



## Europäisches Modulares Kultivationsystem (European Modular Cultivation System, EMCS)

EMCS wird mit der Shuttlemission STS-121 zur ISS geflogen. Es ist ein Experimentiergerät der Esa für biologische Experimente. Verschiedene bereits geplante Experimente befassen sich mit der Wirkung der Schwerkraft auf Pflanzenzellen, Wurzeln und die Physiologie der Pflanzen. Diese Experimente werden neue Kenntnisse über Wachstumsprozesse in Pflanzen erbringen und haben erhebliches Potenzial für Verbesserungen bei der Nahrungsmittel-Herstellung auf der Erde und im Weltraum. Das wird für Astronauten auf Langzeitmission nützlich sein, wie der Mission zum Mars, die Teil des Aurora-Programms der ESA ist. Auch Experimente mit Insekten oder Amphibien und Studien mit Zellen und Gewebekulturen sind mit EMCS vorgesehen. Der ESA-Astronaut wird am Einbau des EMCS in ein Express Rack im US-Labor Destiny beteiligt sein.

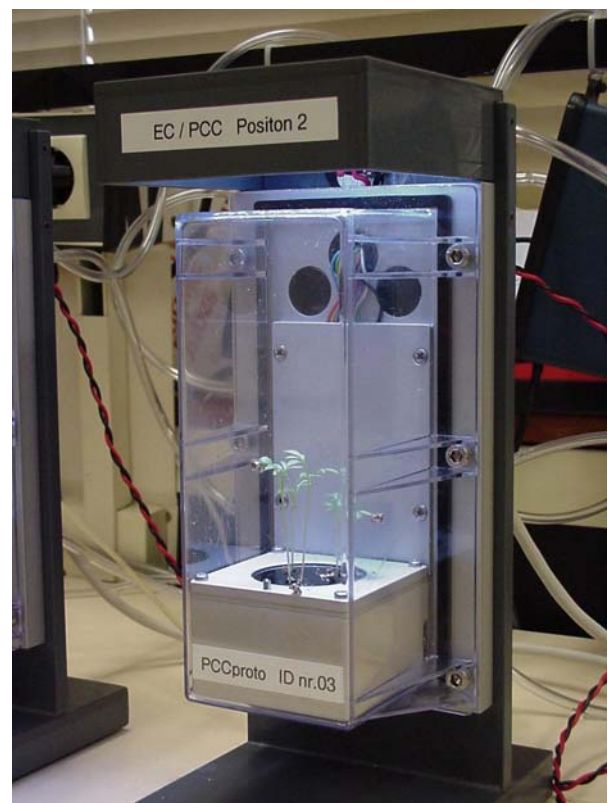


ESA-Astronaut Reinhold Ewald schiebt einen Experimentiercontainer in das EMCS Ingenieursmodell. (Foto: ESA)

Das EMCS besteht aus einem gasdichten Inkubator, bei dem Feuchtigkeit und Zusammensetzen der Luft, Temperatur, Licht, Wasserversorgung und andere Parameter genau verfolgt und gesteuert werden. Es enthält zwei Zentrifugen von denen jede vier Experiment-Container aufnehmen kann. Jeder Container hat ein Volumen von 60 mm x 60 mm x 160 mm und eine transparente Abdeckung. Weiße oder infrarote LED-Beleuchtung ist für jeden Container vorhanden. Die Experimente können über Videokameras beobachtet werden. Jede Zentrifuge kann unter Schwerelosigkeit individuell auf eine Beschleunigung von 0,001g bis 2g programmiert werden.

Video-, Daten- und Steuerungsverbindungen erlauben die Kontrolle durch die ISS Mannschaft oder vom Boden aus.

Während des Fluges können entsprechende Bodenexperimente in besonderen Referenz-Modellen durchgeführt werden. Eines davon steht im norwegischen Nutzer-Unterstützungs-Zentrum in Trondheim, das andere im NASA Ames Research Center in den Vereinigten Staaten. Die Flugeinheit kann auch für 1g-Kontrollexperimente an Bord der ISS eingesetzt werden.



Pflanzen-Kultivationskammer im Experimentiercontainer, Teil des Experiment-Referenzmodells.

