

Systeme zur Lebenssicherung im Orbit

Da die Dauer von Flügen auf Orbitalbahnen zunimmt und die Forschungsprogramme, die die Kosmonauten ausführen, wesentlich umfangreicher und komplizierter geworden sind, kommt den Systemen zur Sicherung des Lebens an Bord von Raumschiffen größere Bedeutung als früher zu. Das Bemühen geht dahin, die Zuverlässigkeit der Systeme zu erhöhen und der Besatzung bessere Bedingungen zu bieten. Sergej Koroljow, der bedeutendste Konstrukteur von Raumflugkörpern der UdSSR, sagte bereits im Jahre 1935, als an Problemen des Stratosphärenfluges gearbeitet wurde: „Betrachten wir die Charakteristika strahlgetriebener Flugkörper, die mit Flüssigkeitstriebwerken ausgestattet sind. Erstens die Besatzung... Zweitens die Bevorratung für das Leben. Dazu gehören alle Anlagen, Geräte und Vorrichtungen, die die Lebensbedingungen der Besatzung aufrechterhalten.“

Diese Gesamtheit von Anlagen, Geräten und Vorrichtungen wird heute als Lebenserhaltungssystem bezeichnet. An diesem System wird ständig gearbeitet. Jede neue Orbitalstation der Salut-Familie erhält neue Ausrüstungen, die die Lebensbedingungen an Bord verbessern. Salut 6 bildete in dieser Hinsicht keine Ausnahme.

Was wurde neu hinzugefügt? Als erstes ist die Duschanlage zu nennen. Bisher gab es das in der sowjetischen Raumfahrt nicht. Das System ist sehr einfach konstruiert, jedoch waren langwierige Experimente dazu erforderlich. Die Duschkabine ist ein elastischer Zylinder, an dessen Bedachung Vorrichtungen zum Mischen und Versprühen von heißem und kaltem Wasser angebracht sind. Außerdem kann Warmluft zugeführt und das verwendete Gas-Flüssigkeits-Gemisch abgesaugt werden.

Das Sauerstoffregenerations- sowie das Wasserversorgungssystem sind nicht wesentlich verändert worden. Das Sauerstoffregenerationssystem versorgt die Besatzung mit Sauerstoff, absorbiert Kohlendioxid und alle schädlichen Beimengungen sowie Gerüche, saugt Staub ab und gleicht den Druck zwischen den Sektionen der Station und einem Transportraumschiff nach der Kopplung aus. Außerdem kompensiert es mögliche Gasverluste. Das Trinkwasser ist mit Silberionen konserviert, die elektrolytisch zugeführt werden.

Da an Bord von Orbitalstationen heute ein sehr arbeitsintensives Programm zu erledigen ist, bei dem die Kosmonauten mitunter Raumanzüge anlegen müssen, ist ihr Energieverbrauch gestiegen. Deshalb wurde der Kaloriengehalt einer Tagesration der Kosmonauten auf 3300 Kilokalorien erhöht. Außerdem ist der Speisezettel reichhaltiger geworden.

Wie den telemetrisch übermittelten Daten und den Berichten der Kosmonauten zu entnehmen war, funktionierte das Lebens-



erhaltungssystem von Salut 6 normal und garantierte die erforderlichen Bedingungen für die Erfüllung des Flugprogramms. Faktisch alles, was der Mensch für seine normale Lebenstätigkeit beim Raumflug benötigt, wird heute von der Erde mitgenommen. Das ist ein ganz beträchtlicher Vorrat. Außerdem ist zu bedenken, daß es recht schwierig ist, Lebensmittel und andere Vorräte längere Zeit zu lagern.

Wie kann man dem abhelfen? Es gibt nur einen Ausweg — Lebenserhaltungssysteme zu entwickeln, die auf dem physikalisch-chemischen und später auf dem biologisch-technischen Kreislauf der Stoffe basieren. Erste Schritte wurden bereits unternommen: An Bord von Salut 6 war ein System installiert, das Wasser aus dem Kondensat der atmosphärischen Feuchtigkeit gewinnt. In naher Zukunft werden neue Systeme auch andere Produkte der Lebenstätigkeit des Menschen in den Kreislauf einbeziehen. Schließlich gilt es, ein geschlossenes ökologisches System aufzubauen, das einem Miniaturmodell der natürlichen Biozönose

Die Besatzung der Orbitalstation Salut 6, Juri Romanenko (rechts) und Georgi Gretschko
Foto: APN

(Lebensgemeinschaft) auf der Erde gleichkommt.

