ULTIMA RATIO CIVIUM

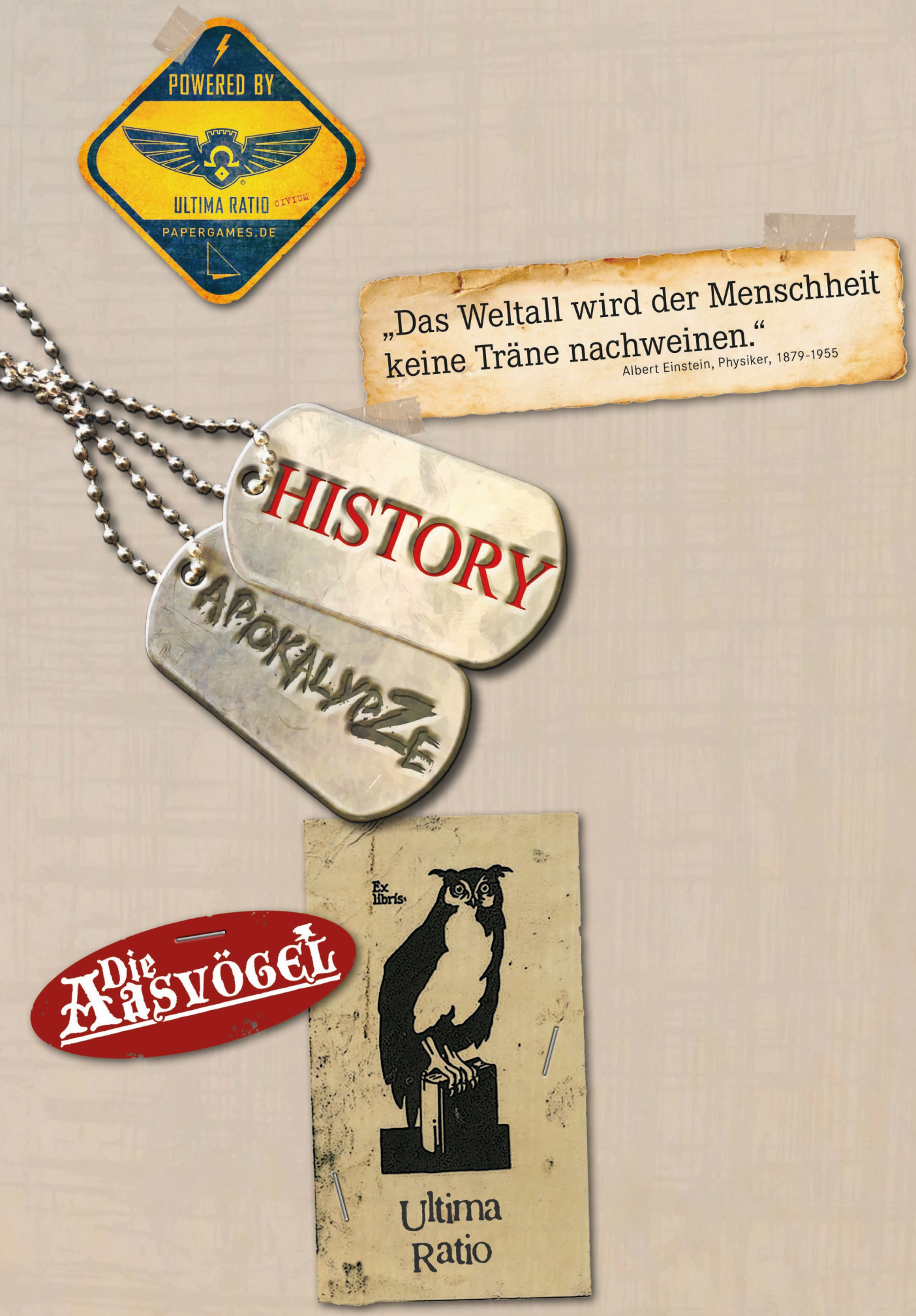
UNIVERSALREGELN FÜR ROLLENSPIELE

RÜCKSTURZ

APOKALYPZE-MODULBAND

papergames.de

VERSION 2.2


POWERED BY
ULTIMA RATIO CIVIUM
PAPERGAMES.DE
„Das Weltall wird der Menschheit keine Träne nachweinen.“
Albert Einstein, Physiker, 1879-1955
HISTORY
APOKALYPSE
Die Aasvögel
Ex libris
Ultima Ratio

ULTIMA RATIO CIVIUM

UNIVERSALREGELN FÜR ROLLENSPIELE

RÜCKSTURZ

APOKALYPZE-MODULBAND

papergames.de

Die Verwertung der Texte und Bilder, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung von *projekt papergames.de* urheberrechtswidrig und strafbar. Dies gilt für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmung und die Verarbeitung mit elektronischen Systemen. Davon ausgeschlossen ist das Herstellen der zum Spiel nötigen Charakterbögen, Spielhilfen und Tabellen.
Die Regeln und Spielvorschläge sind von den Autoren sorgfältig erwogen und geprüft, dennoch kann eine Garantie nicht übernommen werden. In **Ultima Ratio *Civium*** werden generell fiktive Welten beschrieben. Das *projekt papergames.de* unterstützt keine politisch fragwürdigen, gewaltverherrlichenden oder okkulten Handlungen. Eine Haftung der Autoren bzw. von *projekt papergames.de* und ihrer Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

© 2025 by *projekt papergames.de*

Bilder und Zeichnungen unter Bilderpool-Lizenz von Fantastische Spiele GbR:
Hans-Jörg Brehm; Nils H. Hamm; Thorsten Kettermann; Markus Marchlewski; Hans Schneider; Ralf Winter
Karten, Wappen und Zeichnungen: *Lizenzversion Campaign Cartographer 3+*
Autor: *Michael Greiss*
Layout: *Tim Rösner*
Satz: *Michael Greiss*
Redaktion: *Michael Greiss; Sigrid Pettrup*
Vertrieb: *projekt papergames.de*

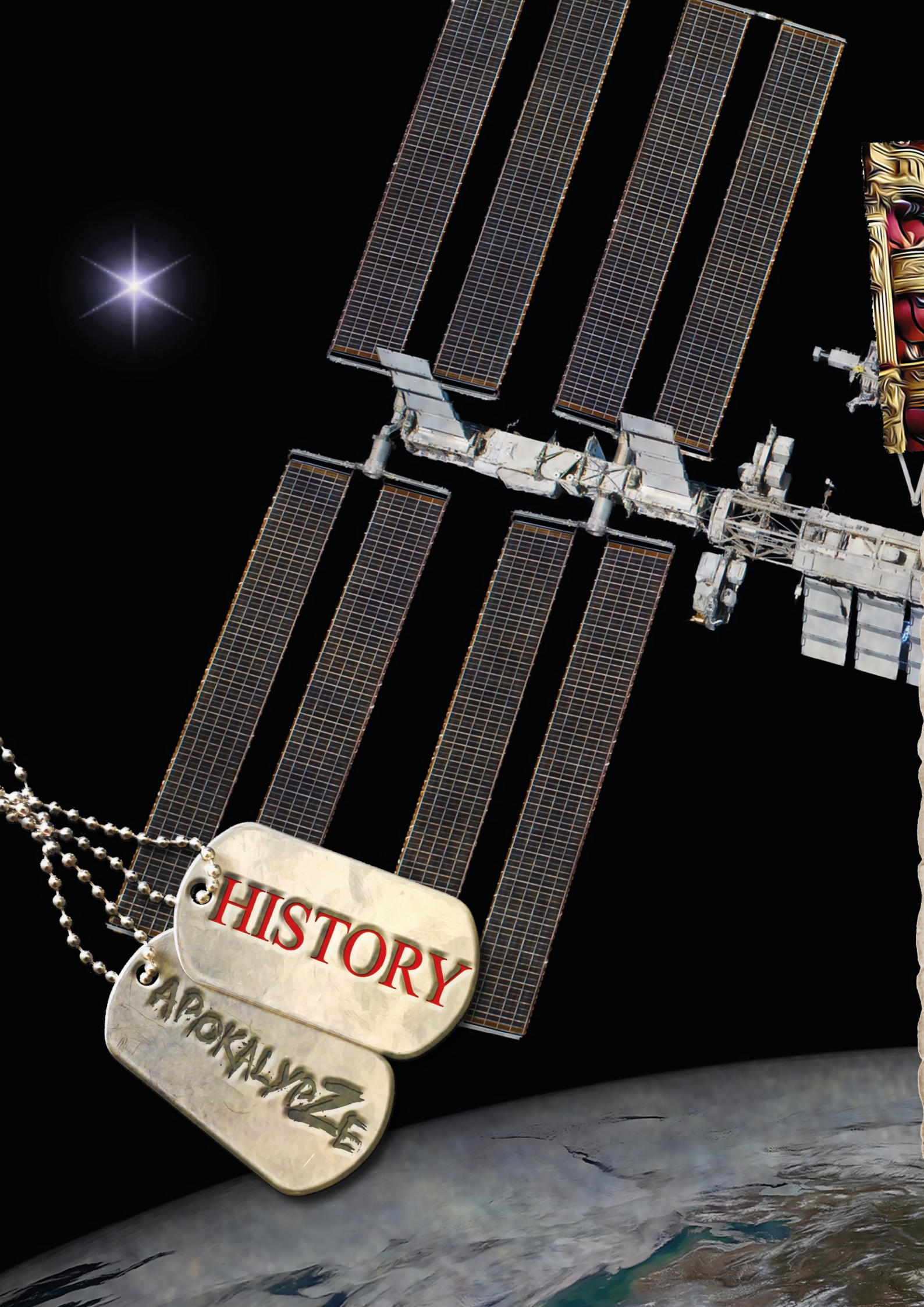
Regelversion 2.2

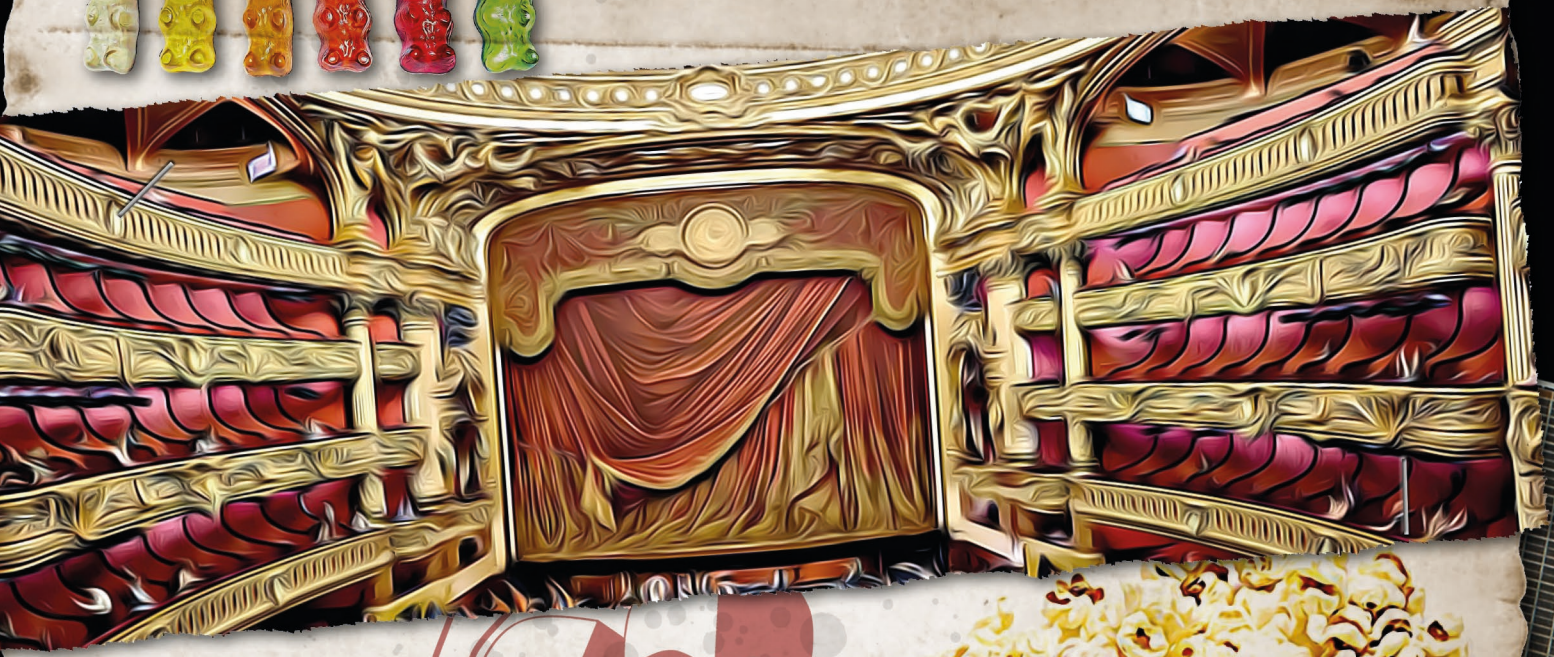
Regeltexte/-mechanismen sind unter *CC BY-NC 3.0/4.0 International* lizenziert.

ULTIMA RATIO CIVIUM
UNIVERSALREGELN FÜR ROLLENSPIELE

INHALT

Zum Geleit 7
Prolog 8
01. Erster Akt – Ankunft auf der ISS 40
02. Zweiter Akt – Zeugen der Katastrophe 46
03. Dritter Akt – Rücksturz zur Erde 62
04. Anhang – Handouts 68


HISTORY
APOKALYPZE



ZUM GELEIT

Filme, Serien und Spielesoftware haben den Vorteil, eine fast vollkommene Kunstwelt zu schaffen. Durch Ton, Bilder und Effekte wird eine Komposition erzeugt, in deren Mitte man sich zurücklehnen und der externen Fantasie der Film-/Spieleschaffenden zusehen kann.

Bücher, Theaterstücke und Rollenspiele haben als Bühne in der Hauptsache nur die eigene Vorstellungskraft, die eine Illusion von Erleben bildet. Unser inneres Empfinden hat eine magische Heftigkeit, die alle konsumierbaren Spezialeffekte übertreffen kann. Man muss sich aber darauf einlassen wollen!

Deshalb ist es wichtig, dass der Spielleiter versucht, alle Register zu ziehen, um einen Spannungsbogen zu erzeugen. Eine ablenkungsfreie Atmosphäre, gezielter Licht- und Toneinsatz helfen uns, um sich selbst angemessen in die Spielhandlung versenken zu können. Jeder Spieler sollte während einer Sitzung seinen eigene mentale Kamerafahrt bekommen, damit der Heldenstatus fühlbar wird.

Ultima Ratio *Civium*-Abenteuermodule sind in übersichtliche Abschnitte gegliedert, die dem Spielleiter lästiges Herumblättern ersparen. Die hier verwendete Struktur lehnt sich an die des klassischen Theaters an:

- **Akt:** Hauptabschnitt der Handlung
- **Bild:** Unterteilung in einzelne Schauplätze innerhalb eines *Aktes*
- **Szene:** Teil eines *Bildes*, kleinster Handlungsabschnitt in dem Modul

Abkommen der Teilnehmerstaaten am International Space Station Program, unterzeichnet am 29. Januar 1998

ISS – Erdorbit

Das Projekt ist eine Gemeinschaftsunternehmung der US-amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA, der russischen Raumfahrtagentur Roskosmos, der europäischen Raumfahrtagentur ESA sowie der Raumfahrtagenturen Kanadas CSA und Japans JAXA. In Europa sind die Länder Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Italien, die Niederlande, Norwegen, Schweden, die Schweiz, Spanien und das Vereinigte Königreich beteiligt. Im Jahr 1998 ist dazu ein entsprechendes Abkommen für den Bau der Raumstation unterschrieben worden.

Brasilien hat direkt mit den USA ein Nebenabkommen über die Nutzung der ISS. Die Volksrepublik China hatte Interesse an einer Beteiligung, ist aber am Veto der USA gescheitert und betreibt heute eigene dauerhaft bewohnte Varianten von Orbitalstationen.

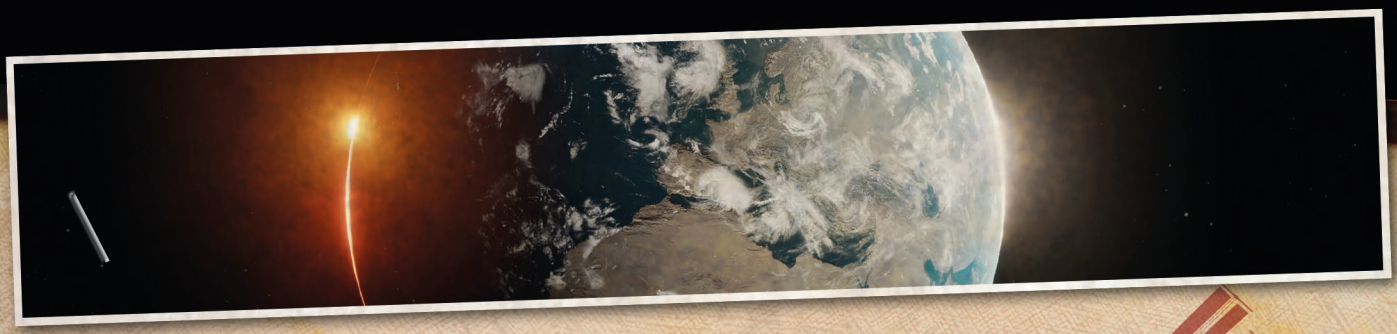
Vorgeschichte

Die ersten Ideen für eine menschlich besiedelte Station im Weltall sind schon sehr früh aufgekommen. Noch vor der ersten Mondlandung ist eine Raumstation angedacht worden, die ständig von bis zu zwanzig Personen bewohnt sein sollte. Nach dem Abschluss des *Apollo-Programms* wandte man sich konkreter dem Bau von Raumstationen zu, um den Anschluss an die Sowjetunion nicht zu verlieren. 1971 ist mit *Saljut 1* die erste russische Raumstation in Betrieb gestellt worden. Im Jahr 1973 startet die US-amerikanische Station *Skylab*, die insgesamt 171 Tage bewohnt war. Danach wandten sich die US-Amerikaner verstärkt der Entwicklung des *Space-Shuttles* zu, während die Sowjetunion sechs weitere *Saljut-Stationen* und vor allem die modulare Raumstation *Mir* in die Umlaufbahn brachte und umfangreiche Erfahrung mit Langzeitaufenthalten im All sammeln konnte.

Nach dem Erstflug des Space-Shuttles im Jahre 1981 rückte das Konzept einer Raumstation wieder in den Fokus, weil dies nach Ansicht der NASA-Strategen der nächste logische Schritt in der Raumfahrt sei. Im Mai 1982 wurde im NASA-Hauptquartier die Space Station Task Force geschaffen. Im Januar 1984 kündigte der damalige US-Präsident *Ronald Reagan* in Anlehnung an den Aufruf Kennedys zur Mondlandung an, es sei das nationale Ziel, eine ständig bemannte Raumstation innerhalb eines Jahrzehnts zu bauen. Die Kosten für eine solche Station wurden damals auf acht Milliarden US-Dollar geschätzt. Ein Jahr später wurde entschieden, die Station zusammen mit internationalen Partnern zu bauen. Daraufhin schlossen sich die ESA sowie Kanada und Japan dem Projekt an. Im Jahr 1988 wurde die geplante Station von Präsidenten auf den Namen *Freedom (Freiheit)* getauft.

Nach dem Ende des Kalten Kriegs wurde eine engere Zusammenarbeit der NASA mit Russland möglich. Das ursprüngliche Freedom-Projekt wurde gekürzt, weil die Kosten der geplanten Raumstation explodierten, und in Space Station Alpha umbenannt. 1993 unterzeichneten Russland und die USA ein Abkommen über zehn Shuttle-Flüge zur russischen Raumstation Mir sowie über Langzeitaufenthalte einiger US-Astronauten auf der Mir, später bekannt als das Shuttle-Mir-Programm. Die NASA zahlte dafür 400 Millionen US-Dollar. Dies markierte die erste Zusammenarbeit der beiden Raumfahrtmächte seit dem *Apollo-Sojus-Test-Projekt* im Jahr 1975.

Unter US-Präsident *Bill Clinton* wurde dann das Projekt einer großen Raumstation im November 1993 zusammen mit Russland neu aufgelegt. Die Sowjetunion steuerte dazu die Baupläne der geplanten Station Mir-2 bei. Bis 1998 schlossen sich 13 weitere Länder dem Projekt an: elf der ESA-Staaten, Japan und Kanada. Zudem unterzeichnete Brasilien im Oktober 1997 mit den USA einen separaten Vertrag über die Nutzung der Raumstation, die nun den Namen *International Space Station (ISS)* trug. Im Jahr darauf begann mit dem Start des russischen Fracht- und Antriebsmoduls *Sarja (Sonnenaufgang)* der Aufbau der Station.



Infos zur Raumstation

Die *International Space Station (ISS)* ist ähnlich wie die russische *Mir* modular aufgebaut. Dazu sind einzelne Baugruppen von Raumfähren oder Trägerraketen in die Umlaufbahn transportiert und dort zusammengesetzt worden. Die erste Konstruktionsphase besteht aus dem Zusammenführen unbemannter Module und deren Ausstattung mit Geräten, Ausrüstung, Lebensmitteln, Kleidung, Wasser und diversen Alltagsgegenständen. Nachdem diese Vorbereitungen abgeschlossen sind, zieht im November 2000 die erste Langzeitbesatzung mit 3 Astronauten auf der Station ein. In der Folgezeit werden weitere Labormodule, Unterkünfte, Solarflächen, Roboterarmsysteme und Kopplungselemente für das Andocken von Raumfähren zugefügt. Nach den zahlreichen Installationen von Erweiterungen kann die ständige Besatzung ab Mai 2009 auf 6 Personen erhöht werden.

Aufbau der Erdatmosphäre, die ISS befindet sich in der Thermosphäre

Rahmendaten

Besatzung:	6
Spannweite:	109 m
Solarzellenfläche:	4.500 m^2
Masse:	440 t
Nutzraum:	916 m^3
Höhe Umlaufbahn:	ca. 400 km
Umlauftempo:	ca. 28.800 km/h
Umlaufzeit:	ca. 93 min

Erdatmosphäre

Die Station umkreist die Erde in einer annähernd kreisförmigen niedrigen Umlaufbahn *(Thermosphäre)*, dessen Bahnhöhe bei 370 bis 460 km liegt. Der gewählte Flugkorridor unterliegt dem Zyklus der Sonnenaktivität und der Reibung mit den Atomen, wobei die ISS pro Tag 50 bis 150 m absinkt. Der Ausgleich des Höhenverlustes wird durch eine Beschleunigung in Flugrichtung *(Reboost-Manöver)* ausgeglichen. Auch Ausweichbewegungen wegen Weltraummüll auf Kollisionskurs erfordern eine Kurskorrektur. Diese Schubphasen verbrauchen etwa 7.000 Kilogramm Treibstoff pro Jahr.

- **Exosphäre:** Die äußerste Schicht der Atmosphäre, die den fließenden Übergang zum interplanetaren Raum bildet. Die Temperatur von über 1000 °C, die in dieser Sphäre herrscht, resultiert aus der Geschwindigkeit der Teilchen. Bei der geringen Gasdichte in dieser Höhe ist der Wärmetransport nicht messbar.
- **Thermopause:** Atmosphärische Grenzschicht zwischen der Thermo- und der Exosphäre.
- **Thermosphäre:** Hier steigt die Temperatur mit der Höhe an. Je nach Sonnenaktivität können 2.000 °C erreicht werden. Solare oder terrestrische Ursachen lassen die Elektronendichte in dieser Schicht schwanken. Dies kann zu magnetosphärischen Störungen *(Ionosphärenstürme)* führen, die den Funkfrequenzbereich einengen können oder komplett ausfallen *(Blackout)* lassen.
- **Kármán-Linie:** Gedachte Grenze in einer Höhe von 100 Kilometer über dem Meeresspiegel, die dazu genutzt wird, um die Luftfahrt von der Raumfahrt zu unterscheiden. Oberhalb dieser Grenze sollen Höhengewinne von Luftfahrzeugen überwiegend auf der für Orbitalflüge nötigen Fliehkraftwirkung anstelle des von Flugzeugen genutzten dynamischen Auftriebs beruhen. Benannt nach dem Luftfahrttechniker *Theodore von Kármán*,

Raketenstart mit einem Dragon-Frachtmodul

- **Mesosphäre:** Die Temperatur ist bei 0 °C bis −90 °C, aufgrund der extrem ausgedünnten Luft sowie der Tatsache, dass kaum noch Ozon vorhanden ist und sich die Absorption der energiereichen UV-Strahlung erst in der darunterliegenden Stratosphäre abspielt. Das UV-Licht ist hier so stark, dass sich ein ungeschützter menschlicher Körper innerhalb kürzester Zeit schwerste Verbrennungen zuzieht. Meteore beginnen hier ihre Leuchtspur und Raumfahrzeuge ihren Wiedereintritt aus dem Weltraum.
- **Stratosphäre:** Die Temperatur nimmt mit steigender Höhe zu, da das in der Sphäre befindliche Ozon die UV-Strahlung aus dem Sonnenlicht absorbiert und die elektromagnetische Strahlung in Wärme umwandelt.
- **Ozonschicht:** Bereich erhöhter Konzentration des Spurengases Ozon *(O_3)* in der Erdatmosphäre, hauptsächlich in der unteren Stratosphäre. Filter für die UV-B-Strahlung, die auf die Erdoberfläche einwirkt.
- **Troposphäre:** Die Schichtdicke beträgt etwa 8 Kilometer an den Polen und 18 Kilometer am Äquator. Hier sind etwa 90 Prozent der gesamten Luft sowie beinahe der gesamte Wasserdampf der Erdatmosphäre enthalten. Da sich in ihr der Großteil des Wetters abspielt, spricht man auch von der Advektionsschicht *(horizontaler, großräumiger Luftaustausch)* der Erdatmosphäre.

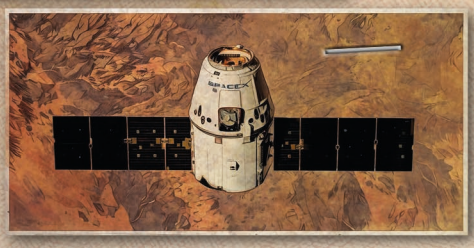
Versorgung

Um das Leben einer Besatzung in der Umlaufbahn aufrechterhalten zu können, bedarf es aufwendiger Lebenserhaltungs- und Betriebssysteme sowie ausgeklügelter Logistik. Auf der Erde sind hunderte Menschen ständig für ihre Astronauten-Kollegen tätig, die in Kontrollzentren, Forschungseinrichtungen, Unternehmen sowie auf Weltraumflughäfen arbeiten. Ihre gemeinsame Aufgabe ist es, den Außenposten der Menschheit im All durch regelmäßigen Nachschub betriebsfähig halten.

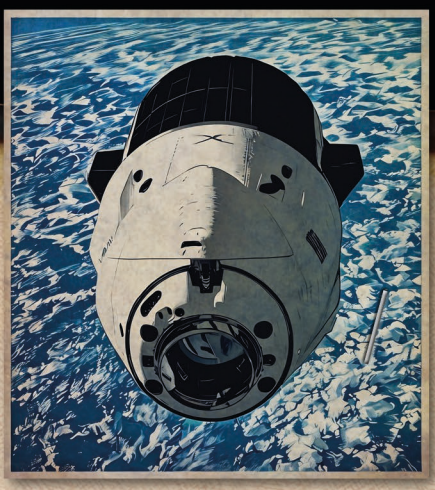
Alle Dinge, die für das Leben der Astronauten, den Betrieb der Station und die Forschungsarbeiten nötig sind, müssen mit Transportern ins All befördert werden. Dies betrifft Versorgungsgüter, Frischwasser, Sauerstoff, Ersatzteile und die Materialien für die wissenschaftlichen Experimente. Gleichzeitig fällt wie in jedem Haushalt Abfall an, dessen Rücktransport auf die Erde ebenfalls organisiert werden muss.

Der Netto-Tagesbedarf an flüssigen, gasförmigen und festen Stoffen liegt bei durchschnittlich 14,6 Kilogramm pro Astronaut, wobei der größte Posten auf „Wasser“ entfällt. Für die auf der voll ausgebauten ISS ab 2009 anzutreffende sechsköpfige Besatzung beträgt der Netto-Jahresbedarf dann etwa 32 Tonnen. „Netto“ bedeutet, die dem System zuzuführende Nachschubmenge. Die Masse von jährlich netto 5,3 Tonnen je Crewmitglied lässt sich durch das schrittweise Schließen von Stoffkreisläufen reduzieren. Das betrifft die Wiederverwer-

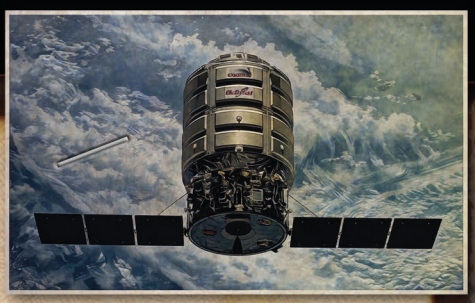
Modul ATV



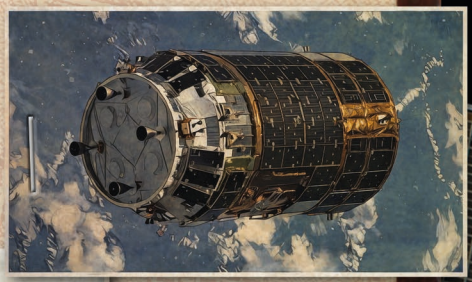
Modul Dragon



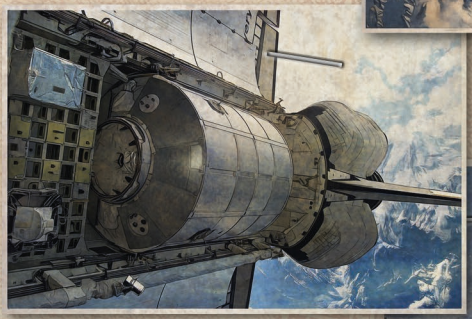
Modul Cargo Dragon 2



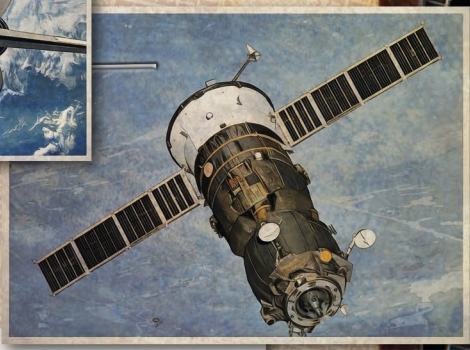
Modul Cygnus



Modul HTV



Modul MPLM
(in Space Shuttle)



Modul Progress

tung von Abwasser, die regenerative CO2-Filterung und die Sauerstoffrückgewinnung. In den genannten Mengen sind keine Experimente, Forschungsgeräte, Verbrauchsgüter, Ersatzteile für regenerative Anlagen, Reparaturen sowie Treibstoffe für die Lage- und Bahnregelung enthalten.