Die ersten Experimente mit dem ECMS umfassen molekulare und physiologische Analysen einer Kresseart (*Arabidopsis*) und die kurz- und langfristige Auswirkung der Schwerelosigkeit auf die Entwicklung von Rotiferen und Nematoden.

Die wissenschaftliche Nutzung des EMCS erfolgt in Zusammenarbeit mit dem NASA Ames Research Center. ECMS wurde im Auftrag der ESA durch ein Konsortium unter Führung von EADS Space Transportation, Friedrichshafen, Deutschland, entwickelt. Obwohl es als Teil eines Tauschabkommens mit den Vereinigten Staaten zur Verfügung gestellt wurde, ist eine europäische Nutzung möglich.



## MELFI (Minus 80° Celsius Labor-Gefriergerät für die ISS)

Das Minus 80° Celsius Labor-Gefriergerät MELFI wird mit der Mission STS-121 zur Internationalen Raumstation gebracht. Es ist eine Einrichtung in der Größe eines Racks, die auf der Raumstation ein gekühltes Volumen für die Lagerung und das Schnellgefrieren von lebenswissenschaftlichen und biologischen Proben bereitstellt. Es wird auch den sicheren Transport von Proben zu und von der Raumstation ermöglichen. Dabei wird es im MPLM installiert, an dessen Energieversorgung angeschlossen und im Laderaum des Shuttles transportiert. MELFI hat eine Lebensdauer von 10 Jahren bei einer Dauer der einzelnen Missionen von bis zu 24 Monaten und wurde für 15 Starts qualifiziert.

Der ESA Astronaut wird an der Übergabe und Inbetriebnahme in der ISS teilnehmen und wird das Gerät für die Lagerung von Proben der Physiologie-Experimente CARD und Immuno benutzen. Die Proben können in 4 Behältern untergebracht werden, deren Temperatur unabhängig eingestellt werden kann (-80° Celsius, -26° Celsius oder +4° Celsius). Jeder zylindrische vakuumisolierte Behälter hat ein Volumen von 75 Litern, aufgeteilt in vier Sektoren. Jeder Sektor hat einen Einschub, der herausgezogen werden kann, ohne die Proben in den anderen drei Sektoren zu beeinflussen. Standard-Hardware ermöglicht das Einsetzen von Proben mit unterschiedlichen Formen und Größen.

Das MELFI Kühlsystem ist das Ergebnis eines sehr intensiven technologischen Entwicklungsprogramms. Die leistungsfähige Kältemaschine, welche die erforderlichen Temperaturen bei sehr begrenztem Energieverbrauch (höchstens 1 Kilowatt) erzeugen kann, ist in einem komplexen Behälter, der Cold Box untergebracht, um thermische Verluste und die Verunreinigung der Kühlflüssigkeit zu minimieren. Die Cold Box enthält auch zwei Wärmetauscher mit insgesamt 10 km langen Rohrleitungen. Die Kältemaschine wurde als Orbital Replacement Unit (ORU) entwickelt, das heißt, sie kann als Ganzes ausgetauscht werden. Sie kann in weniger als 8 Stunden mit Spezialwerkzeugen von der Cold Box demontiert werden, um die Erhaltung von Proben auch in Fall eines Ausfalls zu sichern. Um die Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit des Kühlgerätes zu verbessern, enthält die gegenwärtige Startkonfiguration eine Ersatz-Elektronikeinheit und eine Ersatz-Kältemaschine. Das Kältemittel ist hochreiner Stickstoff. Alle

Leitungen und Komponenten, durch die der Stickstoff fließt sind doppelwandig mit Hochvakuum und Mehrschichtisolation zwischen den beiden Wänden. Dies erlaubt die Beibehaltung der gewählten Temperatur bis zu einer Dauer von 8 Stunden ohne Energieversorgung.

Die gegenwärtige Startkonfiguration von MELFI enthält das ebenfalls von der ESA entwickelte MELFI On-Orbit Commissioning Experiment (MOOCE). Dieses Experiment wird wenige Wochen nach der Installation des Gerätes durchgeführt, um das thermische Verhalten eines der Behälter zu überprüfen. MELFI wird sofort benutzt, um Proben z.B. aus der Human Research Facility aufzunehmen.



Zweite MELFI Flugeinheit im Kennedy Space Center im Jahr 2004 mit der Expedition 11 Mannschaft: Sergei Krikalev (Hintergrund) and John Phillips (Vordergrund).

