

# Die Entwicklung von Lebensmitteln für die Weltraumforschung



Aufgabe des NASA Food Technology Commercial Space Center (NASA FTSC) ist es, Lebensmittel und Lebensmittelverarbeitungstechnologien zu entwickeln, die bei der Weltraumforschung im All eingesetzt werden können, aber gleichzeitig auch zur Verbesserung der Lebensmittelversorgung auf der Erde beitragen. Zu diesem Zweck arbeitet die NASA mit Wissenschaftlern und Lebensmitteltechnikern aus der Hochschulforschung sowie aus der freien Wirtschaft an Projekten des Food Technology Commercial Space Center eng zusammen.

Um Nahrungsmittelprodukte zu entwickeln, die für Forschungsaufenthalte im All geeignet sind, sucht die NASA FTSC weitere Partnerunternehmen aus dem privaten Sektor.

Diese Partnerunternehmen stellen Forschungspersonal, Geräte und Laboratorien für Lebensmittelforschungsprojekte zur Verfügung, die sich den speziellen Anforderungen der Weltraumforschung widmen, aber auch kommerzielle

Anwendungsmöglichkeiten auf dem herkömmlichen Lebensmittelmarkt besitzen. Partnerfirmen nehmen an einem mit viel Prestige verbundenen, internationalen Projekt teil und behalten dabei alle Patentrechte an den von ihnen im Laufe des Projekts entwickelten Produkten.

Die besonderen Anforderungen für Lebensmittel, die im Weltraum benutzt werden, sind u.a.:

- Geringe Masse, niedriges Gewicht, niedriger Energieverbrauch
- Haltbarkeitsdauer von mindestens 9 Monaten für das Shuttle Programm, 1 Jahr für die International Space Station und bis zu 5 Jahren für die Raumforschung
- Eine auf sich regenerierenden Feldfrüchten basierende Lebensmittelversorgung (im All sollen gezüchtet werden: Erdnüsse, Bohnen, Karotten, Kartoffeln, Kohl, Kopfsalat, Mangold, Reis, Rettich, Sojabohnen, Spinat, Süßkartoffeln, Tomaten, Weizen und Zwiebeln)
- Lebensmittelverarbeitungssysteme, die unter reduzierter Schwerkraft (z.B. auf Raum- und Mondstationen) oder in einem Klima der Mikrogravitation (z.B. auf der International Space Station) funktionieren

## Die Herausforderung: Entwicklung neuer Lebensmittelprodukte

Um die Gesundheit der Astronauten zu sichern, müssen ihre Lebensmittel sowohl nahrhaft als auch schmackhaft sein. Forschung und Entwicklung werden in den folgenden Bereichen benötigt:

- Neue Gerichte aus Grundnahrungsmitteln, die im All gezüchtet werden können
- Probiotik
- Nutraceuticals
- Lebensmittelgeschmacksstoffe in Mikrokapseln
- Neue Speisepläne und Rezepte
- Vorschläge zur Produktentwicklung

- Speiseersatzriegel, die ein Drittel des täglichen Kalorien- und Nährstoffbedarfs decken
- Produkte, die der Astronautendiät täglich 25g Sojabohnen zuführen
- Produkte aus Sojabohnen mit geringem Fettanteil, um Blähungen zu minimieren
- Produkte, die das bei der Sojamilchproduktion anfallende "Okara" enthalten

## Die Herausforderung: Entwicklung neuer Lebensmittelverarbeitungsanlagen

Wegen der räumlichen Enge in Weltraumstationen müssen alle Lebensmittelverarbeitungsgeräte leicht, kompakt und multifunktional sein. Darüber hinaus müssen die Geräte wenig Energie verbrauchen, wenig Wasser zum Reinigen benötigen, sich einfach bedienen und reinigen lassen und minimale Luftverschmutzung und Gerüche verursachen. Forschung und Entwicklung werden in den folgenden Bereichen benötigt:

