

Ein schwieriges Problem: Im Raumschiff leben

Für langwährende Raumflüge sind eine große Zahl komplizierter Probleme zu lösen, die bei Flügen im erdnahen Raum nicht auftreten. Eines von ihnen ist die Aufgabe, das Raumschiff so auszurüsten, daß in ihm Menschen auf längere Zeit leben können. Die Besatzung muß mit Wasser und Nahrungsmitteln versorgt sein, das erforderliche Luftmilieu muß aufrechterhalten bleiben, das heißt, die Luft muß hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, Temperatur und Feuchtigkeit richtig beschaffen sein.

Der Mensch braucht im Zustand der Schwerelosigkeit nur 600 bis 650 Gramm Nahrung in 24 Stunden, aber für die Verbrennung dieser Nahrung benötigt er rund 900 Gramm Sauerstoff. Der größte Teil der Vorräte entfällt auf Wasser, dessen Menge in reiner Form oder in Nahrungsmitteln nicht weniger als 2,2 Kilogramm pro Tag betragen darf.

Das Gewicht der mitzuführenden Vorräte wächst proportional zur Dauer des Flugs, gleichgültig, wie vollkommen das System zur Lebenserhaltung auch ausgearbeitet sein mag. Bei einem Raumflug von der Dauer eines Jahres würde der Vorrat das Gewicht der Besatzung um mindestens das Fünfzig- bis Sechzigfache übertreffen. Darin besteht die prinzipielle Unzulänglichkeit der bis heute entwickelten Verfahren der Lebenserhaltung. Sie sind nicht anwendbar für interplanetare und Kreisbahnflüge, deren Dauer in Monaten und Jahren gemessen wird. Aus welchen Quellen aber können die vom Menschen verbrauchten Stoffe ersetzt werden, wenn nicht aus den mitgeführten Vorräten? Es gibt indessen einen Ausweg. Die Produkte der Lebenstätigkeit des Menschen selbst können solche Quellen sein.

Die prinzipielle Möglichkeit, den Menschen auf Grund wiederholter Ausnutzung der Produkte seiner Lebenstätigkeit am Leben zu erhalten, ergibt sich daraus, daß die von einem erwachsenen Organismus benötigten Stoffe von ihm in der gleichen Menge wieder ausgeschieden werden. Der zur Verbrennung der Nahrung gebrauchte Sauerstoff findet sich wieder im Kohlendioxyd, im Wasserdampf, im Harn und den anderen von der Hautoberfläche beziehungsweise den Lungen ausgeschiedenen Produkten. Dasselbe gilt auch von den Nährstoffen. Im Organismus wird der Stoff, aus dem die Nahrung besteht, nicht selbst verbraucht, sondern nur die in ihm enthaltene chemische Energie, die bei der Verbrennung der Nahrung frei wird. Alle chemischen Elemente, die mit der Nahrung in den Organismus gelangen, werden von ihm in Form einfachster mineralischer Stoffe wieder ausgeschieden. Im Prinzip können sie regeneriert werden, in die ursprüngliche Form der für den Menschen notwendigen Nährstoffe zurückverwandelt werden.

Der Kreislauf des Wassers läßt sich am leichtesten verwirklichen. Dazu braucht lediglich der Harn und der Niederschlag des Wasserdampfes destilliert zu werden. Es sind bereits Geräte zur Regeneration des Wassers aus den Ausscheidungsprodukten des Menschen entwickelt worden, die einwandfreies Trinkwasser liefern. Das in einer solchen Anlage gewonnene Wasser entspricht den allgemein üblichen Normen.

Der Kreislauf des Sauerstoffs kann durch die Wiedergewinnung des Sauerstoffs erreicht werden, der in dem vom Körper ausgeschiedenen Kohlendioxyd und Wasser enthalten ist. Die Elektrolyse des Wassers ist die naheliegendste Methode, um Sauerstoff zu erhalten. Wissenschaftlichen Veröffentlichungen ist zu entnehmen, daß bereits brauchbare Anlagen konstruiert wurden. Eine der Unzulänglichkeiten dieser Methode ist allerdings der hohe Energieverbrauch. Wenn es jedoch gelingt, die Umwandlung von Sonnenenergie in elektrische Energie zu verbessern, kann die Elektrolyse des Wassers zu einem der hauptsächlichsten Verfahren werden.

