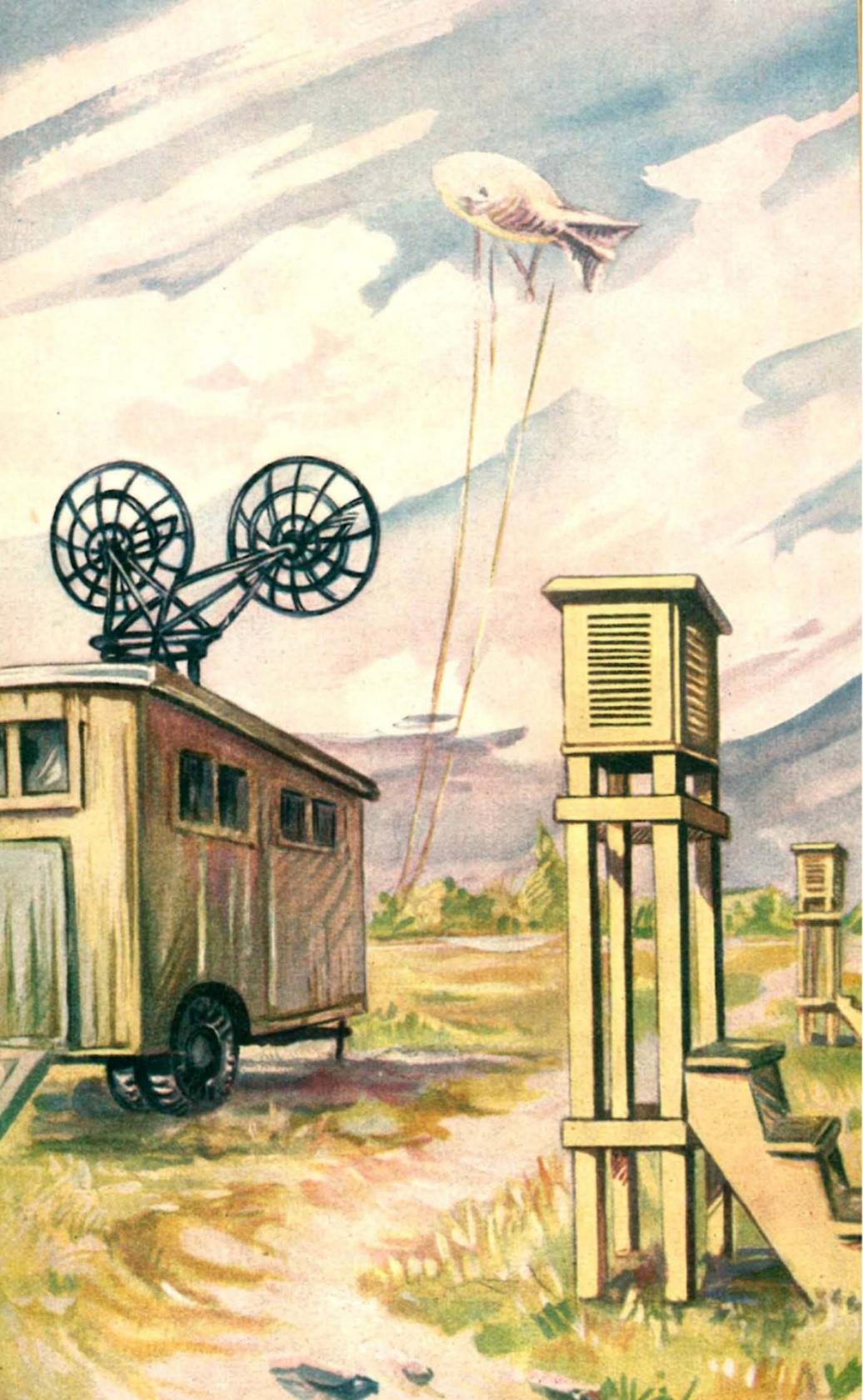
Es erforderte viel Zeit und Mühe, um eine Radiosonde zu konstruieren. Es mußte eine störungsfreie selbsttätige Übertragung der Radiosignale erreicht werden, und zugleich mußte die Anlage leicht und widerstandsfähig sein. Denn je weniger Apparate und Sender wiegen, um so höher kann die Radiosonde steigen.

Die sowjetischen Gelehrten haben schließlich alle diese Schwierigkeiten überwunden. Am 30. Januar 1930 ließ man in Sluzk bei Leningrad zum erstenmal in der Welt eine Radiosonde aufsteigen. Sie stieg ungefähr 9 Kilometer hoch und übertrug durch Radio die Angaben der Apparate. Und bald wurde die russische Erfindung – die Radiosonde – von den Meteorologen der ganzen Welt in großem Umfange verwendet.

Täglich steigen auf Dutzenden von Wetterwarten der Sowjetunion Radiosonden auf.

Sie geben den Meteorologen Nachricht aus den hohen Schichten des Luftmeeres, wo nach den Worten Mendelejew „der Ursprung aller Wetteränderungen gesucht werden muß, die in der Atmosphäre vor sich gehen...“

Der von den Sowjetgelehrten geschaffene kleine Er-





kunder großer Höhen – die Radiosonde – hat Rekordaufstiegshöhen erreicht: nämlich ungefähr 40 Kilometer.

*

Wie hat man die schwierige Aufgabe gelöst, die Radiosonde zu schaffen, die fliegende Wetterwarte, Radiostation und Elektrizitätswerk zugleich ist?

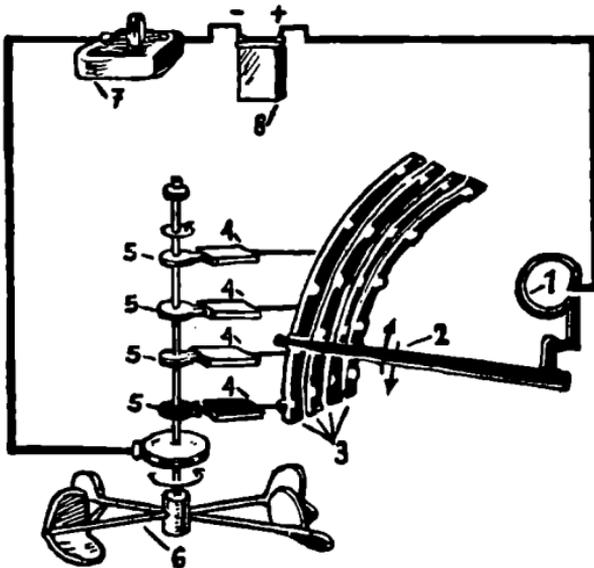
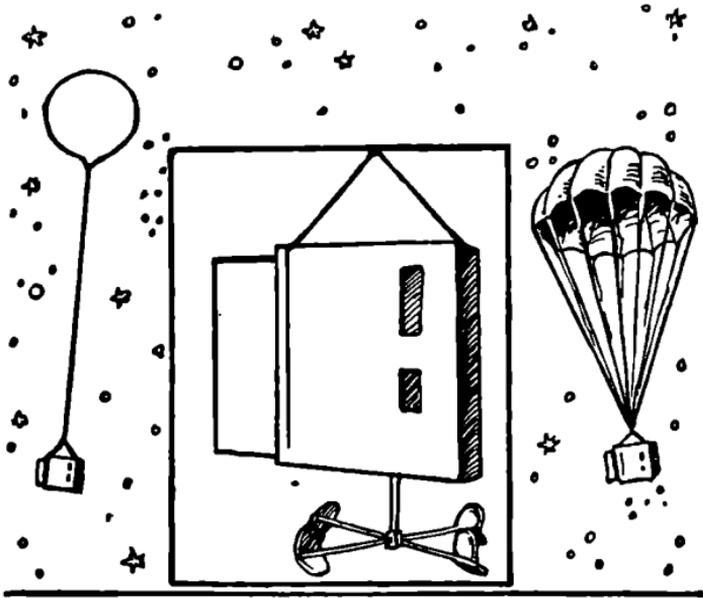
Man mußte ja erstens eine winzige Wetterwarte bauen, zweitens einen Radiosender für die Übertragung der Signale schaffen und drittens ihn mit elektrischem Strom versorgen.

Der Ballon steigt auf. Es verringert sich der Luftdruck, es ändern sich Temperatur und Feuchtigkeit. Die Zeiger der Instrumente bewegen sich. Wie kann man nun diese Bewegung auf den Sender übertragen und von einem Funkspruch auf der Erde ablesen? Beginnen wir mit dem Temperaturempfänger. Neben ihm sind mehrere „Kämme“ angebracht — kreisförmig gebogene Lamellen mit vorspringenden Nocken aus Metall. Die Nocken sind auf den einzelnen Lamellen in ganz bestimmten Abständen angeordnet.

Der Zeiger bewegt sich über die Lamellen. Dabei trifft er nacheinander auf die einzelnen vorspringenden Nocken. Der Zeiger kann niemals mehrere Nocken zugleich berühren, weil sie gegeneinander versetzt sind, ähnlich wie die Stufen einer Wendeltreppe.

Von jeder Lamelle führt ein Leitungsdraht zu einem Metallplättchen. Ihre Anzahl entspricht der Zahl der Lamellen, und sie sind ebenfalls in einer Reihe angeordnet.

Sehen wir uns jetzt das Gehäuse des Apparates von außen an. Wir sehen ein Windrad, das an eine kleine Windmühle erinnert. Beim Fliegen dreht sich das Windrad und dreht eine Achse im Innern des Apparates. Diese Achse heißt „Wähler“, weil sie wie der Wähler im Telefonamt „Nummern verbindet“: den Nocken einer bestimm-



Die Radiosonde

- 1 = Temperatur-Empfänger 2 = Zeiger 3 = Lamellen 4 = Metallblättchen
 5 = Scheiben 6 = Windrad 7 = Radlo-Sender 8 = elektrische Batterie

ten Nummer (sie sind alle numeriert) mit dem Radiosender.

Wie macht er das?

Auf die Achse sind Scheiben aufgesetzt. Ihre Anzahl entspricht der der Lamellen und Metallplättchen. Jede Scheibe hat zahnförmige Vorsprünge. Die Scheibe, die dem ersten Metallplättchen (zur ersten Lamelle gehörend) gegenübersteht, hat einen Zahn, die zweite — zwei usw.

Wenn nun das Windrad die Scheiben dreht, so berührt jede von ihnen das zugehörige Metallplättchen: die Scheibe mit einem Zahn — einmal, die mit zwei Zähnen — zweimal usw.

Wenn zum Beispiel der Zeiger auf einem Nocken der zweiten Lamelle steht, schließt der Wähler zweimal den Stromkreis, in den eine Batterie und der Sender eingeschaltet sind.

Man kann den Weg des Stromes in diesem Stromkreis leicht verfolgen: Batterie — Temperaturempfänger — Temperaturanzeiger — Nocken — Metallplättchen — Scheibe — Sender.

Der Sender schickt zwei kurze Zeichen zur Erde. Dieses Doppelsignal wiederholt sich immer wieder, solange sich die Temperatur nicht ändert.

Aber jetzt hat sich die Temperatur geändert. Der Zeiger bewegt sich und geht auf einen Nocken der dritten Lamelle über. Jetzt sendet der Sender ein anderes, ein dreifaches Signal.

Weiß man, auf welchem Nocken der Zeiger vor dem Start gestanden hat und wie hoch die Temperatur war, und ferner, um wieviel Grad sich die Temperatur beim Vorrücken des Zeigers von einem Nocken zum nächsten ändert, so kann man die Temperaturänderungen während des Fluges der Radiosonde leicht verfolgen.

Mit Hilfe dieser Einrichtung kann man ebenso die Signale für Luftdruck und Luftfeuchtigkeit übertragen.

Die Signale unterscheiden sich nicht nur durch ihre Anzahl, sondern auch durch ihre Dauer, ähnlich den Punkten und Strichen des Morse-Alphabetes.

Die Radiosonde dieses Systems heißt Lamellensonde. Sie ist praktischer und zuverlässiger als Apparate anderer Systeme.

Die Übertragung der Signale geschieht durch einen kleinen Einröhrensender. Er hat ein ganz geringes Gewicht und arbeitet sehr zuverlässig. Die kleinen elektrischen Batterien reichen aus, um den Apparat während einer Flugdauer von zwei Stunden mit Strom zu versorgen.

Beim Bau dieser kleinen, leichten Batterie stieß man auf eine unerwartete Schwierigkeit. Die Batterie hat zwei Elektroden: Plättchen aus Blei und Zink, die miteinander verlötet und in eine Säure getaucht sind. Es zeigte sich, daß die Säure das Zink sehr schnell zerfraß und die Batterie nicht lange vorhielt. Da bedeckte man das Zink mit einer dünnen Quecksilberschicht. Wieder ein Mißerfolg! Das Quecksilber zerstörte sehr schnell die Löt-naht zwischen Zink und Blei:

Man mußte umgekehrt vorgehen: nicht das Zink mit einem anderen Metall bedecken, sondern das Plättchen aus einem anderen Metall herstellen, erst mit Zink und dann mit Quecksilber überdecken. So wurde eine dauerhafte Elektrode geschaffen, und die Batterie arbeitete einwandfrei.

Während des Fluges können die Batterien einfrieren. Um dies zu verhindern, werden sie mit einer „Heizung“ versehen. In ihre Doppelwandung werden Aluminiumstückchen gelegt, und gleichzeitig ein Röhrchen von einem Behälter mit Schwefelsäure eingeführt. Die Luft drückt auf die Säure und diese wird allmählich in die Doppelwandung der Batterie geleitet. Bei der Einwirkung der Säure auf das Aluminium entwickelt sich Wärme, so daß die Batterie erwärmt wird.

Die Konstrukteure führten einen ständigen Kampf um die Gewichtsverminderung der Radiosonde.

Für gewisse Teile wurde Leichtmetall verwendet. So wurde zum Beispiel das Gehäuse aus einem leichten Aluminiumrahmen, umhüllt mit dünnem Aluminiumpapier, hergestellt. Überflüssiges Material bedeutet zusätzliches Gewicht. Man verminderte es, indem man alle Teile lochte, wo das Material nicht nötig war. Außerdem wurden die Abmessungen aller Teile soweit wie möglich verkleinert.

Die erste Radiosonde hatte ein Gewicht von 3 Kilogramm. Das war im Jahre 1930. Nach zwei Jahren war das Gewicht auf ungefähr 2 Kilogramm herabgesetzt. Im Jahre 1936 wog der Apparat nur noch etwa 1 Kilogramm.

Zu solchen Ergebnissen führte der Kampf der sowjetischen Ingenieure und Wissenschaftler um die Gewichtsverminderung des kleinen Erkunders der Atmosphäre.

Aber dieser Kampf ist noch nicht beendet. Die Erfinder suchen immer neue Wege.

Die Sowjetingenieure schaffen immer neue Konstruktionen von Radiosonden.

Eine Gruppe von Erfindern mit dem Ingenieur A. M. Kassatkin an der Spitze hat eine originelle Konstruktion einer Radiosonde, „Wolna“ (die Welle), ausgearbeitet. Die Signale dieses Apparates werden auf der Erde von einem besonderen Kurzwellen-Registrierempfänger aufgenommen. Er trägt eine Kurve auf, aus der ersichtlich ist, wie sich Temperatur, Druck und Feuchtigkeit der Luft während des Fluges ändern. Das Gewicht der Radiosonde mit den Apparaten, der Batterie und der Antenne beträgt nur 750 Gramm.