- Kühl- und Gefrierlagerungssysteme
- Öfen und Mikrowellen
- Geräte zum Auspressen, Mixen und Mahlen
- Geräte zur Verarbeitung von rohem Getreide
- Geräte zur Herstellung von Nahrungsmitteln aus Rohstoffen
  - Brot aus Getreide
  - Tofu aus Sojabohnen
  - Süßstoff aus Stärke
  - Öl aus Getreide
  - Fleischersatz aus Getreide

## Die Herausforderung: Verlängerte Haltbarkeit

Lebensmittelprodukte für die Weltraumforschung müssen eine Haltbarkeit unter normalen Lagerbedingungen von 9 Monaten bis 5 Jahren aufweisen. Für langfristige Aufenthalte im All bestehen

begrenzte Lagerungsmöglichkeiten in Kühl- und Gefrierschränken. Forschung und Entwicklung werden in den folgenden Bereichen benötigt:

- Verbesserung der Verpackungstechnologien
- Neue Zusammensetzungen, um Probleme wie  $a_w$  und Lipoxidation sowie mikrobielles Wachstum zu verhindern
- Produkte, die Wasserverlust reduzieren bzw. verhindern
- Bestrahlungstechniken
- Neue Verfahrenstechniken wie z.B. Hochdruck, Leitfähigkeit und Lichtintensivität
- Verpackungs- und Lagerungsmöglichkeiten, die einer veränderten Atmosphäre entsprechen
- Schnelltestverfahren für die Prüfung von Lebensmittelhaltbarkeiten bis zu 5 Jahren
- Vorschläge zur Produktentwicklung:
  - Bäckereiprodukte
  - Fruchtgetränke, natürlich getrocknet
  - Fleisch- und Eierprodukte
  - Molkereiprodukte

## Die Herausforderung: Verbesserung und Überprüfung der Lebensmittelsicherheit

Kritisch für die Gesundheit und das Wohlergehen der Astronauten ist die Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit sowie die Verhinderung des Auftretens von krankheitserregenden Mikroben und unangenehmen Gerüchen. Forschung und Entwicklung werden in den folgenden Bereichen benötigt:

- Kontrollverfahren, die Sicherheit und Qualität der Lebensmittel überprüfen, um Lebensmittelvergiftung und das Austreten von unangenehmen Gerüchen zu vermeiden
- Methoden, um die Sicherheit und Qualität der Lebensmittel innerhalb der Packung schnell zu prüfen, ohne die Lebensmittel selbst zu beeinträchtigen
- Sensoren, die eine kontinuierliche Online

Überwachung der Lebensmittelqualität und Sicherheit ermöglichen

- Richtlinien für Lebensmittelsicherheit bezüglich Farbveränderungen, aw-Veränderungen und die Feststellung von Giftstoffen

### Die Herausforderung: Lebensmittelverpackung

Um Verpackungsgewicht und –abfall zu minimieren und gleichzeitig Lebensmittelsicherheit und Haltbarkeit zu maximieren, müssen neue Verpackungsmethoden und –materialien entwickelt werden. Forschung und Entwicklung werden in den folgenden Bereichen benötigt:

- Wiederverwendbare bzw. abbaubare Verpackungen
- Verpackungen, die sich schnell abbauen lassen
- Verpackungen, die sich kompostieren lassen
- Mehrzweckverpackungen
- Neue, eßbare Lebensmittelverpackungen
- Verpackungen, die mikrowellenfähig sind

### Die Herausforderung: Entwicklung eines Abfallbeseitigungssystems für Lebensmittelreste im All

In den geschlossenen Einheiten der International Space Station und anderer bewohnter Forschungsstationen im All werden Luft und Wasser wiederaufbereitet und weiterbenutzt. Forschung und Entwicklung werden in den folgenden Bereichen benötigt:

- Rascher Abbau der Lebensmittelverpackung
- Unter Anwendung der Biokonversion Umwandlung von Biomasse in andere brauchbare Produkte
- Gerätereinigung
- Reinigung des sogenannten “grauen” Wassers
- Biofilter für Lebensmittelverarbeitungsgeräte,

- Abfallabbau und Luftreinigung
- Spezialanlagen, die mikrobielle Komponenten benutzen, um Gerüche durch Biofiltration zu entfernen
- Beschleunigte Hydrolyse der Biomasse durch chemische Behandlung mit nicht-wiederverwendbaren Komponenten
- Bioreaktor für Wasserwiederaufbereitung und -recycling
- Pilzwachstum auf Biomasse

### Die Herausforderung: Entwicklung von Desinfektionssystemen

Wichtig für die Gesundheit der Astronauten ist die Entfernung von krankheitserregenden Mikroben sowie die Verhinderung des Austretens von unangenehmen Gerüchen auf den Raumstationen. Forschung und Entwicklung werden in den folgenden Bereichen benötigt:

- Desinfizierung von gezüchteten Nahrungsmittelrohstoffen, Lebensmitteln, Arbeitsplätzen und Lebensmittelverarbeitungs- und vorbereitungsanlagen
- Entfernung von Gerüchen
- Desinfektionsmittel aus recyclebaren Zusammensetzungen, z.B. Wasser und Luft werden entsprechend in  $H_2O_2$  und Ozon verwandelt
- Entwicklung von Desinfektionsmitteln, die Abfallsysteme zur Wiederaufbereitung von festem sowie flüssigem biologischen Abfall nicht beeinträchtigen

### Die Herausforderung: Entwicklung weiterer Technologien, die die Lebensmittelversorgung im All unterstützen

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, die zur Forschung und Entwicklung von Produkten und Verarbeitungstechniken für die Lebensmittelversorgung im All beizutragen. Einige Beispiele sind:

*Herstellung von durch Kultivierung erzeugten Lebensmitteln*

- Kulturzüchtung und -erhaltung
- Bioreaktoren für mikrobielle Kultivierung in der Mikrogravitation
- Vorschläge für Produktentwicklung:
  - Miso, Tempeh
  - Sojasoße, Sojajoghurt, Sojakäse
  - Brot

*Lösungsmittelfreie Extrusionsverfahren, um Öl aus Sojabohnen und Erdnüssen zu gewinnen*

- Entwicklung von Sojabohnen mit geringem Fettanteil
- Mikrobielle Ölgewinnung
- GRAS Ölbindungsverfahren
- Entwicklung von Spezialölgewinnungssystemen und –verfahren

*Anwendung von Enzymen in Nahrungsmittelsystemen im All*

- Amylase für die Produktion von Süßstoffen aus Süßkartoffeln und Kartoffeln
- Zellulase und Xylanase für einen beschleunigten Abbau von Biomasse
- Mikrobielle Produktion von Enzymen in Mikrogravitation und auf Weltraumstationen
- Enzymkonzentrate und Methoden zur Verlängerung der Haltbarkeitsdauer
- Entwicklung einer einsatzbereiten Anlage zum verbesserten Abbau von Biomasse

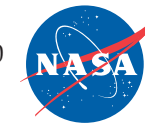
### Für weitere Informationen über die Bedingungen einer Teilnahme Ihres Unternehmens an den Forschungsprojekten der NASA FTCSO wenden Sie sich bitten an:

Dr. Anthony L. Pometto III, Director  
NASA Food Technology Commercial  
Space Center

Iowa State University  
2901 South Loop Drive, Suite 3700  
Ames, IA 50010-8632 USA  
Tel: +1 515 296 5383

Fax: +1 515 296 6272  
Email: [apometto@iastate.edu](mailto:apometto@iastate.edu)

<http://www.ag.iastate.edu/centers/ftcsc>



# Lebensmittelversorgung im All: eine Herausforderung

## Partnerschaften, die Nahrungsmittel für die Zukunft Entwickeln.



IOWA STATE UNIVERSITY  
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY