

Astronauten-Kost: Ernährung im All

E. Messerschmid, J. Osburg

Institut für Raumfahrtssysteme, Universität Stuttgart
Pfaffenwaldring 31, 70550 Stuttgart
e-mail: messerschmid@irs.uni-stuttgart.de

Hintergrund

Lebenserhaltungssysteme sind ein integraler Bestandteil jeder bemannten Weltraummission. Sie sollen den Astronauten einen sicheren und produktiven Aufenthalt in der lebensfeindlichen Umgebung des Alls ermöglichen. Dazu versorgen sie den Menschen mit den benötigten Verbrauchsstoffen (Sauerstoff, Wasser, Nahrung), entsorgen die entstehenden Abfallprodukte (Kohlendioxid, verschmutztes Wasser, Urin, Fäkalien, auch Abwärme) und sorgen für überlebende Umweltbedingungen (Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Temperatur). Abb. 1 repräsentiert das dadurch spezifizierte "Subsystem Mensch", von dem beim Entwurf bemannter Raumfahrzeuge ausgegangen werden muß.

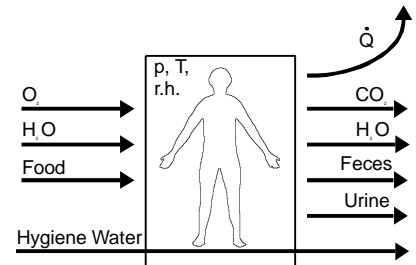


Abb. 1: Der Mensch als Subsystem

Die Versorgung der Astronauten mit Nahrung ist dabei selbst bei kürzester Missionsdauer unverzichtbar. Zwar besagt eine Faustregel "Der Mensch überlebt drei Minuten ohne Sauerstoff, drei Tage ohne Wasser, dreißig Tage ohne Nahrung", jedoch sinkt bei den von Astronauten geforderten physischen und psychischen Höchstleistungen schon nach wenigen Stunden die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden rapide ab. Der im folgenden beschriebene Aufwand zur Bereitstellung von Nahrung im Weltraum ist daher unvermeidlich.

Anforderungen an Astronauten-Nahrung

Die wichtigsten Randbedingungen, denen Weltraumnahrung genügen muß, lassen sich den Bereichen Logistik, Metabolismus, Schwerelosigkeit und Psychologie zuordnen. Die vielfältigen, sich teilweise widersprechenden Anforderungen, die daraus hervorgehen, machen es nötig, die Astronautenernährung nicht als isoliertes Einzelproblem zu betrachten, sondern das "Nahrungssystem" in enger Abstimmung mit anderen Bestandteilen einer Raumfahrtmission zu entwerfen.

LOGISTIK

Jedes Kilogramm Masse, das in den Weltraum transportiert werden muß, kostet knapp 20 000,- DM. Gleichzeitig benötigt ein Astronaut pro Tag ungefähr 1,8 kg (hydrierte¹) Nahrung, das sind pro Jahr 657 kg. Hinzu kommt noch die zum Transport und Lagern notwendige Verpackung der einzelnen Nahrungsportionen (siehe Abb. 2), die nochmals mit ca. 50% der Nahrungsmasse zu Buche schlägt. Auch die Lagermöglichkeiten an Bord eines Raumfahrzeugs sind begrenzt, zudem muß Astronautenkost mehrere Monate lang haltbar sein.

SCHWERELOSIGKEIT

Unter Mikrogravitationsbedingungen, vulgo "Schwerelosigkeit", werden frei herumschwebende Partikel schnell zu einer Gefahr für Besatzung und technische Systeme. Daher müssen alle Nahrungsmittel so verpackt und gestaltet sein, daß während Lagerung, Zubereitung und Eßvorgang ein Loslösen einzelner Stücke soweit wie möglich vermieden wird. Aus diesem Grund ist Weltraumnahrung nahezu ausnahmslos in entsprechenden Packungen eingeschweißt, aus denen sie direkt aufgenommen werden kann. Nahrungsmittel, die mit normalem Besteck gegessen werden, dürfen während des Eßvorgangs nicht bröckeln. Auch muß die Nahrung mit den von den Astronauten für die Schwerelosigkeit neu zu trainierenden Kau- und Schluckbewegung kompatibel sein.

METABOLISCHE ANFORDERUNGEN

Bei längerem Aufenthalt im Weltraum verändert sich der menschliche Körper. Die Empfindlichkeit gegen Infektionen ist herabgesetzt, es kommt zu Knochen- und Muskelabbau, und auch der Geschmackssinn bildet sich zu-

¹ Ein Dehydrieren von Lebensmitteln ist nur sinnvoll, wenn an Bord des Raumfahrzeugs genügend Wasser aus bordeigenen Quellen (z.B. Brennstoffzellen) zur Verfügung steht. Ansonsten müßte das zur Rehydrierung verwendete Wasser gleichfalls von der Erde herangeschafft werden.

rück. Ferner neigen Astronauten dazu, weniger als vorgesehen zu essen. Dies erfordert höchste mikrobiologische Reinheit der Speisen sowie eine kalziumreiche, stärker als üblich gewürzte und gesalzene Diät. Natürlich gelten weiterhin die auch auf der Erde üblichen ernährungsphysiologischen Grundsätze in Bezug auf Energie, Nahrungszusammensetzung, sowie den Gehalt an Vitaminen, Mineralien und Spurenelementen.