Bei Ankunft auf der ISS wird MELFI zu seinem Platz im US Labor Destiny transportiert und wird sofort seinen Betrieb aufnehmen.

MELFI wurde von der ESA im Rahmen internationaler Tauschabkommen entwickelt. Zwei Flugeinheiten wurden an die NASA geliefert und eine an die japanische Raumfahrtagentur JAXA. Zusätzlich hat die ESA Bodeneinheiten für Training und Experimentvorbereitung an die NASA geliefert und wird die erforderlichen Ersatzteile und Wartungsleistungen für bis zu 10 Betriebsjahre erbringen.

EADS-ASTRIUM (Frankreich) leitete das industrielle Team, das L'Air Liquide (Frankreich), Linde (Deutschland), Kayser-Threde (Deutschland) und ETEL (Schweiz) umfasste.



## Microgravity Science Glovebox (MSG)



ESA Astronaut Pedro Duque bei der Durchführung des PROMISS Experiments in der Microgravity Science Glovebox während der Cervantes Mission am 20. Oktober 2003. (Foto: NASA)

Die Microgravity Science Glovebox (MSG), ein Handschuhmanipulator-Gerät für Forschung unter Schwerelosigkeit, war das erste europäische ISS-Rack, das im Jahre 2002 zur Internationalen Raumstation gebracht wurde. Dieses Gerät wird Astronauten auf der ISS die Durchführung einer Vielfalt von Experimenten in einer abgeschlossenen und kontrollierten Umgebung, völlig isoliert vom Rest der Station ermöglichen. Sie ist zur Zeit im US Labor Destiny installiert, wird aber nach dem Start des europäischen Columbus Labors im Jahr 2007 dorthin gebracht werden.

MSG wurde erfolgreich während verschiedener Soyuz Missionen benutzt, um physikalische Experimente durchzuführen und wurde kürzlich von Bill Mc Arthur, dem Kommandanten der

Expedition 12 für das PROMISS-4 Experiment eingesetzt. Historisch betrachtet wurde dieses Experiment im Rahmen der belgischen Mission Odissea im Jahr 2002 mit ESA Astronaut Frank De Winne entwickelt und ist jetzt eine vielseitige Versuchsanordnung für die Proteinkristallisation.

Die STS-121 Mannschaft wird nach ihrer Ankunft auf der ISS Wartungsarbeiten an der MSG durchführen. Das Hauptfenster und Versiegelungen werden ausgetauscht, um die Verlängerung ihrer Zertifizierung zu sichern. Wenn die MSG zum europäischen Columbus Labor gebracht wird, wird sie mehrere Nutzlasten aufnehmen die zur Zeit entwickelt werden.



## Perkutane Elektrischer Muskelstimulator (Percutaneous Electrical Muscle Stimulator, PEMS)



Der Percutane Elektrische Muskelstimulator. (Foto: ESA)

Der Perkutane Elektrische Muskelstimulator (PEMS) wird mit der Shuttle Mission STS-121 zur ISS gebracht und wird von dem ESA Astronauten als Teil seiner geplanten Aktivitäten überprüft.

PEMS ist ein eigenständiges Gerät, das Muskelgruppen außerhalb des Thoraxbereichs der Versuchspersonen perkutan (durch die Haut) elektrisch stimuliert und dabei Kontraktionen der Muskeln erzeugt. Sein Hauptzweck ist die Unterstützung der Forschung an menschlichen Nerven und Muskeln. Das Gerät liefert entweder Einzelimpulse oder Impulsketten mit zwei wählbaren Impulsdauern und variablen Amplituden.

PEMS ist tragbar und kann zusammen mit anderen physiologischen Instrumenten, insbesondere den Muscle Atrophy Research and Exercise System (MARES) benutzt werden. PEMS wird im US Labor getestet und in Betrieb genommen. Später wird PEMS zusammen mit MARES im europäischen Columbus Labor nach seiner Ankunft bei der ISS, geplant für 2007, eingesetzt.

PEMS wurde von der schweizerischen Firma Syderal entwickelt. Dies ist die zweite Generation des Geräts, nachdem die erste Generation bereits 1996 auf dem Space Shuttle geflogen ist.



