

## **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

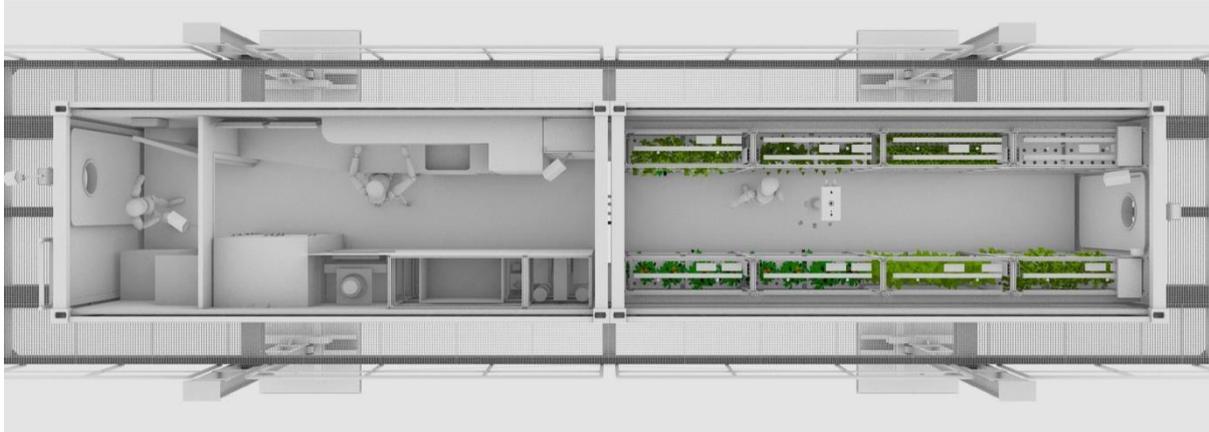
Das Projekt wird mit den Mitteln des Europäischen Rahmenprogramms **Horizon 2020** aus dem Themenbereich COMPET-07-2014 **Weltraumexploration / Lebenserhaltende Systeme** gefördert.

### **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 Weltraumssysteme 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