Zeitschrift: Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik
Band: 4 (1949)
Heft: 8

Artikel: Das Leben im Raumschiff
Autor: Ley, Willy
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-654338

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

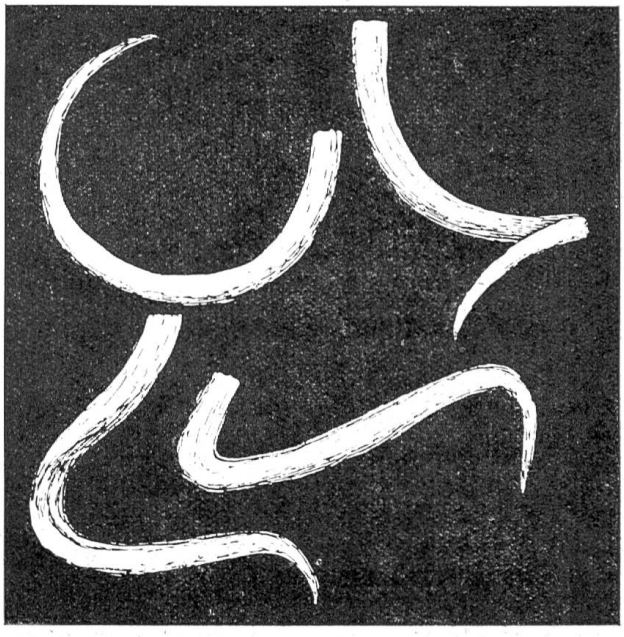
Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

wicklung des Individuums verspätet angelegt werden und sich verzögert ausbilden. Aus dem verspäteten Eintritt der Geschlechtsreife können wir daher schließen, daß die Geschlechtsdrüsen in Rückbildung begriffen sind und ihre Leistungsfähigkeit sich verringert. Schließlich: Der Stoffhaushalt der Drüsen mit innerer Sekretion — das sind die der Erzeugung der Hormone dienenden Organe —, der die Entwicklung des Individuums bestimmt, wird weitgehend von den Geschlechtshormonen her reguliert. Ist aber die Leistungsfähigkeit der Geschlechtsdrüsen herabgesetzt, ist auch die regulierende Wirkung der Geschlechtshormone abgeschwächt. In der Folge erscheint eine willkürlich luxurierende Variabilität und Übersteigerung einzelner Organe.

Das alles sind keine unmittelbaren Beobachtungen, sondern für die Frage nach dem Aussterben nur Indizienbeweise. Wenn aber der unmittelbare paläontologische Befund beweist, daß es ein von Außeneinflüssen völlig unabhängiges Aussterben, einen Artentod gibt, wenn ein solcher nur durch allmähliches Versiegen der Fortpflanzungskraft überhaupt möglich ist, wenn die charakteristischen Züge aussterbender Formengruppen, wie Größenwuchs und luxurierend willkürliches Variieren unter der Voraussetzung einer Rückbildung der Geschlechtsdrüsen verständlich wird, so stimmen diese Befunde und Gedankengänge so gut in sich zusammen, daß wir unbedenklich die Schlußfolgerung ziehen können, daß in der Tat ein echter Artentod infolge Erlöschens der Fortpflanzungsfähigkeit besteht. Was aber ist die letzte Ursache dieses Artentods? Diese Frage kann man nur beantworten, wenn man den Blick über die Erscheinung des Aussterbens hinaus auf die Erscheinung der Entstehung neuer Arten lenkt. Dieses Problem würde weit über unsere hier gestellte Frage hinausführen.

Prof. Dr. Karl Beurlen



Einige Mammutstoßzähne, die starke Variabilität zeigen

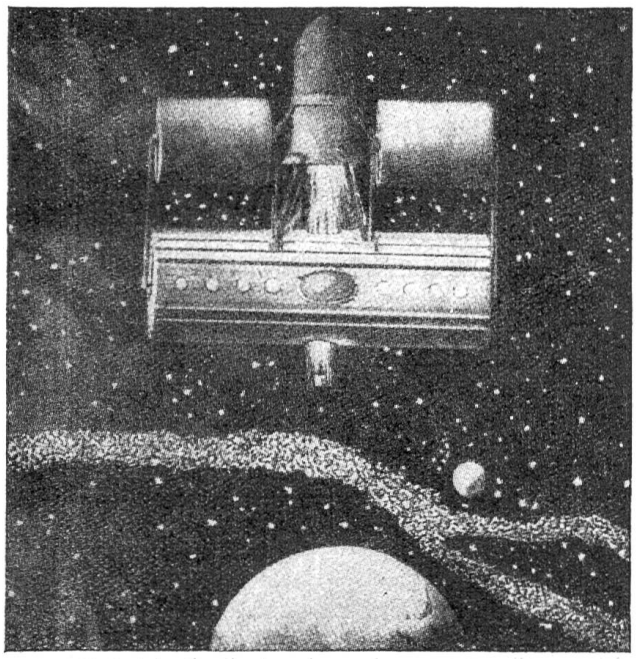
Das Leben im Raumschiff

Zu den besonders lebhaft diskutierten Fragen der Gegenwart gehören Rakete und Raumschiff. Aus zahllosen Anfragen wissen wir, daß insbesondere die Lebensmöglichkeiten der Personen, die vielleicht später einmal in einem Raumschiff oder auf einer Außenstation der Erde Dienst tun, unsere Leser interessiert. Der nachfolgende Auszug aus dem Werk „Vorstoß ins Weltall" von Willy Ley erscheint uns als beste Antwort auf diese Fragen. Er weist zugleich auf dieses Buch hin, daß über die Geschichte des Raumfahrtgedankens und den neuesten Stand der Raketentechnik den Leser trefflich unterrichtet.