Das ökologische System im Weltraum soll das irdische jedoch nicht vollständig kopieren. In einem kleinen geschlossenen Raum lassen sich unmöglich alle biologischen Prozesse reproduzieren, die sich auf der Erde vollziehen und zum Kreislauf der Stoffe gehören. Hier dauert es zum Beispiel rund 2000 Jahre, ehe sich der Sauerstoff in der Atmosphäre vollständig erneuert hat. Die Wissenschaftler, die an ökologischen Systemen für den Weltraum arbeiten, sehen ihre Aufgabe darin, aufgrund der Erkenntnisse der Technik, der Physik, der Chemie und der Medizin und unter Beachtung der Wechselbeziehungen, die auf der Erde zwischen den zahlreichen Arten von Lebewesen und der Umwelt auf natürliche Weise entstanden sind, das Notwendigste auszuwählen, was für eine rasche Zirkulation der Stoffe auf begrenztem Raum ausreicht.

Menüs für Kosmonauten

Bei langdauernden Raumflügen werden an die Nahrungsrationen selbstverständlich besondere Anforderungen gestellt. Die Nahrungsmittel müssen maximal verwertbar sein, während des ganzen Fluges hochwertig bleiben und ausreichende Geschmackseigenschaften haben. Außerdem muß man sie unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit bequem zu sich nehmen können.

Die Tagesration von Juri Gagarin und German Titow enthielt nahezu 2800 Kilokalorien, 100 Gramm Eiweiß, 118 Gramm Fett und 308 Gramm Kohlehydrate. Auf der Erde empfehlen Ernährungswissenschaftler diesen Kaloriengehalt für Personen, deren Arbeit körperlich wenig anstrengend ist und die bewegungsarm leben.

Ausgehend von den Untersuchungen der ersten Flüge wurden Tagesrationen festgelegt, die abwechslungsreicher zusammengesetzt, jedoch ohne Kühlschrank nur begrenzte Zeit haltbar waren (fünf bis sechs Tage). Die Fleischgerichte mußten zum Beispiel unmittelbar vor dem Flug zubereitet werden. Für die Sojus-Raum-schiffe wurden Tagesrationen aus Lebensmitteln zusammengestellt, die sich ohne Kühlschrank bei Zimmertemperatur längere Zeit lagern lassen. Außerdem wurden weiterhin die bewährten pastenartigen und flüssigen Eßwaren in Tuben mitgeführt: Säfte, Suppen und Getränke. Das Sortiment an Backwaren, die verpackt nur langsam hart werden, wurde erweitert (Mischbrot, Weißbrot, Schwarzbrot). Das Brot wird in kleinen „Happen“ gebacken, so daß keine Krümel entstehen.

Die Fleischspeisen sind in Blechdosen konserviert. Ein Teil der gepreßten Lebensmittel ist mit einer eßbaren Folie überzogen. Die Ration für die Besatzungen der Sojus-Raum-schiffe sah eine Speisenfolge für drei Tage vor. Täglich gab es vier Mahlzeiten.

Mit der Entwicklung der Salut-Orbitalstationen verbesserten sich die Verpflegungsbedingungen der Besatzungen. Ein

Speiseraum, Bestecke, ein Gerät zum Aufwärmen der Speisen und Mittel zum Desinfizieren der Bestecke sind jetzt vorhanden.

In Salut 3 erprobten die Raumfahrer Popowitsch und Artjuchin erstmals flüssigkeitsfreie Lebensmittel, die während des Fluges mit regeneriertem Wasser reproduziert werden. Diese Experimente wurden von den Besatzungen der Station Salut 4 weitergeführt.

Die Aufnahme flüssigkeitsfreier Lebensmittel in die Rationen ist auf das Bestreben zurückzuführen, das Gewicht zu vermindern, die Haltbarkeitsdauer zu verlängern und die Versorgung der Raumfahrer mit Lebensmitteln zu verbessern, deren natürliche Geschmackseigenschaften kaum verändert sind. In den Versuchsstationen haben die flüssigkeitsfreien Lebensmittel jetzt einen Anteil von 30 bis 40 Prozent.

Wie wird die Verpflegung für Raumfahrer zubereitet? Ich suchte ein Laboratorium in Moskau auf, um dieser Frage nachzugehen.

Die Laborleiterin Lydia Kusnezowa nimmt den Deckel von einem Behälter ab und holt aus ihm winzige Brotlaibe in Polyäthylenverpackung, Täfelchen einer besonderen zähflüssigen Schokolade, Pakete mit sehr kleinen Zwiebackstücken sowie farbenprächtige Tuben mit den Aufschriften „Schtschi (Kohl-suppe)“, „Borschtsch (Rote Rübensuppe) mit Räucherfleisch“, „Ge-flügel-püree“, „Quark mit Johannisbeerpüree“...