Dazu gibt es verschiedene unbemannte Versorgungsfahrzeuge, Plattformen oder Module, die zur Raumstation fliegen und danach entweder durch einen Wiedereintritt zerstört oder aber zur Erde zurückkehren und für einen neuen Einsatz vorbereitet werden können. Anfänglich haben russische Sojusraketen und die US-Space Shuttles den Pendelverkehr von Menschen und Material zwischen Erde und ISS bewältigt. Im Laufe der Zeit sind auch andere Träger- und Kapselsysteme zur Anwendung gekommen *(siehe Tabelle unten)*.

Je nach Zeitraum des Modulbeginns variieren die verwendeten Transportmittel (siehe Tabelle)

NACHSCHUBMÖGLICHKEITEN FÜR DIE INTERNATIONAL SPACE STATION (ISS)

TRANSPORTER	*NUTZLAST*	*ANTRIEB*	*EIGENSCHAFTEN*	*EINSATZZEITRAUM*
Progress Raumtransporter	Hinweg *(9 t Fracht)* Rückweg *(verglüht in der Erdatmosphäre)*	Sojus *(Trägerrakete)*	Frachttransport, Reboost, Treibstofftransfer, VBK-Raduga *(Rückkehrkapsel)*	seit 1978; 88 Flüge im Zeitraum von 2000-2023
Multi-Purpose Logistics Module *(MPLM)*	Hinweg *(9 t Fracht)* Rückweg *(9 t Fracht)*	Space Shuttle *(Raumfähre)*	Frachttransport, Reboost, Treibstofftransfer, Stationsbau, Transport von Außenlasten, Rücktransport *(7 Raumfahrer)*	12 Flüge im Zeitraum von 2001-2011
Automated Transfer Vehicle *(ATV)*	Hinweg *(7,7 t Fracht)* Rückweg *(verglüht in der Erdatmosphäre)*	Ariane 5 *(Trägerrakete)*	Frachttransport, Reboost, Treibstofftransfer	5 Flüge im Zeitraum von 2008-2015
Versorgungsraumschiff *(HTV)*	Hinweg *(6 t Fracht)* Rückweg *(verglüht in der Erdatmosphäre)*	H-2B *(Trägerrakete)*	Frachttransport, Transport von ISPR-Forschungsmodul und Außenlasten	9 Flüge im Zeitraum von 2009-2020
Dragon	Hinweg *(6 t Fracht)* Rückweg *(2,5 t Fracht)*	Falcon 9 *(Trägerrakete)*	Frachttransport, Rücktransport, Transport von ISPR-Forschungsmodul und Außenlasten	21 Flüge im Zeitraum von 2012-2020
Cygnus	Hinweg *(3,75 t Fracht)* Rückweg *(verglüht in der Erdatmosphäre)*	Antares / Atlas 5 *(Trägerraketen)*	Frachttransport, Transport von ISPR-Forschungsmodul	20 Flüge im Zeitraum von 2014-2023
Cargo Dragon 2	Hinweg *(6 t Fracht)* Rückweg *(3 t Fracht)*	Falcon 9 *(Trägerrakete)*	Frachttransport, Transport von Außenlasten, Rücktransport	9 Flüge im Zeitraum von 2020-2023
Dream Chaser	Hinweg *(5,5 t Fracht)* Rückweg *(1,75 t Fracht)*	Vulcan *(Trägerrakete)*	Frachttransport, Rücktransport	in Planung
Versorgungsraumschiff *(HTV-X)*	Hinweg *(4,2 t Fracht)* Rückweg *(verglüht in der Erdatmosphäre)*	H-3 *(Trägerrakete)*	Frachttransport, Transport von ISPR-Forschungsmodul und Außenlasten	in Planung

CSA

DLR

ESA

Bodeneinrichtungen

Es gibt verschiedene Raumflugkontrollzentren *(Mission Control Center)* auf der Erde, die den Austausch von Telemetriedaten der Station und die audiovisuelle Kommunikation mit der Besatzung über den kompletten Missionsverlauf gewährleisten. Dazu gehören auch Zentren für administrative Zwecke und Ausbildungsanlagen für Raumfahrer. Die Lage der Einrichtungen ist dem unteren Schaubild zu entnehmen.

Folgende Raumfahrtagenturen unterhalten Installationen für Flugkontrolle von Raumfahrzeugen und ISS:

- **CSA *(Kanada)*:** *John H. Chapman Space Centre in Longueuil.*
- **DLR *(Deutschland)*:** *Deutsches Raumfahrt-Kontrollzentrum in Oberpfaffenhofen.*
- **ESA *(Europa)*:** *Europäisches Raumflugkontrollzentrum in Darmstadt.*
- **JAXA *(Japan)*:** *Control Centre in Tsukuba.*
- **NASA *(USA)*:** *Lyndon B. Johnson Space Center in Houston.*
- **Roskosmos *(Russland)*:** *Kontrollzentrum in Koroljow.*

Raumfahrtagenturen

- **CSA:** Die *Canadian Space Agency (CSA)* und wegen der staatlichen kanadischen Zweisprachigkeit gleichberechtigt auch französisch *Agence spatiale canadienne (ASC)* ist die kanadische Weltraumbehörde. Sie wurde im März 1989 gegründet. Die CSA/ASC hat rund 900 Angestellte, die überwiegend am Hauptsitz John H. Chapman Space Centre in Longueuil beschäftigt sind. Aufgrund der vielfältigen Projekte und zukünftigen Missionen wurde im Jahr 2004 ein Mission Control Center am Hauptsitz eingerichtet.
- **DLR:** Das *Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)* ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt sowie Energie, Verkehr, Digitalisierung, Sicherheit im Bereich der angewandten Wissenschaften, der Grundlagenforschung und außerdem Weltraumagentur. Es hat seinen Hauptsitz in Köln. Bei seinen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten kooperiert das DLR weltweit mit anderen Forschungseinrichtungen und der Industrie sowie mit der *ESA*.

Bodenstationen

JAXA

NASA

Roskosmos

- **ESA:** Die *Europäische Weltraumorganisation (englisch European Space Agency, kurz ESA; französisch Agence spatiale européenne, ASE)* ist eine internationale Organisation 23 europäischer Staaten für die Koordinierung und den Betrieb gemeinsamer Raumfahrtaktivitäten. Sie wurde 1975 gegründet, um Europa technologisch und politisch unabhängiger von den Raumfahrtnationen Sowjetunion und Vereinigte Staaten zu machen.
- **JAXA:** Die *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)* ist die japanische Raumfahrtbehörde. Rechtlich ist sie eine Selbstverwaltungskörperschaft unter Aufsicht des Kultus- und Wissenschaftsministeriums *(Ministerium für Bildung, Kultur, Sport, Wissenschaft und Technologie)*. Ihr gesetzlich vorgegebener Zweck umfasst die Luft- und Raumfahrtforschung ursprünglich ausdrücklich zur friedlichen Nutzung.
- **NASA:** Die *National Aeronautics and Space Administration (NASA)* ist die 1958 gegründete zivile US-Bundesbehörde für Raumfahrt und Flugwissenschaft. Der Hauptsitz befindet sich in Washington, D.C. Zugleich ist die NASA eine wichtige geowissenschaftliche Forschungsinstitution und stellt in den USA die meisten Forschungsgelder für klimawissenschaftliche Forschungsarbeiten bereit.
- **Roskosmos:** Die Weltraumorganisation der Russischen Föderation. Sie ist ein staatliches Unternehmen und am 1. Januar 2016 per Präsidentendekret aus der ehemaligen und gleichnamigen Raumfahrtbehörde hervorgegangen. Sie ist für das zivile Raumfahrtprogramm des Landes zuständig und hat ihren Sitz im sogenannten Sternenstädtchen Swjosdny Gorodok nahe Moskau.

Dragon-Frachtmodul an einem Ladearm an der ISS

Kontroll- und Ausbildungszentren für den Betrieb der ISS

Die auf der International Space Station befindlichen Laptops erfüllen einen wichtigen Zweck. Sie werden für den Betrieb der Stationsfunktionen, wie Kommunikation, Lebenserhaltung, Greifarme und Energieversorgung, eingesetzt. Die verwendeten Standardmodelle sind in großer Zahl vorhanden und können bei Defekten schnell ausgetauscht werden. Die Astronauten nutzen Geräte gleicher Bauart auch für ihre privaten Zwecke

Kommunikation

Die Datenübertragung und der Sprechfunkverkehr mit den Kontrollzentren existieren in getrennter Form. Es gibt die US-basierte Kontaktaufnahme und den russischen Informationsaustausch.

- Der „westliche“ Stationsteil hält den Kontakt per Tracking and Data Relay Satellite System *(TDRSS)* bzw. über dessen Satelliten *(TDRS)* im S-Band *(192 kbps Datenrate)* und Ku-Band *(bis 300 Mbps)*.
- Der russische Teil der Station nutzt überwiegend direkte Funkverbindungen zu Bodenstationen, das dem TDRS ähnliche Lutsch-Netz oder Systeme des US-amerikanischen Segments, um mit dem russischen Kontrollzentrum in Moskau zu kommunizieren.
- Die Kommunikation mit Astronauten während Außenbordeinsätzen *(EVA)* und ankommenden Versorgungsflügen wird über ein separates stationseigenes UHF-System abgewickelt.
- Auf der ISS befinden sich etwa 100 Laptops von serienmäßigen *Commercial off-the-shelf-Produkten*. Teile davon sind veraltet und dienen nur noch als Ersatzteillager. Gewartet werden die in Benutzung befindlichen Notebooks in der Regel von der Erde aus. Auf den Laptops laufen Windows- und Linux-Betriebssysteme. Rechner, auf denen die wichtigsten Steuerungen der Internationalen Raumstation stattfinden, haben Debian Linux als Betriebssystem. An den Geräten wurden Änderungen an Anschlüssen, Kühlung, Belüftung und Stromversorgung vorgenommen, um sie an das 28-V-Gleichstromnetz der Station anzupassen. Die Laptops an Bord der ISS sind über WLAN und Ethernet mit der Raumstation verbunden, die Datenpakete über das Ku-Band mit den Bodenstationen auf der Erde austauscht.
- Der jeweilige ISS-Kommandant entscheidet am Anfang seiner Dienstzeit über den Funknamen der ISS. Mittlerweile hat sich als gebräuchlicher Rufname *„Station“* eingebürgert, es war anfänglich auch *„Alpha“* in Benutzung.

Mission Control Center (MCC)

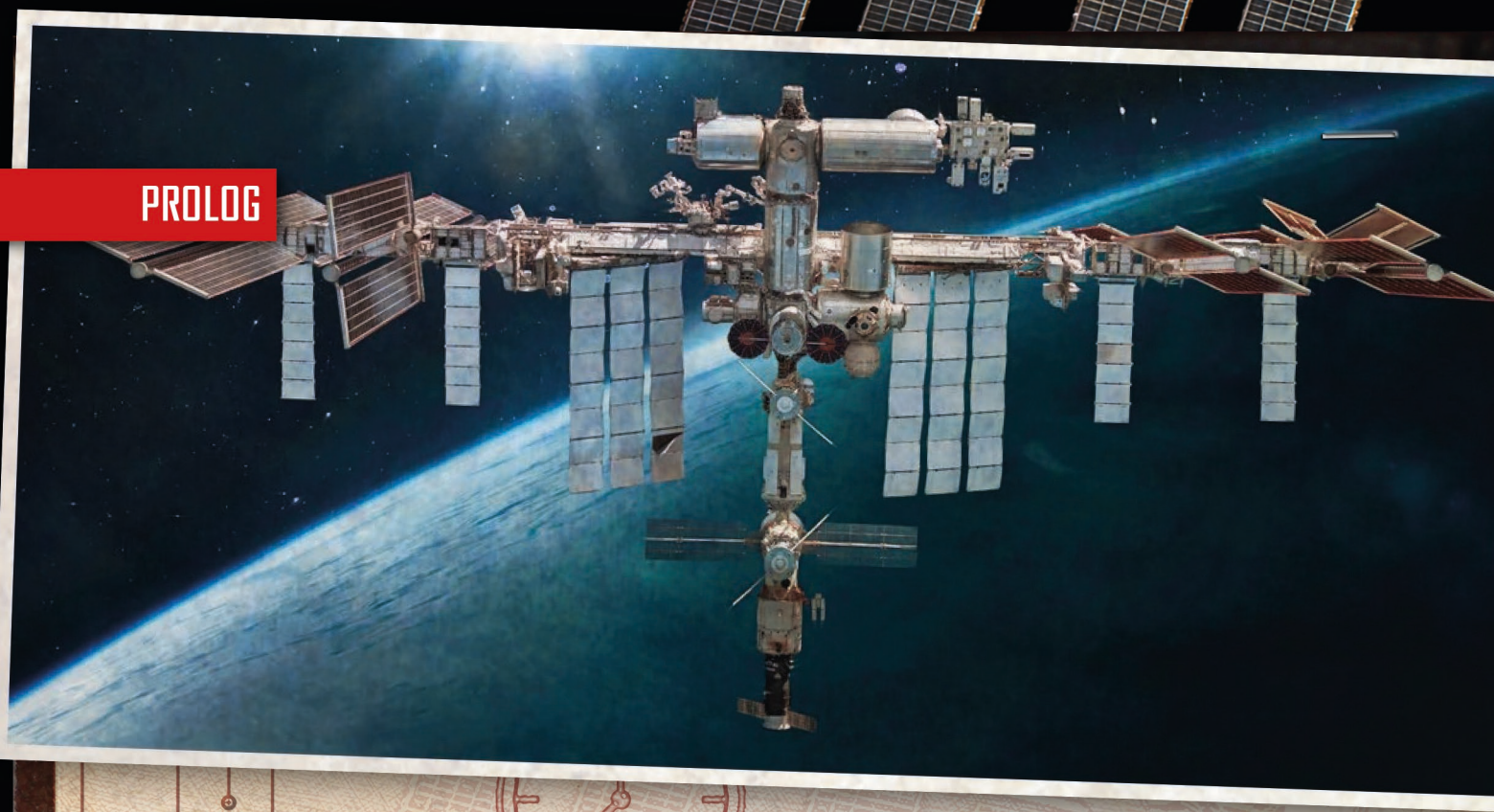
Das MCC befindet sich in Houston, Texas. Der FCR *(Flight Control Room/Flugkontrollzentrum)* ist im Komplex MOCR1 untergebracht und vierundzwanzig Stunden am Tag ganzjährig besetzt. Von dort aus wird die Flugbahn der ISS überwacht und die Hauptkommunikation erledigt. Das Personal gliedert sich in drei Gruppen *(Orbit 1-3)*, das unabhängig von der Ortszeit nach dem Zeitstandard UTC arbeitet. Das Team von *Orbit 1* ist für Mitternacht bis acht Uhr morgens zuständig, *Orbit 2* für acht bis vier Uhr nachmittags und *Orbit 3* für vier Uhr nachmittags bis Mitternacht.

Da die Crew der Raumstation in der UTC-/GMT-Zeitzone lebt, beginnt ihr Arbeitstag um etwa 2:30 Uhr morgens, Houstoner Zeit, und endet um etwa 2:00 Uhr nachmittags, Houstoner Zeit. Das bedeutet, dass in der Flugkontrolle während der Arbeitszeit der Astronauten Hochbetrieb herrscht.

Orbit 3 arbeitet, während die Besatzung schläft, sodass sie keine Aktivitäten durchführen, die Lärm an Bord der ISS verursachen könnten. Orbit 3 wird die Planungsschicht genannt. Sie sorgt dafür, dass alle Betriebsprodukte aufgeräumt und der Zeitplan für den nächsten Tag aktualisiert wird.

Natürlich sind auch andere Kanäle zum Austausch von Informationen offen. Besonders die russischen Kosmonauten beharren auf einer separaten Kommunikationslinie. Sie nutzen dazu eine direkte Funkverbindung, die eine Verbindung mit der ISS Mission Control in Korolev *(nahe Moskau)* offenhält.

Flight Control Room im Mission Control Center, Houston, Texas

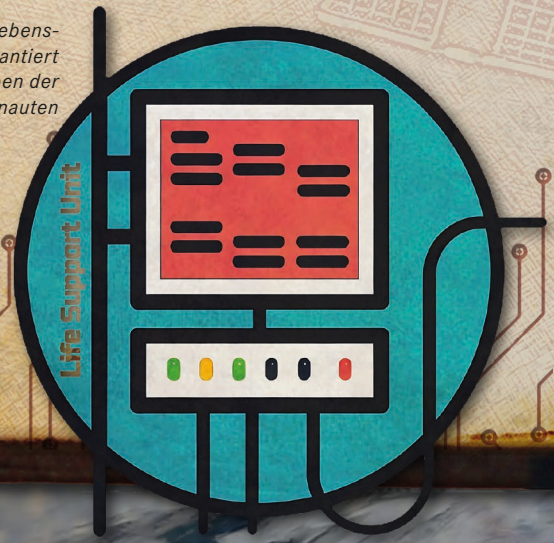


Uhrzeit und Zeitzone

Die International Space Station bewegt sich rasend schnell um den Erdball, so dass eine Uhrzeitregelung getroffen worden ist, die unabhängig vom derzeitigen Aufenthaltsort im Orbit ist.

Zur zeitlichen Einordnung wird deshalb der Zeitstandard UTC *(Coordinated Universal Time/Koordinierte Weltzeit)* verwendet. Dieser wird mit Atomuhren gemessen und ist der tatsächlichen Taglänge der sich verändernden Erdumdrehung angepasst.

Die Zeitzone GMT *(Greenwich Mean Time)* orientiert sich am Zeitstandard UTC und wird heute in mehreren Ländern offiziell verwendet. Vor Einführung der UTC am 1. Januar 1972 war die GMT der internationale Zeitstandard, von dem alle Ortszeiten weltweit abgeleitet wurden. Sie basiert ausschließlich auf der Messung der Erdrotation bzw. auf der mittleren Ortszeit am Nullmeridian. Da sich jedoch die Erdumdrehung über die Jahre verlangsamt und die Tage dadurch immer länger werden, stellt die GMT keine genaue Methode mehr dar.

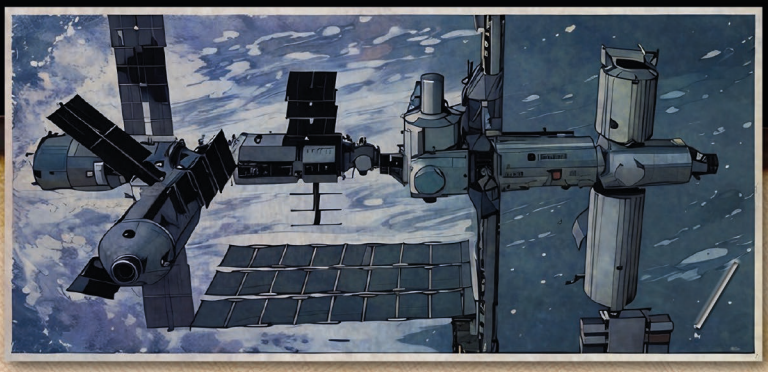


Eine aktive Lebenserhaltung garantiert das Überleben der Astronauten

Lebenserhaltung

Das Umweltkontroll- und Lebenserhaltungssystem *ECLSS* regelt den Luftdruck und die Zusammensetzung der Luft *(Sauerstoffversorgung)* an Bord. Zusätzlich stellt es die Wasserversorgung sowie das Funktionieren der Sanitärtechnik *(Abfallmanagement)* sicher. Der Druck *(1014 Hektopascal)* an Bord und die Zusammensetzung der Luft *(21 % Sauerstoff, 78 % Stickstoff)* entsprechen den für Menschen gewohnten Bedingungen auf der Erde.

- Die Sauerstofferzeugung und Kohlenstoffdioxidfilterung wird durch einen Wasserelektrolyse-Generator ermöglicht und der dabei entstehende Wasserstoff anschließend aus der Station abgelassen. Der Sauerstoffgenerator verbraucht ungefähr einen Liter Wasser pro Besatzungsmitglied und Tag. Dieses Wasser wird von der Erde gebracht oder aus dem ausgeschiedenen Urin der Besatzung recycelt. Im Notfall kann die Besatzung auf Sauerstoffflaschen, Sauerstoffkerzen, einen Ersatzgenerator *(SFOG)* und einen Sauerstoffersatztank im Quest-Modul zurückgreifen.
- Methan aus dem Darm und Schweiß bzw. Ammoniak werden durch Aktivkohlefilter aus der Luft der Raumstation entfernt. Außerdem wird die Luft durch Schwebstofffilter gereinigt. Ventilatoren sorgen für einen ausreichenden Luftstrom an Bord, damit sich keine Kohlendioxidblasen um die Köpfe der Besatzung bilden, die bei stehender Luft in der Schwerelosigkeit entstehen würden.
- Auf der Station gibt es einen Wasserspender, der sowohl erwärmtes als auch kaltes Wasser liefert.



Stationssegmente mit lebensfähiger Atmosphäre

Energieversorgung

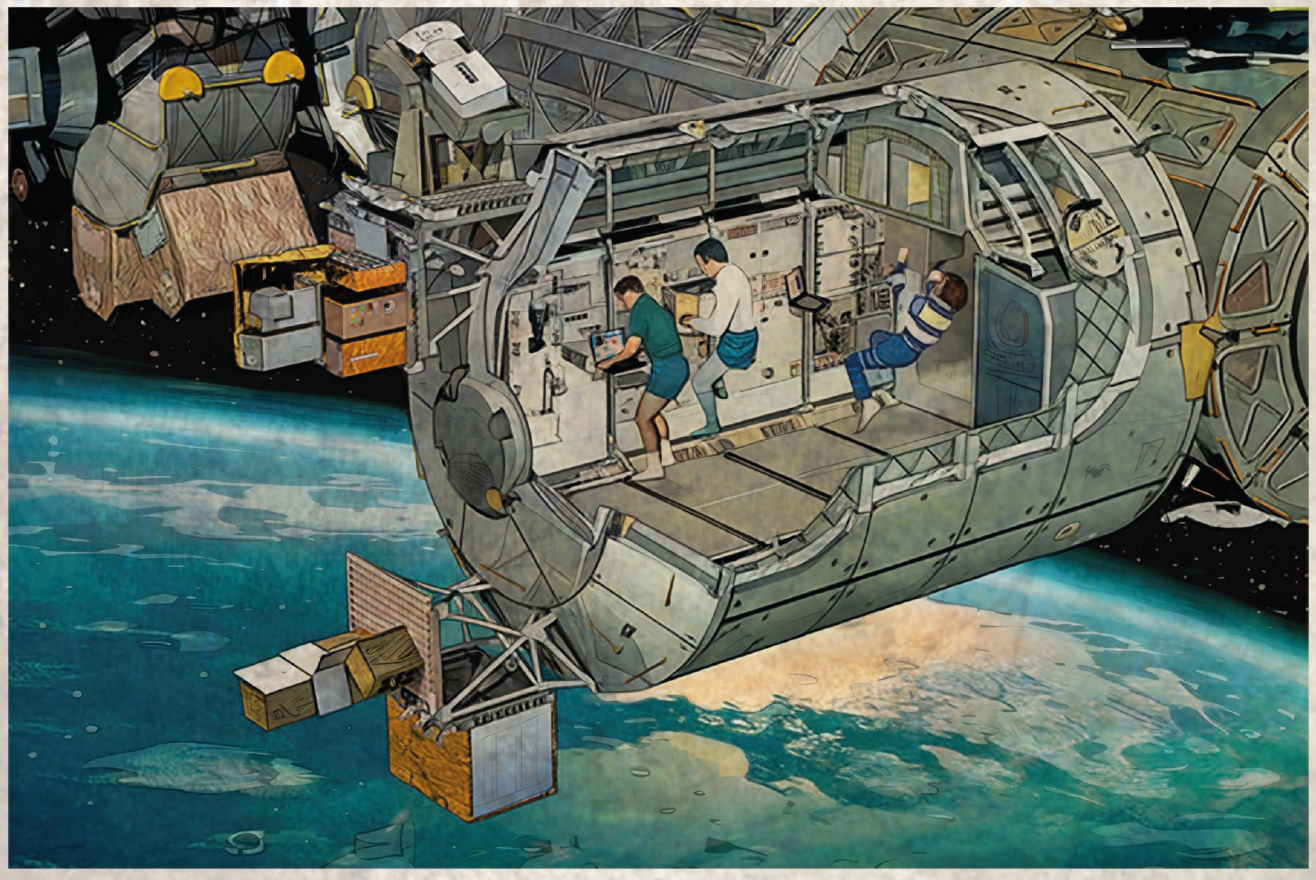
Die Stromversorgung der Raumstation wird ausschließlich über Sonnenenergie realisiert.

- Der US-amerikanische Teil der ISS verfügt über 16 Solarpaneele, die durch fotovoltaische Stromerzeugung elektrische Energie für die Station bereitstellen. Diese sind in acht sogenannten Photovoltaic Modules *(PVMs)* zu je zwei Elementen zusammengefasst, die durch Rotationsgelenke auf die Sonne ausgerichtet werden.
- Je zwei Paneele speisen je einen Verteiler, der die Stromleitungen aufteilt und vier Leitungen herausführt, an denen die Spannung in Gleichspannungswandlern herunterregelt wird. Anschließend wird die elektrische Energie durch ein verzweigtes Leitungsnetz an jedes Element des US-amerikanischen Segments der ISS verteilt. Die Photovoltaik-Module erzeugen eine Spannung von 160 Volt *(Primary Power)*, die Verbraucher auf dem US-Teil der Station arbeiten jedoch mit 124 Volt Gleichspannung *(Secondary Power)*, einige Geräte auch mit 28 Volt.
- Der russische Teil der Station verfügt über mehrere Solarpaneele, die klassisch direkt an den größeren Stationsmodulen befestigt sind. Sie sind nur um eine Achse drehbar. Die Sonnenenergie des russischen Teils der Raumstation wird in Nickel-Cadmium-Akkus gespeichert, wobei alle Geräte mit 28 Volt Gleichspannung arbeiten.
- Über Konverter kann elektrische Energie zwischen den US-amerikanischen und russischen Systemen ausgetauscht werden.
- Die Ausrichtung der Solarelemente hat einen relativ hohen Einfluss auf den Luftwiderstand der Station. Im sogenannten Nachtgleitmodus *(Night Glider mode)* werden die Sonnenpaddel so ausgerichtet, dass sie der oberen Atmosphäre möglichst wenig Widerstand bieten. Dadurch kann der Widerstand im Mittel um 30% reduziert werden und pro Jahr etwa 1000 kg Treibstoff eingespart werden.

Raumtemperatur

Die Außenverkleidung der ISS heizt sich bei Sonneneinwirkung auf bis zu +120 °C auf, während auf der Schattenseite die Temperaturen auf bis zu −160 °C herunterkühlen.

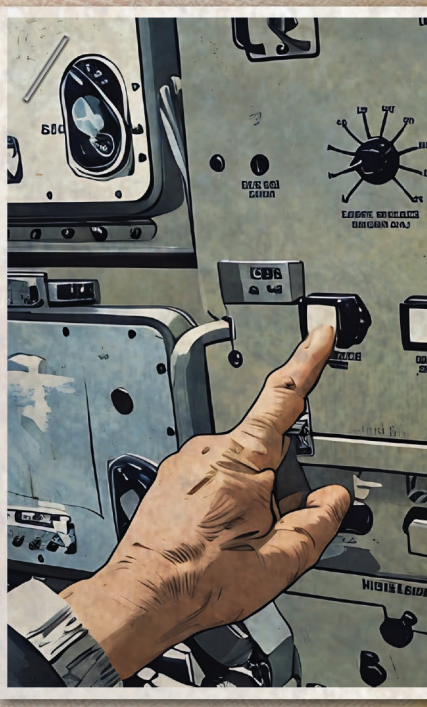
- Die Raumtemperatur der Internationalen Raumstation wird konstant bei etwa 22 °C gehalten.
- Überschüssige Wärmeleistung von bis zu 106,8 kW kann über das Kühlsystem in den Weltraum abgegeben werden. Dazu werden zwei Radiatorengruppen verwendet, das zentrale Heat Rejection System *(HRS)* und die Photovoltaic Radiators *(PVR)*. Als Kältemittel dient flüssiges Ammoniak.
- Bei den russischen Modulen sind Wärmetauscher und Radiatoren überwiegend in die Modulstruktur integriert.



Leben und Arbeiten im Erdorbit

PROLOG

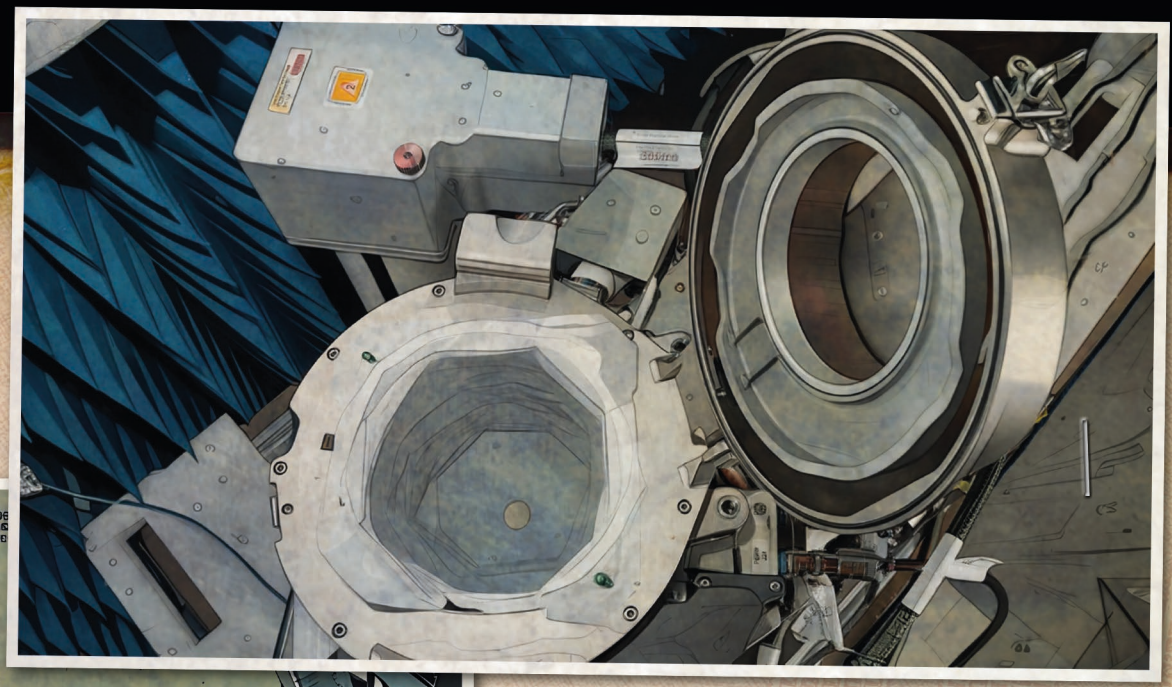
Die geplante Ruhephase der Astronauten ist ab 21:30 bis 6:00 Uhr vorgesehen und wird festgeschnallt in separaten Schlafkabinen verbracht



Wissenschaftliche Experimente unter Einwirkung der Schwerelosigkeit erbringen wichtige und kommerzielle Erkenntnisse

Regelmäßiger Sport ist Pflicht und mildert die gesundheitlichen Einflüsse der Schwerkraft auf den menschlichen Körper ab

Der wichtige Ort der stillen Notdurft



Die eingeschweißten Nahrungsbehälter werden am Küchenautomaten rehydriert und verzehrfertig gemacht

Die alltägliche Konferenz mit den Bodenstationen wird stets pünktlich wahrgenommen und kann aufgetretene Probleme, Statusmeldungen und Notfallsituationen beinhalten

Tagesablauf nach UTC-Zeitstandard

Die Arbeits- und Ruhezeiten der Raumfahrer sind nach einem festen Plan organisiert.

- Ein typischer Tag beginnt für die ISS-Besatzung um 6:00 Uhr. Die Nacht verbringen die Raumfahrer in 1-Personen-Kabinen, wo sie schwebend in einem Schlafsack schlafen. Die Schlafkabinen unterscheiden sich je nach Modul. Während die Kosmonauten in der *Swesda* über Fenster in den zwei 1-Personen-Kabinen verfügen, bieten die vier 1-Personen Kabinen in der *Harmony* mehr Schallschutz und eine bessere Belüftung. Die Fenster in der *Swesda* sind außerdem zur Schlafenszeit abgedeckt, um einen Tag auf der Erde zu simulieren, da die Crew andernfalls 16 Sonnenauf- und -untergänge erleben könnte.
- Während dieser Ruhezeit sind innerhalb der gesamten Station große Lichtquellen gedimmt, aber aus Sicherheitsgründen nie ganz abgeschaltet. Jede Kabine verfügt über eine Leselampe und einen für das Crewmitglied eingerichteten Laptop. Für persönliche Gegenstände der Besatzungsmitglieder befinden sich Verstaumöglichkeiten in den Kabinen.
- Nach dem Frühstück und der täglichen Frühinspektion innerhalb der ISS folgt bis 8:10 eine Konferenz mit den Bodenstationen, ehe sich die Besatzung in der Regel bis 13:05 Uhr mit den wissenschaftlichen Arbeiten an Bord beschäftigt.
- Nach einer einstündigen Mittagspause besteht der Nachmittag aus Ausdauersport auf einem Laufband oder Fahrradergometer oder aus Krafttraining an einem Trainingsgerät *(an das sich die Besatzungen beim Training wegen der Schwerelosigkeit fixieren)*.
- Ab 19:30 folgen das Abendessen und eine Konferenz der Besatzung. Die geplante Schlafphase beginnt um 21:30 Uhr. Im Allgemeinen arbeitet die Besatzung an einem Wochentag zehn Stunden pro Tag und an Samstagen fünf Stunden, der Rest der Zeit bleibt zur freien Verfügung oder zum Nachholen von Arbeit.

Gemeinsames Essen mit der Ablösung

Essen und Körperhygiene

Die Lebensverhältnisse auf der Raumstation kann man ohne Untertreibung als spartanisch beschreiben.

- Der größte Teil der Lebensmittel ist in Plastiktüten vakuumverschweißt oder in Dosen versiegelt. Eingekochtes/Eingemachtes wird durch die Schwerelosigkeit als geschmacksreduziert empfunden, so dass bereits auf der Erde durch eine starke Würzung versucht wird, diesen Effekt auszugleichen. Durch Frachter oder neue Besatzungen werden neue Lebensmittel geliefert. Insbesondere Obst und Gemüse sind auf der Raumstation rar. Jedes Besatzungsmitglied stellt noch auf der Erde mit den Küchen der Raumfahrtagenturen einen Speiseplan zusammen; die einzelnen Mahlzeiten werden dann noch vor Missionsstart auf der Erde vorgekocht, abgewogen, vakuumversiegelt und tiefgekühlt. Die Mahlzeiten müssen dann lediglich in der Bordküche der Internationalen Raumstation erwärmt werden. Diese Behelfsküche besteht aus zwei Speisenerwärmern, einem Kühlschrank und einem Wasserspender, der sowohl erwärmtes als auch unbeheiztes Wasser liefert. Diverse Getränkepulver bieten hier ein wenig Abwechslung. Getränke und Suppen werden aus Plastiktüten mit Strohhalmen verzehrt, während feste Lebensmittel mit Messer und Gabel gegessen werden, die an einem Tisch mit Magneten und Klettverschlüssen befestigt sind, damit sie *(einschließlich der Verpackungen)* nicht schweben. Die Astronauten haben unbedingt darauf zu achten, dass keine Flüssigkeiten und Speisen nach dem Einnehmen der Mahlzeit noch in der Luft schweben. Eine Verschmutzung der Luftfilter ist zu vermeiden.
- Die ISS verfügt, aufgrund des Mangels an Wasser, über keine Duschen. Stattdessen waschen sich die Besatzungsmitglieder mit feuchten Tüchern und modifiziertem Shampoo, das nicht ausgespült werden muss. Für die Zähne verwendet die Besatzung gut verdauliche Zahnpasta, die sie herunterschlucken kann, um Wasser zu sparen.
- Da es keine Waschmaschine und keinen Trockner in der ISS gibt, wird die Kleidung nach der Nutzung *(Socken werden etwa eine Woche lang getragen, T-Shirts einen Monat)* als Abfall behandelt und in einem Frachter zur Entsorgung verstaut.
- In den zwei Weltraumtoiletten *(Abfall- und Hygienekammern)* befestigen sich die Raumfahrer zuerst am Toilettensitz, der mit federbelasteten Haltestangen ausgestattet ist, um eine gute Abdichtung zu gewährleisten. Mit einem Hebel wird ein leistungsstarker Lüfter aktiviert und die Sauglochöffnung der Toilette entriegelt sich. Der Luftstrom saugt die Exkremente in luftundurchlässige Beutel, die bei Maximalfüllung, von der Besatzung ausgetauscht und in Aluminiumboxen in Frachttransportern aufbewahrt werden. Nach dem Abdocken von der Raumstation verglühen diese Frachtmodule beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre. Bei der Weltraumtoilette wird der Urin durch einen Schlauch aufgefangen, der an der Vorderseite der Toilette angeschlossen ist. An diesem Schlauch sind geschlechterspezifische „Urintrichteraufsätze“ angebracht, damit Männer und Frauen dieselbe Toilette benutzen können. Der umgeleitete Urin wird gesammelt und in ein Wasserrückgewinnungssystem übertragen, wo es zu 93 % recycelt und als Trinkwasser wiederverwendet wird.

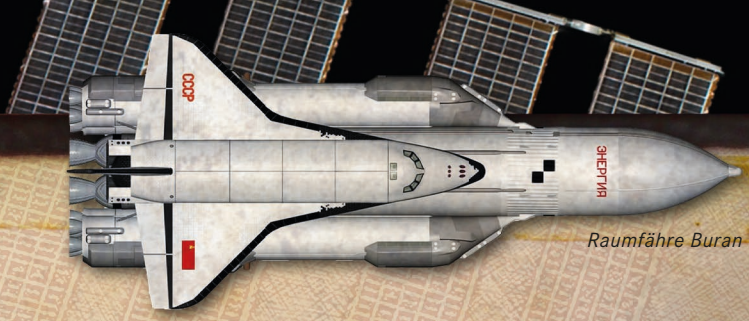
Risiken der Schwerelosigkeit

Die Spezialisierung auf die erdgebundene Lebensumgebung macht den menschlichen Organismus gegenüber den harschen Bedingungen im luftleeren Raum außerordentlich empfindlich.

Die Filmwirklichkeit von Helden in Raumanzügen, die das Vakuum mit Wagemut durchmessen, soll deshalb hier näher betrachtet werden. Wie steht es wirklich mit der gesundheitlichen Realität der Astronauten? Die kosmische Strahlung und die Schwerelosigkeit sind für den menschlichen Körper auf Dauer kaum kompensierbar. Die ernsthaften Folgeschäden betreffen Muskulatur, Knochen und Organe:

- Das Risiko einer tumorartigen Veränderung von körpereigenen Gewebepartien steigt eminent durch hohe und dauerhafte Strahlenbelastung.
- Die Reduktion von Knochen- und Muskelmasse sorgt für Probleme bei Kreislauf und Stabilität der Wirbelsäule. Für diesen Themenkreis konnten die Erkenntnisse der ersten Weltraummissionen gewinnbringend genutzt werden. Eine regelmäßige sportliche Betätigung an Bord ist vorteilhaft.
- Die durch die Schwerelosigkeit veränderte Hämodynamik sorgt für ein Nachlassen der Sehkraft. Da Blut und Wasser sich oberhalb in den Hirnbereichen stauen, kann es zu erheblichen Verformungen des Augapfels und zu Schwellungen des Sehnervenkopfs kommen.
- Der Körper scheint in der Schwerelosigkeit nicht in der Lage zu sein, überschüssige Temperaturen loszuwerden. Dies führt in der Folge zum sogenannten *Weltraumfieber*, bei dem sich der menschliche Körperkern auf bis zu 40 °C aufheizt.
- Die sterile, schwerelose Umgebung bringt eine deutliche Abschwächung des Immunsystems mit sich. Dies lässt sich durch dauerhaft erhöhte Entzündungswerte im Blut nachweisen.
- Auf dem menschlichen Körper siedeln Millionen von eigentlich harmlosen Mikroorganismen, die durch lang anhaltende Strahleneinwirkung unabsehbar mutieren können.
- Eine kognitive Reduktion wird durch die Schrumpfung von grauer Hirnmasse durch längere Schwerelosigkeit provoziert. Außerdem ist eine psychische Belastung festzustellen, die auf den langen Aufenthalt in einem geschlossenen System zurückzuführen ist.
- Nervenzellen und Synapsen zeigen weitreichende Veränderungen auf, die sich in einer zunehmend verminderten Körperkontrolle *(Balance)* äußert.

Patch Mission 67



Raumfähre Buran

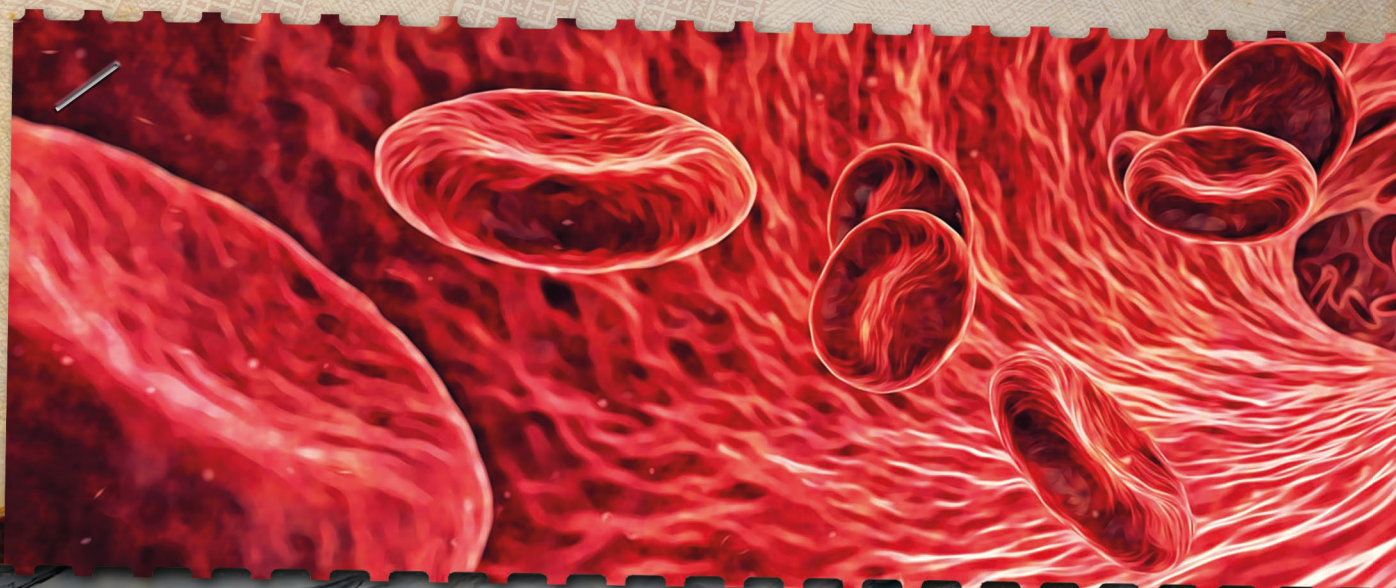
Weltraummedizin

Um auf medizinische Notfälle vorbereitet zu sein, haben bestimmte Crewmitglieder ein Notfallmedizin-Programm durchlaufen. Des Weiteren ist fast durchgehend eine Funkverbindung mit der Bodenstation vorhanden. Als Notfallausrüstung stehen Defibrillator, Ultraschallgerät, Krankentrage mit Fixierungen und ein umfangreiches Erste-Hilfe-Set zur Verfügung. Bei schweren medizinischen Notfällen ist eine schnelle Rückkehr zur Erde innerhalb von sechs Stunden möglich.

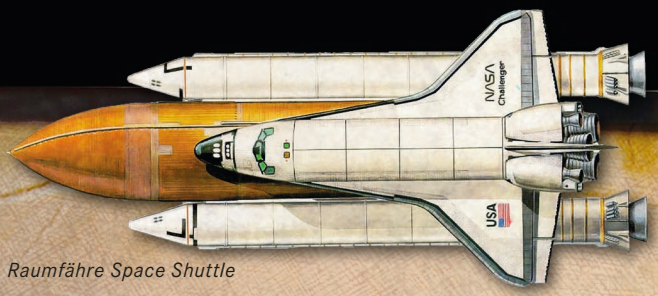
Bei Unfällen oder Wunden an Bord der Station ist es wichtig, den Ausfluss von Blut und Gewebeflüssigkeit schnell stoppen zu können. Dies hilft nicht nur bei der Stabilisierung des Patienten, sondern verhindert auch eine grobe Verunreinigung der Luftfilter. Im lebensfeindlichen Umfeld des Vakuums ist die Funktionalität der Lebenserhaltung und die ungehinderte Zirkulation der Atemluft absolut lebensnotwendig.

- **Abbausymptome:** Muskelschwund, verringerte Knochenstabilität und niedriger Blutdruck sind Effekte die jeden Reisenden im All plagen. Dagegen hilft die sportliche Betätigung in den täglichen Trainingseinheiten sehr gut.
- **Dehydrierung:** Während Weltraumreisen verlagern sich die Körperflüssigkeiten in den Oberkörper und den Kopf. Der Organismus reagiert darauf mit vermehrter Urinausscheidung, sodass Crew und Passagiere angehalten sind, mindestens 2,5 Liter Flüssigkeit am Tag zu konsumieren.
- **Eingeschränkte Immunabwehr:** Das Immunsystem schwächelt bei Weltraumreisen deutlich. Raumfahrer leiden deshalb vermehrt unter juckenden Hautausschlägen und leichten Atemwegsinfektionen.
- **Erhöhte Temperatur:** Bei Aufenthalten im Weltraum steigt die Körperkerntemperatur bis etwa auf 38 °C. Auf der Oberfläche der Erde wäre das schon an der Grenze zum Fieber.
- **G-Masern:** Wird der Organismus hohen G-Kräften ausgesetzt, so treten punktförmige, schmerzlose Einblutungen auf. Diese Petechien sind im Durchschnitt stecknadelkopfgroß und bilden sich aufgrund der gestörten Blutgerinnung in den Kapillaren. Betroffen sind Augen, Arme, Beine, Rumpf oder Schleimhäute.
- **Lautstärke:** Der Schallpegel in der Station ist hoch, vor allem aufgrund des Lebenserhaltungssystems *ECLSS*, das unter anderem durch die Pumpen für den Wasserkreislauf und die Ventilatoren für die überlebenswichtige Luftzirkulation eine starke Geräuschkulisse erzeugt. Besatzungsmitglieder tragen deshalb *Audiodosimeter* am Gürtel, die den Schalldruck permanent messen. Erreichen die Lärmspitzen an einem Arbeitsplatz in der Raumstation 72 dbA, ist das Tragen eines Gehörschutzes Pflicht.
- **Mikroorganismen:** Aufgrund negativer Erfahrungen mit aggressiven Mikroorganismen auf der Raumstation *Mir* wurde beim Design der ISS sichergestellt, dass diese keine Stellen hat, wo sich Feuchtigkeit sammelt oder die nicht für die Reparaturarbeiten erreichbar sind. Dennoch können sich trotz größtmöglicher Hygiene potenziell schädliche Mikroorganismen an Bord der ISS ausbreiten, die Luft- und Wasserfilter verschmutzen und damit nicht nur gesundheitsschädlich für die Besatzung sind, sondern auch durch ihre Säuren Werkstoffe *(Kunststoffe, Metall)* der ISS korrodieren und damit die Funktionalität der Raumstation gefährden. Diese mikrobiologischen Risiken haben zu der Entwicklung eines *Lab-on-a-Chip* geführt, mit dem Bakterien und Schimmelpilze schneller identifiziert werden können als mit Kultivierungsmethoden, bei denen eine Probe zur Erde zurückgeschickt werden muss. Um die Station sauber zu halten, werden Schwebstofffilter verwendet. An allen Samstagen werden die Lüftungsanlagen mittels eines Staubsaugers und benutzte Oberflächen *(Griffleisten, Tastaturen etc.)* mit anti-mikrobiellen Putztüchern gereinigt.

Audiodosimeter



Rote Blutkörperchen



Raumfähre Space Shuttle

Tod im Weltall

- **Raumkrankheit:** Phase mit starker Übelkeit und Erbrechen während den ersten Tagen des Aufenthalts im Weltraum. Die charakteristischen Symptome klingen nach *1W6+4 Tagen* der Gewöhnung an die Schwerelosigkeit ohne Nachwirkungen ab.
- **Strahlungsexposition:** Die ISS ist teilweise durch das Erdmagnetfeld vor schädlicher Strahlung aus dem Weltraum geschützt. Generell ist die Strahlenbelastung für die Besatzung der ISS im Schnitt etwa fünfmal höher als die für Passagiere im Luftverkehr. Das ISS-Personal ist täglich etwa 1 Millisievert an Strahlung ausgesetzt, was etwa der Belastung während eines einjährigen Aufenthalts auf der Erde entspricht und zu einem höheren Risiko für eine Krebserkrankung führt. Die Strahlung kann in menschliches Gewebe eindringen, die DNA und Chromosomen von Lymphozyten schädigen und eine Schwächung des Immunsystems verursachen.

Dekompression

Erleidet eine Außensektion Schaden, so kann die Hülle an dieser Stelle durchschlagen werden, d. h., es entsteht ein Vakuumleck. Ist der betreffende Bereich mit Atemluft gefüllt, so kommt es sofort zur Dekompression. Luftgase, ungesicherte Gegenstände und Personen werden durch die Öffnung mit Macht ins All geschleudert.

- **Dekompressionsfolgen:**
  Alle Personen, die sich in dem betroffenen Sektionsbereich aufhalten, müssen eine Würfelprobe *(Alles Andere/Physis, Zielwert Spielleiter)* bestehen, um sich rechtzeitig festzuhalten. Misslingt diese, so wirbeln sie ins Weltall hinaus und erleiden *1W6 TP Schaden* aus dem Kontakt mit der Stationswand oder trudelnden Gegenständen, wobei ein angelegter Raumanzug schützt. Nach maximal *1W6 Kampfrunden* ist sämtliche Atmosphäre ausgeströmt und es sind wieder normale Bewegungen in der Sektion möglich.
- **Vakuumkontakt:**
  Für die bloße Funktionstüchtigkeit des menschlichen Stoffwechsels ist der luftleere Raum absolut nicht zuträglich. Stellt sich der eigene Raumanzug plötzlich als schadhaft heraus oder man verlässt die Luftschleuse oder ein Vakuumleck unfreiwillig nur im luftig flatternden Bordoverall, so tritt im freien Raum nach spätestens 20 Sekunden eine Bewusstlosigkeit ein. Es bleiben dem Charakter also nur 2 Kampfrunden Zeit, um gegen den anschließenden, sicheren Tod anzukämpfen.

- **Parameter fürs Sterben im Vakuum:**
  - Der plötzliche Druckabfall und die Körpertemperatur sorgt für eine Senkung des Siedepunkts unter 37 °C. In Blut und Gewebe bilden sich kleine Bläschen aus Wasserdampf, die der Metabolismus als Fremdkörper erkennt. Daraufhin bilden sich Thromben und Embolien, die wichtige Blutgefäße verstopfen, die Durchblutung sabotieren und für einen Zusammenbruch des Kreislaufs sorgen. Ohnmacht und Tod folgen zwangsläufig auf die verhängnisvolle Kaskade.
  - Die Netzhaut der Augen ist stark durchblutet, auch hier verschließen die Gasblasen die Kapillare. Der Effekt ist eine Eintrübung des Sehvermögens bis hin zur totalen Blindheit nach 20 Sekunden.
  - Die Sonne richtet durch ihre ungefilterte Strahlungsenergie eine behandlungsbedürftige, schmerzhafte Verbrennung der bloß liegenden Haut oder zumindest einen sehr heftigen Sonnenbrand an *(Spielleiter)*.
  - Das Anhalten der Luft, um dem Schicksal mehr Zeit abzutrotzen, wäre ein tödlicher Fehler. Die eingeschlossene Atemluft dehnt sich aus und erzwingt durch den Überdruck das Platzen von Trommelfell und Lunge. Die zerrissenen Lungenflügel füllen sich mit Blut und es folgt ein qualvolles Ertrinken am eigenen Körpersaft. Deshalb ist ein vorsorgliches, energisches Ausatmen die unbedingte Voraussetzung für ein mögliches Agieren in den beiden verbleibenden Kampfrunden.
  - Die Temperatur liegt bei minus 273,15 °C, jedoch ist ein schnelles Erfrieren oder Schockfrosten nur cineastischer Mythos. Es sind schlicht zu wenig Teilchen im Weltraum unterwegs, an die sich die wertvolle Körperwärme übertragen könnte. Nach längerer Zeit *(2W6+30 Minuten)* gibt der lebende oder tote Körper seine Wärme aber über Strahlung ab und gefriert letztendlich doch.
  - Eine Explosion des menschlichen Körpers ist ebenfalls nicht realistisch. Die Kraft des Unterdrucks ist nicht groß genug und die Haut ist zu widerstandsfähig bzw. extrem dehnbar.

Orangene Monturen, die für den Flugbetrieb ins Weltall benutzt werden

Raumanzug

Der Raumanzug ist ein gasdichter Schutzanzug für Raumfahrer, der die Vitalfunktionen *(insbesondere die Atmung)* seines Trägers sichert, indem er sich unter Überdruck setzt. Ein Sauerstoffgerät entfernt das vom Träger ausgeatmete Kohlendioxid und ersetzt es durch Sauerstoff. Diese mittlere Schutzkleidung absorbiert *Schäden bis 2 TP* und bietet für *3 Stunden Einsatzzeit Sauerstoff*. Raumanzüge sind für folgende Einsatzgebiete nutzbar:

- **Rettungsanzüge:** Sie werden von der Besatzung nur innerhalb des Raumfahrzeugs beim Start, der Kopplung und der Landung des Raumfahrzeugs getragen. Ab einer Höhe von 12.000 Meter reicht die Atmung von reinem Sauerstoff nicht mehr aus, um den für die Sauerstoffsättigung des Blutes benötigten Sauerstoff-Partialdruck zu erreichen. Deshalb werden Anzüge getragen, in deren Inneren ein Überdruck herrscht. Beispiele für Rettungsanzüge sind der russische Sokol-Anzug für Insassen von Sojus-Raumschiffen und der orangefarbene ACES-Raumanzug für Space-Shuttle-Besatzungen.
- **Raumanzüge für Außerbordaktivitäten *(extra-vehicular activity, EVAs)*:** Bei Arbeiten im Weltraum außerhalb des Raumfahrzeugs bzw. der Raumstation werden Raumanzüge mit mobiler Sauerstoffversorgung auf dem Rücken getragen. Sie verfügen über spezielle Isolierfunktionen, Schutzschichten gegen Mikrometeoriten und ein Klimasystem zur Stützung der Körpertemperatur. Solche Anzüge werden bei der NASA als *Extravehicular Mobility Units (EMUs)* bezeichnet. Neben dem US-amerikanischen EMU gehören die russischen Anzüge der Orlan-Familie in diese Gruppe. Eine gebräuchliche russische Bezeichnung für einen Raumanzug ist *Skaphander*. Nach Aussagen mehrerer Astronauten riechen die Raumanzüge nach Außenbordeinsätzen an der Internationalen Raumstation dezent nach verbranntem Fleisch, Holzkohle, Schießpulver, Schweißrauch, Metall, Wunderkerze, Bremsbelag, Walnuss oder nasser Wäsche.

Vier amerikanische Raumanzüge, die in einer Luftschleuse der ISS verstaut, auf ihren Einsatz warten

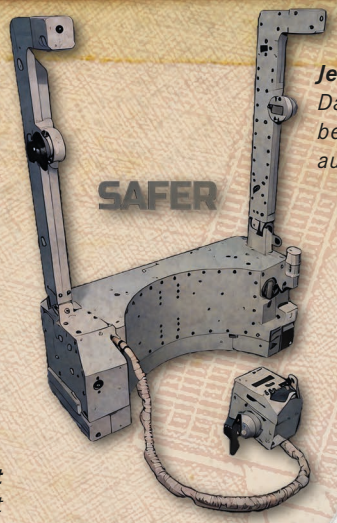
EVA (extra-vehicular activity)

Russische Gedenkmünze zum 50. Jahrestag des ersten Außenbordeinsatzes eines Menschen

Aussenbordeinsatz (EVA)

Sammelbegriff in der Raumfahrt für alle Arbeiten eines Raumfahrers außerhalb eines Raumfahrzeuges. Dies schließt auch Außenmontagen an Raumstationen oder die Ausstiege der Apollo-Astronauten auf der Mondoberfläche ein. EVAs *(extra-vehicular activity)* gelten als gefährlich, weil sich der Raumfahrer hierfür aus der sicheren Umgebung seines Fahrzeuges, lediglich durch einen Raumanzug geschützt, in das freie Vakuum des Weltraums begeben muss. Im deutschen Sprachgebrauch wird auch der Begriff Weltraumspaziergang *(Spacewalk)* verwendet. Diese Umschreibung gibt die enormen physischen Belastungen, denen ein Raumfahrer währenddessen ausgesetzt ist, nur unzureichend wieder. Die ständige Lärmbelastung durch die im Anzug eingebaute Klimaanlage und die motorische Einschränkung durch den steifen Raumanzug bei technischen Herausforderungen stellen eine echte Strapaze dar.

- Das Verlassen und Betreten des Raumschiffes/der Station erfolgt durch Druckschleusen.
- Vor geplanten Ausstiegen aus der ISS, wird in der Nacht vor der EVA ein *„Camp out“* durchgeführt, bei dem der Raumfahrer an Stelle von Luft unter Normaldruck von 1010 hPa acht Stunden in der Schleuse schläft und darin reinen Sauerstoff bei vermindertem Druck von 700 hPa atmet, um den Stickstoffpartialdruck im Gewebe zu reduzieren. Dadurch wird einer Dekompressionskrankheit durch Stickstoffübersättigung unter dem Druck des Raumanzug von nur 350 hPa vorgebeugt. Eine nötige Hygiene-Pause aus der Schleuse erfolgt dabei mit einer Sauerstoffmaske, die siebzig Minuten Versorgung bietet. Beim russischen *Orlan-Raumanzug* beträgt der Innendruck 392 hPa, beim chinesischen *Feitian-Raumanzug* 400 hPa. Dadurch wird der Raumanzug zwar steifer als ein amerikanischer *EMU-Anzug* und jede Bewegung erfordert mehr Kraft, die Dekompressionszeit vor einem Ausstieg beträgt jedoch nur 30 Minuten.
- Die Strahlenbelastung ist etwa doppelt so groß wie im Raumfahrzeug. Bei ruhiger Sonne beträgt sie um 400 mSv/Jahr; im Falle heftiger Aktivität werden EVAs abgekürzt oder verschoben. Man versucht, den Termin der Außenbordeinsätze möglichst so zu legen, dass das Raumfahrzeug während dieser Zeit nicht die Südatlantische Anomalie vor der Küste Brasiliens durchquert. Hierbei handelt es sich um einen Bereich von um 30–50 % erhöhter Strahlungsaktivität, wo die innere Zone des Van-Allen-Gürtels bis auf 200 km an die Erde heranrückt, also weit unterhalb der 400 km, in denen Raumstationen etc. um die Erde kreisen.
- Weltraumausstiege erfolgen gesichert durch Leinen und/oder Versorgungsleitungen. Die Verwendung des Rucksacksystems *SAFER (Simplified Aid for EVA Rescue)* benötigt Fingerspitzengefühl. Das Schubgerät wird am Lebenserhaltungstornister befestigt und verfügt über 12 kleine Kaltgastriebwerke, die mit Stickstoff arbeiten. Der Gasvorrat ermöglicht eine Betriebszeit von ungefähr *30+1W6 Minuten* und beschleunigt den Astronauten auf *3 Meter/Sekunde*.