Die Redaktion

...Damit hätten wir eigentlich das Ende der Geschichte erreicht. Ich schreibe „eigentlich", da die Geschichte dieses Buches ja die historische Entwicklung des Raumfahrtgedankens und der Raketentechnik von den ersten tastenden Versuchen bis zur neuesten Theorie ist. Ich weiß aber, daß besonders die Laienleser immer noch sehr viele Fragen auf dem Herzen haben. Und alle diese Fragen, wie ich ebenfalls aus Erfahrung weiß, haben so gut wie nichts mit den technischen Schwierigkeiten oder Möglichkeiten zu tun, sondern betreffen das Wohlergehen der Männer, die später einmal ein Raumschiff führen werden oder die vielleicht auf der Außenstation Dienst zu machen haben. Man könnte das alles mit einer Handbewegung abtun, indem man sagt, daß eine Technik, die gut genug ist, um das Raumschiff und die Station zu schaffen, sicherlich auch in der Lage sein wird, das Leben und die Gesundheit der Raumfahrer zu schützen und zu erhalten.

Eine solche Antwort wäre zwar vollkommen korrekt, aber doch auch in hohem Maße unbefriedigend. Aus diesem Grunde soll es nun versucht werden, die am häufigsten auftretenden Fragen im voraus zu beantworten. Es muß dabei aber etwas im Auge behalten werden. Die Antworten, die heute gegeben werden können, sind die Antworten von heute. Das Raumschiff wird bestenfalls in zehn Jahren zur Wirklichkeit werden, die Station bestenfalls in fünfzehn oder zwanzig Jahren. Die „wirklichen", d. h. praktisch angewandten Antworten werden also in zehn oder zwanzig Jahren gegeben werden müssen, und es kann kaum ein Zweifel daran bestehen, daß diese Antworten viel besser sein werden, als die von heute.



Wie sich der „Erfinder" H. Ganswindt vor sechs Jahrzehnten ein Weltraumschiff vorstellte

Die erste Frage, die für gewöhnlich gestellt wird, bezieht sich auf die Temperatur — viel zu viele Leute erinnern sich daran, daß sie einmal in der Schule gelernt haben, daß der Weltraum „kalt" ist. An sich ist das Unsinn, denn wenn man, wie es für gewöhnlich geschieht und in der Hauptsache auch richtig ist, den Weltenraum als Vakuum auffaßt, so kann er natürlich überhaupt keine Temperatur haben.

Es können schließlich nur materielle Körper eine Temperatur annehmen.

Eine Rakete oder ein Raumschiff wird natürlich eine Temperatur annehmen und zwar wird sich diese Temperatur daraus ergeben, wieviel Wärme aus der Sonnenbestrahlung eingesaugt wird und wieviel Wärme vom Schiff selbst ausgestrahlt wird. Was die Wärmeaufnahme angeht, so hängt sie in der Hauptsache von der Entfernung von der Sonne ab, für eine wohl recht lange Zeit werden wir hauptsächlich daran interessiert sein, wie es mit der Wärmeaufnahme zwischen Venus und Mars, also sozusagen in der „gemäßigten Zone" bestellt ist.

Nun kann dieses Gleichgewicht zwischen Wärmeaufnahme und Wärmeausstrahlung sehr weitgehend künstlich beeinflußt werden. Streicht man das Schiff z. B. auf der einen Seite mit einem stumpfen Schwarz an und macht die andere Seite weiß oder gar spiegelnd, so ergibt sich eine Regelung des Wärmegleichgewichtes daraus, welche Seite zur Sonne weist. (Alles das bezieht sich lediglich auf die Passagierkabine; die Brennstofftanks sollten ringsherum eine möglichst spiegelnde Oberfläche haben.) Wenn die spiegelnde Seite zur Sonne zeigt, so wird so gut wie keine Hitze aufgenommen. Zeigt die schwarze (absorbierende) Seite zur Sonne, so wird fast alle strahlende Wärme, welche das Schiff trifft, auch festgehalten. Durch teilweises Zukehren der einen oder anderen Seite können die dazwischenliegenden Wertstufen erzielt werden —, selbst mit ungünstigen Zahlen kommt man für den Weltraum zwischen Venus und Erde auf gegen 30 Grad Wärme im Schiff. Im allgemeinen dürfte es also eher zu warm als zu kalt sein. Nur wenn sich das Schiff direkt im Schatten eines Planeten befindet (und also keine Wärme aufnehmen kann), würde die Temperatur scharf abfallen, aber ein Schiff kann nicht sehr lange in einem Planetenschatten bleiben, zum mindesten nicht im Kernschatten.

Bevor ich auf die reichlich verwickelte Frage der Ernährung und Wasserzufuhr eingehe, mögen kurz einige von außen dem Raumschiff drohende Gefahren besprochen werden.

Die wichtigste, weil ununterbrochen vorhanden, ist die Sonnenstrahlung, besonders jene unterhalb des sichtbaren Spektrums liegenden kurzwelligen Strahlen, welche von der Atmosphäre verschluckt werden. Nun verschluckt die Metallwand des Schiffes alle sichtbaren Strahlen, alles Infrarot und alles Ultraviolett noch viel gründlicher als die Atmosphäre und kann nur die sogenannte „kosmische" oder „Höhenstrahlung" nicht aufhalten. Von dieser ist aber viel zu wenig vorhanden, um sich anderswo als in besonders konstruierten und empfindlichen Meßgeräten überhaupt bemerkbar zu machen. Die Achillesferse sind jedoch die Fenster und es ist recht amüsant, daß in allen „alten" Büchern über Raumschiffahrt, das heißt jenen, die zwischen 1925 und 1933 geschrieben wurden, von den Fenstern lieber nicht die Rede war. Inzwischen ist aber eine Reihe von vollkommen durchsichtigen Kunststoffen entwickelt worden, mit deren Hilfe dies Problem angefaßt werden kann.