## Lungenfunktionssystem (Pulmonary Function System, PFS)

Das Lungenfunktionssystem PFS ist ein von der ESA entwickeltes Gerät, das ausgeatmetes Gas der Lungen von Astronauten analysiert, um zeitnahe Daten über den Gesundheitszustand zu gewinnen. Es wurde mit der Shuttle Mission STS - 114 (Wiederaufnahme des Flugbetriebes nach dem Columbia-Unfall) zur ISS gebracht und wurde erfolgreich von den Mannschaften der Expeditionen 11 und 12 in Betrieb genommen.



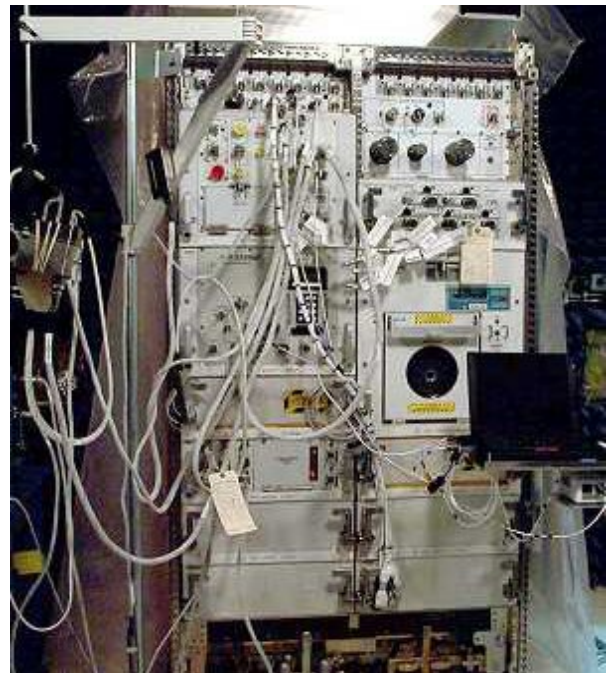
Die von der ESA entwickelten PFM/PAM-Einheiten für das Pulmonary Function System (Lungenfunktionssystem) im Betrieb.

Sechs verschiedene Gase können gleichzeitig gemessen werden. Dabei werden mehrere Messungen während eines einzigen Atemzuges gemacht. Das ergibt viele Informationen über die Lungenfunktion, den Blutkreislauf und das ganze Herzkreislaufsystem der Versuchsperson.

Während der Astrolab Mission wird der ESA Astronaut PFS für das CARD Experiment benutzen. Nach einem Software Upgrade wird PFS für den persönlichen Fitnessstest zur Auswertung durch den Medizinischen Support eingesetzt werden.

Mit EFS arbeiten ESA und NASA auf dem Gebiet der Instrumente für Atmungs-Physiologie zusammen. Das Gerät wird in der NASA-HRF im US Labor Destiny installiert. PFS besteht aus vier verschiedenen Komponenten. Davon wurden zwei von der ESA entwickelt: das Pulmonary Function Module (PFM) und das Photoacoustic Analyser Module (PAM) sowie zwei durch die NASA: das Gas Delivery System und das Gas Analyser System zur Stoffwechselanalyse. Diese vier Elemente können in zwei verschiedenen

Konfigurationen kombiniert werden, um eine Vielzahl von verschiedenen Messungen durchzuführen.



PFM/PAM-Einheiten im zweiten Human Research Facility Rack (HRF-2).

Die PFM/PAM-Einheit besteht u. a. aus der Ventileinheit mit Durchflussmessern, einem Rückatmungsbeutel sowie einer Elektronik-Einheit. Die Elektronik-Einheit ist in einem Standard-Einschub des HRF-Racks untergebracht, kann aber auch außerhalb betrieben werden.

PFS ist die erste Flughardware, die im Rahmen des „Microgravity Facilities for Columbus“-Programms als Teil des europäischen Physiologiemodulprojekts entwickelt wurde, das ursprünglich im Columbus Labor gestartet werden sollte. Das Gerät wurde für die ESA von der dänischen Firma Innovision entwickelt.

Auf Grund des großen Interesses der NASA wurde der ESA eine frühere Fluggelegenheit angeboten. Daher wurde das EFS als Teil der 2. NASA-HRF mit der Mission STS-114 zur ISS geflogen. Die PFS wird in das Columbus-Labor gebracht, wenn es 2007 an der Internationalen Raumstation angedockt ist.