Eine andere Quelle, die Sauerstoff liefern kann, ist das bei der Atmung entstehende Kohlendioxyd. Damit es unter der Einwirkung ultravioletter Strahlung in Kohlenstoff und Sauerstoff zerfällt, bedarf es sehr hoher Temperaturen. Aber es ist auch ein anderer Weg möglich. Wenn sich an Bord des Raumschiffs eine Anlage zur Elektrolyse des Wassers befindet, kann man den dabei frei werdenden Wasserstoff mit Kohlendioxyd verbinden, woraufhin Methan und Wasser entsteht. In der Elektrolyse-Anlage erhält man aus Wasser Sauerstoff, der entstehende Wasserstoff seinerseits kann wieder zur Bildung von Wasser dienen.

Jedoch können das System zur Erhaltung des Lebens und die Systeme des Kreislaufs der Stoffe ihr Ideal nur dann erreichen, wenn das Problem der Regeneration der Nahrung gelöst ist. Nur in diesem Falle wird das Gewicht der mitzuführenden Nahrungsvorräte nicht von der Dauer des Flugs abhängen und ihn folglich nicht begrenzen. Aber die Regeneration der Nahrung ist die schwierigste der zu bewältigenden Aufgaben.

Eine chemische Synthese der Nährstoffe ist grundsätzlich möglich. Im Laboratorium ist bereits ein Verfahren zur Synthese von Kohlehydraten mit Aminosäuren erarbeitet worden. Wegen ihrer außerordentlichen Kompliziertheit einer derartigen chemischen Synthese läßt sich dieses Verfahren in nächster Zukunft jedoch noch nicht anwenden.

Ein anderer Weg besteht darin, den natürlichen Prozeß des biologischen Kreislaufs der Stoffe künstlich nachzubilden. Grünpflanzen nutzen bekanntlich die Energie der Sonne zur Synthese von Kohlehydraten aus Kohlendioxyd und Wasser. Die Fotosynthese ist Ausgangspunkt eines komplizierten Prozesses, in dessen Verlauf die Grünpflanzen organische Stoffe bilden — Eiweiß und Fette. Sie sind die Grundlage der Existenz jener Lebewesen — von den Mikroorganismen bis zum Menschen —, die zu keiner selbständigen organischen Synthese in der Lage sind.

Dank der Fotosynthese der Grünpflanzen speichert sich die Energie der Sonne in Form von Energie chemischer Verbindungen in den Molekülen der Kohlehydrate, der Eiweißstoffe und der Fette, und wird so zur Lebensgrundlage anderer Organismen. Je nach Ausnutzung dieser Energie durch Lebewesen gehen die organischen Stoffe in die einfachste anorganische Form über (Wasser, Kohlendioxyd, Mineralsalze). In den Grünpflanzen werden dann mit Hilfe der Sonnenenergie von neuem organische Stoffe aufgebaut. Das ist der unaufhörliche Prozeß des biologischen Kreislaufs der Stoffe auf unserem Planeten.

Unter künstlichen Bedingungen, ohne Einwirkung von außen, ist ein solcher Kreislauf der Stoffe nur in einem gut ausbalancierten System möglich. Er muß gewissermaßen eine Miniaturausgabe der irdischen Natur darstellen, der auch die Besatzung des Raumschiffs als unbedingbares Element umfaßt. Ein solches selbständiges System zu entwickeln, ist eine der schwierigsten Aufgaben, vor die sich die Naturwissenschaft gestellt sieht. Die Wissenschaftler ühren bereits intensive Forschungen durch, um eine geeignete Symbiose verschiedener Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen zu finden, die einen geschlossenen Kreislauf der Stoffe garantieren könnte.

Es ist noch verfrüht, von der praktischen Anwendung solcher Systeme zu sprechen. Fest steht jedoch, daß Raumflüge von langer Dauer in vielem davon abhängen, ob Verfahren erarbeitet werden, die das Leben auf der Grundlage eines biologischen Kreislaufs der Stoffe gewährleisten.

Dr. Jewgeni Schepelew