Diese durchsichtigen Kunststoffe sind auch in mechanischer Hinsicht dem Glas überlegen, sie sind praktisch unzerbrechlich. Allerdings haben sie im Augenblick noch eine recht weiche Oberfläche, so daß sie leicht angekratzt werden können und sie sind auch gegen scharfe Luftströme empfindlich. Fenster aus solchen durchsichtigen Kunststoffen müßten während des Aufstieges durch außenliegende Metallplatten geschützt werden, was um so wichtiger ist, als die Insassen des Schiffes während des Aufstieges in der Atmosphäre durchweg andere Sorgen haben als zum Fenster hinauszusehen. Nun wurde von den Herstellern solcher Kunststoffe immer als besonderer Vorzug angepriesen, daß sie, im Gegensatz zu normalem Spiegelglas, ultraviolette Strahlung eben nicht verschlukken. Das ist schön und vorteilhaft auf dem Boden, wo wenig Ultraviolett übrig ist und man dies wenige gern hereinlassen möchte. Aber schon bei hochfliegenden Passagierflugzeugen stellte sich heraus, daß die am Fenster sitzenden Passagiere (und besonders die Piloten) durch diesen „Vorteil" leicht Sonnenbrand bekamen. In bezug auf Flugzeuge ist das Problem gelöst: die neuesten Formen dieser Kunststoffe halten ultraviolettes Licht auf, ohne sichtbares Licht aufzuhalten. Für den leeren Raum ist diese Eigenschaft noch nicht genügend ausgeprägt, aber andererseits hat auch bis jetzt niemand von der Kunststoffindustrie ein solches Material verlangt. Man darf wohl sagen, daß es geschaffen werden kann, falls einmal Nachfrage dafür besteht.

Die Meteoritengefahr ist anderer Natur und um es rund herauszusagen, scheint es nicht möglich zu sein, direkt etwas dagegen zu tun. Zwar kann niemand mit Bestimmtheit sagen, was eigentlich geschehen würde, wenn ein unregelmäßig geformter Meteorit von sagen wir zehn Gramm Gewicht mit einer Relativgeschwindigkeit von fünfundzwanzig Sekundenkilometer auf eine Stahlplatte auftrifft. Vielleicht würde das doch nicht einen so glatten Durchschuß ergeben, wie man es sich gewohnheitsmäßig vorstellt; wir haben keine Erfahrungen mit Geschossen von solcher Geschwindigkeit und wissen nicht, um es streng auszudrücken, ob wir aus den vorliegenden Erfahrungen einfach extrapolieren dürfen.

Vielleicht dürfte man mit Hilfe von Radargeräten größere Meteoriten entdecken, aber der Wert eines solchen Instrumentes scheint mir etwa dem Werte zu entsprechen, der von einem alten Kalifen auf Bücher gesetzt wurde. Jener alte Kalif soll nämlich gesagt haben, daß Bücher keinen Wert hätten, denn entweder sie widersprächen dem Koran, in welchem Falle sie übel seien, oder sie widersprächen dem Koran nicht, in welchem Falle sie überflüssig seien. Entweder verfehlt der Meteorit das Schiff, in welchem Falle es besser ist, das gar nicht erst zu wissen, oder er verfehlt das Schiff nicht, in welchem Falle die Kenntnis seiner Existenz wenig Wert hat; denn das Schiff kann ihm nicht rasch aus dem Wege gehen und die Station erst recht nicht.

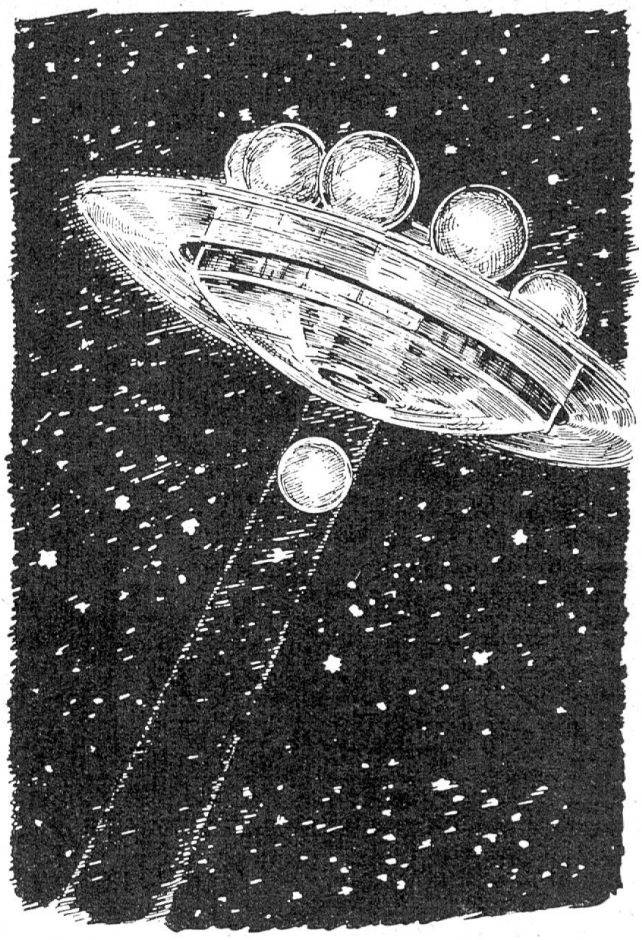
Alles was wir tun können ist, über die Wahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses nachzudenken. Eine astronomische Schätzung besagt, daß die Erde in 24 Stunden von rund zwei Millionen Meteoriten getroffen wird. Die große Zahl von ihnen verbrennt in der Atmosphäre, im Durchschnitt kommen zwei aus diesen zwei Millionen auf dem Boden an. Nun darf man sich von diesen Zahlen nicht erschrecken lassen, denn die Erde ist einige Milliarden Male so groß wie die Station, und die Station wird wahrscheinlich einige Dutzend Male so groß sein als ein Schiff. Aus diesen Gründen kann die astronomische Schätzung, die sich auf die Erde bezieht, nicht als Maßstab benutzt werden.