Jetpack
Das SAFER (Simplified Aid for EVA Rescue) wird mit Stickstoff betrieben und beschleunigt den Raumfahrer für 30+1W6 Minuten auf 3 Meter/Sekunde

Lebenserhaltung
Der unförmige Rucksack enthält Energiezellen für den Anzugbetrieb, ein Reservoir für Atemluft (3 Stunden) und einen Wassertank für das Kühlsystem

Schwergewicht
Das Gewicht des Anzugs liegt bei 100 Kilogramm, die Schwerelosigkeit lässt die Belastung leichter erscheinen. Allerdings sorgt der Überdruck für eine Steifigkeit, die Bewegungsabläufe nur gegen Widerstand ermöglichen

Visierbeschichtung
Der dünne Goldbelag des Helmglases schützt den Astronauten vor schädlicher Sonnenstrahlung

Panzerung
Der versteifte Torsobereich schützt den Raumfahrer vor Mikrometeoriten und ist die stabile Verbindungsbasis für die restlichen Anzugteile

Anzugschichten
In den Materiallagen der Schutzkleidung liegen feine Röhren eingebettet, die den Kühlkreislauf darstellen. Eine Ablaufmöglichkeit mit Sammelbehälter für den Urin ist ebenfalls integriert

Extravehicular Mobility Unit (EMU)

Bedienung
Displays und Kontrollelemente sind auf die klobigen Handschuhe ausgerichtet, um dem Astronauten eine dauerhafte Handlungsfähigkeit zu ermöglichen

Schubeinheiten
Aus Sicht der Himmelsmechanik bewegt sich der Raumfahrer während eines Ausstiegs auf seiner eigenen Satellitenbahn, die durch seine Bewegungen von der Bahn der Raumstation abweichen kann. Jetpacks wie das Manned Maneuvering Unit (MMU) sind veraltet und durch das SAFER (Simplified Aid for EVA Rescue) ersetzt worden

Es befinden sich ca. 130.000.000 Teile Raumfahrtschrott im Erdorbit, die sich aus ausrangierten Satelliten, Raketenteilen und sonstigen Überresten zusammensetzen

Weltraumschrott

Im Gegensatz zu größeren Teilen von Raketenstufen und Satelliten, die von der Erde aus beobachtet werden können, stellen die vielen kleinen Schrottteile menschengemachter Objekte neben Mikrometeoriten eine besondere Bedrohung für die fragile ISS dar. Auch Fragmente, die kleiner als 1 Kubikzentimeter sind, können durch ihre kinetische Energie großen Schaden an der Raumstation verursachen. Ballistische Paneele, auch Mikrometeoritenabschirmung genannt, sind in der Verkleidung der Station integriert, um unter Druck stehende Module und wichtige Systeme der Station zu schützen. Die Art und Dicke dieser Schutzplatten ist abhängig von der Schadensanfälligkeit, die für den Teil der Station gegenüber den Fragmenten im Weltraum besteht. Im US-amerikanischen Teil der Station werden Whipple-Schilde als Schutzplatten benutzt. Auf dem russischen Teil der Raumstation wird kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff verwendet.

Um einer Kollision mit Weltraummüll oder Kleinstmeteoriten zu entgehen, kann die Raumstation bei Bedarf durch eigene Antriebe den Objekten ausweichen, sofern deren Bahn bekannt/sie früh genug von der Erde aus erkannt werden. Bis Ende 2009 sind aus diesem Grund zehn Ausweichmanöver durchgeführt worden.

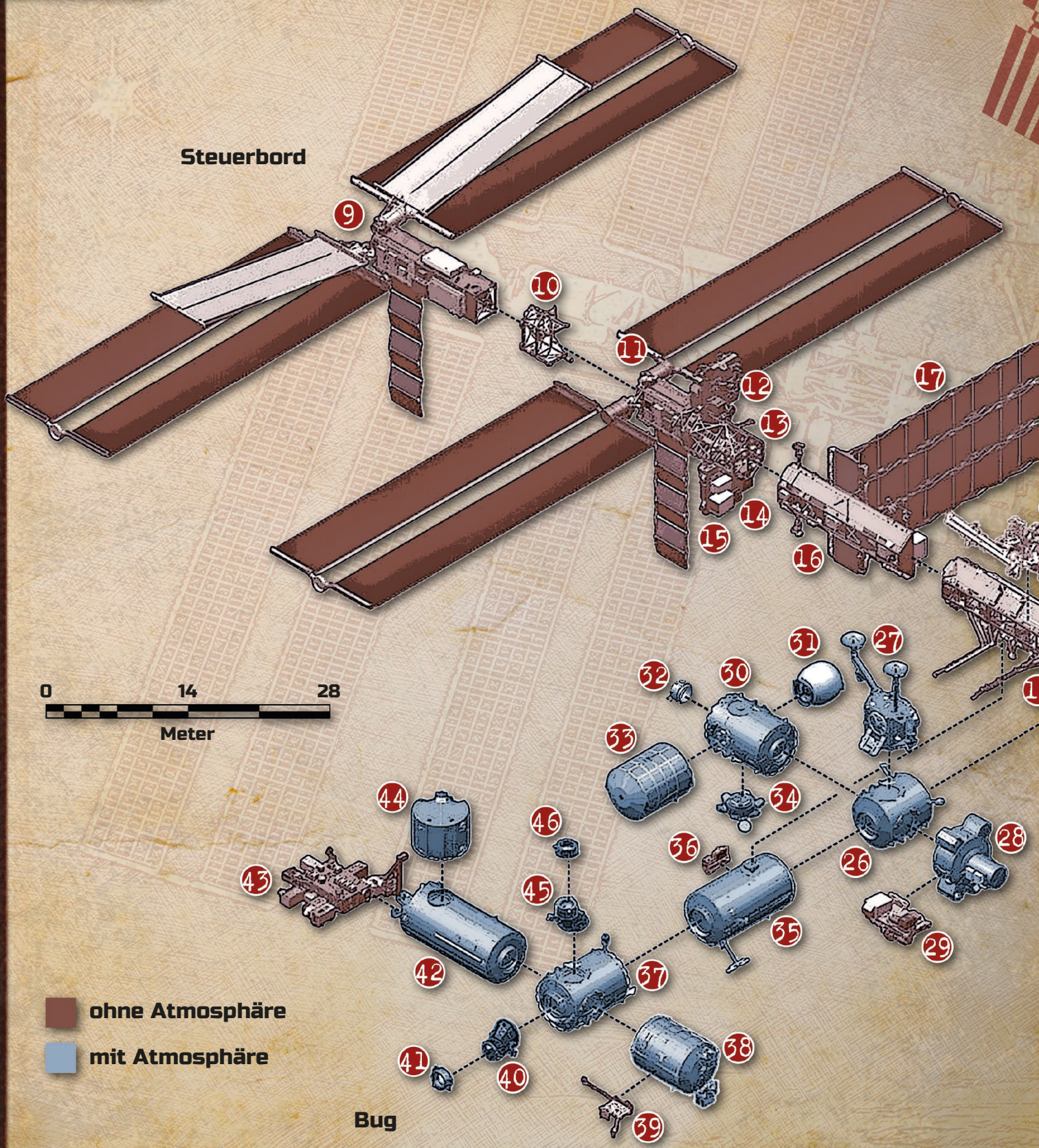
Wenn eine Bedrohung durch Trümmer in der Umlaufbahn so spät erkannt wird, dass kein Ausweichmanöver mehr sicher durchgeführt werden kann, oder wenn ein Zusammenstoß möglich sein könnte, verschließt die Stationsbesatzung alle Schotte an Bord der Station und zieht sich in ein *Sojus-* oder *Crew-Dragon-Raumschiff* zurück, um dann über eine tatsächliche Evakuation zur Erde zu entscheiden. Solche Teil-Evakuationen sind in den Jahren 2009, 2011, 2012, 2015, 2020 und 2021 vorgekommen. Niemand muss zurückbleiben, für die gesamte Besatzung sind genügend Plätze vorhanden!

Feuer und Brandschutz

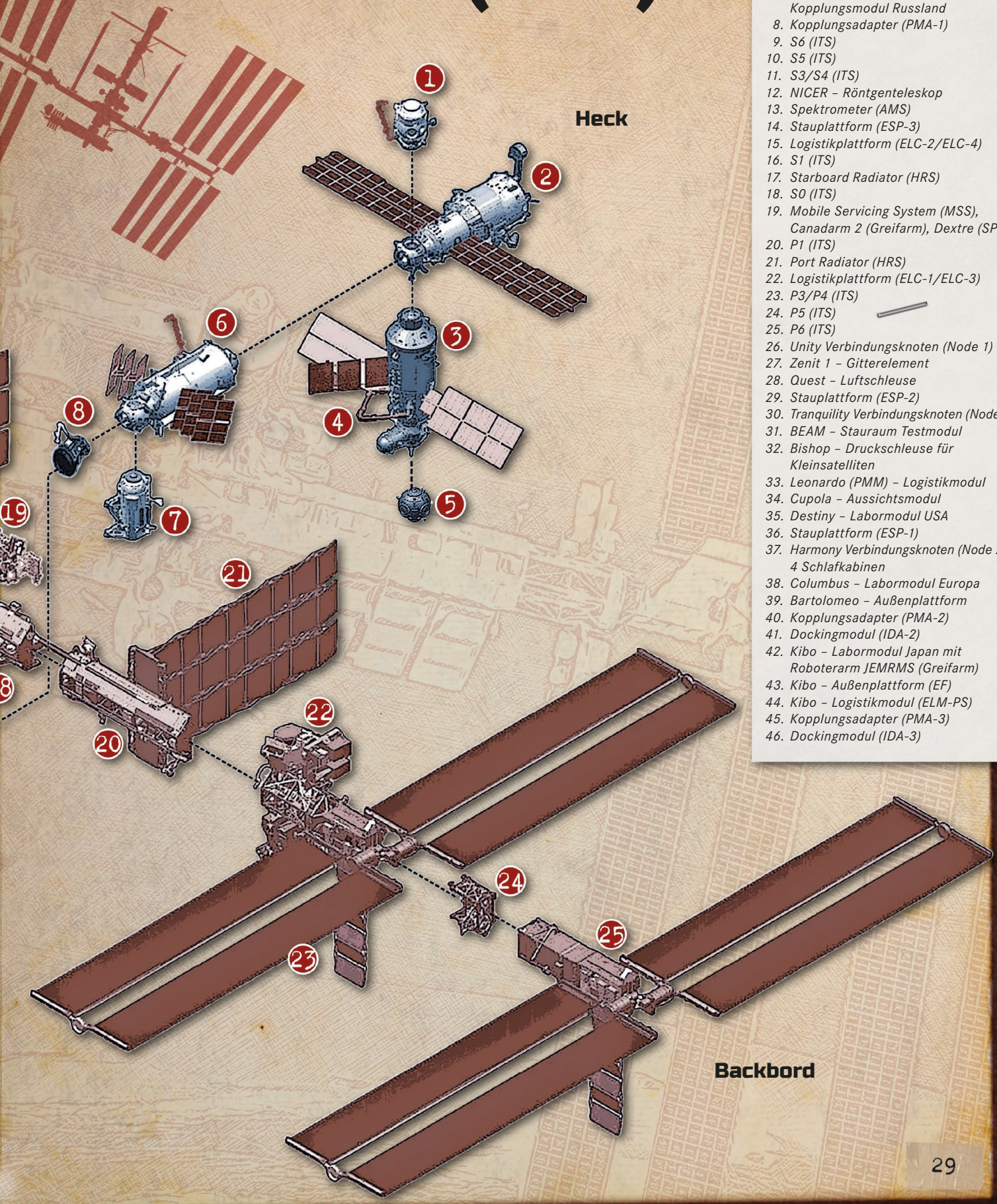
Im Vergleich zu Feuer auf der Erde ist eine Flamme in der Schwerelosigkeit kleiner, breitet sich kugelförmig aus und schimmert schwach blau. Dies ist auf Verbrennungsgase zurückzuführen, die ohne Einwirkung der Schwerkraft weniger stark von der Flamme wegströmen als auf der Erde und durch ihre schwache Ausdehnung im All die Sauerstoffzufuhr verschlechtern. Eine kleine Flamme würde im All, außerhalb der Raumstation, theoretisch nach einiger Zeit an ihren eigenen Verbrennungsgasen ersticken und erlöschen.

- Alle Materialien, die auf die ISS geflogen werden, sind vorher in einer Prüfkammer auf Entflammbarkeit getestet. Einige Materialien und Gegenstände, sind zwar entflammbar, allerdings so alternativlos, dass sie trotz mangelhaften Brandschutzes auf der ISS eingesetzt werden.
- Bei einem Brand liegen Brandschutzdecken und Feuerlöscher auf Pulverbasis bereit. CO_2-Löscher werden nicht eingesetzt, da die Besatzung in der ISS dadurch sehr schnell einer Erstickungsgefahr ausgesetzt wäre. Auf Löschen mit Wasser wird ebenso verzichtet, da die Flüssigkeit aufgrund der Schwerelosigkeit umherfliegen und bei vielen elektrischen Geräten auf der ISS zu Kurzschlüssen führen könnte, was wiederum ebenfalls lebensgefährlich wäre.
- Im Optimalfall schlagen die Rauchmelder bei einem Brand auf der Station Alarm. Da wegen der Schwerelosigkeit Gase auf der ISS nicht aufsteigen, sind die Rauchdetektoren im Lüftungssystem platziert. Um mögliche Geruchs- und Rauchbelastungen zu verhindern, ist die ISS mit Luftfilteranlagen ausgestattet. Angeschaltet lassen diese allerdings die Luft zirkulieren und würden im Falle eines Brands ein Feuer, das von Natur aus auf Sauerstoff angewiesen ist, weiter anheizen.
- Schlagen die Rauchmelder der ISS an, werden automatisch alle Lüftungssysteme ausgeschaltet. Die Schadstoffmessgeräte an Bord der ISS schlagen nicht nur Alarm, sondern ermitteln auch gleichzeitig die Konzentration von Gasen in der ISS.

International Spa

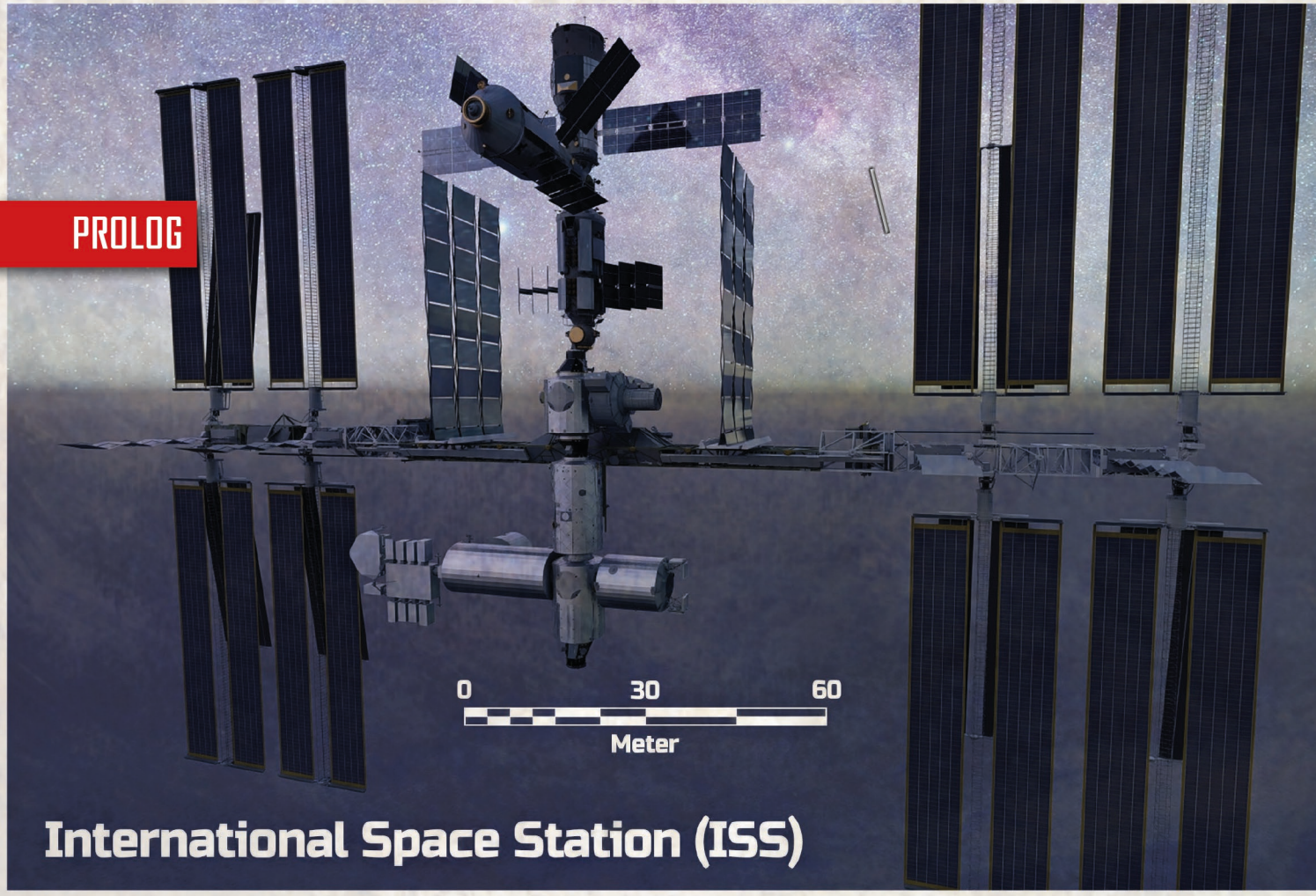


ce Station (ISS)



Legende:

1. *Poisk (MRM-2) – Dockingmodul, Strela-1*
2. *Swesda (SM) – 2 Schlafkabinen*
3. *Nauka (MLM) – Fracht-/ Labormodul Russland*
4. *European Robotic Arm (ERA, Greifarm)*
5. *Pritschal (UM) – Knotenmodul*
6. *Sarja (FGB) – Fracht-/ Kontrollmodul Russland, Strela-2*
7. *Rasswet (MRM-1) – Fracht-/ Kopplungsmodul Russland*
8. *Kopplungsadapter (PMA-1)*
9. *S6 (ITS)*
10. *S5 (ITS)*
11. *S3/S4 (ITS)*
12. *NICER – Röntgenteleskop*
13. *Spektrometer (AMS)*
14. *Stauplattform (ESP-3)*
15. *Logistikplattform (ELC-2/ELC-4)*
16. *S1 (ITS)*
17. *Starboard Radiator (HRS)*
18. *S0 (ITS)*
19. *Mobile Servicing System (MSS), Canadarm 2 (Greifarm), Dextre (SPDM)*
20. *P1 (ITS)*
21. *Port Radiator (HRS)*
22. *Logistikplattform (ELC-1/ELC-3)*
23. *P3/P4 (ITS)*
24. *P5 (ITS)*
25. *P6 (ITS)*
26. *Unity Verbindungsknoten (Node 1)*
27. *Zenit 1 – Gitterelement*
28. *Quest – Luftschleuse*
29. *Stauplattform (ESP-2)*
30. *Tranquility Verbindungsknoten (Node 3)*
31. *BEAM – Stauraum Testmodul*
32. *Bishop – Druckschleuse für Kleinsatelliten*
33. *Leonardo (PMM) – Logistikmodul*
34. *Cupola – Aussichtsmodul*
35. *Destiny – Labormodul USA*
36. *Stauplattform (ESP-1)*
37. *Harmony Verbindungsknoten (Node 2) – 4 Schlafkabinen*
38. *Columbus – Labormodul Europa*
39. *Bartolomeo – Außenplattform*
40. *Kopplungsadapter (PMA-2)*
41. *Dockingmodul (IDA-2)*
42. *Kibo – Labormodul Japan mit Roboterarm JEMRMS (Greifarm)*
43. *Kibo – Außenplattform (EF)*
44. *Kibo – Logistikmodul (ELM-PS)*
45. *Kopplungsadapter (PMA-3)*
46. *Dockingmodul (IDA-3)*



International Space Station (ISS)

Stationskomponenten

Die ISS besteht aus miteinander verbundenen Modulen, die verschiedenen Zwecken dienen. Nur der zentrale Strang steht unter lebensfähiger Atmosphäre und stellt die beengte Heimstatt der Raumfahrer dar.

1 Poisk

Das russische Kopplungsmodul *Poisk (russisch Suche oder MRM-2)* ist am Zenitdockingport von *Swesda* angekoppelt. Poisk wird als Koppelmodul für Sojus- und Progress-Raumschiffe, als Luftschleuse für Ausstiege und für externe wissenschaftliche Experimente verwendet. Seit Februar 2012 ist Poisk der Stützpunkt für den russischen Kran *Strela-1*.

2 Swesda

Im Wohn- und Navigationsmodul *Swesda (russisch Stern oder SM)* befinden sich Steuereinrichtungen, Lebenserhaltung, Toilette, Duschmöglichkeit, Küche, Trainingsgeräte und zwei Schlafkabinen. Der verschließbare Heckabschnitt dient als Ausstiegsschleuse und Stauraum. Das Modul kann mit seinen Triebwerken *Reboost-Manöver* durchführen, um die Bahn der ISS anzuheben oder Ausweichmanöver für Weltraumschrott zu fliegen.

3 Nauka

Die Komponente *Nauka (russisch Wissenschaft oder MLM)* ist ein Mehrzweck-Labormodul, an das der europäische *Roboterarm ERA* angebracht ist.

4 Greifarm ERA

Neben dem Aussetzen und Wiedereinbringen von Experimenten im freien Weltraum können vom *European Robotic Arm (ERA)* externe Nutzlasten transportiert und nötige Außenbordeinsätze *(EVA)* im russischen Modulbereich unterstützt werden.

5 Pritschal

Das Knotenmodul *Pritschal (russisch Liegeplatz oder UM)* dient dazu, ein russisches Versorgungsschiff und vier zusätzliche Stationsmodule ankoppeln zu lassen.

6 Sarja

Sarja (russisch Morgenröte oder FGB) war das allererste Kernstück der ISS. Nachdem andere Module Energieversorgung, Lageregelung und Klimasteuerung übernommen haben, dient es nun als Treibstoffspeicher und Lagerraum. Seit August 2012 ist der russische Kran *Strela-2* angebaut.

7 Rasswet

Die Komponente *Rasswet (russisch Morgendämmerung oder MRM-1)* ist ein Labor- und Forschungsmodul, welches einen Andockplatz für Sojus- und Progress-Schiffe bereithält.

8 Pressurized Mating Adapter 1

Die kegelförmigen Verbindungsstücke dienen zum Andocken von Zubringerfahrzeugen und als Verbindung zwischen dem amerikanischen und dem russischen Segment. *PMA-1* fügt den *Unity-Verbindungsknoten* mit dem *Sarja-Modul* aneinander.

9 Integrated Truss Structure S6

Das eigentliche Gerüst der Station wird *ITS* genannt. Es ist senkrecht zur Flugrichtung ausgerichtet und besteht aus insgesamt elf Elementen. An *S6* auf der rechten Seite *(englisch starboard = Steuerbord)* sind Solarmodule angebracht. Die Elemente können um zwei Achsen gedreht werden, um immer optimal auf die Sonne ausgerichtet zu sein.

10 Integrated Truss Structure S5

Steuerbord-Gitterstruktur *(ITS)* der Raumstation.

11 Integrated Truss Structure S3/4

An *S4* auf der rechten Seite *(englisch starboard = Steuerbord)* sind ebenfalls Solarmodule angebracht. Die Elemente können um zwei Achsen gedreht werden, um immer optimal auf die Sonne ausgerichtet zu sein.

12 NICER

Der *Neutron star Interior Composition ExploreR* besteht aus 56 Röntgendetektoren und soll Spektraldaten von Neutronensternen erfassen, um deren exotische Materie besser zu verstehen.

13 Alpha-Magnet-Spektrometer

Das *Alpha-Magnet-Spektrometer-Experiment (AMS)* ist ein Teilchendetektor zur Untersuchung der hochenergetischen, kosmischen Höhenstrahlung.

14 External Stowage Platform 3

Die *External Stowage Platforms (ESPs)* sind drei Bauteile der Internationalen Raumstation *(ISS)*. Jede ESP ist eine Einrichtung, die an der Außenseite der Raumstation angebracht ist und in der Ausrüstungs- und Ersatzteile, sogenannte *Orbital Replacement Units (ORUs)*, untergebracht werden.

15 Express Logistics Carriers

Externe Transport- und Trägerplattformen für Experimente und Ersatzteile. Auf der Steuerbordseite sind *ELC-2* und *ELC-4* verbaut.

16 Integrated Truss Structure S1

Starboard One S1 verfügt jeweils über ein System zum automatischen Anschluss von Versorgungsleitungen *(Energie, Daten, Kühlmittel)*, einen Kühlmitteltank, ein Stickstofftank, drei Radiatoren zur Abstrahlung überschüssiger Wärme *(vor allem aus den Energiesystemen)* nebst der zugehörigen Drehmechanik, Steuerelektronik, Stromkonverter und -verteiler. Das installierte Kommunikationssystem besitzt eine *S-Band-Antenne*.

17 Photovoltaic Radiator an S1

Überschüssige Wärme wird über das *Heat Rejection System (HRS)* und den *Photovoltaic Radiator (PVR)* abgestrahlt. Dreireihige Radiatoren finden sich auf dem Truss-Element *S1*. Zusätzlich gehört zu jedem Steuerbord-Solarmodul ein kleinerer Radiator. Die Radiatoren bilden die thermodynamischen Gegenstücke zu den Solarpaneelen, die der ISS Energie zuführen, und verhindern damit einen Hitzestau in der Station.

18 Mobile Servicing System

Das *Mobile Servicing System (MSS)* ist ein Modul für die Instandhaltung der Internationalen Station. Es kann Ersatzteile von einem Ausleger zum anderen transportieren und hilft den Astronauten bei der Arbeit.

- Der *Canadarm2* ist die Weiterentwicklung des Roboterarms, der auf dem Space Shuttle eingesetzt wird. Vollständig ausgestreckt erreicht er eine Länge von 17,6 Metern. Dabei kann er eine Gesamtmasse von 116 Tonnen bewegen. An verschiedenen Stellen der Station sind Konnektoren angebracht, an denen der Roboterarm fixiert werden kann. Diese so genannten *Power Data Grapple Fixtures (PDGFs)* versorgen ihn mit Energie und den auszuführenden Kommandos.
- Das *Mobile Base System (MBS)* ist eine Plattform und dient dem *Canadarm2* als Ankerpunkt. Die MBS kann entlang einem Schienensystem, das auf den Auslegern verlegt ist, bewegt werden.
- Der *Special Purpose Dexterous Manipulator (SPDM)* ist ein Zusatzmodul für den *Canadarm2*, das gerne als „Canada-Hand“ oder „Dextre“ bezeichnet wird. Es kann an der Spitze des Roboterarms angebracht werden und erweitert seine Einsatzmöglichkeiten.

19 Integrated Truss Structure S0

Starboard Zero S0 (englisch Steuerbord Null) ist das zentrale Segment der über 100 Meter langen Gitterstruktur der ISS. S0 ist über ausfahrbare Teleskopstützen mit dem Labormodul *Destiny* verbunden.

20 Integrated Truss Structure P1

Portside One P1 verfügt jeweils über ein System zum automatischen Anschluss von Versorgungsleitungen *(Energie, Daten, Kühlmittel)*, einen Kühlmitteltank, ein Stickstofftank, drei Radiatoren zur Abstrahlung überschüssiger Wärme *(vor allem aus den Energiesystemen)* nebst der zugehörigen Drehmechanik, Steuerelektronik, Stromkonverter und -verteiler. Die installierte Datenübertragung ist ein *UHF-Kommunikationssystem*.

21 Photovoltaic Radiator an P1

Überschüssige Wärme wird über das *Heat Rejection System (HRS)* und den *Photovoltaic Radiator (PVR)* abgestrahlt. Dreireihige Radiatoren finden sich auf dem Truss-Element *P1*. Zusätzlich gehört zu jedem Backbord-Solarmodul ein kleinerer Radiator. Die Radiatoren bilden die thermodynamischen Gegenstücke zu den Solarpaneelen, die der ISS Energie zuführen, und verhindern damit einen Hitzestau in der Station.

22 Express Logistics Carriers

Externe Transport- und Trägerplattformen für Experimente und Ersatzteile. Auf der Backbordseite sind die Vorrichtungen für *ELC-1* und *ELC-3* eingerichtet.

23 Integrated Truss Structure P3/4

An *P4* auf der linken Seite *(englisch port = Backbord)* sind weitere Solarmodule angebracht. Die Elemente können um zwei Achsen gedreht werden, um immer optimal auf die Sonne ausgerichtet zu sein.

24 Integrated Truss Structure P5

Backbord-Gitterstruktur *(ITS)* der Raumstation.

25 Integrated Truss Structure P6

An *P6* auf der linken Seite *(englisch port = Backbord)* sind nochmals Solarmodule angebracht. Die Elemente können um zwei Achsen gedreht werden, um immer optimal auf die Sonne ausgerichtet zu sein.

26 Unity

Der *Unity-Verbindungsknoten (englisch Einheit oder Node 1)* verbindet den russischen Teil über einen Adapter mit dem Rest der Station und verfügt über insgesamt sechs Kopplungsstutzen. Teilweise wird der Knoten auch als Stauraum für Nahrungsmittel genutzt, wenn kurz nach der Ankunft von Nachschubfrachtern in den anderen Modulen kein ausreichender Platz verfügbar ist.

Erdoberfläche

„Völlig losgelöst von der Erde schwebt das Raumschiff schwerelos“

27 Zenit 1

Das *Z1-Gitterelement* ist auf der Oberseite des Moduls *Unity* montiert. Hier sind vier Gyroskope zur Lageregelung der Station nebst Motoren und Heizungen installiert. An der Oberseite sind zwei Kommunikationsantennen für Daten und Videobilder befestigt. Im Inneren des Moduls befindet sich auch ein kleiner Stauraum, der zur Lagerung von Ausrüstungsgegenständen und Ersatzteilen benutzt wird. Der schnelle Zugang ist von Unity aus durch eine verschließbare Luke möglich.

28 Quest Joint Airlock

Die Luftschleuse *(englisch Suche)* ermöglicht das Verlassen der Station für alle nötigen Wartungs- und Reparaturarbeiten *(EVAs)*.

Das Element besteht aus zwei Sektionen: In der ersten, größeren Gerätesektion *(Equipment Lock)* bereiten sich die Raumfahrer auf ihren Ausstieg vor, legen die Raumanzüge an und testen deren korrekte Funktion. Nach dem Ausstieg werden hier außerdem Wartungsarbeiten an den Anzügen durchgeführt. Dazu gehört das Aufladen der Batterien und das Nachfüllen der Sauerstofftanks. Hier werden die US-amerikanischen Raumanzüge sowie Werkzeuge für den Außenbordeinsatz gelagert. Die zweite, schlankere Sektion *(Crew Lock)* ist die eigentliche Luftschleuse. Über spezielle Vakuumpumpen wird vor dem Öffnen der Außenluke die Luft in einen Tank evakuiert. Ansonsten entspricht dieser Teil des Moduls den bisher in amerikanischen Shuttles verwendeten Schleusen.

An der Außenseite der Schleuse befinden sich zwei große Sauerstoff- und zwei Stickstofftanks mit mehrschichtigen Meteoritenschutz. Außerdem verfügt das Schleusenmodul über Plattformen und Halterungen sowie Energie- und Kommunikationsanschlüsse.

29 External Stowage Platform 2

Die *External Stowage Platforms (ESPs)* sind drei Bauteile der Internationalen Raumstation *(ISS)*. Jede ESP ist eine Einrichtung, die an der Außenseite der Raumstation angebracht ist und in der Ausrüstungs- und Ersatzteile, sogenannte *Orbital Replacement Units (ORUs)*, untergebracht werden.

30 Tranquility

Das Teilstück *(englisch Ruhe oder Node 3)* ist am *Unity-Verbindungsknoten* befestigt. Es enthält Systeme zur Wasser- und Luftaufbereitung, zusätzlichen Stauraum sowie Kopplungsstutzen zum Andocken von weiteren Modulen.

31 Testmodul BEAM

Das *Bigelow Expandable Activity Module (BEAM)* ist ein experimentelles aufblasbares Modul der Firma Bigelow Aerospace, das nach anfänglicher Planung nur vorübergehend an der ISS verbleiben sollte. Es ist am Achtern-Port des *Tranquility-Moduls* angedockt. Der enthaltene Druck sollte für die nächsten zwei Jahre gehalten werden, um das Modul auf seine Eignung im Vakuum zu testen. Mittlerweile hat die NASA die Nutzung der Lagerkomponente bis zum Jahr 2028 zertifiziert.

32 Bishop Airlock

Bishop ist eine kommerziell finanzierte Druckschleuse, die am *Tranquility-Modul* montiert ist. Das Element wird zum experimentellen Aussetzen von Kleinsatelliten *(Cubesats etc.)* verwendet.

33 Leonardo

Das *Multi-Purpose Logistics Module (MPLM)* ist ursprünglich als Frachtcontainer für Dinge gedacht, die unter Atmosphäre transportiert werden sollen. Für den Flug wird es in der Ladebucht eines Shuttles befestigt. Der permanente Verbleib an der ISS hat zur Verstärkung der Schilde gegen Weltraummüll und Mikrometeoriten geführt. Das Modul dient seither als Arbeits-, Wohn- und Stauraum für die Astronauten. Es ist nach dem berühmten Künstler *Leonardo da Vinci* benannt.

Blick durch die Fenster des Cupola-Beobachtungsturms auf die Erde

34 Cupola

Der kuppelförmige Beobachtungsturm *(italienisch für Kuppel)* befindet sich an der meist erdzugewandten Seite des Moduls *Tranquility*. Die Erweiterung dient in erster Linie zu Beobachtungszwecken, wobei sie Platz für zwei Besatzungsmitglieder gleichzeitig bietet. Zu den wichtigsten Aufgaben des Moduls gehört die Steuerung des Roboterarms der Station, Kommunikation mit Astronauten während eines Ausstiegs sowie Beobachtung der Erde und des Weltraums. Dazu können verschiedene Kommando- und Steuerungsarbeitsstationen installiert werden. Eine nicht minder wichtige Aufgabe der Sichtkuppel ist der Einsatz als Entspannungsort für Astronauten.

35 Destiny

Das *Destiny-Modul (englisch Schicksal)* ist das US-amerikanische Labormodul der ISS. Es bietet Platz für 24 *Racks*, die für Experimente und Steuerungseinheiten oder als Stauraum genutzt werden können. Ein *International Standard Payload Rack (ISPR)* ist ein Standardforschungsmodul für die europäischen, amerikanischen und japanischen Stationskomponenten. Im Labor werden Experimente und Beobachtungen auf den Gebieten Biowissenschaften, Materialforschung, Erdbeobachtung, Weltraumforschung und Technologie durchgeführt.

36 External Stowage Platform 1

Die *External Stowage Platforms (ESPs)* sind drei Bauteile der Internationalen Raumstation *(ISS)*. Jede ESP ist eine Einrichtung, die an der Außenseite der Raumstation angebracht ist und in der Ausrüstungs- und Ersatzteile, sogenannte *Orbital Replacement Units (ORUs)*, untergebracht werden.

37 Harmony

Der Verbindungsknoten *(englisch Harmonie oder Node 2)* ist am *Destiny-Element* angebracht. Er bildet den Übergang zum *Kibo-* und *Columbus-Modul*. Es verfügt über acht Racks, die zur Versorgung der Station mit Luft, Elektrizität und Wasser dienen sowie andere lebensnotwendige Systeme enthalten oder als Stauraum fungieren. Auch vier der sechs Schlafkabinen befinden sich dort.

38 Columbus

Das europäische Labormodul enthält Platz für insgesamt sechzehn Racks, die unter anderem für Experimente der Material- und Biowissenschaften sowie der Flüssigkeitsforschung genutzt werden. Weiterhin finden sich dort auch Lebenserhaltungs- und Kühlungssysteme.

39 Bartolomeo

Kommerzielle, europäische Außenplattform für Experimente und Technologieentwicklung im freien Weltraum. Das Teilstück ist nach *Bartolomeo Kolumbus* benannt, dem jüngeren Bruder von *Christoph Kolumbus*, der Namensgeber des europäischen Labormoduls ist.

40 Pressurized Mating Adapter 2

Die kegelförmigen Verbindungsstücke dienen zum Andocken von Zubringerfahrzeugen und als Verbindung zwischen dem amerikanischen und dem russischen Segment. *PMA-2* bietet einen seitlich versetzten Kopplungsstutzen für ältere Raumfahrzeuge *(Sojus, Space Shuttle)*. Sind an die PMA keine Raumschiffe angedockt, wird der Innenraum vorwiegend als Lagerraum für Vorräte und nicht benötigte Ausrüstung genutzt.

41 International Docking Adapter 2

Am *PMA-2* installierter Kopplungsadapter *(IDA-2)* gemäß dem *International Docking System Standard (IDSS)*. Der Andockstutzen gewährleistet das sichere Festmachen moderner Versorgungsraumschiffe.

Die Erde – unser wundervoller und blauer Heimatplanet

42 Kibo – Labormodul

Das Labormodul *Kibo (japanisch Hoffnung)* der JAXA besteht aus drei unterschiedlichen Segmenten. Der Hauptteil besteht aus dem *Japanese Experiment Module (JEM)*, in dem die Astronauten Experimente durchführen. Der angebaute Roboterarm *JEMRMS (Japanese Experiment Module Remote Manipulator System)* besteht aus einem Hauptarm, sowie einem kleineren Arm *(Small Fine Arm)*, den man bei Bedarf andocken und damit sehr präzise Arbeiten ausführen kann.

43 Kibo – Aussenplattform

Die *Exposed Facility (EF)* wird für Versuchsaufbauten im freien Raum verwendet. Rings um die Plattform können einzelne Experimentcontainer angebracht werden.

44 Kibo – Logistikmodul

Das *Experiment Logistics Module (ELM-PS)* wird hauptsächlich als zusätzliche Staumöglichkeit von wissenschaftlichem Material und Ausrüstung genutzt.

45 Pressurized Mating Adapter 3

Die kegelförmigen Verbindungsstücke dienen zum Andocken von Zubringerfahrzeugen und als Verbindung zwischen dem amerikanischen und dem russischen Segment. *PMA-3* bietet einen seitlich versetzten Kopplungsstutzen für ältere Raumfahrzeuge *(Sojus, Space Shuttle)*. Sind an die PMA keine Raumschiffe angedockt, wird der Innenraum vorwiegend als Lagerraum für Vorräte und nicht benötigte Ausrüstung genutzt.

46 International Docking Adapter 3

Am *PMA-3* installierter Kopplungsadapter *(IDA-3)* gemäß dem *International Docking System Standard (IDSS)*. Der Andockstutzen gewährleistet das sichere Festmachen moderner Versorgungsraumschiffe.

Gruppenbild der Weltraumhelden

Art des Abenteuers

Der ApokalypZe-Modulband *Rücksturz* enthält kein in sich abgeschlossenes Abenteuer, sondern ist vielmehr eine zusätzliche Startsequenz zur Kampagne, die im *Quellenband ApokalypZe* genauer beschrieben ist. Zusätzliche Hinweise für den *Spielleiter* finden sich im *ApokalypZe-Quellenband* ab *Seite 30* und der Kampagnenbeginn ist ab *Seite 46* detailliert umrissen.

Achtung: Der *Spielleiter* sollte alle Science Fiction-Filme vergessen, wenn er sich die Lebensumstände auf der ISS vergegenwärtigt. Hier gibt es keine supermodernen Bedienpulte, sondern das Interieur der Raumstation gleicht eher einer improvisierten Bastelstube. Das hat aber auch den Vorteil, dass die Astronauten daran gewöhnt sind, auftretende Probleme mit passendem Werkzeug und logischem Denken anzugehen.

Zeitliche Festlegung – Modulstart

Ab dem Jahr 2009 ist die Raumstation durchgehend mit sechs Personen bemannt und laut den bisherigen offiziellen Plänen der Raumfahrtorganisationen könnte ein kontrollierter Absturz *(Deorbiting)* für das Jahr 2031 *(unterschiedliche Angaben in eingesehenen Quellen)* vorgesehen sein. Daraus resultierend, kann der *Spielleiter* den Beginn des Spiels in die Spanne von 2009 bis 2031 legen. Dabei sollten die technischen Möglichkeiten und historischen Ereignisse des gewählten Zeitpunkts selbstverständlich mit einfliessen.

Landung auf der Erde – Kampagne

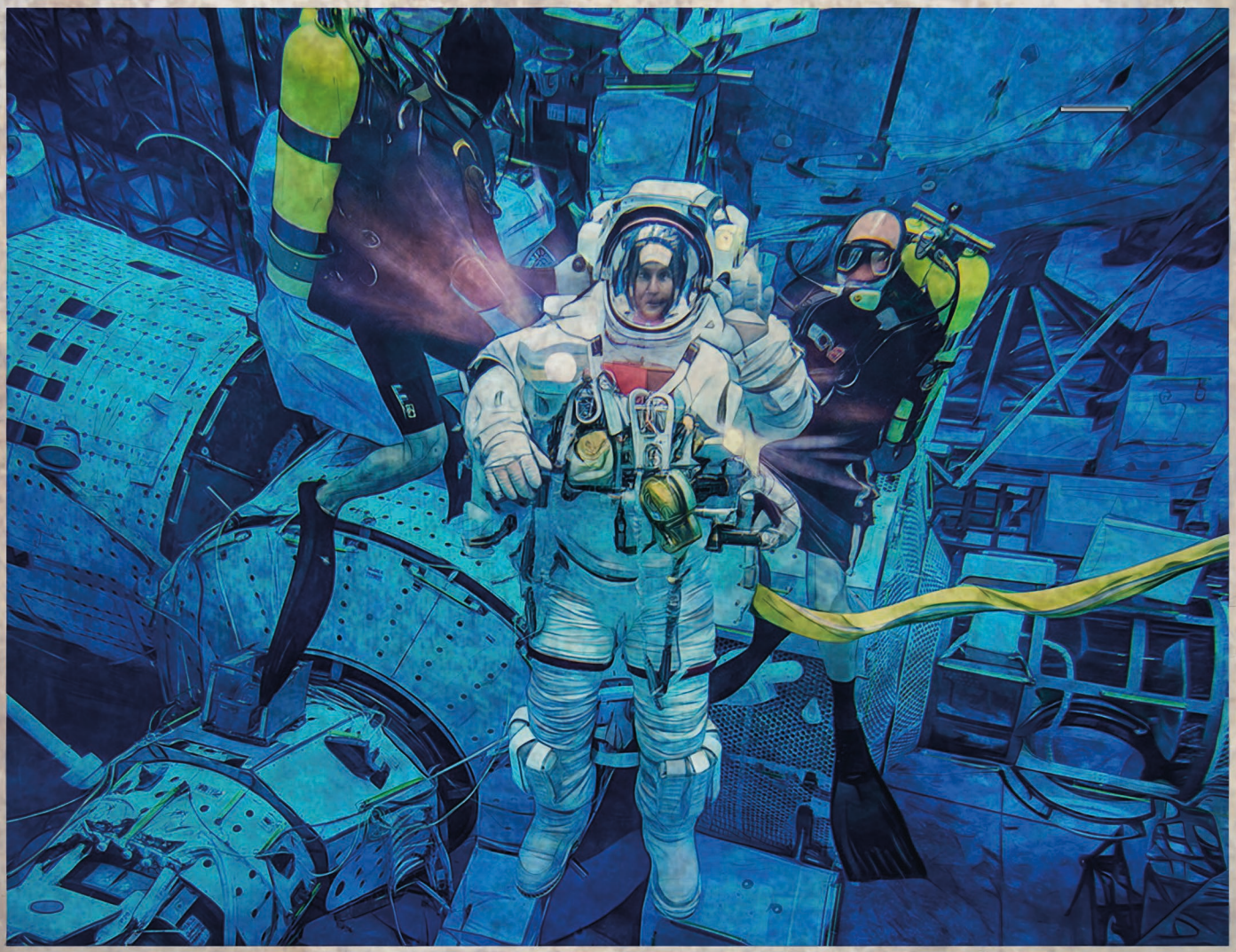
Die Vorräte auf der ISS werden auch bei sparsamer Rationierung irgendwann zu Ende gehen. Deshalb sollte eine zeitnahe Rückkehr zum Heimatplaneten unbedingt ins Auge gefasst werden. Bevor die Abenteurer der sterbenden Raumstation glücklich entrinnen, müssen sie sich gemeinsam auf einen Landeplatz einigen. Die Spieler sollten den Bereich des Eintreffens grundsätzlich bestimmen, während der *Spielleiter* dann die Landesequenz und die anschließende Irrfahrt im Rahmen der Kampagne mit *Google Maps™* organisiert.

Die Erde befindet sich im Würgegriff der Reanimierten

Charaktere – Kampagne

Die Spieler verkörpern Berufsraumfahrer, die entweder einen militärischen oder wissenschaftlichen Hintergrund haben. Sie müssen über eine gute körperliche Fitness verfügen, dürfen aber weder süchtig noch psychisch labil sein. Die Bordsprachen auf der ISS sind Englisch und Russisch, wobei die Aspiranten vor dem Abflug unterstützende Sprachkurse absolvieren. Das Herkunftsland der eingesetzten Astronauten/Kosmonauten kann *Amerika, Russland, Kanada, Europa* oder *Japan* sein. Der Begriff Kosmonaut bzw. Astronaut bezieht sich ursprünglich auf die Bezeichnung „Aeronaut" aus der Luftschifffahrt.

- **Charakterbogen:** Für das Auswürfeln des Abenteurers kann der *ApokalypZe-Bogen* von der Website *www.papergames.de* unter der Rubrik *Spielhilfen und Karten* verwendet werden.
- **Erschaffung:** Die Spielfigur wird mit Hilfe des *ApokalypZe-Charaktergenerators* erstellt, wobei *Spielleiter* und Spieler einfach der Schritt-für-Schritt-Anleitung folgen können. Durch die harte Astronautenausbildung erhalten die Charaktere *10 verlernbare Punkte* auf den URC-Basisblock.
- **Lebenslauf:** Im Downloadpaket des aktuellen Moduls ist ein *Lebenslauf-PDF* enthalten, das zehn unterschiedliche Profile für Astronauten für den Spielgebrauch enthält. Der Spieler sucht sich dort seinen Hintergrund nach eigenem Gutdünken aus. Alle vorhandenen Biografien sind für den *Spielleiter* in diesem Band abgedruckt.
- **El Jefe:** Die Spieler wählen unter sich einen Charakter aus, der den Posten des *ISS-Kommandanten* bekleidet. Der Rang ist nur als Schmuckauszeichnung zu verstehen, denn alle relevanten Entscheidungen sollten innerhalb der Gruppe immer in demokratischer Diskussion festgelegt werden!



Training mit Taucherunterstützung im Wasserbecken für den Weltraumspaziergang

Qualifizierung der Abenteurer

In Russland werden die Kosmonauten im *Juri-Gagarin-Kosmonautentrainingszentrum* in *Swjosdny Gorodok* ausgebildet. Das Astronauten-Korps der NASA ist am *Lyndon B. Johnson Space Center* in *Houston* stationiert. Europäische Astronauten werden unter anderem in *Köln* bei der ESA-Anstalt *Europäisches Astronautenzentrum (EAC)* unterwiesen.

Die gesamte Ausbildung der ausgewählten Raumfahrer erfolgt in drei unterschiedlichen Phasen: Grundausbildung, Aufbauausbildung und missionsspezifische Ausbildung.

- **Phase 1:** Direkt nach der Auswahl absolvieren die Kandidaten eine 1-jährige Grundausbildung. Es werden Kenntnisse zu Raumfahrtbehörden, Weltraumprogrammen, Raumfahrttechnik, Elektrotechnik und verschiedenen wissenschaftlichen Fachrichtungen vermittelt. Weiterhin sind die zentralen Systeme der ISS und der Transportsysteme wie des Space Shuttle, der Crew Dragon und der Sojus Kursinhalt. Zum Abschluss der Grundausbildung absolvieren die kommenden Raumfahrer ein Tauchtraining *(als Grundlage der Ausbildung für Außenbordeinsätze)*, erhalten Sprachunterricht, befassen sich mit Robotik, Rendezvous- und Andockmanövern und unterziehen sich einem Verhaltens- und Leistungstraining.
- **Phase 2:** Die Aufbauausbildung dauert ebenfalls ein Jahr und vermittelt den Beteiligten umfassende Kenntnisse und Fähigkeiten in Betrieb und Wartung von ISS-Modulen, Systemen, Nutzlasten und Transportraumschiffen. Die Ausbildungsinhalte sind jetzt detaillierter und konzentrieren sich auf die Fähigkeiten, die zukünftige Besatzungsmitglieder bei praktisch jedem Flug zur ISS benötigen. Der Unterricht umfasst Datenhandling, Robotertechnik, Navigation, Wartung, Innen-/Außenbordeinsätze, Medizin und Wissen über Nutzlasten.
- **Phase 3:** Die letzte missionsspezifische Ausbildungsphase vermittelt den Einsatz- und den Ersatzcrews die Kenntnisse und Fertigkeiten, die für die jeweilige Mission benötigt werden. Diese etwa 18-monatige Phase festigt zudem den Zusammenhalt und den Teamgeist der Besatzung.

Zehn Lebensläufe

Im PDF-Dokument *UR_MB_Rücksturz_Lebensläufe* sind 10 verschiedene Berufswege mit passendem Porträt enthalten. Die Spieler können sich einen für sie passenden Entwurf aussuchen, diesen ausdrucken und ihrem fertigen Charakterbogen beifügen. Die einzelnen Blätter sind *alphabetisch* nach *Nachnamen* sortiert.

Ist in der Sparte **Missionen** *„keine“* vermerkt, so hat der Charakter bisher nicht an Flügen auf die Raumstation teilgenommen. Die Modulhandlung zählt dann als erster aktiver Besuch der ISS.

Wikipedia hält unter dem Link *https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_ISS-Expeditionen* ein genaues Verzeichnis mit Missionen bereit. Diese kann der *Spielleiter* nutzen, um sein Abenteuer, auf die für ihn richtige Zeitlinie zu setzen. Die Originalnamen der Teilnehmer sollten dann durch die fiktiven Personen aus dem *Lebenslauf-Dokument* ersetzt werden.

Achtung: Die Angaben in den Lebensläufen sollten bei der Charaktererschaffung natürlich entsprechende Berücksichtigung finden *(Spielleiter)*.

Name: Jean-Pierre Moreau
Alter: 35 Jahre *(Geburtstag 10. Februar)*
Geburtsort: Lyon, Frankreich
Nationalität: Französisch

Berufliche Ausbildung:
- Diplôme d'Ingénieur in Luft- und Raumfahrttechnik, École Nationale Supérieure de l'Aéronautique et de l'Espace *(ISAE-SUPAERO)*, Toulouse, Frankreich
- Master in Physik, Université Claude Bernard Lyon 1, Lyon, Frankreich
- Pilotenausbildung, Französische Luftwaffe, Base aérienne 701, Salon-de-Provence, Frankreich

Berufserfahrung:
- Französische Luftwaffe – Pilot
  - Durchführung von Einsätzen mit Mirage 2000 und Rafale
  - Ausbildung und Mentoring neuer Piloten
  - Teilnahme an internationalen Militärmissionen
- Centre National d'Études Spatiales *(CNES)* – Ingenieur für Raumfahrtprojekte
  - Entwicklung und Umsetzung von Satellitenprojekten
  - Zusammenarbeit mit internationalen Partnern in der Raumfahrtforschung
- Europäische Weltraumorganisation *(ESA)* – Astronaut
  - Auswahl und umfassende Ausbildung als Astronaut
  - Forschung zu wissenschaftlichen Experimenten in der Mikrogravitation
  - Mitglied der Ersatzcrew für ISS-Expedition XX* als Missionsspezialist

Missionen:
- keine

Auszeichnungen:
- Médaille de la Défense nationale ❶
- Europäischer Raumfahrtpreis ❶
- Légion d'honneur ❶

Sprachen:
- Französisch *(Muttersprache)*
- Englisch *(Reiflend)*
- Spanisch *(Grundkenntnisse)*

Interessen:
- Astronomie
- Klettern, Rahmradfahren *(Ausgleichstraining)*
- Freiwilligenarbeit zur Förderung von Wissenschaft und Technik bei Jugendlichen

* Die Nummer der ISS-Expedition wird vom Spielleiter je nach gewähltem Modulstart festgelegt

9

LEBENSLAUF #08

APPROVED

esa

Name: Alexei Ivanovich Petrov
Alter: 44 Jahre *(Geburtstag 11. April)*
Geburtsort: Moskau, Russland
Nationalität: Russisch

Berufliche Ausbildung:
- Pilotenausbildung, Russische Luftwaffe, Krasnodar, Russland
  - Erwerbenes Flugzeugzertifikat für mehrere Flugzeugtypen

Berufserfahrung:
- Russische Luftwaffe – Pilot
  - Durchführung von Trainings- und Kampfflügen auf verschiedenen Flugzeugtypen
  - Teilnahme an internationalen Militärübungen und Missionen
  - Ausbildung neuer Piloten in fortgeschrittenen Flugtechniken
- Russische Raumfahrtagentur *(Roscosmos)* – Kosmonaut
  - Auswahl und umfassende Ausbildung als Kosmonaut, einschließlich Überlebenstraining, medizinischer Ausbildung und Raumfahrttechnologie
  - Teilnahme an einer Mission zur Internationalen Raumstation *(ISS)*
  - Durchführung wissenschaftlicher Experimente in der Mikrogravitation und Entwicklung neuer Technologien für zukünftige Raumfahrtprojekte
  - Langzeitaufenthalt in der Raumstation
  - Durchführung wissenschaftlicher Experimente, von Außenbordeinsätzen und Wartungsarbeiten an der Internationalen Raumstation *(ISS)*
  - Zusammenarbeit mit internationalen Besatzungsmitgliedern

Missionen:
- ISS-Expedition XX*

Auszeichnungen:
- Held der Russischen Föderation ❶
- Orden der Ehre ❶
- Pilot-Kosmonaut der Russischen Föderation ❶
- Ausgezeichneter Militär-Pilot der Russischen Föderation ❶
- Ausgezeichneter Militär-Navigator der Russischen Föderation ❶

Sprachen:
- Russisch *(Muttersprache)*
- Englisch *(Reiflend)*

Interessen:
- Fliegen
- Schach
- Leichtathletik *(Ausgleichstraining)*

* Die Nummer der ISS-Expedition wird vom Spielleiter je nach gewähltem Modulstart festgelegt

10

LEBENSLAUF #09

РОСКОСМОС

Name: Dr. Hiroshi Tanaka
Alter: 37 Jahre *(Geburtstag 15. März)*
Geburtsort: Tokio, Japan
Nationalität: Japanisch

Berufliche Ausbildung:
- Bachelor of Engineering in Luft- und Raumfahrttechnik an der Universität Tokio, Japan
- Master of Science in Raumfahrttechnik an der Stanford University, Stanford, USA
- Promotion in Astrophysik an der Kyoto Universität, Kyoto, Japan

Berufserfahrung:
- Forschungsingenieur bei der Japan Aerospace Exploration Agency *(JAXA)*,
  - Schwerpunkt: Robotertechnik und Weltraumaußenbordeinsätze
- Testpilot bei der JAXA, Durchführung von Flugtests und Simulationen
  - Erworbenes Zertifikat für mehrere Raumkapseltypen
- Astronautenkandidat bei der JAXA, erfolgreiche Absolvierung des Astronautenausbildungsprogramms, einschließlich Überlebenstraining und Raumfahrttechnologie
- JAXA-Astronaut, Qualifizierung für den Einsatz auf der Internationalen Raumstation *(ISS)* als Missionsspezialist
  - Mitglied der Ersatzcrew für ISS-Expedition XX* als Missionsspezialist

Missionen: ❶
- keine

Auszeichnungen:
- JAXA-Preis für herausragende wissenschaftliche Leistungen ❶
- ISAS-Preis für herausragende Beiträge zur Raumfahrtforschung ❶

Sprachen: ❶
- Japanisch *(Muttersprache)*
- Englisch *(Reiflend)*
- Russisch *(Grundkenntnisse)*

Interessen:
- Astrophysik
- Kendo
- Kalligrafie
- traditionelle japanische Musik

* Die Nummer der ISS-Expedition wird vom Spielleiter je nach gewähltem Modulstart festgelegt

11

LEBENSLAUF #10

JAXA

APPROVED

Ohne regelmäßige Versorgungsflüge ist die ISS nicht lebensfähig

1. Akt
1. Bild

– Inhaltsbeschreibung 1. Bild –

In dem die Charaktere sich für einen baldigen Flug auf die ISS vorbereiten und zum Startplatz reisen. Nach überstandener Pressekonferenz, Einsatzbesprechungen und diversen Fotosessions wird es wirklich ernst. Sie steigen mit Fluganzügen ausgerüstet in die Transportkapsel am Kopf der startbereiten Rakete ein.

Startvorbereitungen

Die Abenteurer werden der *ISS-Mission 60* zugeteilt und erhalten ihre offizielle Flugfreigabe. Der Start wird auf der russischen Plattform in *Baikonur* durchgeführt. Dort wird eine *Sojus-Trägerrakete* mit einem *Progress-Raumtransporter* auf die Raumfahrer warten. Die erdgebundenen Reisedaten per Flugzeug und Bahn verheißen nur eine kurze Frist für die Verabschiedung von Angehörigen und dem Packen der persönlichen Tasche.

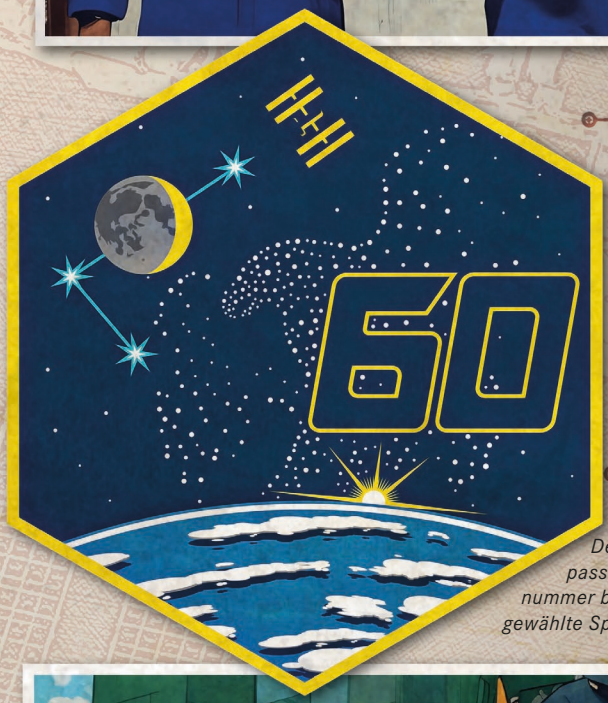
Achtung: *Alle durchgeführten Testspiele sind innerhalb der Mission 60 im Jahr 2019/2020 durchgeführt worden.* Der *Spielleiter* passt die im Text erwähnten Vorgaben für den passenden Weltraumbahnhof, die Trägerrakete und die Transportkapsel bitte an das gewählte Startdatum seines eigenen Spielevents an! Unter dem Weblink *https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_ISS-Expeditionen* ist ein detailliertes Verzeichnis mit Missionen zu finden, damit sich die zeitliche und räumliche Einordnung möglichst realistisch gestaltet. Außerdem sind dort *gemeinfreie Patches* der einzelnen Missionen zu finden, die als *Spielhilfe* ausgegeben werden können.

Countdown und Start

Nach Pressekonferenz und Fotografentermin legen die Charaktere die Flugausrüstung an und besteigen die Transportkapsel. Nach einiger Zeit mit technischen Checks startet der Countdown der Bodenkontrolle. *„10, 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, Zündung“* – dann fährt durch die Rakete ein rüttelndes Beben, als die Triebwerke ihre Schubkraft voll entfalten. Die Raumfahrer werden hart in ihre Sitze gepresst, während die Düsen Schwerstarbeit leisten, um die Erdschwerkraft zu besiegen. Der Controller meldet durch den Lärm sein lakonisches *„Liftoff“*.

Achtung: Für Countdown und Abheben kann die kurze Musiksequenz *„Also sprach Zarathustra, Op. 30“* von *Richard Strauss* bedenkenlos empfohlen werden!

Routinierte Freude auf der Pressekonferenz



Der Spielleiter passt die Missionsnummer bitte an seine gewählte Spielzeit an

Letzter Gruß an die Fotografen vor dem Einstieg in die Transportkapsel

Erfolgreicher Raketenstart ins Weltall

– Inhaltsbeschreibung 2. Bild –

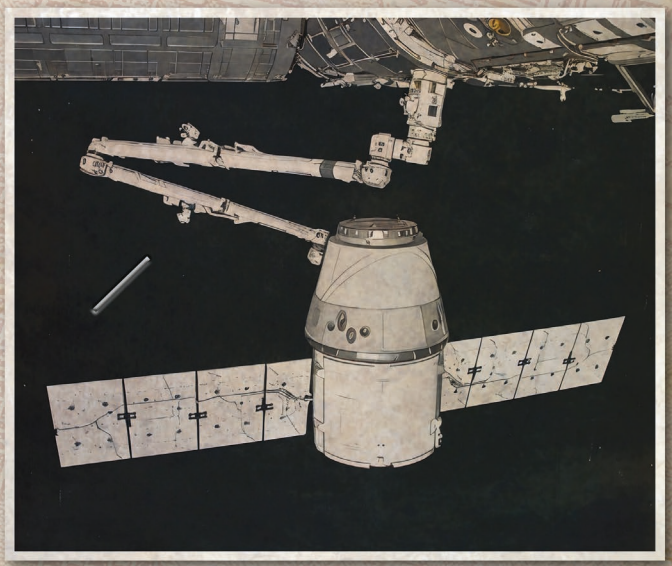
In dem die Charaktere das Verlassen der Heimatwelt überstehen und ihren geplanten Aufenthalt auf der Raumstation ISS antreten.

Reise und Andocken

Die gesamte Flugdauer der Rakete mit der Transportkapsel auf der Spitze beträgt etwa *6 Stunden*. Mit zunehmender Höhe schwächt sich die Erdanziehung ab und die Belastung für die Astronauten wird erträglicher. Die vorberechnete Bahn wird von der zuständigen Bodenkontrolle überwacht und im Bedarfsfall korrigiert.

Nach der absolvierten Flugdauer taucht die ISS planmäßig auf und nach mehrmaligem Funkkontakt mit Bodenkontrolle und Station kann von den Raumfahrern mit dem Andockmanöver begonnen werden.

Progress beim Andocken an die ISS



SpaceX Dragon beim Anlegen an die ISS

Andockprozedur

Der Zweck der Ankopplung in der bemannten Raumfahrt dient dem Überstieg der Besatzung in ein anderes Modul oder in eine Raumstation. Der Verbindungskanal muss dazu völlig luftdicht sein und eine lichte Weite von mindestens 70 Zentimeter aufweisen, bekleidet mit einem Raumanzug etwa 100 Zentimeter. Nach dem Raketenstart zum Besatzungswechsel auf der Internationalen Raumstation erfolgt die Ankopplung in der Anfangszeit innerhalb von zwei Tagen, nach dem neuen Regime schon nach *6 Stunden*.

Damit zwei Raumfahrzeuge aneinander koppeln können, müssen ihre Umlaufbahnen nahezu identisch sein und ihre gegenseitige Geschwindigkeit ein technisch vorgegebenes Limit unterschreiten, das bei empfindlichen Modulen im Bereich einiger Zentimeter pro Sekunde liegt *(und dies bei Bahngeschwindigkeiten zwischen 7 und 8 Kilometer/Sekunde)*. Die Annäherung der beiden Bahnen erfolgt in der Regel schrittweise, da die einzelnen hierzu nötigen Bahnmanöver nicht mit letzter Genauigkeit möglich sind; dazwischen sind genaue Bahnbestimmungen erforderlich, die zumeist durch terrestrische Bodenstationen unterstützt werden. Erst in der letzten Annäherungsphase – sobald Sichtkontakt besteht und die Distanzen unter einigen Kilometern liegen – ist eine direkte Ansteuerung durch die Raumfahrer möglich. Eigene Steuerbewegungen durch die Charaktere werden mit den Basiseigenschaften *Alles Andere/Persönlichkeit* gewürfelt *(Zielwert vom Spielleiter)*.

Nahrungsmittel sind portionsweise vakuumiert oder in Dosen abgefüllt

Auf der ISS

Nachdem die Kapsel fest mit der Raumstation verbunden ist, überprüfen die Passagiere nochmals alle Kontrollanzeigen und können einen nahezu perfekten Flugverlauf rückmelden.

Willkommen im All!

Die Luke wird geöffnet und die Neuankömmlinge werden von der alten Besatzung freundlich begrüßt. Die Abenteurer können sich je nach Temperament an der gemachten, etwas unverbindlichen Konversation beteiligen. Versiegt der Small Talk allmählich, wird vorgeschlagen die mitgebrachten Vorräte an Bord zu verstauen. Dabei weisen die erfahrenen Raumfahrer besonders auf Stauräume und Plätze hin, die nicht sofort ins Auge fallen. Im ersten Moment wirkt es erstaunlich, das Pakete, die völlig von der Erdschwerkraft befreit sind, sanft dahingleiten, sobald man sie anstößt. Während der Stauarbeiten bekommt die Ablösung zahlreiche Tipps zum schnellen Einleben und Hinweise auf Eigenheiten von Geräten oder Bauteilen. Nachdem diese Pflicht erledigt ist, kommt der gemütliche Teil der Ablösezeremonie. Man sammelt sich in vertrauter Runde und isst gemeinsam. Auch hier stehen Ratschläge, Anekdoten und lustige Ereignisse im Vordergrund der Gespräche. Dann packt die alte Besatzung ihre Habseligkeiten zusammen, schlüpft in ihre Fluganzüge und begibt sich in die startbereite Kapsel für den Rücktransport auf die Erdoberfläche.

Die ersten Tage

Das Leben in einem abgeschlossenen Kleinbereich, der unter Schwerelosigkeit steht, stellt für die Besucher eine Herausforderung dar. Neben der räumlichen Enge muss eine Gewöhnung an den Gerätelärm und die ungewohnten Abläufe durchlaufen werden.

- Dauerhafte Schwerelosigkeit erfordert eine Umstellung bzw. Anpassung von Bewegungsabläufen. Bis der Instinkt hier gut funktioniert, kommt es immer wieder zu kleineren Pannen *(Spielleiter)*. Diese Phase der körperlichen Eingewöhnung, die durchaus von blauen Flecken, Schwindel oder Übelkeit begleitet werden kann, zieht sich über *1W6+1 Tage*.
- Bei konzentrierter Arbeit kann die räumliche Orientierung verschwimmen, da sich der Körper immer leicht bewegt, wenn er nicht irgendwo gesichert ist.
- Die Innenräume der ISS bilden einen langen Schlauch. Um die komplette Distanz schnell schwebend zu durchmessen, ohne schmerzhaft anzuecken, braucht es viele Stunden an Übung.
- Der ureigene Geruch des Weltraums scheint eine Mischung aus verbrannten Wunderkerzen und Bremsbelägen zu sein. Dieses Aroma kann man feststellen, sobald man sich in der Nähe von Raumanzügen oder offenen Luken befindet, die kürzlich mit dem freien Raum Kontakt hatten.
- Die Innenräume der ISS riechen gleichzeitig nach sterilem Krankenhaus und im Bereich von Trainingsgeräten und Toilette nach Umkleidekabine.
- Um körperliche Beeinträchtigungen zu vermeiden, sind tägliche Sporteinheiten zu absolvieren.
- Der Wechsel der Kleidungsstücke geschieht aus Materialmangel nur sporadisch. Deshalb ist eine häufige Körperhygiene mit feuchten Tüchern angeraten, um die Kollegen olfaktorisch nicht zu verstören.
- Penible Ordnung ist ein echtes Muss! Jedes Ding, das nur kurz unbeachtet ist, schwebt langsam aber sicher in Richtung der unermüdlich rauschenden, vergitterten Lüftungsanlage davon. Hier behilft man sich am Besten mit Klebeband oder Klettverschlüssen.
- Die Geräuschkulisse an Bord kann unangenehm sein. Die *Audiodosimeter* sind Pflicht und Ohrenschützer werden gerne benutzt, um etwas Ruhe zu haben.
- Der festgezurrte Schlafsack ist gewöhnungsbedürftig, bei der schwebenden Nachtruhe entsteht aber garantiert kein Dekubitus. Das Geheimnis eines entspannten Schlafs soll in der richtigen Fixierung der Haltegurte liegen.

Audiodosimeter

Wäschewechsel

Fliegendes Essen

- Die Nahrungsaufnahme muss sehr vorsichtig durchgeführt werden. Hastige Bewegungen lassen den ausgewählten Bissen eventuell davonschweben.
- In den gleichförmigen Tagesablauf auf der Station hat man sich sehr schnell eingewöhnt.
- Die regelmäßige, gemeinsame Reinigung benutzter Flächen und Lüftungsöffnungen garantiert generelle Sauberkeit und die Funktionalität der Geräte.
- Die Freizeit kann mit Sport und privaten Aktivitäten verbracht werden. Der Aufenthalt im *Cupola-Modul (34)* ist sehr beliebt, da das beeindruckende Erdpanorama von dort wunderschön anzusehen ist.

Das Saubermachen des Stationsinneren ist eine zeitraubende, aufwendige Tätigkeit

2. Akt
1. Bild

Die Eskalationsspirale dokumentiert die sich entwickelnde Krise in zehn Schritten. Die Positionen 1-4 vollziehen sich noch vor dem Abflug der Gruppe auf die ISS. Dies bedeutet, dass auch die Abenteurer an der unheimlichen Grippe erkrankt waren und die heimtückischen Keime im Darm haben.
Die Schritte 5-8 ereignen sich während des Aufenthalts auf der Station. Gleichzeitig wird der Kontakt zu den Bodenstationen sporadischer, da dort augenscheinlich Personal fehlt oder schnell wechselt. Die Ersatzleute erscheinen zunehmend hilflos, sind nicht gut eingearbeitet und sollten dringliche Anfragen der Raumfahrer nicht optimal bearbeiten können. Der Spielleiter versucht bitte die Ereignisse mit den Zwischenspielen zu mischen und die Dramatik langsam ansteigen zu lassen.
Der Einsatz von Kernwaffen auf eigene Städte (Schritt 9) zeigt das unvermeidliche Ende an. Die Reihenfolge der Nukleardetonationen zieht sich von China, über Russland mit dem Endpunkt Amerika

– Inhaltsbeschreibung 1. Bild –

In dem die Charaktere die ersten Wochen ihres Einsatzes auf der Raumstation bewältigen und durch die wahrzunehmende Instabilität auf der Erde zunehmend beunruhigt sind. Nachforschungen auf sozialen Plattformen befeuern das nagende Gefühl täglich neu.

Hintergrundrauschen

Während die Charaktere ihren Aufgaben im Weltall nachgehen, gerät die Lage auf der Erde langsam aus der Balance. In der Spielhilfe *URC_SH_ApokalypZe_Sequenzen_A3* ist der Verfall für die Ausgabe am Spieltisch auf den *Seiten 2* und *3* zusammengefasst. Der *Spielleiter* findet die zugehörigen Erklärungen für die Bilder im *Quellenband ApokalypZe* ab *Seite 46*.

Soziale Medien

Die blanke Panik über das Erwachen der Toten spiegelt sich zuerst auf virtuellen Plattformen, wie Social Networks, Weblogs, Foto- und Videoplattformen wieder. Die Bilder und Filme kommen aus aller Welt und trotzen aufgrund ihrer Häufigkeit und wegen des schrillen Inhalts jedweder Zensur. Beginnen die Abenteurer zu recherchieren, so kann ***Handout 33*** ausgegeben werden.

Atomwaffen

Die Idee, mit dem Einsatz von Nuklearwaffen die schiere Masse der Reanimierten in den eigenen Ballungsgebieten zu reduzieren und der restlichen Bevölkerung dadurch eine Überlebenschance zu sichern, erscheint simpel und verführerisch. China beginnt damit rigoros, Russland und Amerika folgen dem Beispiel blind. Diese grobe Fehleinschätzung wird leider Strahlungsmutationen erzeugen, mit denen die Widerstandsfähigkeit der Untoten erheblich verstärkt wird.

Die sozialen Medien füllen sich von allen Punkten der Erde rasend schnell mit abstrusen Berichten und Video-dokumenten zu erwachenden Toten und deren unstillbarem Hunger nach lebendigem Fleisch

Marschflugkörper

– Inhaltsbeschreibung 2. Bild –

In dem die Charaktere sich im weiteren Verlauf ihres Aufenthalts zwischen Pflichterfüllung, Panik, schneller Flucht oder besonnenem Warten entscheiden müssen.

Achtung: Egal welche Marschrichtung von der Gruppe letztendlich gewählt wird, der *Spielleiter* passt den Verlauf des Moduls bitte entsprechend an. Die nachfolgend aufgeführten *Zwischenspiele* können in die laufende Handlung nach Bedarf eingebracht werden. Die Reihenfolge der Ereignisse kann dabei variieren.

ZWISCHENSPIEL 1

Handout 34 – Zu einer vom *Spielleiter* frei gewählten Zeit schrillt der Feueralarm an Bord der Station. Sofort machen sich alle verfügbaren Besatzungsmitglieder auf den Weg zum gemeldeten Brandort, wobei mitgenommene Brandschutzdecken und Pulverlöscher dort nützlich sein könnten.

Feuer an Bord?

Flammen auf der Raumstation versetzen die Astronauten in höchste Alarmstufe. Der Verlust von Leben und Modulen muss unbedingt vermieden werden!

Kommen die ersten Raumfahrer am gemeldeten Brandherd an, so sind weder Rauch noch Flammen zu entdecken. Auch eine intensive Suche bringt nichts zutage. Prüft man die Leitungsbahnen genauer, so stößt man auf einen Kurzschluss, der auf einen korrodierten Kabelstrang zurückzuführen ist.

Rauchmelder auf der ISS

Die Erde wird von unglaublich vielen Trümmerteilen der bemannten Raumfahrt umkreist. Auch die ausgebrannten Stücke alter Satelliten tummeln sich in Haufen. Um eine Kollision auszuschließen, muss im Notfall eine Schubdüse der ISS gezündet werden, um ein Reboost-Manöver auszuführen

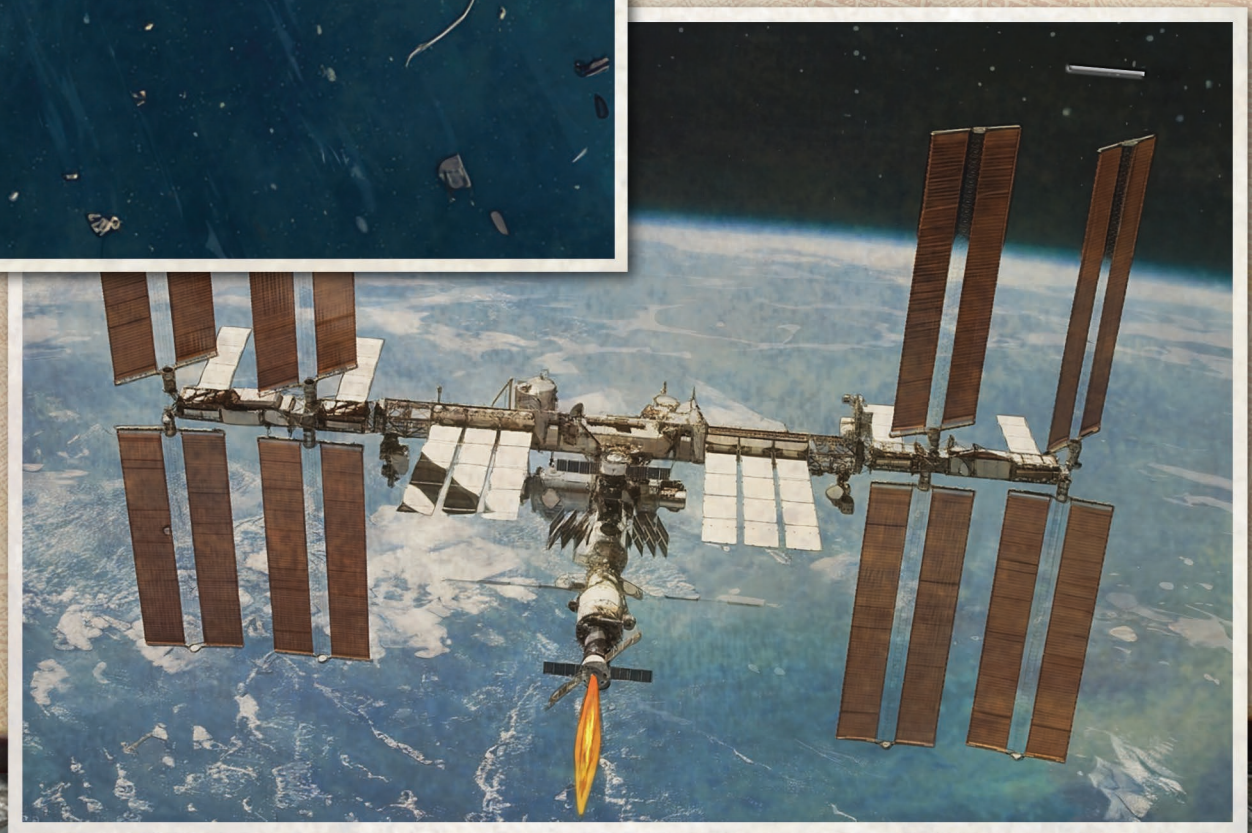
ZWISCHENSPIEL 2

Handout 35 – Das *Mission Control Center* meldet den Astronauten einige große Trümmerstücke, die sich auf direktem Kollisionskurs zur Station befinden.

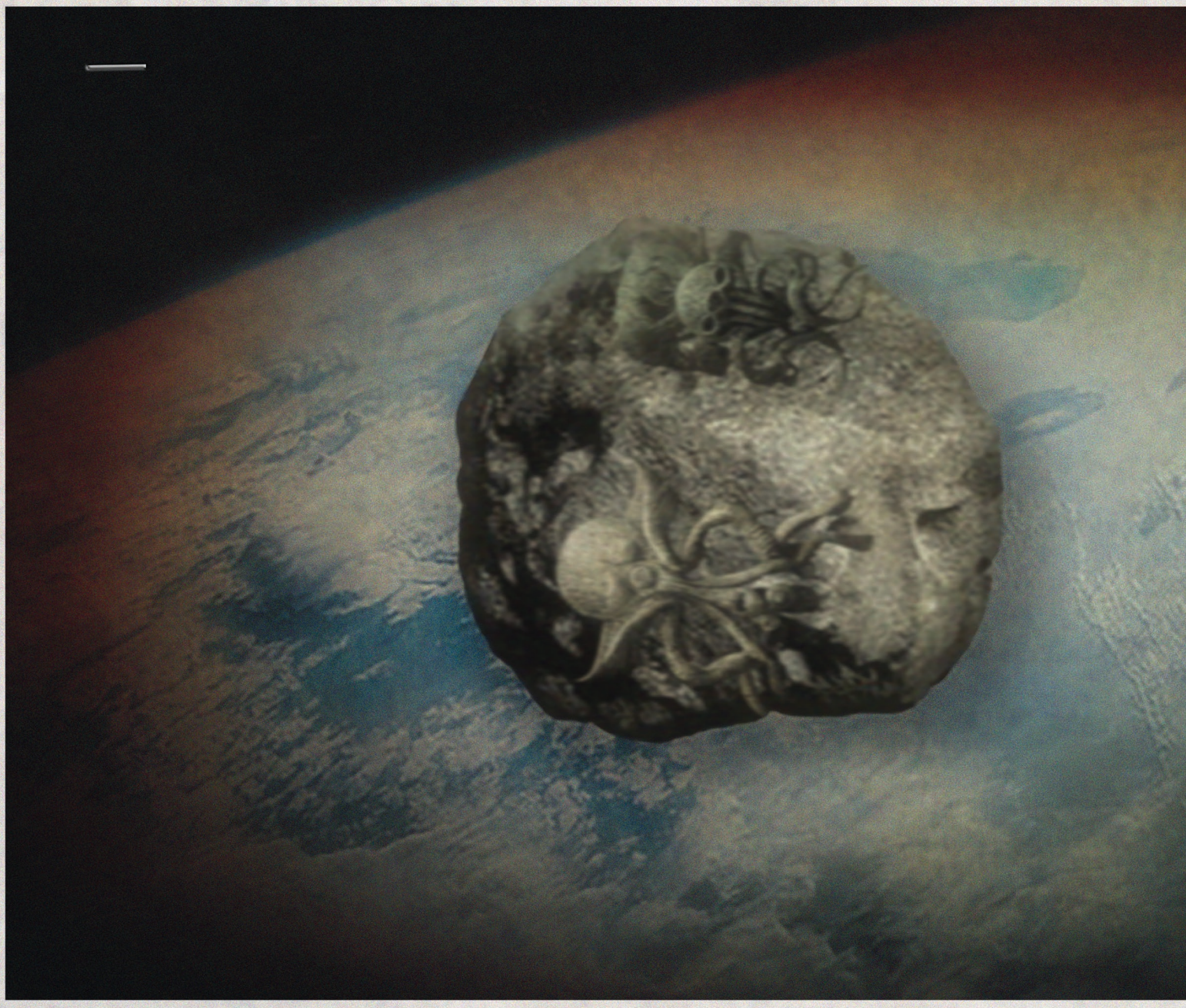
Reboost-Manöver

Nach der Ankündigung muss ein Reboost-Manöver eingeleitet werden, um die Flugbahn der ISS-Raumstation zu verändern. Dazu wird eine Schubdüse einer angedockten Kapsel oder eines Heckmoduls eine festgelegte Zeit lang gezündet. So wird gewährleistet, dass die irrlichternden Flugobjekte keine Schäden an den bewohnten Modulen anrichten können.

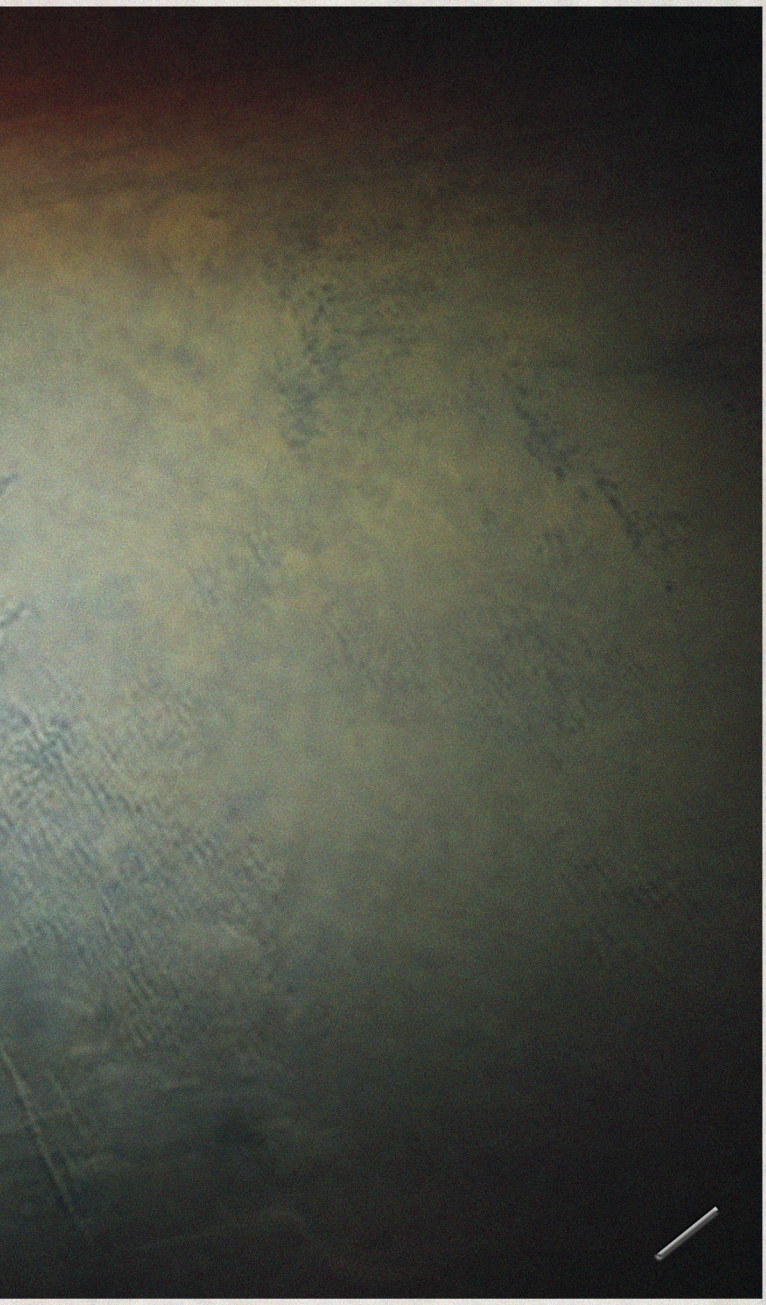
Für die Unternehmung werden von der Bodenstation die berechneten Daten geliefert, damit ein Astronaut die Antriebsdüse punktgenau zünden kann. Dazu ist eine erfolgreiche Probe auf *Alles Andere/Persönlichkeit* erforderlich.

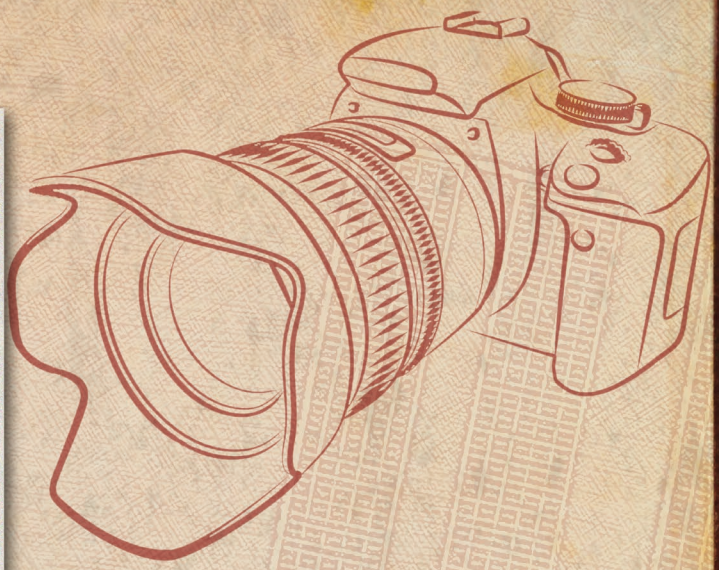


Reboost-Manöver



Asteroid 38212 Rubiloop (Marsbahnkreuzer) im Vorbeiflug





ZWISCHENSPIEL 3

Handout 36 – Eine Anforderung des *Mission Control Center* bittet den Vorbeiflug eines vom Kurs abgewichenen Asteroiden zu fotografieren und gibt den vorausberechneten Zeitbereich der maximalen Annäherung an die Station durch.

Astrofotografie

Der gelistete Asteroid *38212 Rubiloop* ist durch eine Kollision in der Vergangenheit aus der Marsbahn herausgeschleudert worden. Nun steht sein Vorbeiflug an der Erde an, wobei ein Eintritt bzw. Absturz in die Atmosphäre nicht vorausgesagt ist.

Einer der Besatzungsmitglieder wird dem Auftrag vom MCC sicherlich folgen wollen und im *Cupola-Modul* zur angegebenen Zeit mit schussbereiter Kamera warten. Der Steinbrocken hat einen ungefähren Durchmesser von 70 Metern und taucht pünktlich auf. Die Fotoserie wird aufgenommen und bei einem späteren Blick auf die Bilder sind krude, archaische Ornamente auf der Steinoberfläche zu erkennen. Dieser riesige Steindekor ist augenscheinlich nicht natürlichen Ursprungs.

Die Bilder und die Hinweise auf die Anomalie werden per Datenstrom an die Bodenstation versandt. Sie werden zwar dankbar entgegengenommen, jedoch wird der spektakuläre Sachverhalt in dem beginnenden Chaos auf der Erde völlig untergehen.

Achtung: Das erste deutlich dokumentierte Zeichen einer außerirdischen Intelligenz wird von der Zombie-Pandemie unterdrückt. Sehr bedauerlich ...

ZWISCHENSPIEL 4

Handout 37 – Starker Husten, Schwindel, Nahrungsunverträglichkeit, Ganzkörperausschlag – die Bodenstation empfiehlt eine sofortige Isolierung in einem wenig genutzten Modul. Eine Abholung des Kranken mit einer Notfallkapsel kann in die Wege geleitet werden.