Eine solche Radiosonde hat eine große Grenzhöhe und gewährleistet größte Genauigkeit der Beobachtungen.

Die Wissenschaftler W. Kananki und A. Ledochowitsch haben einen neuen Sender für Radiosonden konstruiert.

Er ist nicht größer als eine Streichholzschachtel und wiegt nur 22 Gramm!

Trotz seinen geringen Abmessungen läßt sich dieser Baby-Sender leicht abstimmen und gibt deutlich hörbare Signale.

Die Radiosonde wird nicht nur als Registrierinstrument für Temperatur, Druck und Feuchtigkeit der Luft verwendet. Der sowjetische Gelehrte Professor S. N. Wernow hat sie zum erstenmal zur Erforschung kosmischer Strahlen in der Atmosphäre benutzt.

So dienen die kleinen Erkunder großer Höhen der Wissenschaft, indem sie „Thermometer und andere kleine meteorologische Instrumente“ in weite Fernen über den Wolken emportragen.

LICHT, SCHALL UND RADIO IM LUFTMEER

Ganz am Anfang unseres Buches haben wir das düstere Bild des Mondes gezeichnet, ohne Atmosphäre mit schwarzem Himmel!

Das Licht wird von unzähligen Luftteilchen in eine Unmenge von Strahlen nach allen Seiten hin zerstreut. Aber das weiße Sonnenlicht ist, wie wir wissen, eine Mischung der verschiedenen Farben des Spektrums: violett, blau, grün, gelb, orange und rot. Die einzelnen Farben werden von den Luftteilchen auf verschiedene Arten zerstreut. Am stärksten zerstreut werden die blauen Strahlen. Das ist der Grund, warum uns der Himmel blau erscheint.

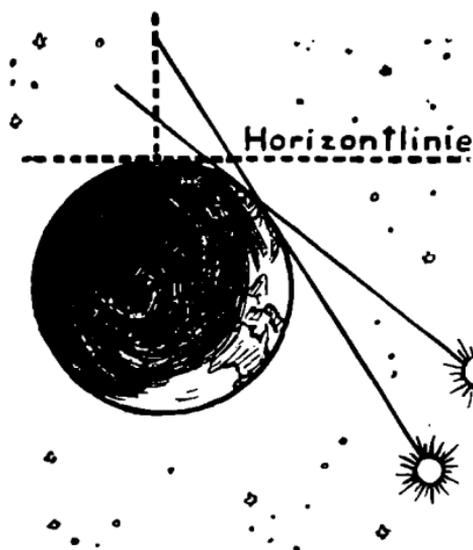
Indem sie das Licht zerstreut, gibt die Luft gleichsam bekannt, daß sie noch da ist.

Die Beleuchtung des Himmels, die in der Dämmerung nach Untergang der Sonne zu beobachten ist, zeigt uns, daß auch in sehr großen Höhen Luft vorhanden ist. Mit anderen Worten, durch Beobachtung der Dämmerung kann man Rückschlüsse auf die Höhe der Atmosphäre ziehen, richtiger desjenigen Teiles der Atmosphäre, in dem noch merkbare Luftspuren vorhanden sind.

Wie macht man das?

Die Sonne ist hinter dem Horizont verschwunden. Aber es ist noch nicht dunkel. Die Nacht beginnt nicht gleich, wenn der letzte Sonnenstrahl verschwunden ist. Warum nicht? Weil die Sonnenstrahlen noch die Luft hoch über der Erde beleuchten.

Die Sonne sinkt immer tiefer, und ihre Strahlen beleuchten immer höhere Schichten der Luft. So gibt uns



Je tiefer die Sonne unter den Horizont sinkt, um so höhere Luftschichten bescheint sie

die Sonne die Möglichkeit, die Luft in großen Höhen zu „besichtigen“.

Aus Messungen der Helligkeit des Himmels in der Dämmerung kann man nicht nur darauf schließen, ob Luft vorhanden ist, sondern auch darauf, wie sie beschaffen ist.

In dichter Luft wird das Licht anders zerstreut als in verdünnter Luft. Die Helligkeit des zerstreuten Lichts nimmt mit zunehmender Höhe ab, weil das Licht

immer weniger Luftteilchen vorfindet. Man kann also aus der Helligkeit des Lichts auf die Dichtigkeit der Luft schließen.

Auf die Helligkeit des zerstreuten Lichts wirken auch der Gehalt der Luft an fremden Teilchen und der Grad ihrer Ionisierung.

Man muß nur die Helligkeit des Dämmerlichtes beobachten.

Wie kann man sie messen?

Hierzu dienen die Augen – sowohl die menschlichen wie auch künstliche. Ein Abschnitt des dämmernden Himmels wird mit dem Auge beobachtet und photographisch aufgenommen. Das Licht kann auch durch ein Photoelement eingefangen werden. Außerdem braucht man noch eine Art „Lichtwaage“.

Auf einer Waage vergleicht man das Gewicht eines Körpers mit einem schon bekannten Gewicht.

Die Helligkeit des Dämmerlichtes wird ebenfalls verglichen mit der Helligkeit von Lichtquellen, die vorher festgestellt wurde. Diese Lichtquellen spielen die Rolle der „Gewichte“.

Indem sie die Helligkeit des dämmernden Himmels ermittelten, haben die Gelehrten viel Neues über die hohen Schichten der Atmosphäre erfahren. Hier hat die Sowjetwissenschaft eine hervorragende Rolle gespielt.

Der sowjetische Wissenschaftler Akademiker W. G. Fessenkow hat als erster diese Methode vorgeschlagen und im Jahre 1923 durch Erforschung der Dämmerungserscheinungen die Dichte der Luft in Höhen von 40 bis 180 Kilometern ermittelt. Damals erfuhren wir zum erstenmal etwas über die Luftdichte in so großen Höhen.

Später hat er durch die Dämmerungsmethode Spuren von Luft in riesigen Höhen von 700 bis 800 Kilometern festgestellt und die Dichte in der Höhe von 250 Kilometern ermittelt.

Die Sowjetgelehrten haben viel zur Erforschung des Dämmerlichtes beigetragen.

Die Beobachtung der Dämmerungserscheinungen gab den Gelehrten die Möglichkeit, Höhen zu erforschen, die von keinen Apparaten erreicht wurden.

*

Endlich ist der letzte Sonnenstrahl verschwunden. Dunkelheit ist eingetreten. Aber ist es auch dunkel? Es ist nicht so dunkel, wie es scheint, obwohl das menschliche Auge nicht imstande ist, das schwache Leuchten des nächtlichen Himmels zu erfassen.

Dafür sagt uns das „künstliche Auge“ – das Photoelement – untrüglich, daß der Nachthimmel leuchtet. Das schwache Licht wird von dem Photoelement aufgefangen und in elektrischen Strom verwandelt. Der Zeiger des Elektromeßgerätes schlägt aus und sagt uns: es ist Licht vorhanden.

Woher kommt dieses Licht ?

Am nächtlichen Himmel leuchten die Sterne. Vielleicht sind sie es, die uns die Atmosphäre beleuchten ?

Es waren die allerfeinsten Instrumente dazu nötig, um festzustellen, ob nur die Sterne das Leuchten des Himmels verursachen.

Die Sterne geben Licht und sogar . . . Wärme.

Die Astronomen bringen es fertig, mit Thermoelementen von ganz besonders hoher Empfindlichkeit diese Wärme zu messen.

Wie empfindlich sie sein müssen, zeigt folgendes Beispiel, das von Professor B. A. Woronzow-Weljaminow angeführt wird. Wenn wir mit Hilfe eines großen Spiegels die Wärme einfangen würden, die von dem hellen Stern Betelheuse im Sternbild des Orion ausgeht, dann könnten wir damit einen Fingerhut voll Wasser im Laufe eines Jahres um 2° erwärmen.

Es ist sehr schwierig, das Leuchten des nächtlichen Himmels zu erforschen, weil seine Helligkeit sehr gering ist: so würde eine kleine elektrische Glühbirne in einer Entfernung von 300 Metern leuchten.

Die Gelehrten haben nun festgestellt, daß das nächtliche Leuchten des Himmels nur zu einem Viertel durch die Sterne und zu drei Vierteln durch die oberen Schichten der Atmosphäre erzeugt wird.

Bei der Lösung dieser Aufgabe hat die Spektralanalyse eine große Rolle gespielt.

Ein Glasprisma zerlegt das weiße Sonnenlicht in einen farbigen Regenbogenstreifen – das Spektrum. Ein ähnliches Spektrum liefern die Strahlen eines beliebigen glühenden festen oder flüssigen Stoffes. Wenn aber die Strahlen glühender Dämpfe oder Gase durch das Prisma hindurchgehen, so erhält man kein geschlossenes Spektrum, sondern einzelne schmale Farbstreifen, die für jedes Gas anders sind. Dadurch zeigen die einzelnen

Elemente – Sauerstoff, Natrium, Stickstoff und andere – gewissermaßen ihre Anwesenheit an.

Mit Hilfe der Spektren kann man die Zusammensetzung verschiedener Stoffe untersuchen. Dazu wird ein Spektrum, das die glühenden Dämpfe irgendeines zusammengesetzten Stoffes bilden, mit Tabellen verglichen, in denen die Spektren aller bekannter Elemente eingezeichnet sind. Denn jeder Bestandteil unseres zusammengesetzten Stoffes hat ja sein besonderes Spektrum.

So sehen wir zum Beispiel im Spektrum der Dämpfe des gewöhnlichen Kochsalzes, das aus Natrium und Chlor besteht, eine helle gelbe Doppellinie des Natriums und eine graue Linie des Chlors. Dieses Verfahren zur Untersuchung der Bestandteile eines Stoffes heißt Spektralanalyse. Mit ihr kann man auch die allerkleinsten Beimengungen entdecken, die auf keinem anderen Wege festzustellen sind.

Die Spektralanalyse gibt uns die Möglichkeit, einen Blick in die Welt der Sterne und die Welt der Atome zu werfen. Sie hilft auch den Erforschern der Atmosphäre, die Zusammensetzung der Luft in großen Höhen festzustellen.

Als die Spektralanalyse entdeckt wurde, haben sich Chemiker und Nichtchemiker, Wissenschaftler und Amateure der Suche nach neuen, unbekannten Elementen hingegen. Sie analysierten alles, was ihnen in die Hände fiel.

Und ihr Suchen war nicht immer erfolglos. Das ist übrigens verständlich, ist doch die Vielfalt der Stoffe auf der Erde sehr groß.

Und die Luft? Kann man auch in der Luft irgend etwas Neues finden?

Es erwies sich, daß man es kann.

In den Spektren der Sonne und des Polarlichtes wurden rätselhafte Linien entdeckt. Diese Linien riefen einen Streit unter den Gelehrten hervor. Unter den Jägern auf neue Elemente herrschte freudige Erregung.

Bald gaben die Gelehrten der Welt die Entdeckung zweier neuer Elemente bekannt: des Koroniums auf der Sonne und des Geokoroniums auf der Erde. Später aber stellte es sich heraus, daß weder Koronium noch Geokoronium in der Natur existieren. Die rätselhaften Linien gehörten dem Sauerstoff, aber nicht dem gewöhnlichen, molekularen, sondern dem Atomsauerstoff, dessen sämtliche Moleküle in Atome zerfallen und der außerdem ionisiert ist.

Im Jahre 1929 wurde im Spektrum des nächtlichen Himmelslichtes eine rätselhafte gelbe Linie entdeckt. Woher konnte sie kommen? Diese Frage haben sowjetische Gelehrte beantwortet.

Im Sommer 1936 führte eine Expedition unter der Leitung des Akademiemitglieds S. I. Wawilow auf dem Berg Elbrus spektroskopische Untersuchungen des dämmernden Abendlichts durch. Teilnehmer der Expedition, die sowjetischen Wissenschaftler M. W. Wuks und W. I. Tschernjajew, gaben als erste die Antwort auf die Frage nach der Entstehung der geheimnisvollen gelben Linie. Sie führten den Nachweis, daß diese Linie dem Natrium gehörte. Das bedeutet, daß sich in der Atmosphäre leuchtende Natriumdämpfe befinden.

Es verging ein Jahr.

Fast gleichzeitig berichteten drei französische Professoren von ihrer Entdeckung des Natriums in der Atmosphäre. Unter ihnen entbrannte ein erbitterter Kampf, wer diese Entdeckung zuerst gemacht habe. Drei Jahre dauerte der Kampf, bis sich den drei Streitenden ein vierter hinzugesellte – ein Deutscher.

Bei ihren Auseinandersetzungen vergaßen sie nur eines: die Entdeckung der sowjetischen Gelehrten, die diese lange vor den „hochgeehrten“ Streitsüchtigen gemacht hatten.

Die Entdeckung Wuks' und Tschernjajews stellte den

Gelehrten eine neue Frage: wie kommt das Natrium in die Atmosphäre?

Man nahm an, daß der Ursprung des Natriums in Tröpfchen von Meerwasser zu suchen sei. Sie werden von den Wellen verspritzt und von den Luftströmungen fortgetragen. Das Wasser verdunstet, und in der Luft bleiben kleinste Teilchen von Kochsalz zurück – einer Verbindung von Natrium und Chlor. Das Kochsalz wird zerstört, und auf diese Weise bilden sich Natriumdämpfe, die unter der Einwirkung der Sonnenstrahlen leuchten.

Einige nahmen auch an, daß das Natrium von Meteoriten in die Atmosphäre gelange, andere – daß das Natrium von der Sonne käme.

Es wurde auch vermutet, das Natrium stamme von Vulkanausbrüchen.

Von den vier verschiedenen Annahmen erwies sich die erste als richtig.

Die Natriumdämpfe durchdringen die erste heiße Zone, aber die zweite heiße Zone – höher als 80 Kilometer – können sie nicht mehr durchdringen. Das Natrium sammelt sich deshalb in einer Höhe von etwa 80 Kilometern zu einer Schicht und leuchtet.

Wieder hatten sich die Rätsel der Atmosphäre um eines vermindert.

Durch Beobachtung des Leuchtens des Nachthimmels kann man auf die Zusammensetzung der Luft in großen Höhen schließen.

Noch vor verhältnismäßig kurzer Zeit – im Jahre 1925 – stellten sich die Gelehrten die Zusammensetzung der Atmosphäre ungefähr so vor:

unten – die schwersten Gase: Stickstoff, Sauerstoff
darüber – leichte Gase: Helium, Wasserstoff.

Aber dieser Theorie wurde der Todesstoß versetzt.

Zunächst lieferten die Aufstiege der Stratostaten ein ganz unerwartetes Ergebnis: die Zusammensetzung der

Luft in der Atmosphäre ist an der Erde und in einer Höhe von etwa 20 Kilometern die gleiche. Aber die Verfechter der alten Theorie gaben sich nicht geschlagen. Nun ja, sagten sie, kann denn aber in Höhen über 20 Kilometern die Atmosphäre nicht doch geschichtet sein?