Aber man kann auf anderem Wege eine Schätzung versuchen. In astronomischen Büchern kann man die Angabe finden, daß der Fall der Leoniden im Jahre 1866 besonders dicht und deshalb ein besonders schönes Schauspiel war. Es konnte aber, eben gerade weil so viele Beobachtungen vorlagen, berechnet werden, daß die dichtesten Stellen des Schwarmes nach irdischem Maßstabe immer noch „leer" waren. Die Meteoriten waren in diesem besonders dichten Fall immer noch mindestens hundertzehn Kilometer voneinander entfernt. Um eine etwas neuere Schätzung zu erhalten, schrieb ein Mitglied des VfR im Jahre 1928 an Professor Graff von der Hamburger Sternwarte. Und Professor Graff, jetzt Direktor der Wiener Universitätssternwarte, antwortete, daß selbst in dichten Meteoritenschwärmen die vorhandene Masse etwa ein Gramm pro hundert Kubikkilometer beträgt.

Da nun die Meteoritenschwärme sich zumeist im gleichen Sinne wie die Planeten um die Sonne zu bewegen scheinen, so kann man ausrechnen, daß man fünfhunderttausend Raketen zum Monde senden muß, um sicher zu sein, daß eine davon von einem Meteoriten getroffen werden wird. Das ist natürlich eine sogenannte „statistische Zahl", das heißt, man kann mit guter Wahrscheinlichkeit voraussagen, daß nur eine Rakete von fünfhunderttausend getroffen werden wird; man kann aber nicht voraussagen, ob das Nummer 1, Nummer 950 oder Nummer 500 000 sein wird.

Daß eine Meteoritengefahr besteht, steht außer jedem Zweifel. Daß sie recht klein ist, haben wir gesehen. Daß diese Gefahr die Weltraumfahrt unterbinden wird, ist Unsinn. Seit wann leben wir denn in einer Zeit, in der kein Zug entgleist, kein Automobil in schlechtem Wetter eine Kreuzung oder Brücke verfehlt, kein Schiff jemals sinkt oder kein Flugzeug jemals abstürzt oder in einen in Nebel gehüllten Berggipfel hineinfliegt? Absolute Sicherheit gibt es nirgendwo, und die relative Sicherheit eines Raumschiffes sieht kaum schlechter aus als irgendeines anderen Fahrzeuges.

Es ist auch noch nicht einmal gesagt, daß ein Schiff, ein bemanntes Schiff, unbedingt verloren ist, wenn es

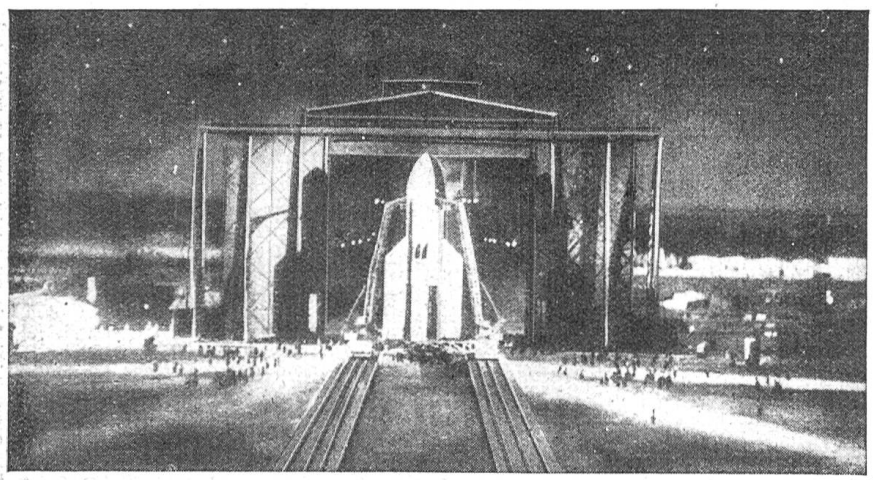


Die kugelförmigen Weltraumschiffe der Marsbewohner in Kurd Laßwitz' utopischem Roman „Auf zwei Planeten" beenden ihre Raumfahrt auf einer über dem Nordpol der Erde schwebenden Station

von einem Meteoriten getroffen wird. Nehmen wir einmal an, daß Meteoriten glatten Durchschuß ergeben, so würde ein durch die Passagierkabine eines Raumschiffes gehender Meteorit zwei Löcher hinterlassen, die etwa seinem eigenen Durchmesser entsprechen. Natürlich würde die eingeschlossene Luft durch diese Löcher entweichen, aber nicht so schnell, daß die Besatzung nicht etwas dagegen tun könnte. Eine behelfsmäßige Reparatur wäre sogar sehr einfach, sie würde darin bestehen, daß man zwei Stücke Gummi über die Löcher legt. Sie werden vom inneren Überdruck angepreßt werden und deswegen besonders luftdicht schließen. Eine sorgfältigere Reparaturarbeit kann hinterher vorgenommen werden.