„Wie viele Gerichte stehen auf dem Speisezettel der Kosmonauten?“

„Mehr als siebzig! Jeder einzelne der sowjetischen Kosmonauten hat seinen eigenen Geschmack und seine Gewohnheiten. Inzwischen haben wir große Erfahrungen gesammelt, doch können Sie sich wohl vorstellen, vor welchen Schwierigkeiten wir standen, als wir zum erstenmal Nahrung für Menschen zubereiteten, die in den Kosmos fliegen sollten.“

Die ersten Kosmonauten lobten den Geschmack ihrer Verpflegung, beschwerten sich jedoch darüber, daß man sie nicht kauen konnte.

Also mußten andere Rezepte gefunden werden, damit die Kost nicht mehr pastenartig ausfiel, sondern größere Stücken enthielt. Aber auch diese Speisen gelangen zunächst nicht so, wie es erwünscht war. Zahlreiche Experimente wurden angestellt, bis schließlich Rezepte für Gerichte gefunden waren, mit deren Geschmack und Beschaffenheit sich die Kosmonauten einverstanden erklärten.

Das Laboratorium arbeitet auch heute an Rezepten für immer neue Gerichte.

Auf den ersten Blick scheint dies sehr einfach zu sein: Man nehme das Rezept eines gewöhnlichen Gerichts, bereite dessen kosmische Variante zu und verpacke es in Tuben... Man darf jedoch nicht vergessen, wie vielen Erfordernissen die Nahrung eines Kosmonauten entsprechen muß. Kosmische Nahrung muß so beschaffen sein, daß im Raumschiff auch unter den Bedingungen der Schwerelosigkeit keinerlei Krümel umherfliegen können. Die Bordverpflegung muß zudem haltbar, leicht und kompakt sein und vor allem einen hohen Kaloriengehalt besitzen. Deshalb geht der Ausarbeitung eines Rezepts für kosmische Gerichte, selbst eines so einfachen wie Kartoffelbrei, eine gründliche Forschungsarbeit voraus. Erst nachdem die Zusammensetzung des Gerichts theoretisch geklärt ist, wird das Laboratorium zur Küche, in der das erste Probegericht zubereitet wird.

Natürlich geht das anders vor sich als bei einer Hausfrau. Jedes Fertiggericht wird von Mikrobiologen untersucht, denn es darf keinerlei Mikroorganismen enthalten und muß völlig steril sein.

Für Kosmonauten gibt es längst Gerichte mit erprobter Zusammensetzung. Sie werden serienmäßig und in relativ großen Mengen hergestellt. Das Herstellungsverfahren ist nicht we-

niger interessant als die Experimente mit neuen Rezepten.

Die Leiterin des Labors begleitete mich am Küchenfließband, wo gerade ein Leibgericht der Kosmonauten – „Borschtsch“ – zubereitet wurde.

Nahrungsmittel höchster Qualität durchlaufen hier eine besondere Behandlung: Rote Rüben werden zum Beispiel vor dem Kochen in einem Autoklav (verschließbarer Kessel) unter Druck erhitzt; Salz passiert ein Sieb mit Magnetfallen, die alle Beimischungen entfernen... Ein weiterer wichtiger Unterschied zur herkömmlichen Küche besteht auch darin, daß alle Komponenten, wie etwa 30 bis 50 Gramm schwere Fleischstücke, Gemüse und Fleischbrühe, in besonderen Kesseln getrennt gekocht werden.

Nach dem Kochen werden die Ingredienzien der kosmischen Rübensuppe in Maschinen weiterbehandelt. Die Fleischbrühe wird filtriert, die Fleischstücke, das Gemüse und die Zwiebeln werden zu höchstens fünf Millimeter großen Teilchen zerkleinert. Solche „Krümelchen“ lassen sich kauen und passieren zugleich mühelos die Öffnung einer Tube. Alle Komponenten der Suppe kommen in eine besondere Hackvorrichtung und werden sodann in einem anderen Behälter gemischt.

Die Suppe ist schließlich fertig. Ich darf sie kosten. Im Geschmack unterscheidet sie sich so gut wie nicht von einer gewöhnlichen Suppe, ist jedoch etwas saurer. Darin besteht eines der Berufsgeheimnisse der kosmischen Köche: Suppen dieser Art wollen die Kosmonauten, weil im Orbit Gerichte mit höherem Säuregehalt aus irgendeinem Grund besser schmecken.

Beim nächsten Arbeitsgang wird die fertige Suppe in Aluminiumtuben zu je 160 Gramm gefüllt. Die konzentrierte Masse kommt in eine Tubenabfüllmaschine, die die Portionen einfüllt, die Tuben an beiden Seiten verschließt und zur Sterilisierung weiterleitet.

Im Orbit brauchen die Kosmonauten die Tube in einem speziellen Elektroofen des Raumschiffes nur noch zu erhitzen und können sich dann „an den Tisch setzen“.

Wladimir Malow