Die Spektren des leuchtenden Nachthimmels haben gezeigt, daß es auch in größeren Höhen keine Schichten von Wasserstoff, Helium oder Knallgas gibt, daß dort überhaupt kein Wasserstoff vorhanden ist, dagegen Sauerstoff und Stickstoff, jedoch nicht in molekularer Form, sondern in Atome aufgelöst.

Daß dem so ist, wurde auch durch eine andere Erscheinung bestätigt.

Diese Erscheinung ist das Polarlicht, und von ihm werden wir noch sprechen.

*

Nach Sonnenuntergang ist am dunklen Nachthimmel am nördlichen Horizont manchmal ein perlmutter-silberner Schein zu sehen. Wie gekämmte Flachshaare liegen am Himmel helle Lichtstreifen. Manchmal verflechten sie sich untereinander, und es kommt auch vor, daß statt der Streifen Lichtflecke zu sehen sind, als hätte jemand Stückchen eines leichten, leuchtenden Stoffes über den Himmel verstreut.

Diese silbernen oder leuchtenden Wolken wurden zum erstenmal im Jahre 1885 von Professor W. K. Zeraski im Observatorium der Moskauer Universität beobachtet.

Die Silberwolken schwimmen in einer Höhe von etwa 80 Kilometern und leuchten durch reflektiertes Sonnenlicht.

Es bestehen mehrere Annahmen darüber, was diese Silberwolken darstellen und woher sie kommen.

Es ist möglich, daß die Ursache für das Auftreten

dieser Wolken das Meerwasser ist, so seltsam das auf den ersten Blick auch erscheinen mag.

Wenn das Meerwasser verdunstet, bleibt Kochsalz zurück. Die Teilchen dieses Kochsalzes sammeln wie kleine Magnete Wasserstoff um sich. Der Wasserstoff verbindet sich mit Sauerstoff, und es bilden sich Wasserdämpfe.

In einer kalten Schicht – in der Höhe von etwa 80 Kilometern – kondensiert der Dampf und verwandelt sich in Wasser. Vom Sonnenlicht beschienen, bilden diese Wassertröpfchen die von der Erde aus sichtbaren schönen Silberwolken.

Es ist auch möglich, daß die Silberwolken eine Ansammlung kosmischen Staubes darstellen, kleinster Stoffteilchen, die aus dem Weltenraum in die Atmosphäre der Erde gelangen.

Indem wir die Bewegung der Silberwolken beobachten, erlangen wir Kenntnis von den Luftströmungen in großen Höhen.

Es zeigt sich, daß es auch in der Stratosphäre und in der Ionosphäre Wolken gibt, daß auch dort Winde wehen und Zyklone brausen – Kreisbewegungen der Luftmassen. Die Windgeschwindigkeit erreicht in den oberen Schichten der Stratosphäre 50 bis 100 Meter in der Sekunde und mehr, das heißt, sie übersteigt erheblich die Windgeschwindigkeit in den unteren Schichten der Atmosphäre.

So tragen die Beobachtungen der leuchtenden Wolken dazu bei, zu erkennen, was in unbekanntenen Höhen vor sich geht.

*

Wie wir sehen, hat sich das Licht als wertvoller Aufklärer des Luftmeeres erwiesen.

Aber habt ihr auch beachtet, was für ein Licht das war?

Das Sonnenlicht. Die Dämmerung wird durch das Licht der Sonne hervorgerufen. Das Polarlicht ist das Leuchten der Luft unter der Wirkung von Strömen elektrisch geladener Teilchen, die von der Sonne ausgehen und im verdünnten Gas leuchten. Das Leuchten des nächtlichen Himmels wird ebenfalls durch die Ausstrahlung der Sonne hervorgerufen.

Mit anderen Worten, es war natürliches Licht.

Aber es gibt doch auch künstliches Licht.

Seht einmal auf den Himmel bei festlichen Saluten, und ihr werdet sehen, wie hoch sich die Strahlen der mächtigen Scheinwerfer erheben.

Wie wäre es, wenn man das Licht der Scheinwerfer in die Luft schicken und beobachten würde? Mit dieser Idee trat zuerst W. W. Kusnezow hervor.

Im Jahre 1905 ermittelte Kusnezow mit Hilfe von Scheinwerferstrahlen nachts die Höhe der Wolken. Er photographierte den Strahl von der Seite unter verschiedenen Winkeln, und in das Objektiv des Photoapparates gelangten Abschnitte, die von dem Strahl in verschiedenen Höhen beleuchtet wurden. Das Licht des Scheinwerfers wird ebenso wie das Licht der Sonne verschieden zerstreut, je nach der Dichte der Luft, ihrer Gleichartigkeit und ihrem Gehalt an festen Teilchen, wie zum Beispiel Staub. Indem man die Helligkeit entlang dem Strahl mißt, kann man darüber urteilen, wie die Luft ist und aus welchen Gründen sich die Helligkeit ändert.

Das Verfahren Kusnezows wurde später grundlegend für die Erkundung der Atmosphäre mit Hilfe von Scheinwerferstrahlen.

Der Strahl des Scheinwerfers erzählt viel Interessantes über die Atmosphäre.

Beobachtet einmal, wie der Strahl die Luft durchdringt. Seine Helligkeit nimmt mit der Höhe schnell





Finko-Pozner

ab, weil er auf seinem Wege immer weniger Luftteilchen antrifft.

Als man aber durch Messungen feststellte, in welcher Weise die Helligkeit sich verminderte, zeigte es sich, daß dies durchaus nicht so vor sich ging, wie es hätte sein müssen, wenn die Luftdichte normal abgenommen hätte, wie man vermutet hatte.

Es konnte doch nicht von irgendwoher zusätzliche Luft hinzugetreten sein!

Das schwierige Rätsel hat aber eine ganz einfache Erklärung.

Die Luft am Boden enthält große Mengen fester Teilchen – Staub, Wasserdämpfe und andere Beimengungen. Sie sind es, welche die Zerstreung des Scheinwerferlichtes vergrößern und die Helligkeit des Strahles in Erdnähe verstärken. Weiter oben, wo es weniger solcher Teilchen gibt, nimmt die Helligkeit des Scheinwerfers schnell ab. Indem man diese Teilchen beobachtet, erhält man Aufschluß darüber, wie sich die Luft bewegt, Aufschluß über die Luftströmungen. Mit Hilfe des Scheinwerferstrahles wird auch die Größe der in der Luft enthaltenen Teilchen ermittelt. Diese Beobachtungen tragen dazu bei, das Geheimnis der Wolken- und Niederschlagsbildung zu entschleiern und das Wetter richtig vorauszusagen.

Welches ist die Grenzhöhe des Scheinwerferstrahles?

Der Strahl des Scheinwerfers erreicht eine Höhe von etwa 30 Kilometern. Man kann ihn zwingen, noch höher zu steigen, aber das ist keine leichte Aufgabe. Den Scheinwerferstrahl stört das Leuchten des nächtlichen Himmels. Der Strahl verliert sich, zerstreut sich und wird unsichtbar. Man muß erreichen, daß der Strahl sich deutlich vom nächtlichen Himmel abhebt. Dazu werden Scheinwerfer mit Lichtfiltern verwendet – farbigem Glas, das nur das Licht einer bestimmten Farbe durchläßt.

Die sowjetischen Gelehrten haben die Grenzreichweite des Scheinwerfers bis zu 55 Kilometern vergrößert. Dazu wurde ein Scheinwerfer mit blaugrünem Lichtfilter verwendet, wodurch der Strahl am nächtlichen Himmel gut zu sehen war. Für die photographische Aufnahme des Strahles wurden besonders lichtempfindliche Platten benutzt. Der Strahl des von den Amerikanern verwendeten Scheinwerfers erreichte nur eine Höhe von 34 Kilometern.

Bei Anwendung ultravioletter Strahlen kann man den Himmel auch am Tage mit dem Scheinwerfer „betrachten“.

Das Sonnenlicht stört dabei nicht, denn die Ozonschicht hält die von der Sonne ausgehenden ultravioletten Strahlen zum größten Teil zurück.

Zur Beobachtung eines solchen Strahles mußten unsere Wissenschaftler einen für ultraviolette Strahlen besonders empfindlichen Spezialapparat bauen.

Die Scheinwerfer-Methode zur Untersuchung der Atmosphäre hat weite Verbreitung gefunden. Mit der Erkundung der Atmosphäre mit Hilfe des Scheinwerfers befaßt sich der sowjetische Gelehrte Professor I. A. Chwostikow. 1948 wurde ihm für seine wissenschaftlichen Forschungen auf dem Gebiete der atmosphärischen Optik der Stalinpreis zweiten Grades zuerkannt.

*

Einer der ersten Erkunder des Luftmeeres war der Schall. Er verhalf dazu, die Wärme in der Atmosphäre festzustellen.

Im Jahre 1920 ereignete sich in Moskau eine starke Explosion. Man hörte sie in und um Moskau, in Kaluga und Rjasan, in Jaroslawl und Iwanowo, in Tula und Wjasma.

Was aber besonders erstaunlich war: weder in Moshaisk,

noch in Wolokolamsk, noch in Klin hatte man die Explosion gehört. Und dabei liegen doch Moshaisk, Wolokolamsk und Klin näher an Moskau als Kaluga, Rjasan, Jaroslawl, Iwanowo, Tula und Wjasma.

Für diese Frage interessierte sich der sowjetische Gelehrte Professor W. I. Witkewitsch.

Weshalb verhielten sich die Schallwellen so seltsam? Vielleicht war das ein Zufall?

Aber es gibt keine Wunder in der Natur. Davon überzeugte man sich sehr bald. Bei Explosionen, Artillerief Feuer, Vulkanausbrüchen verhielt sich der Schall nicht anders.

Wie ist das zu erklären? Warum kann man den Schall einer Explosion über Hunderte von Kilometern hören, während er irgendwo in der Nähe nicht zu hören ist?

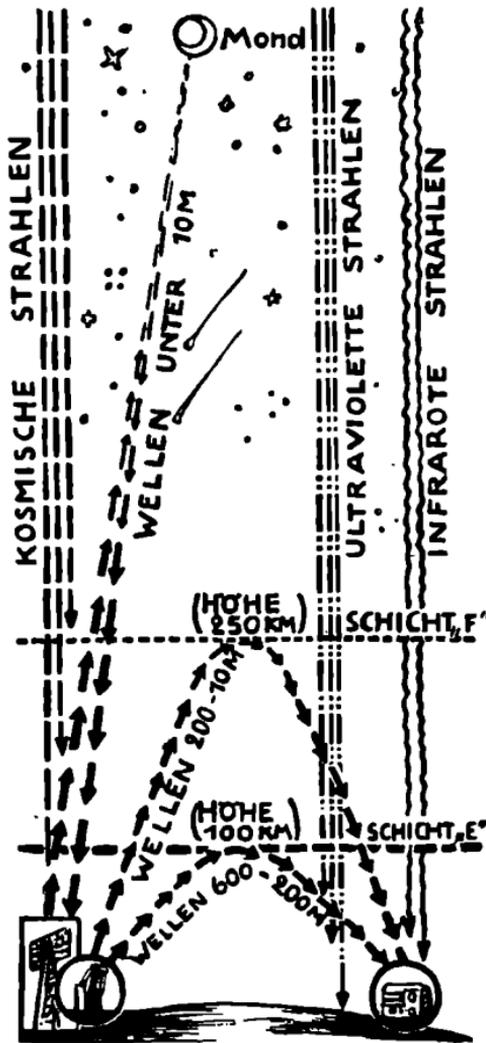
Im ersten Weltkrieg kam es vor, daß ein Artillerief Feuer in Entfernungen von 700 Kilometern zu hören war!

Der Schall verbreitet sich nach allen Seiten. Je weiter wir von dem Schauplatz einer Explosion entfernt sind, um so schwächer ist sie zu hören. Endlich hören wir sie überhaupt nicht mehr. Die Schallwelle stirbt gleichsam allmählich ab, und wir dürften keinen Laut mehr hören.

Wenn aber der Schall doch wieder erscheint, so bedeutet das, daß die nach oben strebende Welle sich krümmt und zur Erde zurückkehrt.

Wie konnten aber die Schallwellen von der Luft zurückgeworfen werden? Manche ausländische Gelehrten erklärten dies damit, daß die Atmosphäre geschichtet sei und eine Schicht Wasserstoff oder irgendeines anderen leichten Gases enthalte. Von dieser Schicht werde der Schall zurückgeworfen.

Professor Witkewitsch nahm an, daß irgendwo in der Stratosphäre eine Schicht warmer Luft vorhanden sei. Warme Luft hat eine andere Dichte als kalte. Trifft der Schall auf diese warme Luftschicht, so wird er gebrochen,



Ausbreitung der Radiowellen
in der Atmosphäre

große Entfernungen von den großen Sendern benutzt. Die meisten Sender arbeiteten mit Wellenlängen von einigen Kilometern. Die Radiotechniker nahmen an, daß ein Sender auf um so größere Entfernungen zu hören sein würde, je länger die Welle ist, auf der er sendet.

ebenso wie das Licht, wenn es aus der Luft auf Wasser trifft.

Der Grund dieses Verhaltens des Schalles ist noch nicht endgültig geklärt. Aber es hat die Gelehrten auf den Gedanken gebracht, daß in einer Höhe von 30 bis 65 Kilometern eine warme Luftschicht vorhanden ist.

*

Das Radio, „die Zeitung ohne Papier und Entfernungen“, wie Wladimir Iljitsch Lenin es genannt hat, begann vor etwa dreißig Jahren in unser Leben einzudringen.

Ein mächtiger Radiosender nach dem anderen wurde errichtet. Es wurde eng im Äther.

Die Langwellen wurden als die günstigsten für die Übertragung auf

Die Kurzwellen dagegen wurden als unbrauchbar für Fernübertragungen angesehen und deshalb den Radioamateuren überlassen.

Und plötzlich setzten die Radioamateure die ganze Welt in Erstaunen. Mit ihren schwachen, selbstgebauten Kurzwellensendern – wahren Knirpsen im Vergleich mit den Riesensendern – vollbrachten sie Wunder: sie unterhielten sich über Tausende von Kilometern hinweg.

Die Ursache dieser Wunder suchte und fand man in der Atmosphäre. Diese Ursache sind die ionisierten Schichten, die Ionosphäre, von der wir im Kapitel „Der Luftozean“ gesprochen haben.

Die Möglichkeit des Bestehens solcher Schichten hat die Wissenschaft lange vorausgesehen. Jetzt wurde der Beweis durch die Wanderungen der Radiowellen erbracht.

Es zeigte sich, daß die kurzen Radiowellen die Erdkugel umwandern, indem sie von den oberen Schichten der Atmosphäre wie von einem Spiegel zurückgeworfen werden. In dem „Korridor“, der von der Erde und den ionisierten Luftschichten gebildet wird, werden sie vielfach zurückgeworfen, kehren zur Erde zurück und steigen aufs neue nach oben.

So können sie sogar eine Reise um die Welt machen.