Es besteht jedoch eine andere Gefahrenquelle, der man vorbeugen muß. Angenommen, der Luftdruck fällt von seiner Normalhöhe von einer Atmosphäre auf eine halbe Atmosphäre, bis die Löcher gefunden und verschlossen worden sind. Das ist immer noch genug Luft um zu atmen, wenn auch mit Schwierigkeiten, aber die Insassen würden einen schweren und wahrscheinlich tödlichen Anfall von Taucherkrankheit erleiden.

Die Taucherkrankheit ist eine Erscheinung, die lange Zeit Unterwasserarbeiten außerordentlich schwierig und langwierig gestaltet hat. Bei großen Tauchtiefen kam es oft vor, daß ein Taucher etwa eineinhalb Stunden gebrauchte, um langsam auf die nötige Tauchtiefe zu gehen,



Das Weltraumschiff aus dem Film „Frau im Mond" vor dem Start

dort etwa eine halbe Stunde lang arbeiten konnte und dann sechs Stunden benötigte, um langsam wieder aufzutauchen, ohne der Taucherkrankheit zum Opfer zu fallen. Es wurde schließlich festgestellt, daß die fast durchweg tödliche Taucherkrankheit dadurch verursacht wurde, daß sich der Stickstoff der Atemluft unter höherem Druck unter Wasser im Blute auflöste und dann beim plötzlichen Nachlassen des Druckes in Gasform ausschied, das heißt winzige Blasen im Blute bildete, die den Tod einfach durch ihre Anwesenheit herbeiführen. Die Anwesenheit des wirklich aufgelösten Stickstoffs im Blute wird nicht einmal bemerkt, die Blasenbildung konnte nur durch ganz langsame „Dekompression" verhindert werden; im Notfalle holte man den Taucher schnell herauf und steckte ihn in eine Dekompressionskammer, in der der ursprüngliche Druck herrschte und dann ganz langsam vermindert wurde.

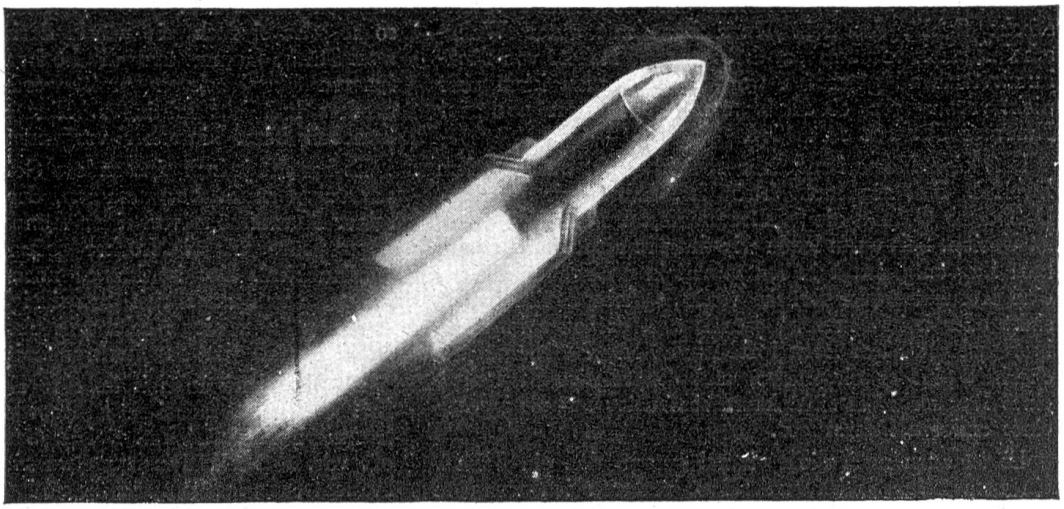
Sehr sorgfältige und umfassende Versuche, die in Amerika angestellt wurden (zusammengefaßt in „Science", Nr. 2461, vom 27. Februar 1942) ergaben, daß die Taucherkrankheit vermieden werden konnte, wenn der Körper des Tauchers Gelegenheit hatte, den Stickstoff im Blute durch Sauerstoff zu ersetzen. Allerdings dauert auch das recht lange, um sicher zu sein, hätte er für mindestens fünf Stunden fast reinen Sauerstoff atmen müssen, was an sich auch nicht sehr gesund ist, wenn auch aus anderen Gründen. Aber bei diesen Versuchen gelang es, ein Gas zu finden, welches die Stelle des Stickstoffes in der vom Taucher geatmeten Atmosphäre einnehmen kann, nämlich Helium.

Helium löst sich auch unter Druck im Blute auf, aber in weit geringerem Maße als Stickstoff; Stickstoff ist rund fünfmal so löslich als Helium. Dementsprechend bilden sich viel weniger Heliumbläschen im Blute als Stickstoffbläschen. Durch Versuche mit Freiwilligen wurde festgestellt, daß geübte Taucher in etwa einer halben Stunde aus Tauchtiefen aufsteigen konnten, die normalerweise einen vier- bis fünfstündigen Aufstieg erfordert hätten.

Man wird also in einem Raumschiff nicht eine Stickstoff-Sauerstoff-Atmosphäre, sondern eine Helium-Sauerstoff-Atmosphäre haben. (Bei den ersten Versuchsfahrten wird man sich wahrscheinlich um die Atmosphäre in der Kabine überhaupt nicht kümmern, sondern den Piloten in einen Panzertauchanzug stecken.)

Interessanterweise hat man für Höhenflugzeuge noch einen weiteren Apparat entwickelt, der für Raumschiffe wichtig sein wird. Man könnte sich vorstellen, daß ein winzigkleiner Meteorit ein Loch hinterläßt, welches nur einen Millimeter im Durchmesser mißt oder noch weniger, und welches deswegen zu Anfang nicht bemerkt wird und sich nur durch allmählichen Atmosphäreverlust bemerkbar macht. Da ähnliches auch bei Höhenflugzeugen eintreten kann, hat man einen Apparat entwickelt, der in einem Ohr getragen wird, und der in der Hauptsache aus einer sehr farbempfindlichen Photozelle besteht. Eine Lichtquelle schickt einen hellen und sehr dünnen Lichtstrahl durch das Ohrläppchen des Piloten. Nun wechselt die Farbe des Blutes mit dem Sauerstoffgehalt der Atemluft. Für das Auge sieht es zwar immer einfach rot aus, aber die Photozelle kann zwei Millionen Nuancen der Farbe „blutrot" unterscheiden. Das Instrument zeigt die Veränderungen, die etwa da sind, auf einem Zifferblatt an.

Und nun kommen wir zur Brennstoffversorgung des Piloten selbst. Ich kann mich nicht mehr daran erinnern, wieviele Kritiken über gerade diese Frage ich im Laufe der letzten zwanzig Jahre gelesen habe. Es kommt mir vor, als wären es hunderte; es waren bestimmt einige Dutzend. Und sie sahen sich alle gleich. Es wurde im-



Das Weltraumschiff aus dem utopischen Film „Frau im Mond" auf dem Flug

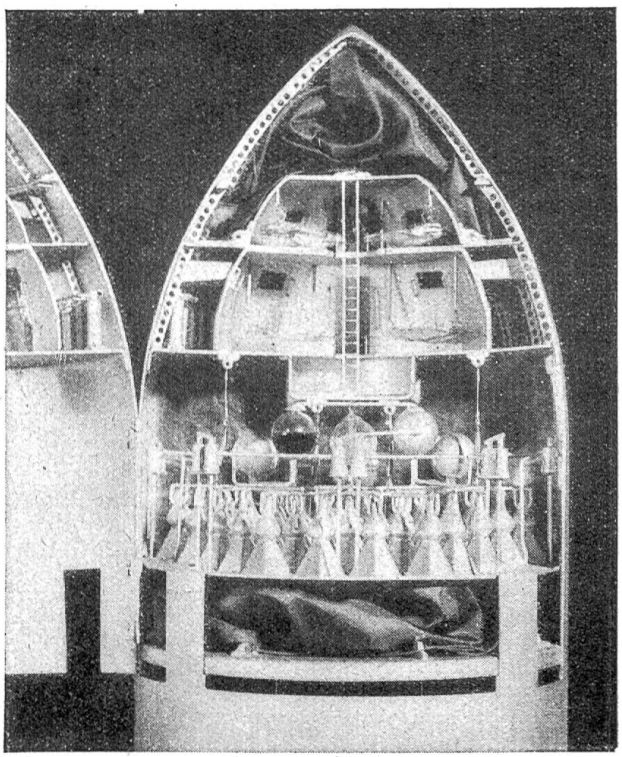
mer so gerechnet: ein Mensch braucht pro 24 Stunden soundso viele Kilogramm Sauerstoff, plus soundso viele Kilogramm Wasser, plus soundso viele Kilogramm Lebensmittel. Macht N-zig Kilogramm. Multipliziert mit M-zig Tagen Reisedauer. Ergibt L-zig Kilogramm. Zu viel. Schluß! Unmöglich!

Romanschriftsteller standen vor dem entgegengesetzten Problem, denn sie wollten ja eine Raumreise beschreiben und konnten nicht gut beweisen, daß es nicht ging. Dem Wasserbedarf standen sie hilflos gegenüber. Was den Sauerstoff anging, so erfanden sie eine „Lufterneuerungsmaschine" (jede Beschreibung wurde sorgfältig vermieden), und was die Nahrung betraf, so hatten sie oft „konzentrierte Rationen" etwa von der Größe einer Aspirintablette oder eines Hustenbonbons.

Um mit der Nahrung anzufangen: die „konzentrierte Ration" ist in diesem Sinne einfach unmöglich; lediglich Vitamine und Mineralien könnten in Pillenform auftreten, was sie sowieso tun. Die von einem Manne je Tag benötigte Menge von Stärke und Zucker ist rund ein Kilogramm und ein Kilogramm ist eben ein Kilogramm und läßt sich nicht komprimieren. Auch Fette lassen sich nicht komprimieren, und da man mit den Hauptbestandteilen in dieser Hinsicht nichts anfangen kann, hat es wenig Sinn, es bei den Nebenbestandteilen zu versuchen. Demnach werden die Mahlzeiten eines Raumschiffes sich kaum von anderen Mahlzeiten unterscheiden; natürlich wird man bei der Auswahl der Lebensmittel die aussuchen, die pro Kilogramm Eigengewicht die höchste Kalorienzahl aufweisen. Ebenso wird man peinlich darauf achten, daß keinerlei Abfall mitgenommen wird, was schon bei sorgfältigem Einmachen der Fall ist. Nun kann ja vielen Nahrungsmitteln das Wasser entzogen werden, was ihr Gewicht verringert und es hat sich auch bei entsprechenden Versuchen herausgestellt, daß man wasserfreie Lebensmittel leicht zusammenpressen soll. Das schneidet dem Luftsauerstoff den Zugang ab und macht sie haltbarer; und obwohl man dadurch nichts an Gewicht erspart, so tritt doch wenigstens eine Raumersparnis ein. Nahrungsmittel für die gesamte Reisedauer müssen also mitgenommen werden, aber das gilt nicht für das Wasser und den Sauerstoff. In dieser Hinsicht kann man die Station und wahrscheinlich auch die meisten Raumschiffe einem wohlausbalancierten Zimmeraquarium ähnlich machen.

