

EDEN ISS – Nahrungsproduktion für die Weltraumexploration

Das Ziel von EDEN ISS ist die ‚**Bodendemonstration von Pflanzenkultivierungstechnologien und deren Betrieb im Weltraum**‘. Dabei wird an der Verbesserung dieser Technologien für eine ‚**sichere Nahrungsproduktion an Bord der Internationalen Raumstation ISS**‘ gearbeitet.

Frisches Gemüse für Astronauten im All



Gemüse aus dem EDEN ISS Gewächshaus, Foto: Paul Rosero, 2017

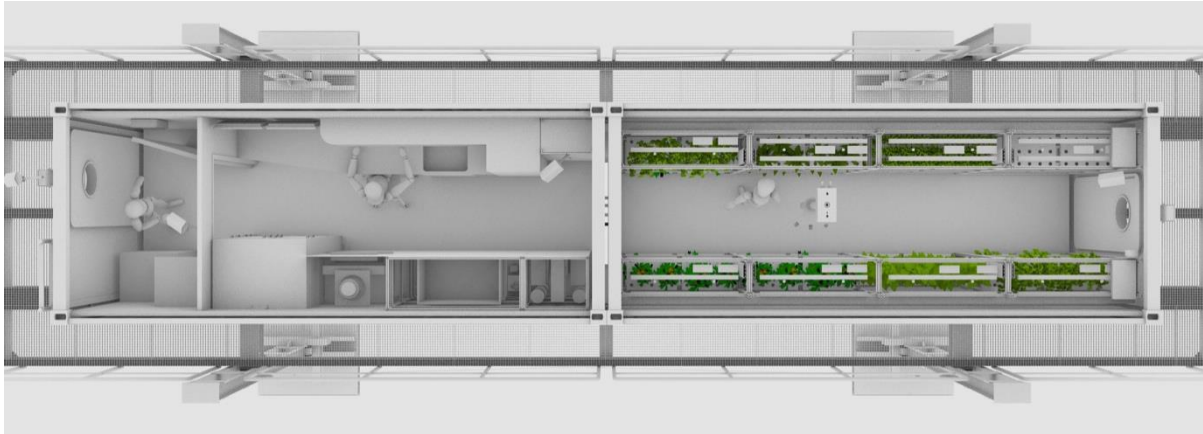
Das Projekt wird mit den Mitteln des Europäischen Rahmenprogramms **Horizon 2020** aus dem Themenbereich COMPET-07-2014 **Weltraumexploration / Lebenserhaltende Systeme** gefördert.

Einleitung

Längerfristige Präsenz von Menschen im Weltall verlangt die **Entwicklung von neuen Technologien** um Umweltkontrolle, Abfallmanagement, sowie die Bereitstellung von Wasser, Sauerstoff und Nahrung zu ermöglichen und um die Astronautenbesatzung gesund und psychologisch fit zu erhalten. Überlebenswichtige Stoffe, die auf der Erde im Überfluss vorhanden, sind im Weltraum nur unter Aufwand zu beschaffen.

Ein **geschlossenes lebenserhaltendes System** muss deshalb entwickelt werden, um in einer Feedback Schleife die kontinuierliche Nutzbarkeit aller gebrauchten Materialien und Elemente erhalten zu können. Genauer gesagt, kann ein **bio-regeneratives lebenserhaltendes System** mit höheren Pflanzen, wie etwa vaskuläre (blütenproduzierende) Gewächse, folgendermaßen eingesetzt werden. Die Pflanzen dienen als „Arbeitstiere“ für die Produktion von Nahrung und Sauerstoff, den Abbau von Kohlendioxid, das Recyceln von Wasser, sowie für die Abfallwirtschaft. Die Verfügbarkeit frischer Ernteprodukte kann auch einen positiven Effekt auf die psychische Gesundheit der Besatzung in isolierter Umgebung haben.

Ein Gewächshaus als lebenserhaltendes System für das Leben auf dem Mond und Mars



Innenraum der Gesamtanlage, Visualisierung: LIQUIFER Systems Group, 2017

Vor dem Einsatz im Weltraum werden Technologien unter extremen Bedingungen auf der Erde, beispielsweise in der Antarktis, getestet



EDEN ISS in der Antarktis, Visualisierung: LIQUIFER Systems Group, 2017

Im Projekt EDEN ISS wird eine **mobile Testeinrichtung** / Mobile Test Facility (MTF) für die **Produktion von Nahrung und anderen wichtigen Ressourcen in einer abgeschlossenen Umgebung** entwickelt. Die Testplattform wird die Besatzung der Neumayer-Station III in der Antarktis mit frischem Gemüse versorgen. Die Neumayer III dient dabei als Analogumgebung für die Nahrungsmittelkultivierung unter extremen Umwelt- und Logistikbedingungen; als Vorbereitung zur Entwicklung raumfahrt-fertiger Systeme und Technologien für den kontrollierten Pflanzenanbau auf der Internationalen Raumstation ISS.

EDEN ISS Partner entwickeln für das Projekt folgende Komponenten:

- neuartige Nährstoffversorgung,
- Hochleistungs-LED-Lichtsystem,
- Biodetektion und Dekontaminierung,
- Bildsysteme zur Überwachung des gesunden Pflanzenwachstums

Neuartige Nährstoffversorgung für luftwurzelnde Pflanzen, spezielle LED Lichtsysteme, effektive Schimmelbekämpfung, verbesserte Ferndiagnose durch Bildüberwachung sind die innovativen Entwicklungen des EDEN ISS Projekts



Paprika in EDEN ISS Gewächskammern, Foto: Paul Rosero 2017

Diese Systeme dienen dazu, die Qualität der Nahrungsmittel und die Sicherheit bei der Produktion in der mobilen Testeinrichtung MTF zu gewährleisten. Das EDEN ISS Konsortium entwickelt und testet Landwirtschaftstechnik in kontrollierter Umgebung (**Controlled Environment Agriculture – CEA**) und Kultivierungsstrategien für das ISS Elementsystem (**International Standard Payload Rack ISPR**) als Vorbereitung für ein flugfähiges Experiment mit vergleichbaren Dimensionen. Der Kern des EDEN ISS Projekts ist die Entwicklung und der Bau eines Gewächshauses für die zukünftige planetare Exploration (**Future Exploration Greenhouse – FEG**), und dieses für den Einsatz in größerem Maßstab zu testen.

Gewächshaus für die planetare Weltraumexploration und Vorbereitung für ein Pflanzenwachstumsexperiment auf der Internationalen Raumstation



Internationale Raumstation, Foto: NASA

Innerhalb der Anlage werden unter anderem Masseflussbeziehungen zwischen ISPR Demonstrator und FEG Explorationsgewächshaus untersucht. Für die Technologievalidierung werden **Protokolle zur Nahrungsmittelsicherheit und Pflanzenhandhabung** geführt. Diese sind außerdem integrale Bestandteile bei der Symbiose von Besatzung und Pflanzen innerhalb geschlossener Umwelten. Im Dezember 2017 wird EDEN ISS für eine **einjährige Implementierungsphase in die Antarktis** zur Neumayer Station III gebracht. Die sehr isolierte Einrichtung wird vom Alfred-Wegener-Institut betrieben. Es ist vorgesehen, dass das Gewächshaus in der Größe zweier Container **ein Jahr lang frische Lebensmittelergänzung** für die Neumayer III Stationsbesatzung bereitstellen wird.

***Ein Jahr lang frische Tomaten, Gurken und Paprika, knackiger Salat
und Mangold aus dem EDEN ISS Gewächshaus für
die Neumayer III Crew in der Antarktis***

Vierzehn internationale Organisationen, Universitäten, Forschungsinstitute, Großunternehmen und KMUs sind zusammengekommen, um Systeme zu entwickeln, die das Leben von Menschen im All unterstützen sollen. Das EDEN ISS Konsortium setzt sich aus führenden europäischen, kanadischen und amerikanischen Experten in den Bereichen bemannte Raumfahrt und Landwirtschaft in kontrollierter Umgebung (CEA) zusammen. Der wissenschaftliche Projektbeirat besteht aus russischen, amerikanischen, japanischen, italienischen und deutschen Spezialisten in beiden Hauptprojektbereichen.

***14 führende europäische, kanadische und amerikanische Universitäten,
Forschungsinstitute, Großunternehmen und KMUs entwickeln
gemeinsam an EDEN ISS***

Das Konsortium wird von der Deutschen Luft- und Raumfahrt, dem Institut Weltraumsysteme in Bremen, Deutschland geleitet und vereinigt folgende Partner:

- DLR Insitut für Weltraummedizin, Köln, Deutschland
- LIQUIFER Systems Group, Österreich
- National Research Council, Italien
- University of Guelph, Kanada
- Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung, Deutschland
- Enginsoft S.p.A., Italien
- Airbus Defense and Space, Deutschland
- Thales Alenia Space Italia S.p.A., Italien
- Arescosmo S.p.A., Italien
- Wageningen University and Research, Niederlande
- Heliospectra AB, Schweden
- Limerick Institute of Technology, Irland
- Telespazio S.p.A., Italien
- University of Florida, United States of America

Design im Überblick

Die EDEN ISS MTF Gesamtanlage besteht aus zwei Standardschiffscontainern, die in drei unterschiedliche Bereiche aufgeteilt sind.

- Gewächshaus (**Future Exploration Greenhouse – FEG**)
- **Servicebereich** für die Laborarbeit, Wartung und Instandhaltung
- **Schleuse**

Das MTF wird von einem Besatzungsmitglied mit einem Schwerpunkt auf Fernüberwachung und –betrieb betrieben werden.

Der EDEN ISS Doppelcontainer besteht aus 3 Teilbereichen: das Gewächshaus, der Servicebereich und die Schleuse



Links: Innenansicht des Servicebereichs, rechts: Blick ins Gewächshaus,
Visualisierung: LIQUIFER Systems Group, 2017

Das Gewächshaus (**Future Exploration Greenhouse – FEG**) stellt den Hauptbereich für das Pflanzenwachstum des MTFs dar, und beherbergt ein für den Anbau der Pflanzen anpassbares Regalsystem mit einer Anzahl von technischen Schnittstellen, an denen verschiedene Einstellungen vorgenommen werden können.

Der **Servicebereich** beherbergt das Hauptversorgungssystem bestehend aus thermischem Management, Energie- und Luftmanagement und dem Nährstofflösungs- und Wassersystem. Dieser Bereich umfasst auch einen Arbeitsplatz für die Vorbereitungs- und Nachbereitungsprotokolle der Ernte. Ebenfalls im Servicebereich steht das ISPR, das den Pflanzenwachstumsdemonstrator für die ISS beherbergt.

Die Schleuse ist ein kleiner Pufferraum, der die Kaltluftzirkulation zwischen Eingangsbereich und Gewächshaus einschränkt, wenn die Haupteingangstür benützt wird. Dieser Bereich wird auch als Stauraum benützt.

Ziele

Sechs Hauptziele wurden für die Validierung von Schlüsseltechnologien für Weltraumgewächshäuser unter missionsrelevanten Bedingungen mit repräsentativen Masseflüssen definiert:

- 1. Produktion einer mobilen Weltraumanalogtestanlage*
- 2. Integration eines International Standard Payload Rack ISPR Pflanzenkultivierungssystems und Gewächshauses für zukünftige Weltraumexploration*
- 3. Adaption, Integration, Feinabstimmung und Demonstration von Schlüsseltechnologien zur Pflanzenkultivierung*
- 4. Entwicklung und Demonstration von operativen Techniken und Prozessen für die Kultivierung von höheren Pflanzen, um sicher hochqualitative Nahrungsmittel zur Verfügung stellen zu können*
- 5. Studien mikrobiellen Verhaltens und möglicher Gegenmaßnahmen in Pflanzenkultivierungskammern*
- 6. Wissenserweiterung im Bereich bemannter Raumfahrt und seinen terrestrischen Anwendungsmöglichkeiten*

Projektstatus

Die kritische Entwurfsprüfung der EDEN ISS MTF Gesamtanlage fand im März 2016 statt und ging über in die Hardwareentwicklungs- und Anlagentestphase. Zwischen 2016 und dem ersten Halbjahr 2017 wurden die Teilsysteme installiert und getestet. Das Gewächshaus wurde an das Energieversorgungsnetz angeschlossen, um die LED-Pflanzenwachstumslampen von Heliospectra in verschiedenen Wellenlängen testen zu können: blau, blau und rot (rosa) und weiß. Nachdem auch die thermischen und Atmosphärenmanagement-Systeme integriert wurden, kann nun das Gewächshausinnenklima kontrolliert werden.

Im letzten Jahr führte der Projektpartner an der Wageningen Universität in den Niederlanden eine Versuchsreihe durch, um das Dekontaminierungssystem für die Anlage zu testen. Danach wurde die erste mikrobielle Analyse der Performance des Dekontaminierungssystems durch Airbus Defense und Space in Ottobrunn, Deutschland durchgeführt. In dem kleinmaßstäblichen Experiment kam dasselbe Equipment, das die Wageningen Partner benutzt hatten, zum Einsatz. Das groß angelegte Experiment in dieser Richtung wurde im November 2016 in Wageningen zu Ende geführt. Dafür wurden fast alle etwa 300 Testpflanzen und Proben mit Mikroorganismen geimpft.

Die Gesamtintegration aller Systeme wird derzeit an der DLR in Bremen durchgeführt.

Im Oktober 2017 wird die EDEN ISS Gesamtanlage über Cape Town in Südafrika in die Antarktis transportiert. Zirka 400 Meter südlich der Neumayer-Station III wird das EDEN ISS MTF auf eine wettersichere Plattform montiert. Das Alfred-Wegener-Institut hat die Plattform im letzten antarktischen Sommer aufgebaut, um die Ankunft der EDEN ISS Container vorzubereiten. Während der gesamten Expeditionsdauer wird eine detaillierte wissenschaftliche Kampagne durchgeführt werden, und unzählige Proben werden in europäische Labors zur weiteren Analyse zurückkehren.

EDEN ISS ist ein vierjähriges Projekt mit einer Projektdauer von März 2015 bis Dezember 2018

Die EDEN ISS Pressemappe – Juni 2017 beinhaltet (in englischer Sprache):

1. Das Projekt im Überblick mit Einleitung / Information zum Entwurf / Projekt Status (auf Deutsch)
2. Introduction to Project Partners
3. Press & Publications
4. EDEN ISS Press releases
5. List of frequently asked questions
6. Photos of EDEN ISS project development and current state
7. EDEN ISS project logo
8. EDEN ISS project flyer

Für weitere Information, kontaktieren Sie bitte die jeweiligen Koordinatoren der Projektpartner



Projektkoordinator

Daniel Schubert
Deutsche Luft- und Raumfahrt
Robert-Hooke-str. 7
28359 Bremen GERMANY
daniel.schubert@dlr.de



Projektpartner

Dr. Petra Rettberg
Deutsche Luft- und Raumfahrt
Institut für Weltraummedizin
Linder Hoehe
51147 Köln GERMANY
Petra.Rettberg@dlr.de
+49 22036014637



Dr. Barbara Imhof
LIQUIFER Systems Group
Obere Donaustrasse 97-99/1/62
1020 Wien AUSTRIA
barbara.imhof@liquifer.com
+43 1 21885-05



Dr. Alberto Battistelli
Istituto di Biologia Agro-Ambientale
Viale Marconi 2
05010 Porano (TR) ITALY
alberto.battistelli@ibaf.cnr.it
+39 0763374910



Dr. Mike Dixon
University of Guelph
50 Stone Road East
N1G 2W1 Guelph, Ontario
CANADA
mdixon@uoguelph.ca
+1 519-824-4102, ext 52555



Dr. Eberhard Kohlberg
Alfred-Wegener-Institut
Helmholtz-Zentrum für
Polar- und Meeresforschung
Am Alten Hafen 26
27568 Bremerhaven GERMANY
eberhard.kohlberg@awi.de
+49 47148311422



Lorenzo Bucchieri
EnginSoft S.p.A.
Via Stezzano
24126 Bergamo (BG) ITALY
l.bucchieri@enginsoft.com
+39 35368711



Viktor Fetter
Airbus DS GmbH
Claude Dornier Straße
88039 Friedrichshafen GERMANY
Viktor.Fetter@airbus.com
+49 754583088



Giorgio Boscheri
Thales Alenia Space Italia
Strada Antica di Collegno 253
10146 Torino (TO) ITALY
giorgio.boscheri@
thalesaleniaspace.com
+39 01119787803



Guiseppe Bonzano
Arescosmo S.p.A.
Via Bianco di Barbania 16
10072 Caselle Torinese (TO)
bonzano@arescosmo.it
+39 011 19887712



Dr. Cecilia Stanghellini
Wageningen UR Greenhouse Horticulture
Droevendaalsesteeg 1
6708 PB Wageningen
NETHERLANDS
cecilia.stanghellini@wur.nl
+31 317-483391



Dr. Grazyna Bochenek
Heliospectra AB
Box 5401
SE-402 29 Göteborg SWEDEN
grazyna.bochenek@heliospectra.com
+46 31406710



Dr. Michelle McKeon-Bennett
Limerick Institute of Technology
Moylish Park
Limerick IRELAND
Michelle.bennett@lit.ie
+35 361293286



Dr. Raimondo Fortezza
Telespazio S.p.A.
Via Tiburtina 965
00156 Roma ITALY
raimondo.fortezza@telespazio.com
+39 0816042451



Dr. Robert Ferl
University of Florida
Gainesville, Florida USA
robferl@ufl.edu
+1 352-273-4822