In der Ionosphäre gibt es, wie wir schon gesagt haben, zwei Hauptschichten: „E“ und „F“. Die Schicht „E“ befindet sich in einer Höhe von 100 Kilometern und die Schicht „F“ in einer Höhe von 250 bis 300 Kilometern.

Wellen verschiedener Länge bewegen sich auf verschiedene Art in der Ionosphäre. Die Wellen von 600 bis 200 Metern Länge werden nach Erreichen der Schicht „E“ in ihr gebrochen und zurückgeworfen. Die Wellen von 200 bis 10 Metern dagegen durchdringen die Schicht „E“. Erst die zweite Schicht „F“ kann sie aufhalten und zur Erde zurückschicken.

Und die Wellen, die kürzer sind als 10 Meter ?

Sehr kurze Radiowellen können den Panzer der Ionosphäre durchschlagen, wenn sie genügend Energie besitzen. Ein schmales Bündel solcher ultrakurzer Wellen, erzeugt in einem Großsender, kann in den Weltraum vordringen.

Im Jahre 1943 bewiesen sowjetische Gelehrte, daß es möglich ist, den Mond durch Radiowellen zu „orten“, ein vom Mond zurückgeworfenes Signal, ein Mondecho zu erhalten. Und 1947 vollbrachten Radiowellen eine „Reise auf den Mond“, die es ermöglichte, die Entfernung unseres Begleiters genau festzustellen.

Früher wurde die Entfernung bis zum Mond so festgestellt: Von zwei möglichst weit voneinander entfernten Punkten der Erde aus, zum Beispiel in Nordeuropa und Südafrika, wurde der Mond zu genau gleicher Zeit beobachtet. Von diesen Punkten aus sahen die Beobachter den Mond unter verschiedenen Winkeln, die mit genauen Instrumenten gemessen wurden. Man erhielt ein riesiges Dreieck, an dessen einer Spitze sich der Mond, an den anderen beiden die Beobachter auf der Erde befanden. Die Grundlinie dieses Dreiecks, das heißt die Entfernung zwischen den beiden Beobachtern, ist bekannt, die beiden Winkel an der Grundlinie werden gemessen. Man braucht dann nur noch die Höhe des Dreiecks, das heißt die Entfernung des Mondes von der Erde zu bestimmen.

Das ist nach den Gesetzen der Trigonometrie, der Lehre, die den Zusammenhang zwischen den Winkeln und Seiten des Dreiecks behandelt, leicht zu errechnen. Die auf diese Weise gemessene Entfernung des Mondes stimmte mit der Entfernung überein, die auf Grund der Beobachtung des Radioechos erhalten wurde.

So stellte es sich heraus, daß die Radiowellen nicht nur Reisen um die Welt, sondern auch im Weltraum ausführen können.

Die Bewegung der Radiowellen hängt nicht nur von der Wellenlänge ab, sondern auch von dem Zustand der Ionosphäre. Die Ionosphäre wird deshalb ständig beobachtet.

Die Untersuchung der Ionosphäre geschieht nach einem Verfahren, das der Funkortung ähnlich ist. Der Sender schickt ein kurzes Signal aus, das bei seiner Rückkehr vom Empfänger aufgenommen wird. Da die Geschwindigkeit der Radiowellen bekannt ist, so kann man durch Messung des Zeitunterschiedes zwischen Sendung und Empfang die Höhe der rückstrahlenden Schicht feststellen.

Die Ionosphäre wird jetzt von vielen Stationen der Erde systematisch beobachtet. Sie machen Voraussagen für mehrere Tage über den Zustand der Ionosphäre und die für Fernübertragungen günstigsten Wellenlängen. Es gibt auch automatische Ionosphärenstationen, die selbsttätig, ohne Mitwirkung des Menschen, arbeiten.

*

So erkunden Licht, Schall und Radio das Luftmeer. Der Mensch dringt, ohne sich von der Erde zu erheben, dorthin vor, wohin seine Apparate nicht gelangen können, und entschleiert die Geheimnisse der großen Höhen.

AUS DEN WELTENTIEFEN

Vor einigen Jahrzehnten wurde eine erstaunliche Erscheinung entdeckt.

Es erwies sich, daß die Luft, die man immer als nichtleitend, als Isolator angesehen hatte, manchmal Elektrizität fortleitet.

Davon können wir uns durch einen einfachen Versuch überzeugen.

Es gibt ein Instrument – das Elektroskop – das elektrische Ladungen nachweist. Es besteht aus einem Kupferstab mit einer Kupferkugel an dem einen und zwei dünnen Aluminiumblättchen an dem anderen Ende. Der Stab ist durch einen Pfropfen so in ein Glasgefäß eingeführt, daß die Kugel sich außen und die Metallblättchen im Inneren des Gefäßes befinden. Der Stab mit den Blättchen ist isoliert: der Pfropfen und die Luft trennen ihn von allen Leitern.

Um eine elektrische Ladung zu erhalten, genügt es, einen Siegellackstab an Wolle zu reiben. Nähert man ihn dann der Kugel des Elektroskopes, so geht die Ladung von ihm auf die Kugel und von dort auf den Metallstab und die Blättchen über. Da aber gleichnamige Ladungen sich abstoßen, so spreizen sich die Blättchen. Das auf diese Weise aufgeladene Elektroskop verliert nun aber langsam seine Ladung, und die Blättchen fallen wieder zusammen, obwohl der Elektrizität alle Wege abgeschnitten sind. Es bleibt nur ein Weg – die Luft. Aber die Luft leitet doch die Elektrizität nicht! Und trotzdem verschwindet die Ladung.

Wo ist sie geblieben?

Wenn das Elektroskop sich entlädt, so heißt das, daß in der Luft irgendwelche geladene Teilchen vorhanden sind, die sie ionisieren und zum Leiter machen.

Das Elektroskop weist sie überall nach. Aber woher kommen sie?

Anfangs nahmen die Gelehrten an, die Ursache dieser Erscheinung seien radioaktive Elemente, die überall auf der Erde vorhanden sind. Diese Elemente senden geladene Teilchen aus und machen die Luft dadurch zum Leiter der Elektrizität.

Man nahm an, daß in großer Höhe, fern von der Erde, wo es keine radioaktiven Elemente gibt, die Luft keine geladenen Teilchen enthalte.

Zur Prüfung dieser Annahme stieg man mit empfindlichen Apparaten in einem Luftballon auf.

Das Ergebnis war unerwartet: je höher man aufstieg, um so stärker ionisiert erwies sich die Luft.

Also wird die Atmosphäre von Strömen irgendwelcher Teilchen durchdrungen, die ihrerseits die Luft ionisieren.

Man nannte sie kosmische Strahlen, weil sie nicht auf der Erde entstehen, sondern aus dem Weltenraum, dem Kosmos, zu uns kommen.

Durch die Arbeiten vieler, vor allem sowjetischer Gelehrter wurde nachgewiesen, daß die kosmischen Strahlen Ströme elektrisch geladener Teilchen darstellen, die riesige Energiemengen mit sich führen.

Eine Bleischicht von einigen Millimetern Stärke genügt, um Röntgenstrahlen, die unseren Körper frei durchdringen, vollständig zurückzuhalten. Die kosmischen Strahlen dagegen können nur von einer über einen Meter dicken Bleischicht aufgehalten werden!

Auf hohen Bergen, in tiefen Schächten und unter dicken Betondächern – überall sind kosmische Strahlen festzustellen.

Aber das sind nicht mehr die Teilchen, die aus dem

Kosmos auf die Erde kommen. Man nennt sie ebenfalls kosmische Teilchen, aber es sind nur die fernen Nachkommen der „echten“, primären Teilchen.

Die Atmosphäre dient uns gewissermaßen als Panzer gegen die kosmischen Strahlen.

Wenn die kosmischen Strahlen in die Atmosphäre dringen, stoßen sie mit Molekülen und Atomen zusammen. Dabei spielen sich sehr verwickelte Erscheinungen ab. Die Luft wird ionisiert, und es entstehen Strömungen, „Regengüsse“ elektrisch geladener Teilchen. Diese Teilchen beobachten wir an der Erdoberfläche. Manchmal hat ein kosmisches „Geschoß“ eine so gewaltige Energie, daß es nicht nur die Luft ionisiert, nicht nur die leichten Teilchen aus den Atomen verdrängt, sondern die Atomkerne zertrümmert.

Bei diesen Umwandlungen wird die gesamte Energie des primären kosmischen Teilchens verbraucht; es verliert seine Geschwindigkeit, wird von der Luft aufgesogen und erreicht die Erde nicht.

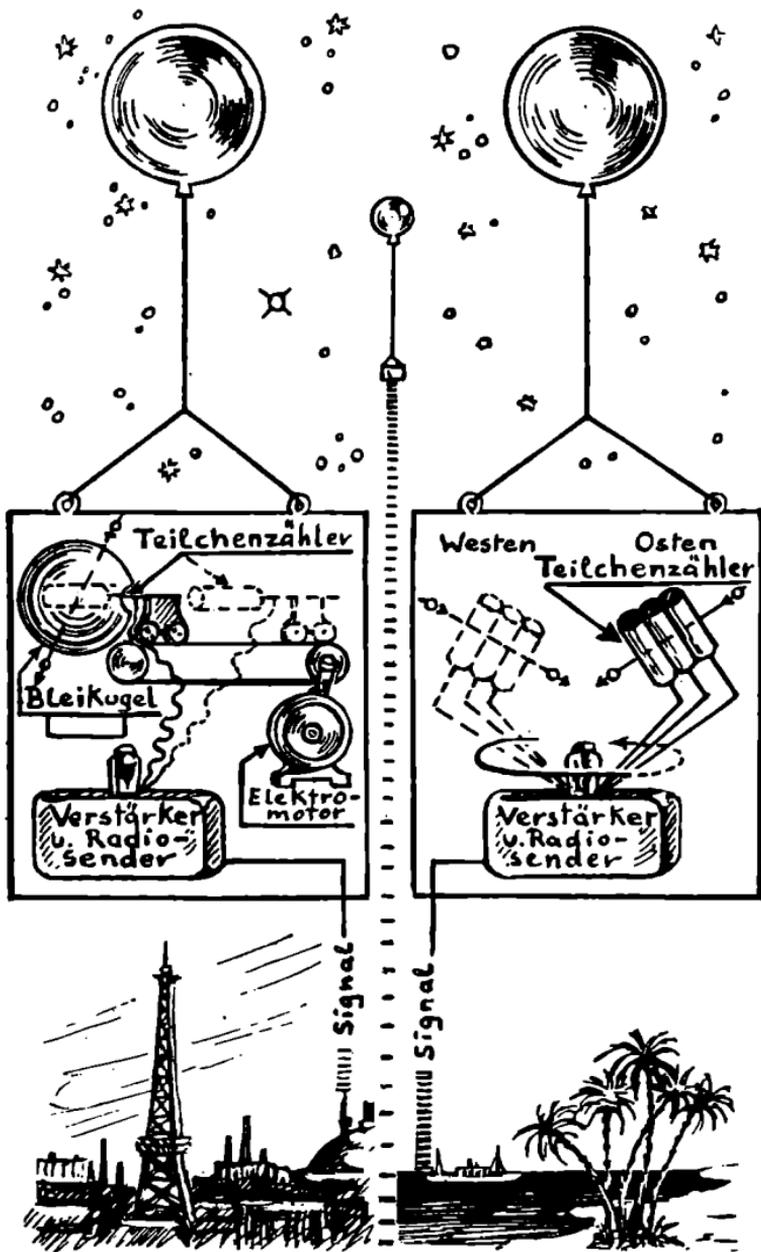
Was ist denn eigentlich dieses Teilchen? Was stellen die Geschosse der „kosmischen Artillerie“ dar, welche die Atmosphäre der Erde bombardieren?

Das war eines der Haupträtsel der kosmischen Strahlen, und dieses Rätsel wurde von sowjetischen Gelehrten gelöst.

Die Lösung mußte in den oberen Schichten der Atmosphäre – der Stratosphäre – gesucht werden. Nur dort finden wir echte kosmische Teilchen und nicht ihre „Nachkommen“, die in der Atmosphäre geboren wurden, auf dem Wege aus dem Weltraum zur Erde.

Professor S. N. Wernow hat als erster ein originelles Verfahren zur Erforschung der kosmischen Strahlen in der Stratosphäre vorgeschlagen.

Er brachte an einem Pilotballon einen Zähler kosmischer Strahlen, verbunden mit einem Radiosender, an.



Erforschung der kosmischen Strahlen in der Atmosphäre

Der Apparat übertrug selbsttätig seine Anzeigen durch Radio zur Erde, und seine Signale wurden auf einem Film registriert.

Wie können die kosmischen Teilchen ihre Anwesenheit zur Erde signalisieren ?

Ein kleines gasgefülltes Metallröhrchen mit einem dünnen Draht darin wurde mit den Polen einer kleinen elektrischen Batterie verbunden. Strom ist nicht vorhanden, denn der Stromkreis ist nicht geschlossen, Röhrchen und Draht sind nicht miteinander verbunden. Wenn aber ein kosmisches Teilchen in das Röhrchen gelangt, ionisiert es das Gas, verdrängt aus seinen Atomen die Elektronen, und eine Lawine von Elektronen schließt für einen Augenblick den Stromkreis. Es entsteht Strom – und das ist das Signal, mit dem das Teilchen sein Auftreten bekanntgibt. Die Entladung im Zähler wird auf einen Verstärker übertragen und der Sender eingeschaltet. Der Radiosender überträgt das Signal von dem Erscheinen des kosmischen Teilchens zur Erde.

Solche kleine Laboratorien sind bis zur Höhe von 30 Kilometern aufgestiegen. Sie machten es möglich, die Frage zu beantworten, was die primären kosmischen Teilchen darstellen.

Vor allem: wie erfuhr man, daß diese Teilchen elektrisch geladen sind ?

Elektrisch geladene Teilchen werden durch einen Magneten abgelenkt. Also wird ein Magnet auch kosmische Teilchen ablenken, wenn sie wirklich geladen sind. Aber die kosmischen Strahlen haben eine ungeheuerere Energie. Wo soll man einen so riesigen Magneten hernehmen, der imstande ist, sie abzulenken ?

Aber einen so gigantischen Magneten brauchte man nicht lange zu suchen. Er wurde von der Natur selbst geschaffen: es ist die Erde, auf der wir leben.

Wenn die kosmischen Teilchen geladen sind, müssen

sie von dem Magneten Erde abgelenkt und zu den Erdpolen gerichtet werden.

Zur Nachprüfung ließen S. N. Wernow und seine Mitarbeiter Radiosonden mit Zählern der kosmischen Strahlen auf verschiedenen Breiten aufsteigen: in Jerewan, Leningrad und während einer Expedition zum Äquator. Es erwies sich, daß auf der Breite Leningrads, das heißt näher zum Magnetpol der Erde, sehr viel mehr Teilchen festzustellen sind. Also sind die kosmischen Teilchen elektrisch geladen und werden von dem Magneten Erde abgelenkt.

Jetzt war noch die Frage zu lösen, was diese Teilchen darstellen.

Darüber, wie die primären Teilchen beschaffen sind, haben die Gelehrten schon lange gestritten. Es sind Elektronen, behaupten viele, Elektronen, die sich mit großer Geschwindigkeit bewegen und große Energien mit sich tragen.