Eine Flüssigkeitsmenge von vier Liter pro 24 Stunden dürfte für jeden nur denkbaren Fall mehr als genug sein, pro Mann Besatzung, versteht sich. Obwohl nun aber der Körper durchaus Wasser braucht, so wird es doch nicht im Körper festgehalten. Tatsächlich wird sogar bei der „Verbrennung" der Nahrungsmittel im Körper etwas zusätzliches Wasser erzeugt. All dies Wasser wird nun ausgeschieden; nicht ganz die Hälfte im Urin, etwas mehr als die Hälfte durch den Atem und durch die Hautverdunstung. Die Anteile der verschiedenen Ausscheidungsmethoden hängen sehr stark von der Temperatur ab. Wenn es sehr warm ist, findet der Hauptteil der Ausscheidung durch Hautverdunstung statt.

Alles Wasser nun, welches von der Haut verdunstet und welches durch den Atem den Körper verläßt, erhöht die Luftfeuchtigkeit und muß deswegen aus der Luft entfernt werden. Oberth schlug einen recht einfachen Apparat für diesen Zweck vor: eine lange Röhre, die aus dem Schiff zur Schattenseite führt und dort eine „Kühlschlange" bildet, in der sowohl das Wasser als auch die Kohlensäure gefriert. Sauerstoff und Stickstoff (oder Sauerstoff und Helium) bleiben übrig und werden auf der Sonnenseite in der gleichen Röhre wieder erwärmt,

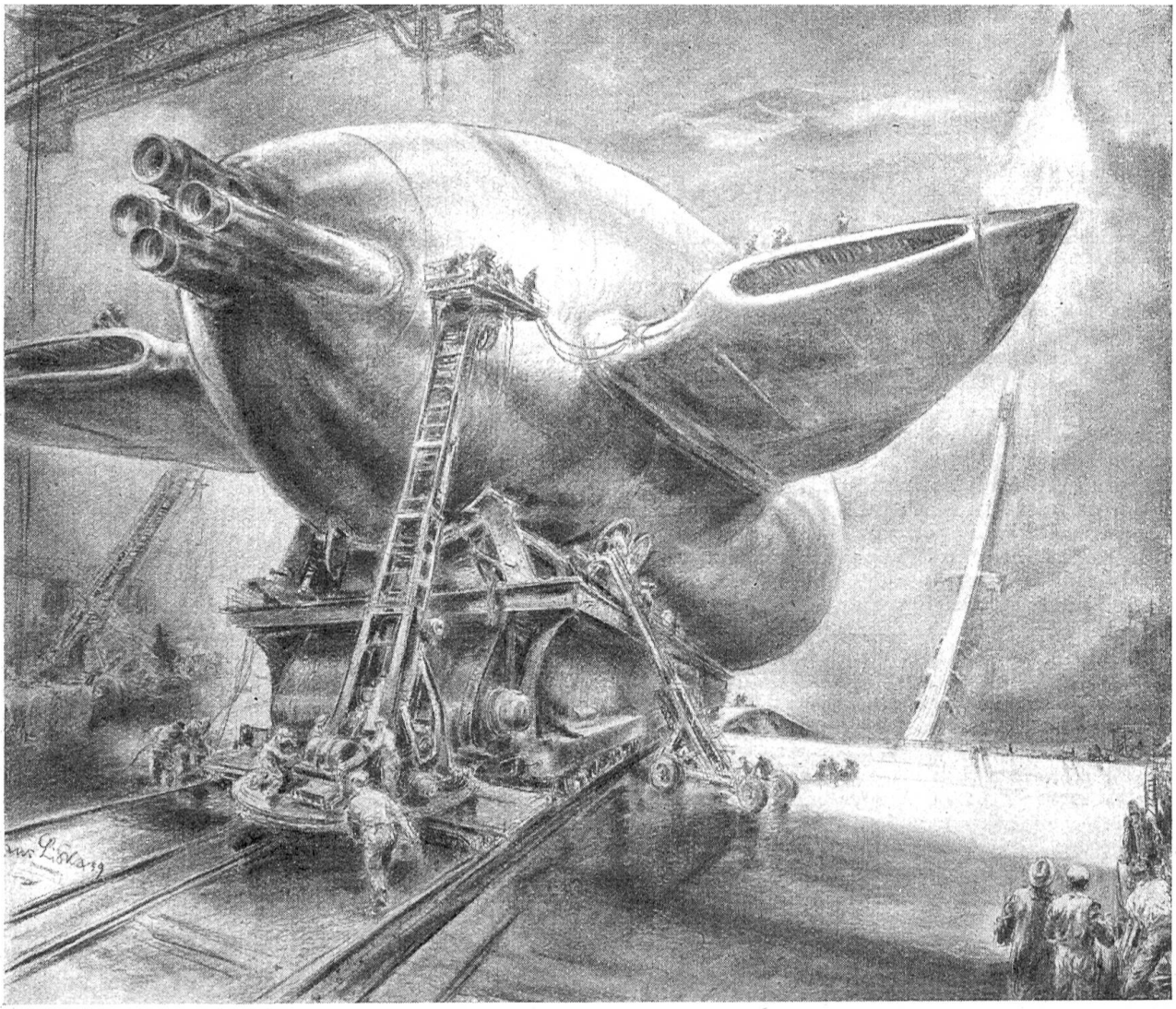


Die Inneneinrichtung einer Weltraumrakete (aus dem Film „Frau im Mond")