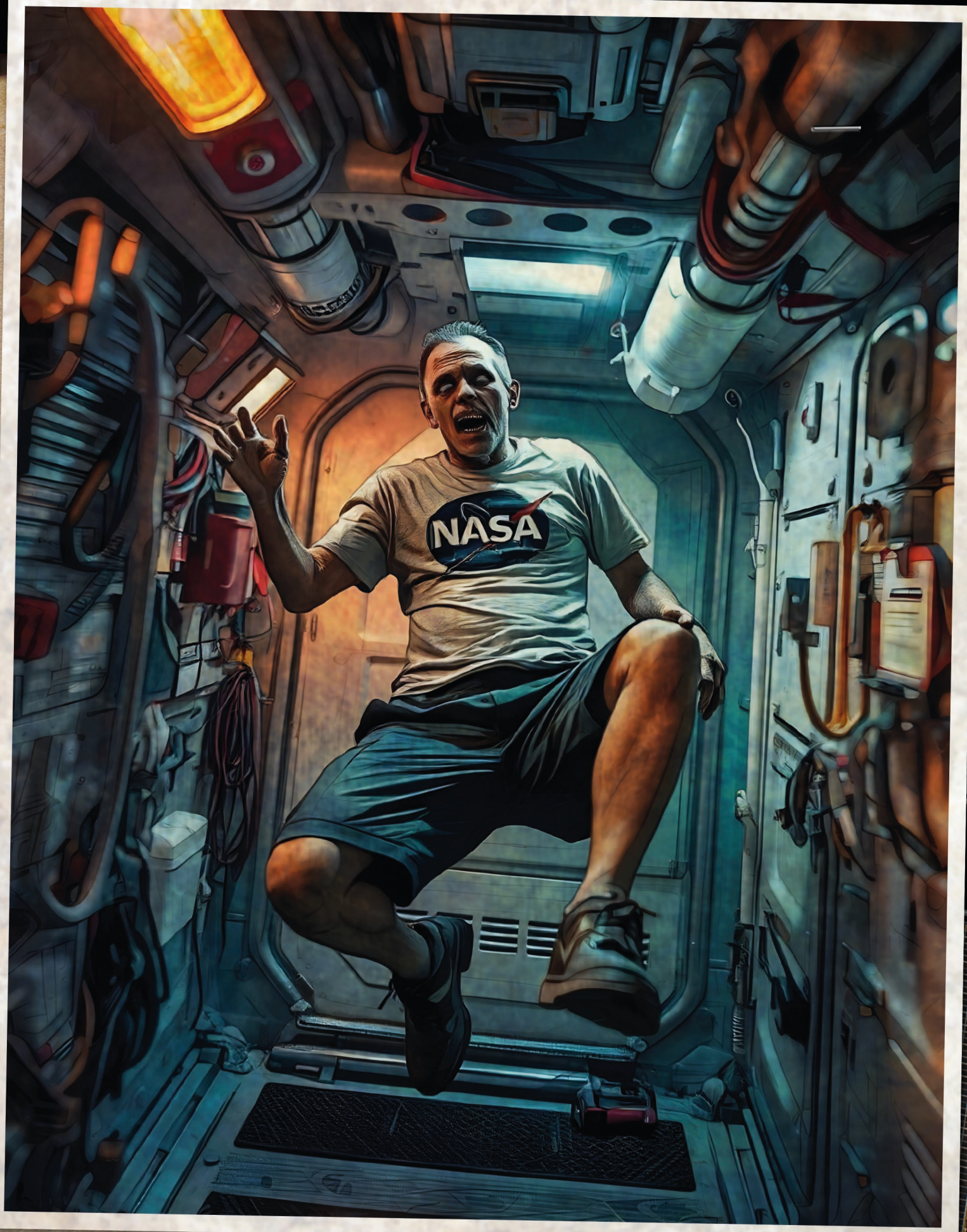
Reanimation

Einer der Astronauten *(NSC = Auswahl Spielleiter)* zeigt deutliche Krankheitssymptome, deren Heftigkeit eine schnelle Isolierung erfordert. Die Charaktere suchen ein Modul auf der Station aus, wo sie den Schlafsack des/der Kollegen/in festzurren können.

Achtung: Nach kurzer Krankheitsphase tritt der Tod ein und die Reanimation beginnt. Die erwachte Kreatur will möglichst viel Fleisch aus den Körpern der Anwesenden herausbeißen, die Schwerelosigkeit ist allerdings für die ungeschickten Bewegungen des Untoten sehr schwierig zu bewältigen. Der *Spielleiter* improvisiert die Feindbegegnung nach seinen Vorstellungen.

REANIMIERTER NSC	
Angriffswert	18/R3
Verteidigungswert	15/R2
Wissenswert	5/R1
Tagesform	3
Trefferpunkte	12
Schaden; Faust	3 TP
Schaden; Biss	5 TP
Ausrüstung: *T-Shirt, Socken, Hose, Schuhe*	

Der Untote wird sein Unwesen solange treiben, bis die Besatzung ihn neutralisiert, ins All hinaustreibt oder in einem Modul mit verriegelter Luke sicher einsperrt. Ohne externe Reize fällt der Reanimierte langfristig in eine Hibernation.



Eines der Besatzungsmitglieder wird krank und verstirbt. Nach einer kurzen Zeit der Stase reanimiert der Körper und hat sich in einen fleischhungrigen Untoten verwandelt. Die Schwerelosigkeit sorgt für große Probleme bei der koordinierten Fortbewegung

ZWISCHENSPIEL 5

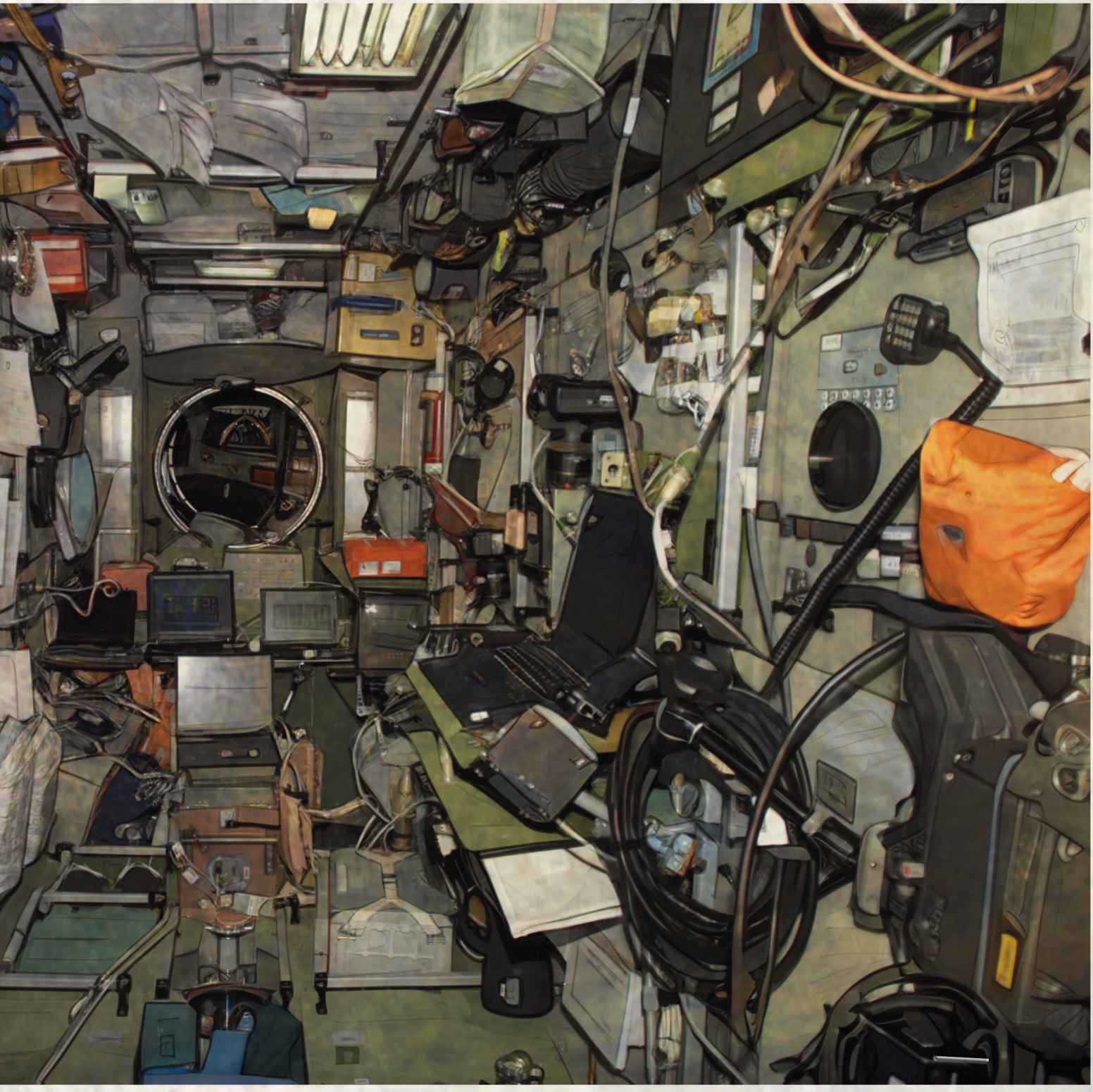
Handout 38 – Der stetige Luftverlust des *Swesda-Moduls (2)* erfordert im Verlauf des Aufenthalts weitere Untersuchungen durch die Besatzungsmitglieder.

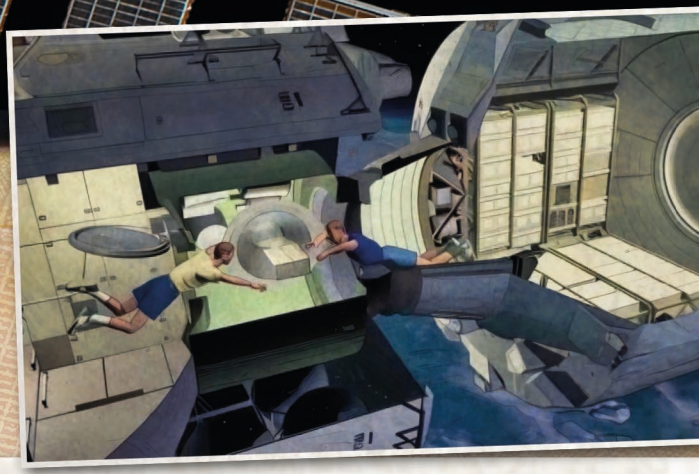
Schwebender Teebeutel

Im russischen Teil der Internationalen Raumstation *(ISS)* gibt es wegen eines Lecks Probleme bei der Luftversorgung. Die Raumfahrer müssen die undichte Stelle finden, weil die Sauerstoffreserven immer kleiner würden, meldet die Staatsagentur Tass nach einer Schalte zwischen der ISS und der Leitzentrale in Moskau. Es sei nicht klar, wo genau sich die undichte Stelle in einem Übergang zum Modul *Swesda („Stern")* befindet. Diskutiert wird, das Modul hermetisch abzuriegeln, um die Luftversorgung nicht zu gefährden.

Ein erster Riss ist bereits gefunden worden. Die Raumfahrer hatten dafür einen Teebeutel eingesetzt, der sich in der Schwerelosigkeit auf die undichte Stelle zubewegt hat. Die etwa 4,5 Zentimeter lange Öffnung konnte gestopft werden. Die Ursache für die Undichtigkeit ist unklar. Später hat sich herausgestellt, dass weiter Luft austritt. Auch ein Außeneinsatz im Weltall brachte bisher keine Klarheit. Mittlerweile verliert das Leck mehr als 0,9 Kilogramm Sauerstoff pro Tag. Russlands Raumfahrtbehörde Roskosmos betont in einer Stellungnahme: *„Es gibt keine Bedrohung für die Crew oder die Station selbst. Spezialisten beobachten das Leck und die Crew führt regelmäßig Arbeiten durch, um mögliche Leckstellen zu lokalisieren und zu beheben."*

Achtung: Der *Spielleiter* organisiert die Suche nach seinen Vorstellungen. Dies kann eine innere Beschau oder auch eine EVA beinhalten. Russische Kosmonauten helfen dabei, reagieren aber reserviert, wenn die Rede auf russische Module mit Luftverlust kommt.





Der Pilot ist zwar reanimiert, aber in seinem Fluganzug mit fest geschlossenem Helm eingesperrt. Er sollte keine direkte Bedrohung darstellen

Nachdem der Versorgungsflug angelegt und der Druckausgleich vorgenommen worden ist, kann die Ladung umgestaut werden

REANIMIERTER NSC	
Angriffswert	18/R3
Verteidigungswert	15/R2
Wissenswert	5/R1
Tagesform	3
Trefferpunkte	12
Schaden; Faust	3 TP
Schaden; Biss	5 TP
Ausrüstung: *Helm, Rettungsanzug*	

ZWISCHENSPIEL 6

Handout 39 – Das Mission Control Center kündigt einen verfrühten Versorgungsflug an. Die kritische Situation am Boden verschärft sich schnell, da überall auf der Welt die Toten erwachen und sich in Reanimierte verwandeln. Um die Astronauten zu unterstützen solange es die Lage noch zulässt, wird eine Transportkapsel mit dem amerikanischen Piloten *Blake Copeland* vom französischen *Raumfahrtzentrum Guayana (Kourou)* aus zur ISS geschickt.

Der Tod fliegt mit

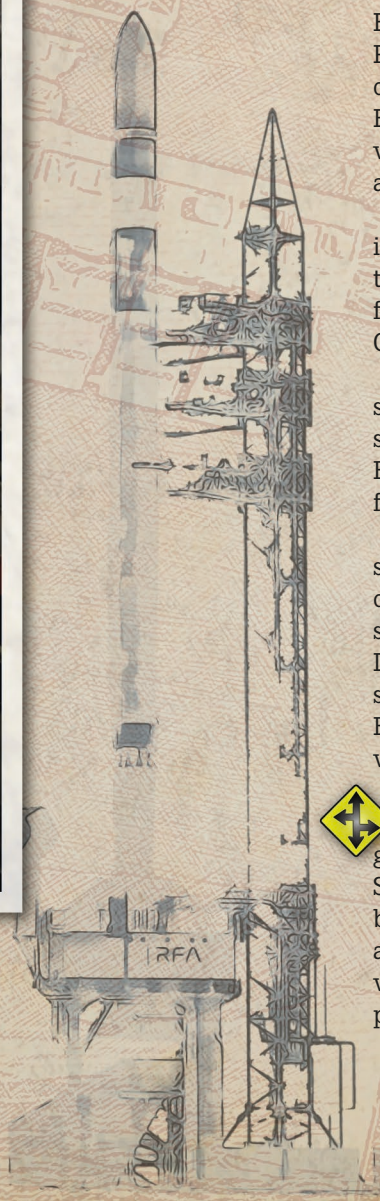
Bahndaten und Ankunftszeit des ankommenden Flugs werden den Charakteren übermittelt. Laut Angaben der Bodenstation sind Start und Flug optimal verlaufen. Der Pilot meldet sich kurz nach dem Start ordnungsgemäß, dann tritt plötzlich Funkstille ein. Jeglicher Aufruf der Bodenstation sich zu melden, wird von Blake Copeland vollkommen ignoriert. Ein Defekt der Kommunikationsanlage wäre möglich.

Nach ungefähr 6 Stunden Flugzeit taucht die Kapsel in der Nähe der Raumstation auf, antwortet aber weiterhin nicht. Der Autopilot der Kapsel bringt das Raumfahrzeug in den Zielbereich, wo die Besatzung mit einem Greifarm den Andockprozess vollziehen kann.

Ob die Kapsel festgemacht und geöffnet wird, entscheidet alleine die Gruppe. Es befinden sich darin Ersatzteile und Nahrungsmittel, die für lange Wochen der Existenz reichen werden. Aber welche unbekannte Gefahr lauert noch darin?

Öffnet man die Luke vorsichtig, so kann man eine Person erkennen, die in einem geschlossenen Fluganzug in der Schwerelosigkeit ungeschickt strampelt und versucht in die Nähe der Besatzungsmitglieder zu kommen. Die Augen starren trüb und milchig, während der Kiefer sich wiederholt öffnet und schließt. Des Visierglas des Helms schützt aber alle zuschauenden Astronauten zuverlässig vor den wilden Bissattacken.

Achtung: Reanimierte sind motorisch sehr ungeschickt und haben eine reduzierte Merkfähigkeit. Sie können keine Haustüren öffnen, Werkzeuge gebrauchen, Sicherheitsgurte lösen oder sich aus Raumanzügen befreien. Der untote Blake Copeland versucht verzweifelt die Abenteurer zu beißen, aber seine Zähne prallen harmlos am geschlossenen Helmvisier ab.



ZWISCHENSPIEL 7

Handout 40 – Bei den täglichen Konferenzen mit dem Mission Control Center fällt auf, dass die müde wirkenden Ansprechpartner schnell wechseln. Außerdem scheint die Sachkenntnis der jeweiligen Gesprächspartner stetig im Sinken begriffen zu sein.

Over and Out

Nach einer normalen Schlafphase wartet eine Videobotschaft im Eingangspostfach des Kommunikationslaptops auf die Astronauten. Spielt man die Datei ab, so ist ein erschöpfter Mann mit Namensschild *(K. Frost)* und blutdurchtränktem Kopfverband zu sehen.

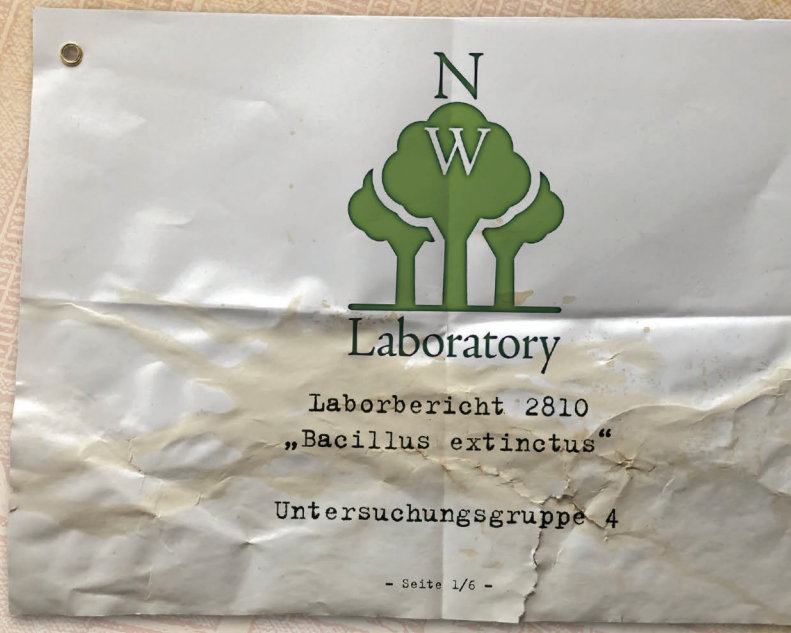
„An die Besatzung der ISS. Das Mission Control Center muss seine Arbeit vorübergehend einstellen. Die Einrichtung ist von Reanimierten so gut wie umstellt und das Personal wird abgezogen. Ob und wann eine neue Möglichkeit der Verbindung möglich sein wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht zu sagen. Bei einer Rückkehr zur Erde sollte ein Landepunkt gewählt werden, der möglichst einsam liegt. Eine Annäherung an große Städte ist zur Zeit nicht empfohlen. Viel Glück!“

Bevor die Verbindung endgültig abbricht, werden Kamerasequenzen eingespielt, die Untote zeigen, die an Außenfenster bzw. Türen des Raumfahrtkomplexes in Houston klopfen oder bereits durch aufgegebene, verwüstete Kontrollräume streifen.

Bacillus extinctus

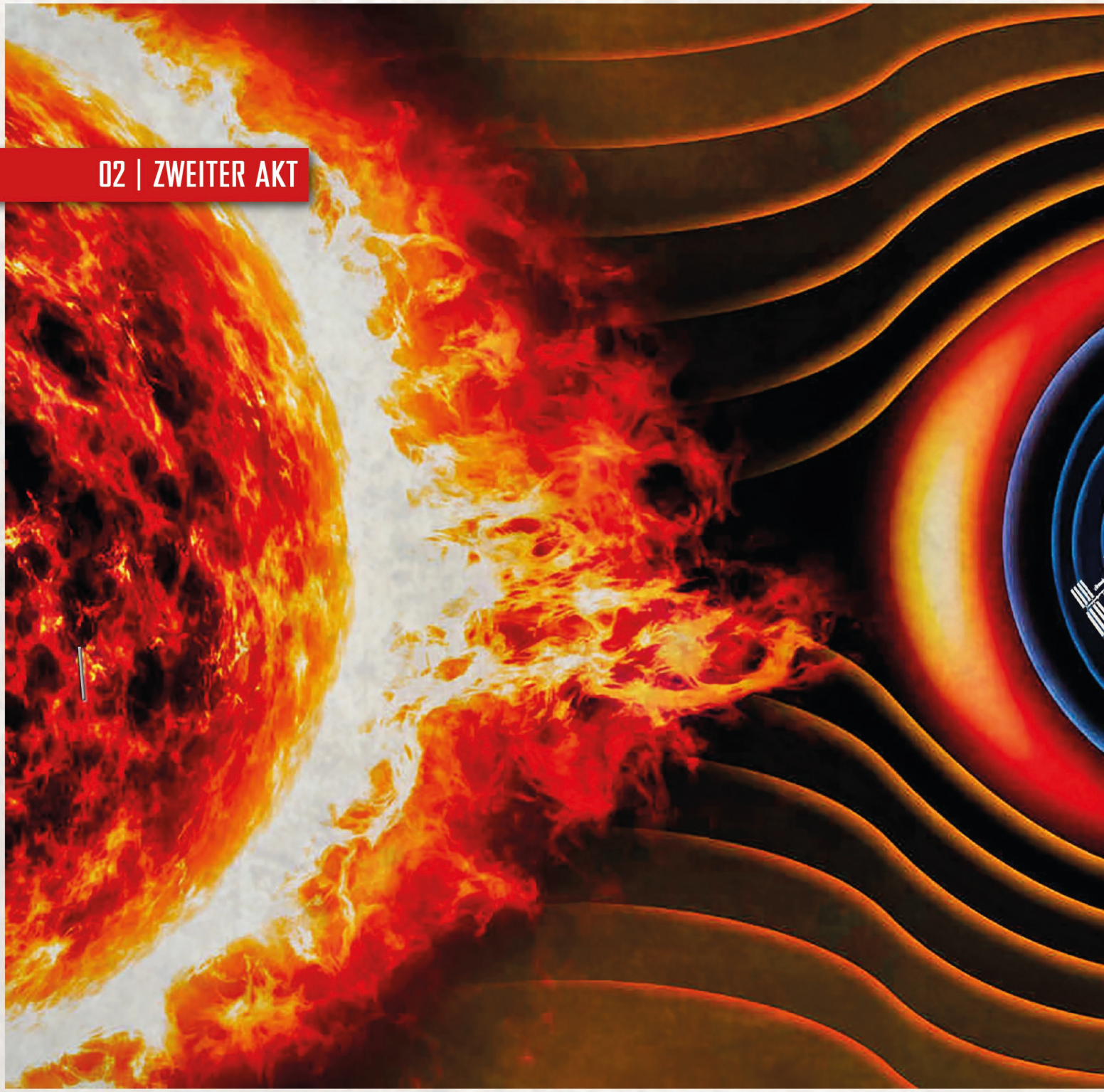
Neben dem Abschiedsfilm befindet sich noch ein Textdokument im Postfach. Der *Spielleiter* kann der Gruppe nun das PDF *URC_SH_ApokalypZe_Bacillus_extinctus_A3* aushändigen. Dort sind grundlegende Forschungsergebnisse über das tödliche Bakterium aufgezeichnet, die für den Verlauf der Handlung wichtig werden könnten.

Achtung: Versuchen die Charaktere mit den üblichen Ansprechpartnern Kontakt aufzunehmen, so antwortet keiner der Bodenstationen. Die Verbindungsanfragen sind von starken Störgeräuschen überlagert und die Übertragungsrate von Daten scheint zeitweise erheblich gestört zu sein. Nach einigen Tagen sind dann alle noch verfügbaren Datenkanäle offline und die Verbindung zur Erde ist komplett gekappt.

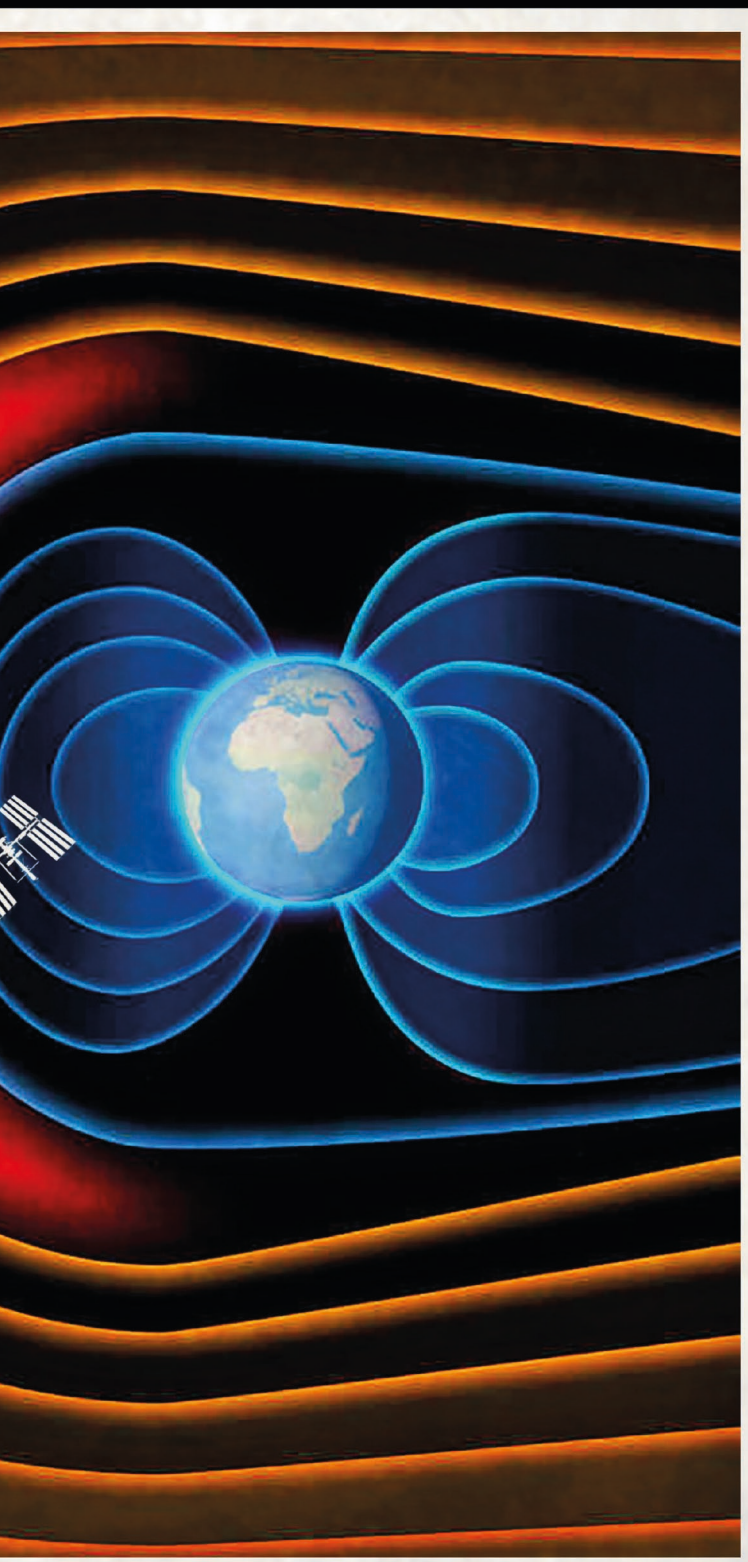


Die Labordaten zu dem tödlichen Keim könnten für die Spielergruppe noch wertvoll sein

Die Bodenstationen verstummen alle nacheinander und lassen die Raumfahrer alleine im All zurück



Ein geomagnetischer Sturm wird durch Sonnenaktivität ausgelöst und kann durch seine Schockwellenfront für Beeinträchtigungen sorgen. Störung der Kommunikation, Schäden an Satelliten durch Strominduktion und Bahnänderung der ISS durch die Verformung der oberen Erdatmosphäre, die durch ein Reboost-Manöver ausgeglichen werden muss



ZWISCHENSPIEL 8

Handout 41 – Eruptionen auf der Sonne führen zu Störungen im Magnetfeld der Erde, die als geomagnetische Stürme bekannt sind.

Blackout

Keine Bodenstation kann die Besatzung der ISS vor einer enormen Schockwellenfront warnen, die aus einer ungewöhnlich großen Sonneneruption entstanden, auf die Erde und ihre künstlichen Trabanten zurast.

Die Abenteurer werden von einer starken Bewegung der Station aus dem Schlaf gerissen. Das Innenlicht flackert irre und erlischt, bevor eine trübe Notbeleuchtung einsetzt. Die Laptops zur Stationskontrolle befinden sich nach Überspannung kollektiv im Neustartprozess.

Die Schadenskontrolle gibt etwas Entwarnung. Kein Modul ist leckgeschlagen. Die einzige Hardware-Einschränkung besteht aus der verminderten Stromproduktion. Das backbordseitige ITS P6 *(25)* scheint keine Solarenergie mehr aufnehmen zu können. Außerdem ist die ISS aus ihrer Bahn geworfen worden. Dies sollte mit einem Reboost-Manöver behoben werden können.

Eine EVA zeigt auf, das ein alter Wettersatellit mit der Backbordstruktur kollidiert ist und dort feststeckt. Das Auslesen weiterer Daten weist auf einen heftigen Sonnensturm hin, da der *Disturbance storm time Index* bei *minus 686* liegt.

Koronarauswurf

3. Akt
1. Bild

– Inhaltsbeschreibung 1. Bild –

In dem die Charaktere fassungslos aus dem All zuschauen, wie die Menschheit ihren einzigen Lebensraum im Universum mit nuklearen Waffen angreift. Wie dumm können Politiker und Militärs eigentlich sein, um so etwas wirklich auszuführen?

Wie geht es jetzt weiter?

Die Zwischenspiele aus dem vorherigen Kapitel sollten den üblichen Arbeitsalltag der Astronauten auf den Kopf gestellt haben. Sie sitzen in einer Raumstation mit endlichen Vorräten, die keinerlei Kommunikationsverbindung mehr zur Erde hat. Normale Menschen verwandeln sich in fleischhungrige Monster, die glücklicherweise motorisch ungeschickt sind. Allerdings waren in den letzten Begegnungen nur einzelne Reanimierte anwesend. Wie würde die Sache wohl ausgehen, wenn man auf fünf, zehn oder hundert Exemplare stößt?

Die Lektüre der Forschungsdaten des Bakteriums *Bacillus extinctus* weckt jedenfalls wenig Hoffnung, die Angelegenheit einfach im Orbit aussitzen zu können.

Achtung: Der *Spielleiter* sollte der Gruppe genügend Zeit einräumen, damit alle Fakten im Gespräch beleuchtet werden können. Erst danach kann im *2. Bild* eine sinnvolle Entscheidung über das weitere Vorgehen getroffen werden.

Nukleare Vernichtung

Um die vergangenen Ereignisse und Diskussionen zu verarbeiten, wählt jedes Besatzungsmitglied eigene Strategien. Ob dies nun Arbeit, Sport, Schlafen, dumpfes Brüten oder die Beobachtung der Erde ist, bleibt jedem Abenteurer selbst überlassen.

Befindet sich ein/e Astronaut/in im *Cupola-Modul (34)* und schaut in sich versunken auf den Erdball hinunter, so entfaltet sich plötzlich vor seinen/ihren Augen ein grausames Szenario. Nach einer großen Explosion erhebt sich ein wolkiger Pilz hoch in die Atmosphäre. Der laute Alarmruf des/r Beobachters/in wird weitere Bewohner der Station anlocken.

Die Detonationen vollziehen sich augenscheinlich über den größten Metropolregionen von *China* und verwandeln in Augenblicken große Landflächen in qualmende Ruinenflächen. Nachdem die wichtigsten Ansiedlungen ausradiert sind, endet das Schauspiel.