PSYCHOLOGISCHE RANDBEDINGUNGEN

Die Ernährung spielt nicht nur eine Rolle bei der Erhaltung der physischen Leistungsfähigkeit der Besatzung. Auch deren psychische Verfassung, die gleichfalls den Missionserfolg bestimmen kann, wird von der vorhandenen Nahrung und den Umständen ihrer Aufnahme stark beeinflusst. Menge und Geschmack der Speisen, Möglichkeiten zur deren individuellen Variation, der zur Zubereitung nötige Aufwand, die soziale Rolle gemeinsamer Mahlzeiten, sowie nicht zuletzt die Anpassung an kulturelle oder regionale Präferenzen der Astronauten müssen bei der Planung der Nahrungsversorgung bedacht werden.

Derzeitige Astronauten-Nahrung

Die Tuben und Trockenwürfel aus der Frühzeit der bemannten Raumfahrt, die oft noch mit dem Begriff "Astronauten-Nahrung" verbunden werden, sind längst durch Nahrungssysteme abgelöst, die mehr der irdischen Erfahrung entsprechen. Nur für längere Außenbordaktivitäten im Raumanzug werden Nahrungskonzentrate noch verwendet.

Aktuellstes Beispiel ist das Nahrungssystem des Space Shuttles (Abb. 2). Zur Nahrungsaufnahme füllen die Astronauten ein Tablett mit der für die jeweilige Mahlzeit vorgesehen, vor der Mission am Boden selbst ausgewählten Kombination aus gefriergetrockneten oder tiefgekühlten Komponenten (Vorspeise, Hauptgericht, Beilagen, Dessert, Getränk); die Nahrungsaufnahme erfolgt danach mit Besteck oder Strohalm direkt aus den Plastikpackungen.

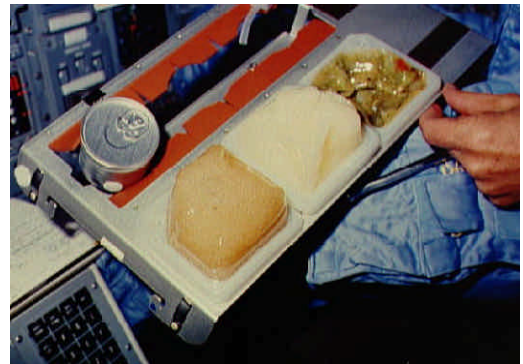


Abb. 2: Weltraumkost im Space Shuttle

Auf der Internationalen Raumstation, die ab Ende des Jahres aufgebaut wird, werden weniger dehydrierte, dafür mehr tiefgekühlte Nahrungsmittel zum Einsatz kommen, um die Vielfalt zu erhöhen und Wasser zu sparen. Der Besatzung wird zudem eine mit Mikrowellen-/Heißluftofen, Tiefkühl- und Kühlschränken sowie Wasserspendern ausgestattete Küche zur Verfügung stehen.

Jeder Astronaut wird aus einer Liste möglicher Menüs in Abstimmung mit Ernährungsexperten ein individuelles 30-Tage-Programm zusammenstellen. Zusätzlich gibt es einen gewissen Sondervorrat für jede Crew, mit dem die Menüauswahl selbst während der Mission modifiziert werden kann.

Ausblick

Auch in Zukunft wird sich die Astronautenkost den sich ändernden Umständen anpassen. Nach dem bereits vollzogenen Schritt von Tuben und Pasten zur derzeit verwendeten gefriergetrockneten oder tiefgekühlten Fertignahrung wird die Einbeziehung von frischen Nahrungsmitteln aus biologischen Komponenten des Lebenserhaltungssystems das Angebot an Nahrungsmitteln in naher Zukunft zunächst vergrößern. Sobald jedoch die bemannte Erkundung des Weltalls unsere Nachbarplaneten erreicht hat und dort die ersten autonomen Außenposten der Menschheit errichtet sind, werden die Weltraumfahrer der Zukunft nicht mehr auf die mit hohem Aufwand auf der Erde hergestellten Fertiggerichte zurückgreifen können, sondern lernen müssen, lokal Nahrungsmittel zu produzieren und zu verarbeiten.

Weiterführende Literatur

ECKART, PETER: *Spaceflight Life Support and Biospherics*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht 1996.

MESSERSCHMID, ERNST; BERTRAND, REINHOLD; POHLEMANN, FRANK:
Raumstationen – Systeme und Nutzung. Springer Verlag, Heidelberg 1997.

NASA MARSHALL SPACE FLIGHT CENTER:
International Space Station Food Systems Overview. WWW-Veröffentlichung,
URL <http://station.msfc.nasa.gov/Technical/LifeSupport/Food/FoodSysDesc.html>