bevor sie in die Kabine zurückkehren. Mit einer solchen Vorrichtung brauchte nichts weiter geschehen, als den verbrauchten Sauerstoff zu ersetzen. Nun beschrieb Oberth diesen Apparat gelegentlich eines Beispiels einer Mondreise, und in diesem Falle ist es gerechtfertigt, die Röhre einfach nach einer Weile zur Sonnenseite zu bringen und die angesammelte Kohlensäure und Feuchtigkeit in den Weltraum hinaus verdampfen zu lassen. Bei langer Reise wäre das aber verschwenderisch, denn sowohl für die Feuchtigkeit als auch für die Kohlensäure gibt es im Schiff gute Verwendung. Die gefrorene Feuchtigkeit könnte geschmolzen und destilliert werden, so daß sie wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden kann. Auf diese Weise könnte man die benötigte Wassermenge, die mitgenommen werden muß, von vier Liter pro Mann pro Reisetag auf einen Liter pro Mann pro Reisetag hinunterdrücken, eine gewaltige Gewichtsersparnis.

Die Kohlensäure kann unter gewissen Bedingungen ebenfalls in den Kreislauf zurückgeführt werden. Wenn es sich bei der Reise um eine lange Reise mit vielen Hunderten von Tagen handelt, so gibt es einen Mechanismus zur Sauerstofferzeugung, der dem flüssigen Sauerstoff weit überlegen ist, was Gewichtsersparnis betrifft: die lebende Pflanze. Pflanzen nehmen ja Kohlensäure auf und atmen Sauerstoff aus, sie stellen die andere Hälfte des Kreislaufes dar. Die Frage ist lediglich, ob Pflanzen genug Sauerstoff erzeugen können, um mit flüssigem Sauerstoff in Vorratsbehältern zu konkurrieren. Die Antwort auf diese Frage hängt lediglich von der Reisedauer ab. Für eine Reisedauer von ein oder zwei und sogar drei Wochen ist ein Sauerstoffvorrat (in flüssiger Form) leichter, dauert die Reise länger, so sind die Pflanzen leichter.

Allerdings nicht Pflanzen im allgemeinen. Es müssen wachsende Pflanzen sein, schnellwachsende Pflanzen von



Wie heute ein Künstler ein Raumschiff und seinen Start mit Hilfe einer durch ein Hochgebirgstal laufenden Katapultbahn darstellt (Zeichnung von H. Liska, aus der illustrierten Zeitschrift „Quick")

der Sorte, die Stärke produzieren. Sie müßten in einer Atmosphäre wachsen, die etwas mehr Kohlensäure enthält, als die Bodenatmosphäre es normalerweise tut, aber der höhere Kohlensäuregehalt würde für die Reisenden immer noch unmerklich sein. Durch Versuche, die einmal in Deutschland gemacht wurden, wurde gefunden, daß ein Quadratmeter Blattoberfläche wachsender Kürbispflanzen genug Sauerstoff produziert, um einem stillsitzenden Menschen das Atmen zu ermöglichen. Ich habe seitdem mit amerikanischen Botanikern darüber gesprochen, welche durchweg der Meinung waren, daß gewisse schnellwachsende Süßwasserpflanzen mit zwar kleinen Blättern aber großer Blattoberfläche dem Kürbisblatt in dieser Hinsicht überlegen sein sollten. Sie meinten sogar, daß man in dieser Richtung Zuchtversuche unternehmen könnte und wahrscheinlich auf die doppelte Leistung des Kürbisblattes kommen würde. Selbst ohne solche Spezialzüchtung sollte ein Kubikmeter wachsender Süßwasserpflanzen etwa den Sauerstoffbedarf von zwei Menschen decken, die keine besonders anstrengende körperliche Arbeit verrichten. Der große Vorteil der Pflanze ist, daß es sich bei ihnen nicht um einen begrenzten Zeitraum handelt, sondern daß die Sauerstofferzeugung weitergeht, so lange sie am Leben sind.

Ein Problem, für das es die endgültige Antwort heute schon gibt, ist das der Navigation im Weltenraum. Nehmen wir an, daß sich ein Raumschiff auf der Fahrt zum Mars oder zur Venus befindet und daß der Pilot nach etwa vier Monaten eine Ortsbestimmung vornehmen will. Die Ortsbestimmung beginnt damit, den Stern Regulus aufzufinden, der sich recht genau in der Ebene der Ekliptik befindet. Der Pilot mißt dann den Winkel Regulus—Schiff—Sonne. Das ergibt die Lage des Radius vector, auf dem sich das Schiff befindet. Was der Pilot aber wissen will, ist auch die Entfernung von der Sonne. Diese findet er, indem er den Winkel Sonne—Schiff—Planet mißt. Von diesem durch Sonne—Schiff—Planet gebildeten Dreieck kennt er die Länge einer Seite, nämlich die Entfernung des Planeten von der Sonne. Er kann alle drei Winkel des Dreieckes entweder direkt messen oder indirekt finden, so daß die Berechnung aller drei Seiten des Dreiecks leicht ist. Und eine dieser Seiten fällt mit seinem Radius vector zusammen.

Das sind nun also die Antworten von heute auf Probleme, die in etwa 20 Jahren aktuell werden. In zwanzig Jahren wird man sicherlich viel bessere, auf jeden Fall aber genauere Antworten haben. *Willy Ley*