Sie fliegen schnell genug, um den magnetischen „Panzer“ der Erde zu durchschlagen. Denn je schneller sich das Teilchen bewegt, um so größer ist die Energie, die es mit sich trägt. Ein Geschöß, das aus einem Gewehr abgefeuert wird, durchdringt ein dickes Brett, das gleiche Geschöß, mit der Hand geworfen, kann nicht einmal einen dünnen Span durchschlagen.

Also sind die „schnellen“ Elektronen der Anfang in der Kette der Umwandlungen, welche die kosmischen Teilchen in der Atmosphäre durchmachen. Diese Annahme galt als allein möglich, und eine andere Erklärung erschien undenkbar.

Aber als der Pilotballon die Apparate auf eine Höhe von 27 Kilometern hinaufgetragen hatte, fanden sie dort gegen alles Erwarten keine Elektronen vor.

Wenn es dort Elektronen geben würde, so wären in der in die Stratosphäre emporgetragenen Bleiplatte „Regen-

güsse“ entstanden: die leichten schnellen Teilchen hätten die Bleiatome zertrümmert, und es hätten sich neue Teilchen gebildet. Der Strom der Teilchen wäre angewachsen wie ein Schneeball, der einen Berg hinunterrollt. Aber in der Bleiplatte bildeten sich wider Erwarten keine „Regengüsse“. Folglich gibt es dort auch keine schnellen Elektronen, die diese „Regengüsse“ hätten erzeugen können.

Nunmehr tauchte eine zweite Annahme auf.

Die kosmischen Teilchen sind keine Elektronen, sondern Protonen – die Kerne des Wasserstoffatoms, die um ein Vielfaches schwerer sind als die Elektronen. Diese „schwere kosmische Artillerie“ gelangt gleichfalls nicht bis zur Erde, weil sie ihre Energie beim Zusammenstoß mit den Atomkernen in der Atmosphäre verbraucht.

Aber eine Annahme genügt nicht – sie muß bewiesen, durch den Versuch bestätigt werden.

Die endgültige Antwort ergaben die Versuche Professor S. N. Wernows.

Der Zähler der kosmischen Teilchen wurde auf eine große Höhe – ungefähr 25 Kilometer – gebracht. Dort registrierte er die Teilchen. Durch eine automatische Vorrichtung drang der Zähler in das Innere der Bleikammer, wo er ebenfalls die Teilchen registrierte, und kam wieder aus ihr heraus.

Ein schnelles Elektron erzeugt beim Durchdringen der Bleischicht „Regengüsse“. Gäbe es in der Stratosphäre schnelle Elektronen, so würde der Zähler im Innern der Bleikammer sehr viel mehr Teilchen feststellen als außerhalb. Aber das geschah nicht – also gibt es dort tatsächlich keine Elektronen.

Jetzt mußte man sich noch endgültig davon überzeugen, daß es sich bei den kosmischen Strahlen um Protonen handelt.

Positive und negative Teilchen werden von dem Magneten Erde verschieden abgelenkt. Die positiven Teilchen

(und das Proton ist positiv geladen) müssen sich so bewegen, daß am Äquator die meisten von ihnen von Westen her kommen.

Aber wie soll der Zähler feststellen, ob das Teilchen von Westen oder von Osten gekommen ist? Er kann doch nur feststellen, daß das Teilchen da ist, und weiter nichts.

Zu diesem Zweck wurden mehrere Zähler übereinander angeordnet. Das Signal kam nur zustande, wenn das Teilchen durch sämtliche Zähler hindurchging. Es meldeten sich also nur solche Teilchen, die sich in einer bestimmten Richtung bewegten, nämlich in der Richtung, in der die Zähler aufgestellt waren.

Und nun mußte man die Zähler noch zwingen, sich abwechselnd nach Osten und nach Westen zu drehen, um die Teilchen aus jeder dieser Richtungen zu zählen.

Und es erwies sich, daß die Mehrzahl der kosmischen Teilchen am Äquator von Westen kommen. Also sind es Protonen.

So wurde das Rätsel der primären kosmischen Strahlen gelöst.

Die „Jäger“ auf kosmische Strahlen hatten viele Schwierigkeiten zu überwinden. Wie viele Einfälle, Erfindungsgeist und Beharrlichkeit waren nötig, um diese schwierigen Versuche erfolgreich durchzuführen!

Es ist ja nicht einfach, an einem kleinen Ballon ein ganzes Laboratorium in die Luft steigen zu lassen. Es muß klein und sehr leicht sein, darf aber nicht schlechter arbeiten als ein großes. Der Zähler, der Verstärker, der Schaltmechanismus des Senders, der Sender selbst – alles das muß winzig klein sein.

Zur Stromversorgung des Zählers mußten besondere winzige Batterien und Akkumulatoren gebaut werden.

Die Signale des Zählers wurden von einem Radioempfänger aufgenommen und von den Beobachtern gezählt. Sie wurden außerdem von einem Tonregistrier-

apparat aufgenommen und dann abgehört, um die Anzahl der Signale fehlerfrei festzustellen.

Auf seiner Wanderung mit dem Luftballon gerät der Apparat abwechselnd in Wärme und in Kälte: bald wärmen ihn die Sonnenstrahlen, bald „friert“ er in der Stratosphäre. Aber um richtig zu arbeiten, braucht er gleichmäßige Temperatur. Am einfachsten wäre es, die Apparate in einem Gehäuse mit Wärmeisolierung unterzubringen. Aber das Gehäuse würde zu viel wiegen! Es wurde deshalb ein kleiner chemischer „Ofen“ konstruiert, der durch Verbindung von Schwefelsäure mit Laugensalz Wärme ausstrahlte. Sowie die Temperatur unter die festgesetzte Mindesttemperatur sank, schaltete sich der „Ofen“ von selbst ein und wärmte die Apparate. Die Apparate waren in einer schwarz und weiß gestreiften Hülle untergebracht, damit die Sonne sie gleichmäßig erwärmte und die Temperatur nicht allzu hoch anstieg.

Die Apparate steuerten sich während des Fluges selbst.

Wenn der Zähler 450 Teilchen in der Bleikammer zählte, schaltete sich ein winziger Motor ein, der ihn aus der Bleikammer herausrückte. Sofort gab der Sender ein Signal zur Erde, das bedeutete: „Zähler herausgerückt.“ Auf die gleiche Weise ging der Zähler später wieder zurück.

Wenn die Teilchen gezählt wurden, die von Osten und von Westen kamen, drehten die Zähler sich selbsttätig mit Hilfe eines kleinen Motors. Dafür aber, daß die Zähler während der Messungen die Richtung beibehielten, sorgte die Sonne. Sowie die Zähler ihre Richtung änderten, traf der Sonnenstrahl auf ein Photoelement. Die Drehvorrichtung wurde eingeschaltet, und die Zähler kehrten in ihre frühere Lage zurück.

Bei den Versuchen mußten manchmal ganze Batterien von Zählern aufsteigen und gleichzeitig sehr viele Signale

aufgenommen werden, um die Umwandlungen der kosmischen Teilchen zu beobachten.

Bei diesen Versuchen erlebte man viele Überraschungen.

Professor S. N. Wernow erzählt, daß am Äquator die atmosphärischen Entladungen manchmal so stark waren, daß der Aufstieg der Pilotballone nicht möglich war, weil die Radioapparatur versagte. Außerdem war die tropische Sonnenstrahlung selbst am frühen Morgen so stark, daß die Gummihüllen der Pilotballone zerstört wurden. Die Aufstiege waren deshalb nur bei Sonnenaufgang oder -untergang möglich. In der großen tropischen Feuchtigkeit wurde die Elektroisolierung zerstört, und selbst die Radoröhren arbeiteten nicht einwandfrei. Es mußten besondere Maßnahmen zum Schutze der Apparate vor der Feuchtigkeit getroffen werden.

Die sowjetischen Wissenschaftler haben alle diese Schwierigkeiten überwunden und ihre Aufgabe erfolgreich erfüllt, indem sie das Geheimnis der kosmischen Strahlen entschleierten.

Im Jahre 1949 wurden die Arbeiten Professor S. N. Wernows durch eine hohe Auszeichnung gewürdigt – den Stalinpreis ersten Grades.

*

„. . . Monatlang dauert die Polarnacht. Nur das Polarlicht unterbricht die Dunkelheit, erhellt den Himmel, richtiger, läßt ihn aufflammen . . . Aus fahlen Säulen und Bogen fließen große Lichtgarben hervor, die viele Regenbogenfarben enthalten, am meisten hellrosa, blaßgrün und hellviolett.

Diese Lichtgarben laufen in dünnen parallelen Strahlen über das ganze Himmelsgewölbe, schillern in verschiedenen Feuertönen und bedecken den ganzen sichtbaren

Himmelsraum. Immer wieder wiederholt sich dieses wundervolle Spiel der Farben . . .“

So beschrieb einer der ersten russischen Antarktisfahrer das Polarlicht.

Ungemein farbenprächtig ist diese Naturerscheinung

Manchmal kann man sie auch anderswo als in der Nähe der Pole sehen. Im Februar 1950 zum Beispiel erschien das „Polarlicht“ (oder wie man es auch nennt, das „Nordlicht“) über Moskau. Breite, vielfarbige Streifen flammten am Himmel auf: rote, blaue, grüne . . .

Was ist das Polarlicht? Wodurch entsteht es?

Für das Polarlicht interessierte sich schon der große russische Gelehrte Michail Wassiljewitsch Lomonossow. Er hatte seine Kindheit und Jugend im hohen Norden zugebracht. Dort hatte er häufig das Polarlicht bewundert. Und 1753 schrieb er in seiner Schrift „Ein Wort über die durch elektrische Kraft entstehenden Lufterscheinungen“:

„Es ist sehr wahrscheinlich, daß das Polarlicht durch in der Luft entstehende elektrische Kräfte gebildet wird. Dies wird bestätigt durch die Ähnlichkeit im Auftreten und Verschwinden, in der Bewegung, der Farbe und dem Aussehen, die im Polarlicht und im elektrischen Licht zu beobachten sind.“

Lomonossow hat das Rätsel des Polarlichtes richtig gelöst. Er hat darauf hingewiesen, daß in großen Höhen, dort, wo die Luft stark verdünnt ist, elektrische Entladungen stattfinden und dadurch das äußerst verdünnte Gas leuchtet.

Woher kommen nun die elektrischen Entladungen in der Luft, die sie zum Leuchten bringen?

Schon vor langer Zeit begann man, das Polarlicht ständig zu beobachten. Ebenso beobachtete man das Verhalten der Sonne.

Die Sonne – eine glühende Gaskugel – befindet sich nie in Ruhe. Schon Lomonossow schrieb:

Wenn es dem Erdenmenschen glückte
so hoch zu steigen in das All,
daß sein vergänglich' Aug' erblickte
aus nächster Näh' den Sonnenball –
eröffnen würde sich ihm dann
ein ewig brennender Ozean.
Da strömen Feuerwogen reißend
und finden keine Ufer mehr,
da kreisen Feuerwirbel gleißend
in zeitlos ew'ger Wiederkehr,
Gestein wie Wasser kochend fließt
und Feuerregen sich ergießt.

Auf der Sonne beobachten die Astronomen dunkle Flecke, die aus glühenden Gasen bestehen. Sie erscheinen nur deshalb dunkel, weil ihre Temperatur niedriger ist als die der umgebenden Sonnenoberfläche. Ihre Temperatur beträgt „nur“ etwa 4000° . Die Außenfläche der Sonne dagegen hat eine Temperatur von ungefähr 6000° .

Die Sonnenflecke sind Inseln im Sonnenmeer, sie entstehen und vergehen, sie bilden sich, wachsen und verschwinden wieder. Und es ist seit langem bekannt, daß die Flecke sich in den verschiedenen Jahren verschieden verhalten. Es gibt Jahre, wo besonders viele Sonnenflecke auftreten. In den darauffolgenden Jahren werden es dann immer weniger. Und dann tritt wieder ein Wechsel ein. Wieder erscheinen immer mehr dunklere Flecke auf der hellen Sonnenscheibe. Und so wiederholt sich das fortwährend, aller elf Jahre.

Als man aber begann, das Polarlicht regelmäßig zu beobachten, stellte man fest, daß auch das Polarlicht nicht in jedem Jahr gleich häufig ist.

Es gibt Jahre, in denen das Polarlicht besonders stark und häufig ist. Dann verhält sich auch die Erde, der gigantische Magnet, anders als gewöhnlich.

Die Kompaßzeiger schwanken hin und her – es spielen sich starke Magnetstürme ab. Man sollte meinen, es gäbe nichts Zuverlässigeres als die Magnetnadel: sie zeigt uns stets, wo Norden ist. Aber während eines Magnetsturmes kann man der Kompaßnadel nicht trauen . . .

Zu gleicher Zeit herrschen auch in der Ionosphäre Stürme. Die Schichten der Ionosphäre werden gewissermaßen in Fetzen zerrissen. Fast gleichzeitig im Norden und am Äquator „kocht“ die Ionosphäre über großen Abschnitten der Erde; es erscheinen in ihr ionisierte Wolken. Und die Radiowellen können nicht mehr wie sonst in die Ionosphäre und zurück wandern: die Verbindung ist unterbrochen.

Häufiges Polarlicht, starke Magnet- und Ionosphärenstürme treten gleichzeitig auf. Es liegt daher die Annahme nahe, daß sie die gleiche Ursache haben.

So ist es auch, und diese Ursache ist die Sonne.

In Jahren, in denen die Sonne die meisten Flecke aufweist, ist gleichzeitig auch das Polarlicht besonders häufig, und es herrschen besonders starke Magnetstürme.

Die Sonne sendet dann besonders viele elektrisch geladene Teilchen aus. Ströme solcher Teilchen dringen gleichsam wie ein elektrischer „Regen“ in die Erdatmosphäre ein und bringen die Luft zum Leuchten. Sie rufen Magnetstürme hervor und bringen die Ionosphäre in Aufruhr.

Aber warum beobachten wir das Polarlicht häufiger an den Polen?

Das kommt daher, daß die von der Sonne kommenden Teilchen sich auf die Erdpole zu bewegen, nach Norden und Süden. Dort treffen sie auf die oberen Schichten der

Atmosphäre, und in riesigen Höhen entflammt und schillert das prachtvolle Polarlicht.

Das Polarlicht liefert uns viele interessante Kenntnisse von der Ionosphäre.

Es ist ja nichts anderes als das Leuchten der Luft. Wenn aber ein Gas oder ein sonstiger Körper leuchten, erzählen sie von sich selbst. Man muß diese Mitteilungen nur zu lesen verstehen. Das vollbringt die Spektralanalyse.

Durch Untersuchung der Spektren des Polarlichtes fand man, daß in den Höhen, in denen das Polarlicht entsteht, Moleküle und Atome des Stickstoffes, atomarer Sauerstoff, Argon und Wasserdämpfe vorhanden sind. Das Polarlicht ermöglichte auch die Feststellung, daß in Höhen von etwa 200 Kilometern eine sehr hohe Temperatur herrschen muß – etwa 700° über Null. Das stimmt mit dem überein, was auch andere Erkunder der Atmosphäre – Licht und Radio – ergeben haben.

Es ist interessant, festzustellen, daß ein sehr helles Polarlicht manchmal von Radioausstrahlungen begleitet wird. So hat zum Beispiel im Jahre 1949 eine Radio-Ortungsstation unbekannte, abgerissene Signale von der Dauer einiger Tausendstel Sekunden auf sehr kurzer Welle von einigen Zentimetern Länge aufgenommen. Gleichzeitig damit war am Himmel ein ungewöhnlich schönes Farbenspiel zu beobachten: zuerst ein rötlicher Schein, dann eine grüne Krone und schließlich helle Strahlen. Und auf der Photographie der Sonnenoberfläche, die am Tage zuvor aufgenommen worden war, waren riesige Sonnenflecke zu erkennen. Dies ist eines der Rätsel der Atmosphäre, das noch gelöst werden muß.

*

Vor etwa zwanzig Jahren wurde zum erstenmal ein rätselhaftes Radioecho aus der Ionosphäre festgestellt.

Am Tage wie auch nachts kamen aus verschiedenen Höhen zurückgeworfene Radiosignale. Es schien, als bildeten sich irgendwo in der Ionosphäre plötzlich kleine ionisierte Wölkchen, ein Auflodern der Ionisierung, die ebenso plötzlich wieder verschwanden.

Manchmal bildeten sich so viele dieser Wölkchen, daß sie zu einer ionisierten Schicht zusammenflossen, die aber nicht so stabil war wie die anderen Schichten der Ionosphäre.

Was ging dort vor?

Vielleicht war die Ursache in Gewittern zu suchen? Der Blitz ist ja eine starke elektrische Entladung. Er ionisiert die Luft.

Aber diesen Gedanken mußte man sehr bald aufgeben. Das rätselhafte Radioecho war da, unabhängig davon, ob Gewitter herrschte oder nicht.

Vielleicht war die Sonne schuld daran, die Ströme elektrisch geladener Teilchen zur Erde sendet? Tatsächlich verstärkte sich das Echo, wenn auf der Sonne „Sturm“ herrschte und besonders viele Teilchen zur Erde strebten. Aber warum wurde denn dann das Echo auch nachts beobachtet, auf der nicht von der Sonne beleuchteten Seite der Erde?

Vielleicht waren die Ursache Meteore, die in die Erdatmosphäre gerieten? Mit dieser Annahme trat 1934 der Astronom N. A. Iwanow hervor.

Nein, es sind nicht die Meteore, erklärte der englische Gelehrte Ekkersley. Er hatte das Radioecho während eines „Sternregens“ beobachtet, wenn große Mengen von Meteoren am Himmel erscheinen. Das Echo verstärkte sich dabei nicht!

Aber wenn es nicht die Meteore sind, was kann es dann sonst sein?

Ein Schwarm irgendwelcher Teilchen, erklärte Ekkersley. Was für welcher? Darauf fand er keine Antwort.

Die Antwort kam später. Das „Wunderauge“ gab sie
– die Radioortung.

Wenn man ein enges Bündel sehr kurzer Radiowellen auf ein Ziel richtet – ein Flugzeug oder ein Schiff –, so werden die Wellen von ihm zurückgeworfen. Wir beleuchten es gewissermaßen mit dem unsichtbaren Radiostrahl, und die Wellen werden zurückgeworfen, wie das Licht von Gegenständen zurückgeworfen wird, die selbst nicht leuchten.

Der Sender schickt in Abständen enge Bündel von Radiowellen aus. Vom Ziel zurückgeworfen, zum Beispiel von einem Metallkreuz, das an einem Pilotballon angebracht ist, kehren die Wellen zurück und werden vom Empfänger der Radioortungsstation aufgenommen.

Wir wissen, daß die Radiowellen sich mit der Geschwindigkeit des Lichtes ausbreiten. In einer Sekunde legen sie etwa 300 000 Kilometer zurück. Wenn man weiß, wie lange ihre Wanderung zum Ziel und zurück gedauert hat, so ist es leicht, festzustellen, wie weit das Ziel entfernt ist, zum Beispiel, in welcher Höhe sich der Pilotballon befindet.

Dieses Wunderauge brauchen wir im Kriege wie auch im friedlichen Leben.

Durch Nebel und Wolken, in der Dämmerung und nachts, rasen die Radiowellen dahin, im Nu holen sie Schiffe und Flugzeuge ein. Die Radioorter wachen an den Grenzen des Landes, helfen dabei, unser Land, unseren Himmel und unsere Gewässer vor ungebetenen Gästen zu schützen. Das Ortungsgerät hilft, Flugzeuge und Schiffe im Nebel und nachts zu steuern, kündigt Land, Eisberge und andere Gefahren an.

Mit Hilfe solcher Geräte wird der Flug der Pilotballons und Raketen, werden Wolken und Regen, Meteore und Ionosphäre beobachtet.

Im Kriege kündeten die Radio-Ortungsstationen die Annäherung feindlicher Flugzeuge an.

Und nun haben die Radioorter, die auf Wellenlängen von 5 bis 10 Metern arbeiten, bei der Beobachtung des Himmels ebenfalls das rätselhafte Echo aus der Ionosphäre festgestellt.

Ein solches Echo trat auf, wenn am Himmel viele „fallende Sterne“ – Meteore – zu sehen waren. Im Jahre 1946 begegnete die Erde auf ihrem Wege einem Strom von Meteoriten, der einen starken „Sternregen“ erzeugte. In der UdSSR wurde er von mehreren Stationen aus beobachtet. Dieser Regen erzeugte eine so starke Ionisierung der Atmosphäre, daß sich eine ionisierte Schicht bildete, die sich einige Stunden lang hielt. Zur gleichen Zeit konnten die Astronomen auf der Sonne keinerlei Abweichungen feststellen, die als Ursache der starken Ionisierung in Frage kommen konnten.

Das gleiche geschah auch sonst, wenn die Erde auf Meteorenschwärme stieß. Je mehr Meteore auftraten, um so häufiger zeigte sich das Echo.

Aber warum bemerkte die Radioanlage Ekkersleys die Meteore nicht? Ganz einfach deshalb, weil sie auf längeren Wellen arbeitete als der Radioorter. Auf solchen Wellen geht das Echo der Meteore unter den vielen sonstigen zurückgeworfenen Signalen unter, die, wie man annimmt, von dem kosmischen Staub und dem Polarlicht ausgehen. Bei kürzeren Wellen dagegen ist das Echo der einzelnen Meteore leicht zu unterscheiden. Die Beobachter auf den Radio-Ortungsstationen haben sich davon überzeugt, daß alle Meteore, die dem Radiostrahl begegnen, ein Echo geben.

So wurde mit Bestimmtheit festgestellt, daß das Aufblitzen der Ionisierung in der Atmosphäre von den Meteoriten hervorgerufen wird. Die Annahme des sowjetischen Astronomen hat sich glänzend bestätigt.

Ein Meteor ist gefallen! Ein Bote aus fernen Welten zeigt durch seine leuchtende Spur am nächtlichen Himmel seine Ankunft und seinen Untergang an. Den Meteor selbst sehen wir nicht, sondern nur seine Spur, die Kunde von den letzten Augenblicken seines Daseins gibt.

In die Erdatmosphäre gelangen Teilchen der Materie – kleine Splitter oder Steinchen, denen die Erde auf ihrem Wege begegnet. Das sind die Meteore. Sie erzeugen eine helle Spur am nächtlichen Himmel. Die für uns sichtbaren Meteore haben im Mittel einen Durchmesser von einigen Millimetern und ein Gewicht von einigen Milligramm bis zu einem Gramm. Wir beobachten ihren Flug in der Höhe von 60 bis 110 Kilometern.

Die kleinen Meteore verdunsten, weil sie sich bei ihrem Flug mit riesiger Geschwindigkeit erhitzen, obwohl sie in der verdünnten Luft großer Höhen fliegen. Sie haben nicht einmal Zeit, zu schmelzen, sondern verdunsten unmittelbar, so schnell vollzieht sich ihr Untergang in der Lufthülle – der Atmosphäre.

Nur große Meteore erreichen die Erde.

Aber Millionen winziger Meteore bombardieren un-
ausgesetzt die Erde, und man kann sich leicht vorstellen, was geschehen würde, wenn es die Atmosphäre nicht geben würde, diesen wunderbaren, unsichtbaren Panzer unseres Planeten.

Es genügt, sich den Mond anzusehen, sein von Trichtern – Kratern – übersätes „Gesicht“ zu betrachten. Diese Krater sind das Ergebnis der Bombardierung durch die Meteore.

Die helle leuchtende Flugspur des Meteors sehen wir als „fallenden Stern“.

Einen Meteor zu entdecken und zu verfolgen ist nicht einfach. Sein Aufflammen dauert nur wenige Sekunden. Und das ist nicht verwunderlich: fliegt er doch mit einer

Geschwindigkeit einiger Dutzend Kilometer in der Sekunde in die Atmosphäre hinein.

Der Flug des Meteors wird photographiert. Aber das ist nur nachts möglich. Am dunklen Hintergrund des Himmels zeichnet der Meteor eine feurige Linie. Und am Tage? Am Tage, im hellen Licht der Sonne, sind nur sehr große Meteore sichtbar. Aber die Meteore bombardieren die Erde ununterbrochen, Tag und Nacht. Am Tage können wir sie nicht sehen, weil die Sonne uns daran hindert. Und da haben nun die Radio-Ortungsgерäte das Wort.

Mit diesem Gerät kann man ein Flugzeug, ein Schiff, einen Panzerwagen, ein Geschütz feststellen. Aber man kann mit ihm nicht ein kleines Teilchen „sehen“, das noch dazu mit einer Geschwindigkeit fliegt, die ein Vielfaches eines Artilleriegeschosses beträgt.

Aber der winzige Meteor, der mit solcher riesigen Geschwindigkeit fliegt, besitzt eine ungeheure Energie. So hat zum Beispiel ein Meteor im Gewicht von wenigen Milligramm (ein Milligramm ist der tausendste Teil eines Gramms) die Energie eines Gewehrgeschosses.

Und nun gelangt dieser winzige, mit kolossaler Energie geladene Meteor in die Lufthülle eines Planeten – in die Atmosphäre. Er verdunstet, und seine Moleküle zerfallen. Auch die Luftteilchen auf dem Wege des Meteors werden zerrissen. Die Moleküle verwandeln sich in elektrisch geladene Teilchen – Ionen –, weil durch die Zerstörung der Einheit des Moleküls auch das Gleichgewicht seiner positiv und negativ geladenen Teile gestört wird. Und hinter dem Meteor her zieht sich wie der Schweif eines Kometen ein „Schweif“ elektrischer Luft. Die Länge eines solchen Schweifes wächst rasch an und erreicht einige Dutzende von Kilometern.

Das ist für uns wichtig.

Die elektrisierte (ionisierte) Luft leitet die Elektrizität, und die Radiowellen, die von dem winzigen Meteor nicht zurückgestrahlt werden können, werden von der leitenden Luft sehr gut zurückgeworfen.

Und auf dem Schirm des Apparates sehen wir die Spur des vorbeifliegenden Meteors, und zwar immer, am Tage wie nachts, bei klarem wie bei bewölktem Himmel, in mondloser Nacht wie bei hellem Mondschein.

Das Radio-Ortungsgerät brachte das zutage, wovon man schon immer wußte, was man aber früher nicht sehen konnte – die Tagesschwärme der Meteore. So begegnet die Erde in den Sommermonaten etwa zehn Meteor-schwärmen, und der Apparat berichtet ausführlich über jeden von ihnen.

Die Beobachtungen der Meteorflüge durch die sowjetischen Gelehrten bringen den Erforschern der Atmosphäre viel Neues.

Die Spur des Meteors krümmt sich – also ist die Luft nicht in Ruhe, sondern bewegt sich. Auf diese Weise haben sowjetische Wissenschaftler festgestellt, welche Luftströmungen in den oberen Schichten der Atmosphäre herrschen.

Das, was mit dem Meteor vor sich geht, wenn er mit riesiger Geschwindigkeit in die Lufthülle der Erde dringt, läßt auch auf die Eigenschaften der Luft selbst in den hohen Regionen schließen. So gab zum Beispiel das „Verhalten“ der Meteore Grund zu der Annahme, daß in der Ionosphäre eine warme Schicht vorhanden ist. Die Luft setzt der Bewegung der Meteore Widerstand entgegen. Vor dem Meteor bildet sich ein „Kissen“ zusammengepreßter Luft, und seine Geschwindigkeit vermindert sich. Beobachtet man diese Abbremsung des Meteors, so kann man daraus auf die Luftdichte schließen. Die Ergebnisse dieser Beobachtungen stim-

men mit denen überein, die auf andere Weise erhalten wurden.

So dient die Himmelsartillerie, vor der uns der Luftpanzer des Planeten schützt, als Erkunder großer Höhen.

DIE RAKETE ALS WAFFE DER WISSENSCHAFT

22 Kilometer sind vorläufig die Grenzhöhe für den menschlichen Erforscher der Atmosphäre. Aber sie sind nicht die Grenze für die Apparate. Der kleine Erkunder großer Höhen – die Radiosonde – ist fast auf die doppelte Höhe gestiegen.

Kann man aber die Apparate noch höher hinauftragen in die obersten Schichten der Stratosphäre – in die Ionosphäre? Kann man ein kleines Laboratorium in solche riesige Höhen hinaufwerfen?

Heute kann man diese Frage mit Sicherheit bejahen! Ja, man kann die Apparate in den allerhöchsten Teil der Atmosphäre hinauftragen. Die kosmischen und die Sonnenstrahlen in großen Höhen, die Luft der Ionosphäre, vieles, worüber wir jetzt nur auf Mutmaßungen und Annahmen angewiesen sind, wird der Erforschung zugänglich sein.

Und nicht nur Apparate wird man auf die Oberfläche des Luftmeeres bringen können. Bald wird der Weg dorthin auch für den Menschen offen sein.

Den Weg zur Eroberung der allerhöchsten Schichten der Atmosphäre eröffnet die Rakete – eine neue Waffe im Arsenal der Wissenschaft, die das Luftmeer erforscht. Und das ist das Verdienst russischer Wissenschaftler und Ingenieure, der Schöpfer der Raketentechnik.

Im Jahr 1903 schlug Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski die Rakete „als Erforscher der Atmosphäre“ vor.

Die Wirkungsweise der Rakete ist einfach, birgt aber ungewöhnliche Möglichkeiten in sich.

Die Leistung jeder Schiffsbesatzung und jedes Schiffes ist im Prinzip, sagte Ziolkowski, immer die gleiche: sie stößt irgendeine Masse in der einen Richtung ab und bewegt sich dadurch in entgegengesetzter Richtung. Ein Dampfschiff stößt das Wasser ab, ein Luftschiff und ein Flugzeug – die Luft, ein Reaktionsapparat – die Rakete – stößt diejenigen Stoffe ab, die in ihr selbst enthalten sind. Die Rakete kann sich im luftleeren Raum und in stark verdünnter Luft bewegen, weil sie einen Vorrat an abstoßenden Stoffen mit sich führt – Pulver oder Brennstoffe, die gleichzeitig Masse und Energie enthalten.

Aber das ist es nicht allein, um was es hier geht.

Ein Geschöß würde auch im luftleeren Raum fliegen. Die Geschosse der Ferngeschütze stiegen auf eine Höhe von etwa 40 Kilometern und können noch höher steigen. Aber bei der schnellen Bewegung des Geschosses durch den Geschützlauf entsteht in diesem eine so große Beschleunigung, daß die empfindlichen Apparate die durch diese Beschleunigung hervorgerufene Beanspruchung nicht aushalten würden. Die Rakete dagegen entwickelt ihre Geschwindigkeit allmählich, und die Bewegung der Rakete kann gesteuert werden. Hierauf hat Ziolkowski hingewiesen. Er hat auch die Steuerungsarten der Rakete angegeben.

Die Ideen Ziolkowskis wurden in den heutigen Raketen verwirklicht, die zu neuen Erforschern der Atmosphäre und neuen Waffen der Wissenschaft werden.

Was ist denn das für eine neue Waffe? Wie stark ist sie, und was kann sie uns geben?

Der Motor der Rakete besteht aus einer Verbrennungskammer und einer Düse – einem Rohr für die ausströmenden Gase. Pumpen versorgen die Verbrennungskammer mit Brennstoff – flüssigem Sauerstoff und flüssigem Kraftstoff (zum Beispiel Spiritus). Der Brennstoff verbrennt in der Kammer, und es bilden sich Gase. Der

Druck steigert sich, und die heißen Gase strömen durch die Düse nach außen. Es entsteht ein Rückstoß – die Reaktionskraft, durch die die Rakete nach vorn getrieben wird.

Der größte Teil des Gehäuses – die Brennstoffkammer – enthält die Behälter mit dem Brennstoff.

Und in der vorderen Kammer werden die Fahrgäste untergebracht – die Apparate. Die Rakete nimmt ein kleines Laboratorium mit, das mit den verschiedensten Apparaten ausgerüstet ist.

Da ist der Zähler kosmischer Strahlen. Wo ist er nicht schon überall gewesen! Man hat ihn auf den Grund tiefer Seen hinabgelassen und auf hohe Berge gebracht. Er ist mit Luftballonen geflogen, mit Stratostaten und Flugzeugen aufgestiegen. Jetzt steigt er in Höhen, in die kein Stratostat vordringen kann.

In der Rakete befindet sich auch ein Spektroheliograph – ein Apparat zur photographischen Aufnahme des Sonnenspektrums.

Er wird dazu beitragen, eine wichtige Aufgabe zu lösen – festzustellen, wie die Sonnenstrahlung in großen Höhen ist.

Nicht weniger wichtig ist es, die Temperatur in großen Höhen festzustellen. Hierzu sind in der Apparatzelle Thermometer untergebracht.

Aber die Lufttemperatur auf einer fliegenden Rakete festzustellen, ist nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick scheinen könnte.

Auf der Erde sind wir es gewöhnt, daß das Thermometer die Temperatur der umgebenden Luft anzeigt. Aber zwei Thermometer zeigen verschiedene Temperaturen an, wenn das eine von ihnen in der Sonne und das andere im Schatten angebracht ist.

Die Temperatur des Quecksilbers im Thermometer

und die Temperatur der umgebenden Luft sind nicht dasselbe. Auf der Erde sind sie fast gleich.

Aber in großen Höhen ist das anders.

In der dichten Luft an der Erdoberfläche wird die Quecksilberkugel des Thermometers in kurzer Zeit von Billionen beweglicher Luftteilchen getroffen. Und Bewegung ist Wärme. Das Thermometer nimmt deshalb schnell die Temperatur der Luft an, zeigt an, wie stark die Luft erwärmt ist.

Nun heben wir das Thermometer. Immer weniger Luftteilchen begegnen ihm.

In einer Höhe von 15 Kilometern hat es schon neun Zehntel der Masse der gesamten Atmosphäre hinter sich gelassen, die Zahl der Schläge der Moleküle gegen das Quecksilberkügelchen nimmt stark ab.

In der Höhe von 50 Kilometern ist die Luftdichte tausendmal geringer als auf der Erde. Bei zunehmender Höhe enthält eine Maßeinheit der Luft, zum Beispiel ein Kubikzentimeter, immer weniger Luftteilchen.

Dafür bewegen sich diese von der Sonne erwärmten Luftteilchen mit riesiger Geschwindigkeit. Und je schneller sich die Moleküle bewegen, um so wärmer ist es.

Und es ergibt sich ein interessantes Paradox: die Luft ist erwärmt, vielleicht sogar auf mehrere Hundert Grad, und der fliegende Körper – unser Thermometer – zeigt eine niedrige Temperatur an.

Es genügt also nicht, ein Thermometer an der fliegenden Rakete anzubringen, um die Lufttemperatur zu messen. Außerdem ist zu berücksichtigen, daß die Rakete sehr schnell fliegt und sich in den unteren Schichten der Atmosphäre durch die Reibung der Luft erwärmt.

Würde man einem Thermometer glauben, das an der Rakete angebracht ist, so würde sich alles umgekehrt ergeben: in der Stratosphäre ist es kalt, aber die Rakete würde sich erwärmen und das Thermometer eine hohe

Temperatur anzeigen; und in der Ionosphäre, wo es, wie jetzt festgestellt wurde, heiß ist, würde die Rakete, nachdem sie ihre Wärme durch Ausstrahlung verloren hat und durch die Reibung an der verdünnten Luft nicht mehr erwärmt wird, sich abkühlen. Das Thermometer würde eine niedrige Temperatur anzeigen.

Was ist da zu machen?

Dort, wo es nicht möglich ist, frontal anzugreifen, muß man eine Umgehung machen.

Die Lautgeschwindigkeit ist abhängig von der Temperatur. Statt die Temperatur zu messen, kann man feststellen, wie sich die Lautgeschwindigkeit beim Flug der Rakete in verschiedenen Höhen ändert.

Wenn man weiß, wie sich die Lautgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen ändert, kann man die Temperatur berechnen.

Zur Temperaturmessung auf der schnell fliegenden Rakete kann man andere, empfindlichere Thermometer verwenden als die Quecksilberthermometer. Es gibt Stoffe, die ihre elektrische Leitfähigkeit bei Temperaturänderungen schnell ändern. Sie werden Thermistoren genannt. Ein Thermometer mit Thermistor kann Temperaturänderungen von $0,0005^\circ$ feststellen, während andere elektrische Thermometer nur Änderungen bis $0,003^\circ$ anzeigen. Ein Thermometer mit Thermistor ist sehr einfach eingerichtet: Zwei Leiter werden an den „Temperaturempfänger“ angeschlossen, an ein kleines Plättchen oder eine winzige Perle aus Thermistor. In den Stromkreis wird ein elektrischer Widerstandsmesser eingeschaltet. Seine Skala kann unmittelbar in Temperaturgrade eingeteilt werden – und das Thermometer ist fertig. Ein solches elektrisches Thermometer reagiert sofort auf die geringsten Temperaturänderungen.

Zur Messung des Luftdruckes der umgebenden Luft

werden an der Rakete besonders empfindliche Manometer angebracht.

Auch viele andere Apparate kann man der Rakete auf ihren Flug mitgeben.

Sie werden uns helfen, festzustellen, wie die Radiowellen von den ionisierten Schichten der Luft zurückgeworfen werden.

Sie werden uns helfen, die kompliziertesten Erscheinungen restlos aufzuklären, die unter der Einwirkung der Sonnen- und der kosmischen Strahlen sich in der Atmosphäre abspielen.

Die Apparate zur Entnahme von Luftproben ermöglichen es, die Zusammensetzung der Luft in den hohen Schichten der Atmosphäre kennenzulernen, festzustellen, wieviel Edelgas, kosmischer Staub usw. in ihr enthalten sind.

Unter den Insassen der Rakete sehen wir auch Radioapparate. Sie senden die Angaben der Meßapparate zur Erde und helfen, die Rakete im Fluge zu steuern. Und in Zukunft, wenn das Fernsehen und die Funkortung vereinigt sein werden, werden sie von der fliegenden Rakete aus Aufnahmen zur Erde senden.

Der Blick des Menschen ist tief in die Mikrowelt eingedrungen. Im Elektronenmikroskop erblickte der Mensch zum erstenmal das Molekül.

Der Blick des Menschen ist auch weit in das Weltall gedrungen. Wir sehen Welten, die unvorstellbar weit von uns entfernt sind.

Aber uns so hoch über die Erde zu erheben, daß wir den Planeten Erde sehen können, ist uns noch nicht gelungen. Dies wird die Rakete vollbringen, sie wird es dem Menschen ermöglichen, seinen Planeten vom Weltraum aus zu sehen.

Die Höhenrakete wird der Geographie und Astronomie unschätzbare Dienste leisten.

Die Luft ist ja nicht immer unser Freund. Manchmal wird die Luft zu unserem Feinde.

Sie hindert die Beobachtungen, verzerrt die Abbildungen der Teleskope. In unseren Fernrohren sehen wir das Weltall durch die Lufthülle der Erde hindurch. Die Teleskope werden auf hohen Bergen aufgestellt, weil die Luft dort mehr verdünnt und reiner ist und die Beobachtungen weniger gestört.

Die Rakete trägt den Photoapparat und wird in Zukunft auch das Teleskop in so große Höhen tragen, wo es keine Luft mehr gibt.

Und wer kann voraussehen, wie viele neue Entdeckungen gemacht, wie viele neue Rätsel gelöst werden!

Nicht umsonst sagte Ziolkowski:

„... Mit der Anwendung von Raketenapparaten wird eine neue, große Ära in der Astronomie beginnen: die Epoche der genauen Erforschung des Himmels.“

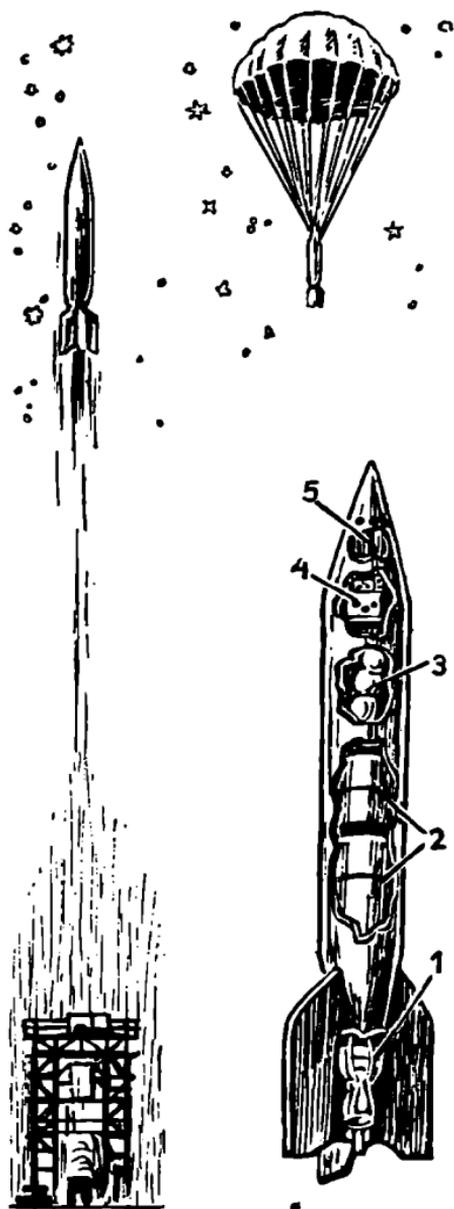
Und endlich sehen wir in der Apparatzelle der Rakete auch einen Fallschirm für das Ablassen der Apparate zur Erde.

Die Rakete steigt in Höhen, in denen die Begegnung mit einem Meteor gefährlich wird. Dort gibt es ja keinen Luftpanzer, der sie schützen könnte. Die Rakete muß deshalb einen eigenen Panzer zum Schutze gegen die Geschosse der Himmelsartillerie haben.

Wie ist die Rakete, die Waffe der Wissenschaft, eingerichtet?

Wie funktioniert sie?

Die Rakete ist startbereit. Sie ist im Inneren eines hohen eisernen Turmes aufgestellt, von wo aus sie in die Luft steigt. Ein Signal – und die Startfläche ist leer. Die Menschen, die soeben noch an dem langen Körper der Rakete hantierten, sie mit Brennstoff versahen, prüften, besichtigten, haben sich in den Schutzraum mit dicken Betonwänden zurückgezogen. Start! Rauch-



Rakete zur Erforschung
der Atmosphäre:

1. Raketenmotor 2. Brennstoffbehälter 3. Fallschirm 4. Steuerapparat und Radioapparatur 5. Apparat zur Untersuchung der Atmosphäre

schwaden hüllen die Rakete ein. Sie steigt immer schneller und schneller...

Das Heulen des Motors erschüttert die Luft. Die Rakete befindet sich bereits in einer Höhe, wo sie dem unbewaffneten Auge nicht mehr sichtbar ist.

Und doch sieht man sie.

Sie wird von den Beobachtern am Fernrohr verfolgt.

Sie wird gesehen von der Besatzung der Radio-Ortungsstation. Dort werden schwache, von der Rakete zurückgeworfene Funksignale aufgefangen, und auf dem Schirm erscheint ein kleines Bild des Erkunders großer Höhen.

Aber kehren wir zu unserer Rakete zurück.

Wird sie von selbst dorthin fliegen, wo wir sie haben wollen?

Natürlich nicht. Versucht einmal die Augen zu schließen und gera-

deswegs zu jenem Haus da drüben zu gehen. Es scheint euch, daß ihr geradeaus und auf dem kürzesten Wege geht . . . und plötzlich stoßt ihr auf einen Pfahl, der neben eurem Hause steht.

Einer sich selbst überlassenen Rakete würde es ebenso gehen. Sie ist blind und würde nicht dorthin fliegen, wohin wir wollen, sondern wohin sie der Zufall verschlägt.

Es genügt eine kleine Abweichung, damit die Rakete überallhin fliegt, nur nicht dorthin, wohin sie fliegen soll.

Deshalb werden der Rakete „Sinnesorgane“ gegeben.

Werfen wir einen Blick in die Abteilung der Rakete, in der die Apparate untergebracht sind. Hier finden wir unter einer Menge der kompliziertesten Apparate ein einfaches Spielzeug – einen Kreisel. Das Kreiselgyroskop ersetzt den Piloten der Rakete.

Die Achse des rotierenden Kreisels bewahrt stets eine bestimmte Lage im Raume.

Jetzt schwankt die Rakete nach rechts. Der Rahmen des mit dem Körper der Rakete verbundenen Gyroskops neigt sich und schließt die Kontakte eines Stromkreises.

Dies ist ein großer Kreis! Aber für uns sind im Augenblick nur sein Anfang und sein Ende wichtig.

Sein Anfang ist der Kontakt, der vom Kreisel geschlossen wird. Das Ende ist der Motor, der das Steuer betätigt. •

Und sobald die Rakete vom vorgesehenen Wege abweicht, schaltet der Kreisel den Motor ein, und die Steuerorgane bringen die Rakete auf den richtigen Kurs zurück!

Nehmen wir jetzt einmal an, daß seit dem Start eine Minute vergangen sei.

In dieser Minute hat sich in der fliegenden Rakete vieles ereignet. Sie ist nahezu dreimal leichter geworden.

Die Pumpen haben den gesamten Brennstoff aus den Behältern in die Verbrennungskammer gepumpt.

Die Rakete fliegt jetzt wie ein Geschoß, das von einem Geschütz abgefeuert wurde.

Die Troposphäre – der Küstenstreifen des Luftmeeres mit Wolken, Regen und Gewitter, Schnee und Hagel – ist weit unten zurückgeblieben. Mit zunehmender Höhe wird es immer kälter in der Troposphäre.

Auch der untere Teil der Stratosphäre, in dem die Temperatur beständig ist, ist jetzt unten zurückgeblieben.

Hier, in der Höhe von 35 bis 40 Kilometern, beginnt das Land der Rätsel. Es ist nur für die Rakete mit ihren Apparaten zugänglich. Und die Rakete ist es, die uns die Eroberung dieses Landes möglich macht.

*

Wie waren nun die Ergebnisse der ersten Raketen-Höhenflüge?

Sie ermöglichten es, die Grenzhöhe der Atmosphären-Erforscher ganz gewaltig zu vergrößern – etwa auf 400 Kilometer. Sie haben vieles von dem bestätigt, was wir durch Beobachtungen von der Erde aus erkannt hatten.

Die Temperaturmessungen, die bei Raketenanstiegen bis zu 120 Kilometern und mit Hilfe anderer Erkunder des Luftmeeres erhalten wurden, erwiesen sich als ungefähr übereinstimmend.

An der Oberfläche der Rakete wurden kleine Kügelchen eines durchsichtigen Minerals, des Flußspates, angebracht. Wie sich die Rakete auf ihrem Fluge auch drehte, diese Kügelchen fingen stets Sonnenstrahlen auf und sandten sie in den Spektroheliographen.

Das Sonnenspektrum wurde auf einen Film aufgenommen. Die Filmspule befand sich in einem starken Stahlzylinder und wurde von einem Uhrwerk gedreht.

In der ersten Zeit ging es nicht ohne Unannehmlichkeiten ab: die Rakete „schlenkerte“ im Fluge, und der Mechanismus führte den Film zu schnell an der Öffnung des Spektroheliographen vorbei. Die Rakete hatte erst die Hälfte ihres Weges zurückgelegt, und der Film war bereits verbraucht. Die von der Rakete abgeworfene Kassette fand man nach einigen Tagen.

Immerhin war es gelungen, interessante Aufnahmen des Sonnenspektrums in Höhen bis etwa 90 Kilometern zu erhalten.

Was zeigten nun diese Aufnahmen, die in Höhen gemacht wurden, die dem Menschen unerreichbar sind?

Das Spektrum erwies sich in seinem ultravioletten Teil stark gestreckt und nicht abgeschnitten, wie auf der Erde. Mit anderen Worten, die Ozonschicht hält die für das Leben auf der Erde gefährlichen ultravioletten Strahlen zurück. Sie bedeckt die Erdoberfläche wie mit einem Schutzpanzer.

Mit Hilfe der Rakete wurde die Erde aus einer Höhe von etwa 100 Kilometern photographiert. Diese Aufnahmen zeigen deutlich die Krümmung der Erdoberfläche.

Indem man Rauchwolken beobachtet, die der Rakete in großer Höhe entströmen, kann man die Luftgeschwindigkeit in den hohen Schichten der Atmosphäre feststellen. In der Stratosphäre wehen starke Winde, und das bestätigen die Rauchspuren, die von der Erde aus beobachtet wurden.

Mit der Rakete wurde ein Zähler kosmischer Strahlen in eine Höhe bis 160 Kilometer gebracht. Und wenn auch diese Zähler nur sehr kurze Zeit – nur wenige Minuten – mit der Rakete durch die hohen Sphären wandern, so werden solche Untersuchungen doch eine große Bedeutung für die Erforschung der kosmischen Strahlen haben.

Luftproben konnte man früher nur mit Hilfe von Stratostaten und Pilotballonen und nur aus Höhen bis zu etwa 30 Kilometern erhalten. Die Luftzusammensetzung erwies sich an der Erde und in der Höhe von 30 Kilometern fast gleich.

Da in der Stratosphäre starke Luftbewegungen beobachtet wurden, konnte man annehmen, daß auch weiter oben die Luft gleichmäßig zusammengesetzt ist.

Aber wie ist die Luft in großen Höhen wirklich beschaffen? Ist es die gleiche Luft wie an der Erde, oder nicht?

Das kann man nur mit Bestimmtheit beantworten, wenn man Luft aus jenen Höhen gewinnt und ihre Zusammensetzung bestimmt.

Auf der Rakete wurden Stahlbehälter untergebracht, aus denen die Luft beseitigt war. Dünne kupferne Verbindungsröhrchen führten von den Behältern zu Öffnungen an der Oberfläche der Rakete, durch die die Luft eintrat. In einem vorher berechneten Augenblick wurde der Luft der Zutritt in den Ballon geöffnet und das Röhrchen dann wieder zugelötet.

Nach Ankunft der wenigen Kubikzentimeter kostbarer Stratosphärenluft auf der Erde wurde sie vorsichtig in Glasgefäße übergepumpt. Nacheinander wurden die Gase abgeteilt, die die Luft bilden, und ihre Menge festgestellt.

Die Rakete hatte Luft aus einer Höhe von etwa 70 Kilometern mitgebracht, und es erwies sich, daß sie die gleiche Zusammensetzung hatte wie an der Erdoberfläche.

Es bestätigte sich das, was bis dahin nur eine Annahme war.

Dies sind nur einige gelöste Rätsel des Luftmeeres. Und wie viele ungelöste Rätsel warten noch darauf, daß die Reihe an sie kommt! Es wird die Zeit kommen, wo

andere Abgesandte des Menschen in das Reich der Rätsel kommen werden – die Höhenraketen, die den anderen Erforschern der Atmosphäre zu Hilfe kommen: dem Licht, dem Schall und dem Radio.

Versuchen wir, uns den künftigen Angriff auf der Kampffront der Wissenschaft vorzustellen!

Die Raketen mit den Apparaten werden immer höher und höher aufsteigen. Es wird der Tag kommen, wo die Rakete eine Geschwindigkeit erreichen wird, die es ihr ermöglicht, Begleiter der Erde zu werden. Dieser künstliche Trabant wird zum Laboratorium zur Erforschung des Weltraumes und der hohen Schichten der Atmosphäre.

Wieviele verborgene Geheimnisse der Natur werden mit Hilfe solcher kosmischer Laboratorien entschleiert werden!

Bis zum kosmischen Laboratorium ist es ein weiter und schwieriger Weg. Und der erste Schritt auf diesem Wege wurde von der russischen Wissenschaft getan.

Schon vor einem halben Jahrhundert sagte Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski: „Als Erkunder der Atmosphäre schlage ich einen Reaktionsapparat vor, das heißt eine Art Rakete, aber eine Rakete von riesigen Ausmaßen, die besonders eingerichtet ist . . . Im Nebel der fernen Zukunft zeichnen sich schon so bezaubernde und wichtige Perspektiven ab, von denen heute kaum jemand auch nur zu träumen wagt . . .“

Ein halbes Jahrhundert ist vergangen. Der Nebel hat sich zerstreut, und wir können einen Blick in diese prachtvollen Perspektiven tun. Aus dem Traum eines Gelehrten haben sie sich in Wirklichkeit verwandelt.

Wir haben gesehen, daß die Ursachen vieler Erscheinungen in der Atmosphäre weit außerhalb ihrer Grenzen zu suchen sind.

Es ist die Sonne, die verderbliche ultraviolette Strahlen

zur Erde schickt und gleichzeitig die schützende Ozon-schicht erzeugt – die heiße Zone in der Stratosphäre.

Es ist die Sonne, die Ströme elektrischer Teilchen zur Erde sendet, die verdünnte Luft leuchten läßt und das Polarlicht erzeugt, Magnetstürme verursacht und den Funkverkehr stört.

Es ist die Sonne, deren Strahlen die Luft ozonisieren und ihre oberen Schichten undurchdringlich für die Radiowellen macht.

Es sind die kosmischen Strahlen, die aus den fernen Weiten des Alls zu uns kommen und „Regengüsse“ feinsten Teilchen in der Atmosphäre erzeugen.

Und wenn es möglich wäre, die Sonne und die kosmischen Strahlen systematisch unter solchen Bedingungen zu beobachten, die man auf der Erde nicht schaffen kann, so könnte das der Wissenschaft unendlich viel geben.

Das ist der Grund, weshalb die Ideen unserer Wissenschaftler K. E. Ziolkowski und J. W. Kondratjuk von der „Welt-Außenstation“, dem künstlichen Trabanten der Erde oder des Mondes, dem Laboratorium für Beobachtungen im Weltenraum, so große Bedeutung haben.

Ziolkowski wies darauf hin, daß diese Station aus Teilen zusammengestellt werden kann, die von Raketen in den Raum über der Atmosphäre getragen werden können. Sie wird um die Erde oder um den Mond kreisen wie ein kleiner Himmelskörper nach dem Gesetze der Massenanziehung¹⁾.

Sehr große Höhen und Geschwindigkeiten kann eine zusammengesetzte Rakete erreichen. Sie besteht, wie der Name sagt, aus mehreren Raketen. Nachdem der Motor der einen Rakete aufgehört hat zu arbeiten,

¹⁾ Über die außerirdische Station kann man Näheres erfahren aus dem Buche von B. Ljapunow: Die Rakete (Paketa), Detgis, 1950.

beginnt die zweite Rakete zu arbeiten usw., während Geschwindigkeit und Flughöhe weiter steigen.

Schon heute könnte man eine zusammengesetzte Rakete bauen, die den Weltraum erreichen würde. Allerdings könnte sie trotz ihrer riesigen Abmessungen vorläufig nur eine sehr kleine Nutzlast mitnehmen – im ganzen nur wenige Kilogramm.

Wie wenig! werdet ihr sagen. Aber diese bescheidenen Zahlen bedeuten doch nicht gar so wenig, wie es auf den ersten Blick erscheint.

Die Radio-Meßtechnik hat heute große Vollkommenheit erreicht. Die Radiostation für die Rakete findet in einer kleinen Konservenbüchse Platz. Man wird auf der Rakete eine Radiostation und einen Apparat, zum Beispiel zur Erforschung der kosmischen Strahlen, unterbringen können. Bei besonders sorgfältiger Ausführung dieser Anlage kann man ihr Gewicht auf einige Kilogramm herabdrücken. Unsere Rakete wird sie aus der Atmosphäre hinaustragen, mit ihr als kleine kosmische Station um die Erde kreisen und Funksignale aussenden.

Die Entwicklung der Technik wird es dem Menschen in Zukunft ermöglichen, in der Rakete zu fliegen und außerirdische Stationen einzurichten, um selbst die interessantesten Beobachtungen außerhalb der Erde auszuführen.

*

Man darf natürlich nicht annehmen, daß die Aufstiege der Apparate mit Raketen die indirekten Beobachtungsmethoden ganz verdrängen werden.

Man könnte denken, daß mit dem Erscheinen einer so mächtigen Waffe wie der Rakete im Waffenarsenal der Wissenschaft alle anderen Erkunder des Luftmeeres überflüssig würden.

Wozu braucht man zum Beispiel Meteore zu beobachten, wenn die Rakete bis zur Oberfläche des Luft-

meeres aufsteigen kann? Die Rakete ist doch schon in die Tiefen der Ionosphäre vorgedrungen.

Warum schwierige Wege gehen, wenn es einen einfachen Weg gibt?

Aber die Rakete ist ein sehr komplizierter und kostspieliger Mechanismus. Regelmäßige Beobachtungen mit Hilfe von Raketen können noch nicht gemacht werden: jene ersten Ergebnisse, die wir besitzen, wurden bei Raketen-Probeflügen erhalten. Die Beobachtungen von der Erde aus kann man dagegen während des ganzen Jahres und zu jeder Zeit durchführen, man kann das Leben der Atmosphäre verfolgen, erhält so nicht eine Momentaufnahme von ihr, sondern ein ununterbrochenes Bild ihres Lebens.

In der Zukunft wird die Rakete vielleicht zu einem ebenso gewöhnlichen Mittel der Erforschung der Atmosphäre werden wie es jetzt die Radiosonde ist. Und man kann sich vorstellen, wie auf den Wetterstationen die Erkundung der Atmosphäre durch Raketen durchgeführt werden wird, die mit selbsttätigen Fernsehstationen ausgerüstet sind und Nachrichten über den Zustand der Atmosphäre in verschiedenen Höhen und über den verschiedenen Gegenden des Landes zur Erde senden werden.

Die Menschen erforschen das Luftmeer, um es zu beherrschen. Nach den Apparaten wird auch der Mensch in die unerforschten Höhen, in die Ionosphäre aufsteigen, wie er nach den Pilotballonen im Stratostaten in die Stratosphäre aufgestiegen ist.

*

Das Luftelement ist eine neue Kampffront der Wissenschaft. Dort werden heute Frontalangriffe durchgeführt, während man sich noch vor kurzem mit Umgehungsmanövern begnügen mußte.

Schallwellen und Radio, Lichtstrahlen und Meteore,

Dämmerung und Polarlicht bringen uns Kunde aus großen Höhen.

Schall, Licht und Radio dienen zur Erkundung des Luftmeeres und gehören zu der Bewaffnung der Wissenschaftler, die sich mit der Erforschung der Atmosphäre befassen.

Aber man kann die Schallwelle nicht dazu zwingen, Apparate emporzuheben. Der Meteor kann uns nicht von den kosmischen Strahlen berichten.

Indem wir diese Kundschafter beobachten, können wir nur auf indirekten Wegen etwas von der Luft in großen Höhen erfahren, von ihrer Temperatur, Dichte und Bewegung.

Stratostate und Radiosonden, Luftballone und Flugzeuge gaben dem Menschen und seinen Apparaten die Möglichkeit, in die Tiefen des Luftmeeres zu dringen.

Die Errungenschaften der Wissenschaft und Technik unserer Zeit – die Raketen, die Funkortung, die Atomenergie – werden dem Menschen noch mächtigere Waffen in die Hand geben, um das Luftelement zu erforschen und zu erobern und das Gesicht der Erde umzugestalten.

*



Der Verfasser dankt den Stalinpreisträgern Professor S. N. Wernow, dem Direktor des Zentralen aerologischen Observatoriums G. I. Golyschew und Professor W. W. Fedynski, dem Ingenieur-Flieger S. W. Rewsin, den wissenschaftlichen Mitarbeitern des Geophysikalischen Instituts der Akademie der Wissenschaften der UdSSR, den Kandidaten der physikalisch-mathematischen Wissenschaften I. P. Smirnow, B. J. Lewin, B. A. Bagarjazki und B. M. Bowschewerow für die wertvollen Hinweise, die bei der Arbeit an dem Buch verwertet wurden.