Das Ende der Welt beginnt jetzt

Reihenfolge der Auslöschung

Aus der erhöhten Position kann man die Bildung schmutziger Wolken erkennen, aus denen der Fallout herausregnen wird. Es sind keine anfliegenden Raketen zu sehen gewesen, also erscheint ein Fremdangriff unwahrscheinlich.

Wird in der Beobachtungskuppel ein Wachposten stationiert, so meldet dieser 34 Stunden später weitere Explosionen, die sich ausschließlich im Staatsgebiet von *Russland* zu wuchtigen Pilzwolken auffalten. Auch hier sind nur große Städte das Ziel der Vernichtung. Nachdem der Widerschein des nuklearen Feuers verglüht ist, kehrt wieder Stille ein.

2 Tage später ist beim Überflug des nordamerikanischen Kontinents eine Funkbotschaft abzuhören. Die englische Sprachnachricht wiederholt sich ständig:

„Unsere Nation, in Freiheit gezeugt und dem Grundsatz geweiht, dass alle Menschen gleich geschaffen sind, muss heute ihr Scheitern eingestehen. Wir stehen in einem Krieg, den wir mit konventionellen Mitteln nicht mehr gewinnen können. Ob Amerika dauerhaft Bestand haben kann, wird nur die Zeit zeigen. Unseren Erben hinterlassen wir heute ein Vermächtnis. Es ist wichtig, dass all diese Toten nicht vergebens gestorben sein dürfen und dass diese Nation, unter Gott, eine Wiedergeburt in Freiheit erleben muss. Große Städte sind zu Sammelpunkten unserer bittersten Feinde geworden. Deshalb werden wir diese widernatürlichen Ansammlungen mit nuklearen Waffen genau dort angreifen. Gott sei uns allen gnädig!“

Achtung: Es folgt das genaue Datum und die Uhrzeit der geplanten Angriffe. Anschließend wird eine lange Zielliste von amerikanischen Metropolregionen und Städten *(Auswahl durch den Spielleiter)* verlesen.

3. Akt
2. Bild

1. *Die Dragon-Kapsel ist 7,8 Meter hoch, 3,7 Meter breit und kann für bis zu 10 Flüge verwendet werden*
2. *Seitlicher Ein-/Ausstieg für die Astronauten in einer Schwerkraftumgebung*
3. *Die Luke an der Spitze koppelt an die Raumstation an und kann im Vakuum als Ein-/Ausstieg verwendet werden*
4. *Die Kapsel verfügt über 7 Plätze, wobei der Pilot in der Mitte sitzt und die Raumfahrer auf den Außenplätzen für das Löschen von Feuer zuständig sind*
5. *In den Gepäcknischen werden persönliche Gegenstände, Ausrüstung und Material für Experimente verstaut*

Crew Dragon

– Inhaltsbeschreibung 2. Bild –

In dem die Charaktere ihre Diskussionen über den zu machenden Plan beenden und eine gewagte Wette auf eine unsichere Zukunft abschließen könnten.

Sarkophag im All

Sollte ein Verbleib in der Station der Plan der Gruppe sein, so ist die Kampagne im Prinzip zu Ende. Die Vorräte auf der Station werden maximal *1W6+3 Monate* reichen. Dann werden Hunger, Erstickung oder Freitod der traurige Ausklang des bisher gespielten Moduls sein. Der *Spielleiter* versucht bitte die verbleibende Zeit in möglichst salbungsvolle Worte zu kleiden. Oder wie der herbeigerufene Pfaffe sagen würde: *„Per hanc sanctam unctionem te Dominus in sua dilectione et misericordia Sancti Spiritus gratia adiuvet. Dominus, qui te a peccato liberat, salvet te, et resuscitet te.“*

Rücksturz zur Erde

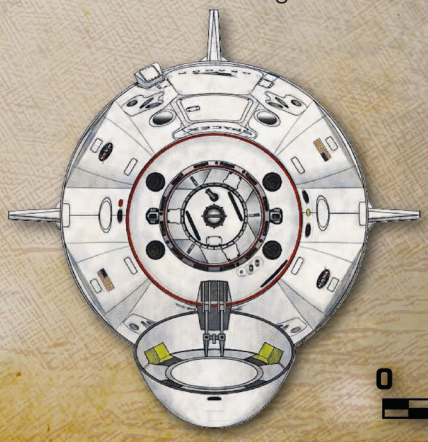
Trotz der vermeintlich aussichtslosen Lage lassen sich die Abenteurer nicht einschüchtern. Schließlich sind sie ausgebildete Spezialisten, die während Krisen jederzeit Widerstandsfähigkeit und Improvisationstalent abrufen müssen.

Sie verfügen über zwei intakte Transportkapseln, die an der ISS festgemacht sind. Da die Crew Dragon wesentlich moderner als die russische Progress-Kapsel ist, wird diese hier mit erklärten Skizzen vorgestellt.

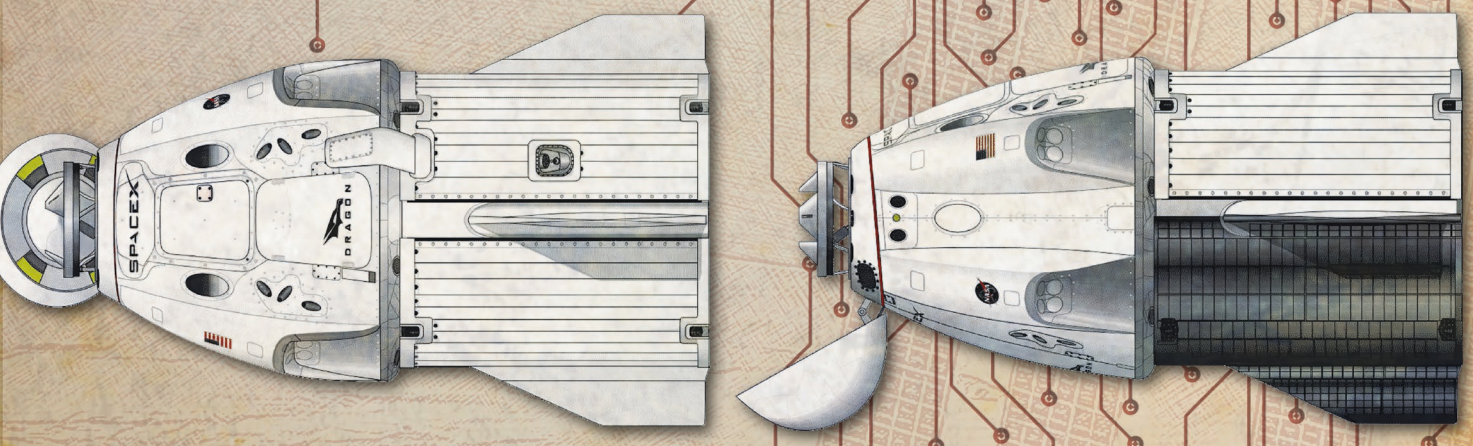
Vorbereitungen Hardware

Für den bevorstehenden Flug muss die Kapsel mit Verpflegung und nützlicher Ausrüstung beladen werden. Weiterhin ist eine Inspektion des Raumschiffs kein Fehler. Eine gründliche Überprüfung kann den Innenraum und die Außenhaut per EVA beinhalten. Die Spielergruppe wird dazu reichlich Ideen beitragen.

Innenraum



Luft, Nahrung und Wasser werden ohne regelmäßige Versorgungsflüge irgendwann ausgehen. Spätestens dann müssen die Charaktere sich für einen Rückstürz zur Erde oder den Erstickungstod im All entscheiden



2,5 5
Meter

Crew Dragon

X marks the spot

Auswahl des Landefelds

Die Entscheidung welcher Landeplatz ausgesucht wird und die Berechnung des Kurses fordert die Astronauten heraus, da keine Bodenstation mehr antwortet. Die Gruppe wählt in einer offenen Diskussion einen Bereich auf der Erde aus, der ihnen tauglich scheint. Dazu kann ein Maptool gewählt werden, das auch im Verlauf der Kampagne verwendet wird.

Vorbereitungen Software

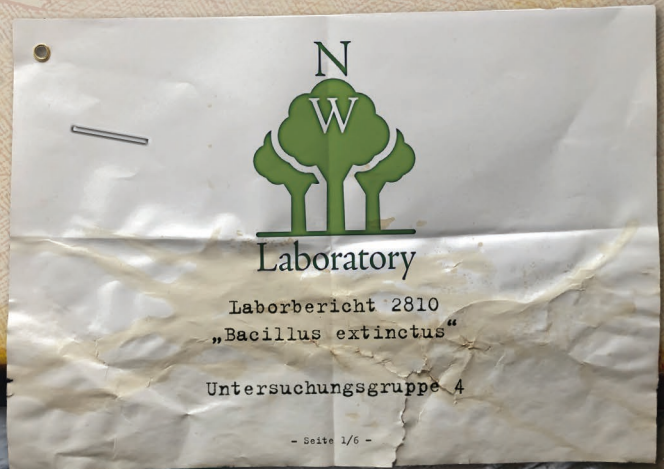
Wollen die Raumfahrer zur Erde zurückkehren, so können sie die neue Dragon-Kapsel des letzten Versorgungsflugs nutzen.

- Beim Eintauchen wirken die Atmosphärenschichten bremsend und die dadurch entstehende kinetische Energie wandelt sich in Wärme um, die vom intakten Wärmeschutz abgeleitet werden kann.
- Der Eintrittswinkel einer Kapsel liegt idealerweise zwischen 6° und 7°. Bei zu flachem Anflug verlässt das Raumfahrzeug die Atmosphäre wieder, bei einem zu steilen Eintritt baut sich eine sehr hohe thermische Belastung auf, die an der Außenhülle Schäden anrichten kann.
- In der Raumfahrttechnik ist es sehr wichtig die Wiedereintrittsbahnen von Raumkapseln vor der Mission so genau wie möglich zu berechnen. Dazu werden verschiedene Gleichungen der Bahnbewegung angewendet. Zuerst wird die Bewegung mit Differenzialgleichungen zu Fluggeschwindigkeit, Bahnwinkel, Höhe, orbitale Länge und Eintrittsbahn festgelegt. Auf die geografische Breite und den Azimutwinkel werden geografischen Gleichungen angewendet. Die aerodynamische Verzögerung beim Wiedereintritt, der Wärmeübergang und die Schallgeschwindigkeiten zwischen zwei Stützstellen bilden den Abschluss.
- Die Genauigkeit des Auftreffens auf dem gewählten Landefeld lässt sich mit Würfelproben ermitteln. Der *Spielleiter* legt einen Zielwert fest, gegen den mit den Basiseigenschaften *Alles Andere/Persönlichkeit* getestet wird. Je besser die vorgelegten Ergebnisse, desto punktgenauer ist das Auftreffen auf dem X.
- Nach 15 Minuten Flugzeit befindet sich die Kapsel bereits in 7 Kilometer Höhe über der Erdoberfläche. Dort zünden die Fallschirme und der restliche Weg wird schwebend zurückgelegt. Die genauen Koordinaten des terrestrischen Landepunkts ergeben sich aus den vorab gemachten Berechnungen.

Beginn der Kampagne

Nach der Landesequenz steigen die Charaktere in die eigentliche Kampagne ein. Alle Infos dazu sind im *ApokalypZe-Quellenband* ab *Seite 46* abgedruckt.

Die fest vorgesehen Ereignisse *Übergabe des Laborberichts (Ablaufsequenz Absturz)* und der *Einsatz von Atomwaffen (Ablaufsequenz Nuklearschläge)* für die Mutation der Reanimierten sind bereits abgehandelt.



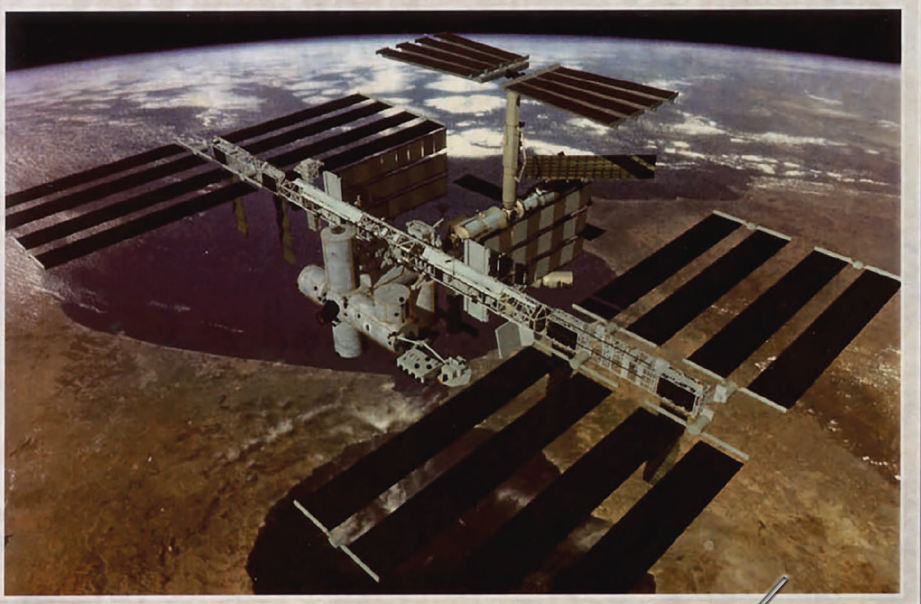
Laborbericht

Eine Landung ist zu Land oder Wasser möglich

– Danke –

Der Autor bedankt sich bei dem *Spielleiter* für die Verwendung des Abenteuers und bei den tapferen Spielern, die durch die Vorgeschichte für die eigentliche Zombie-Kampagne geschwebt sind. Viel Spaß in der anschließenden Haupthandlung und bis dahin ...

Abkommen der Teilnehmerstaaten am International Space Station Program, unterzeichnet am 29. Januar 1998

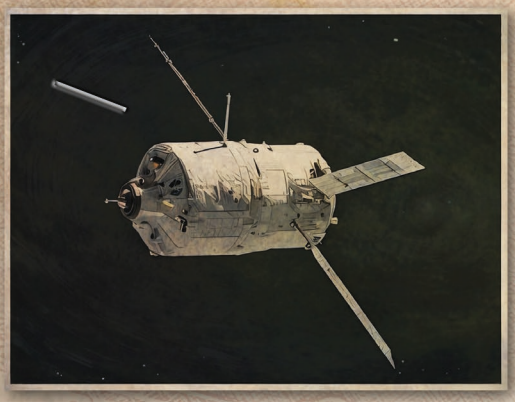


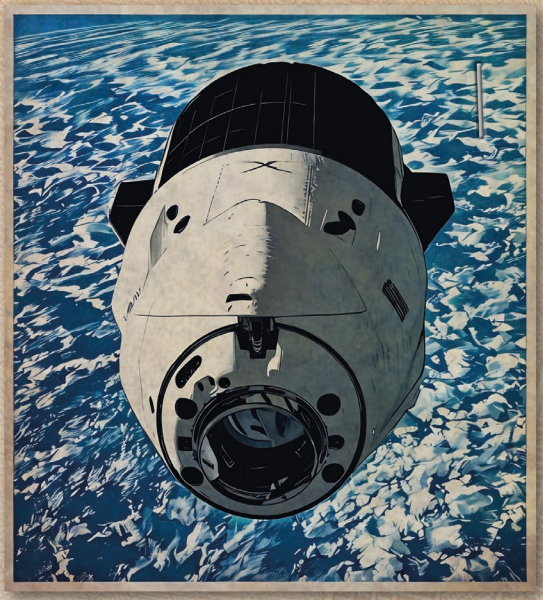
Handout 01

Raketenstart mit einem Dragon-Frachtmodul

Handout 02

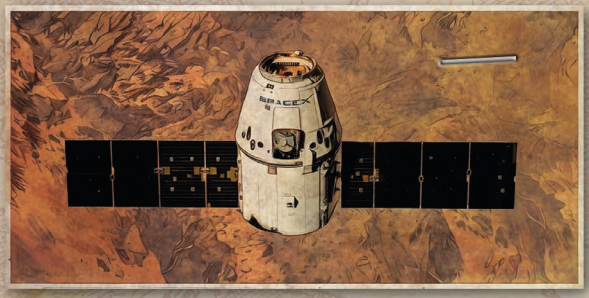
Modul ATV





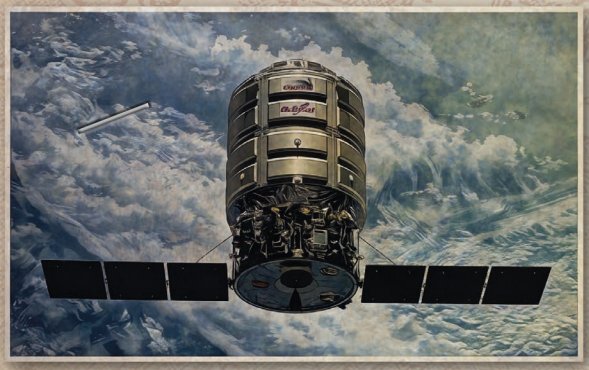
Modul Cargo Dragon 2

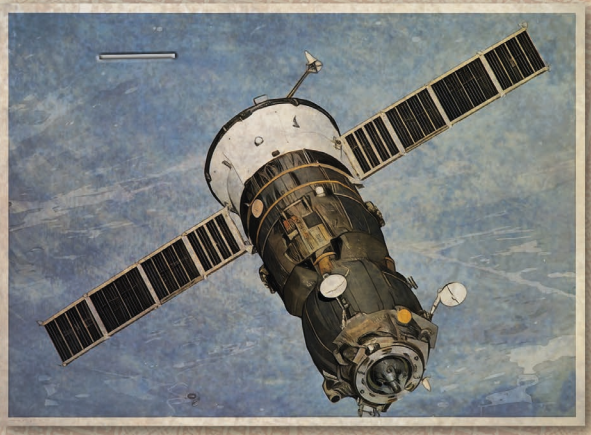
Modul Dragon



Modul HTV

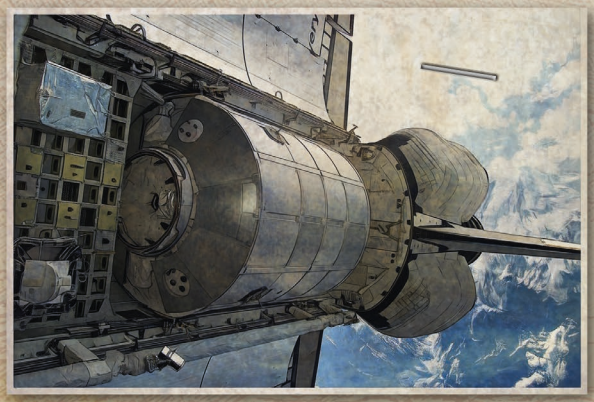
Modul Cygnus





Modul Progress

Modul MPLM
(in Space Shuttle)



Handout 03

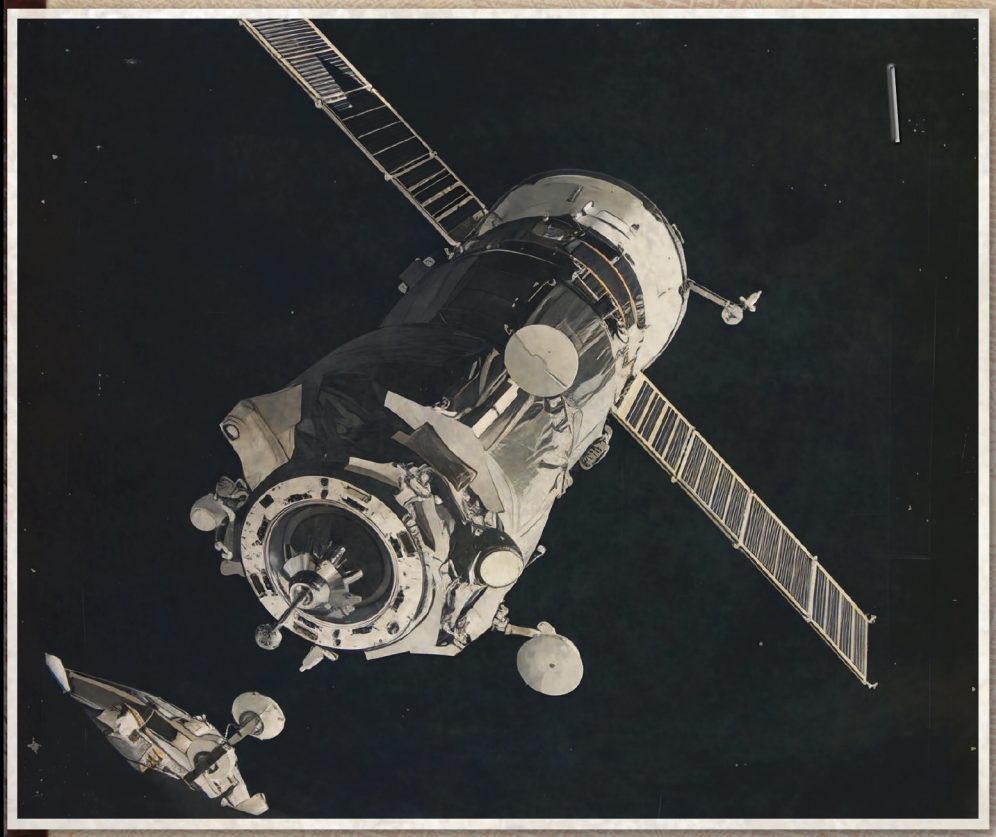
Routinierte Freude auf der Pressekonferenz

Letzter Gruß an die Fotografen vor dem Einstieg in die Transportkapsel

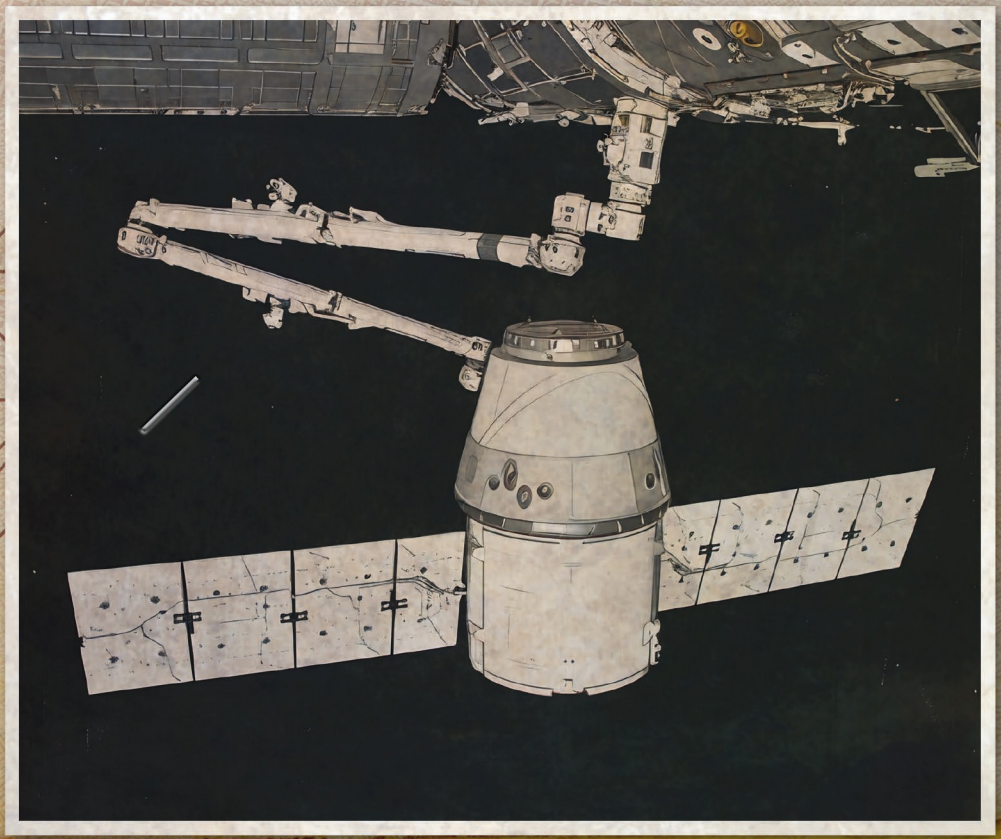
Erfolgreicher Raketenstart ins Weltall

Handout 04

Progress beim Andocken an die ISS



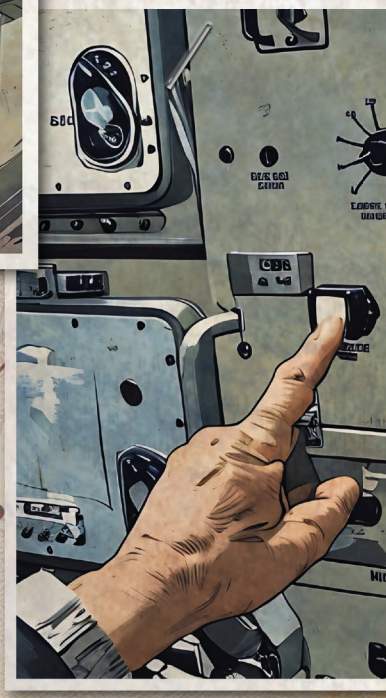
SpaceX Dragon beim Anlegen an die ISS



Gemeinsames Essen mit der Ablösung

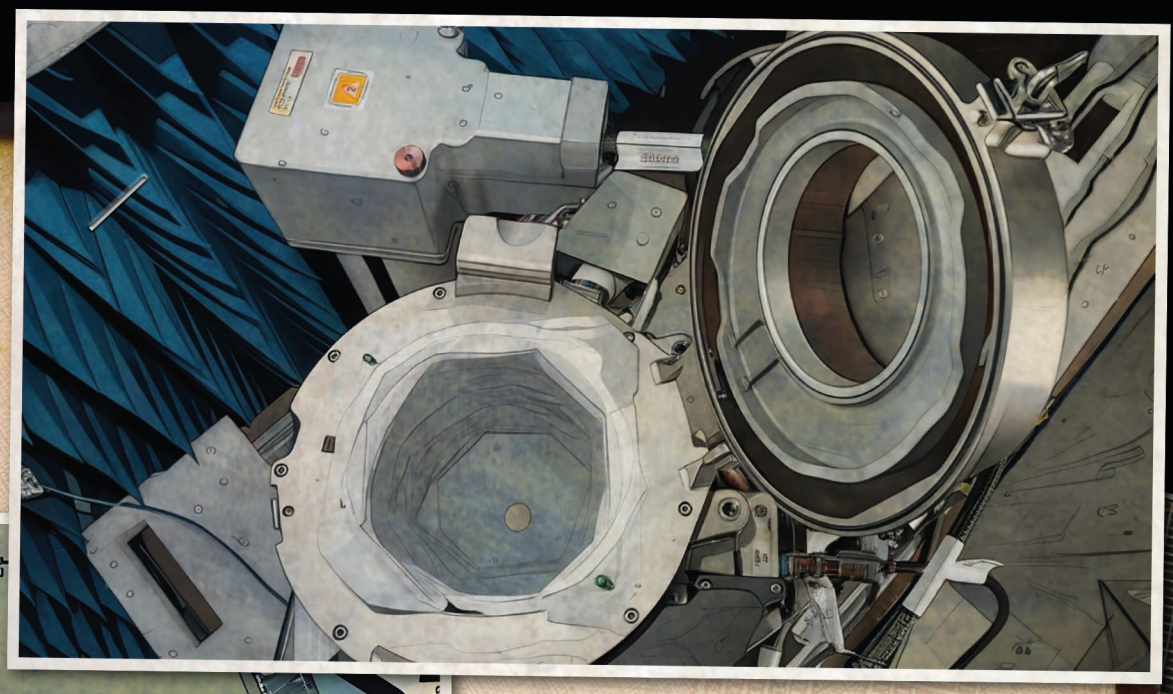
Handout 05

Die geplante Ruhephase der Astronauten ist ab 21:30 bis 6:00 Uhr vorgesehen und wird festgeschnallt in separaten Schlafkabinen verbracht



Wissenschaftliche Experimente unter Einwirkung der Schwerelosigkeit erbringen wichtige und kommerzielle Erkenntnisse

Regelmäßiger Sport ist Pflicht und mildert die gesundheitlichen Einflüsse der Schwerkraft auf den menschlichen Körper ab



Der wichtige Ort der stillen Notdurft

Die eingeschweißten Nahrungsbehälter werden am Küchenautomaten rehydriert und verzehrfertig gemacht

Die Uhrzeiten richten sich nach dem Zeitstandard UTC (Coordinated Universal Time/Koordinierte Weltzeit). Dieser wird mit Atomuhren gemessen und ist der tatsächlichen Taglänge der sich verändernden Erdumdrehung angepasst

Handout 06

Die alltägliche Konferenz mit den Bodenstationen wird stets pünktlich wahrgenommen und kann aufgetretene Probleme, Statusmeldungen und Notfallsituationen beinhalten

Nahrungsmittel sind portionsweise vakuumiert oder in Dosen abgefüllt

Handout 07

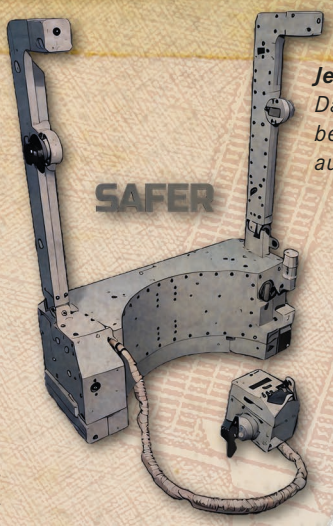
Handout 08

Der Schallpegel in der Station ist hoch, vor allem aufgrund des Lebenserhaltungssystems ECLSS, das unter anderem durch die Pumpen für den Wasserkreislauf und die Ventilatoren für die überlebenswichtige Luftzirkulation eine starke Geräuschkulisse erzeugt. Besatzungsmitglieder tragen deshalb Audiodosimeter am Gürtel, die den Schalldruck permanent messen. Erreichen die Lärmspitzen an einem Arbeitsplatz in der Raumstation 72 dbA, ist das Tragen eines Gehörschutzes Pflicht

Da es keine Waschmaschine und keinen Trockner in der ISS gibt, wird die Kleidung nach der Nutzung (Socken werden etwa eine Woche lang getragen, T-Shirts einen Monat) als Abfall behandelt und in einem Frachter zur Entsorgung verstaut

Handout 09

Extravehicular Mobility Unit (EMU)



Jetpack
Das SAFER (Simplified Aid for EVA Rescue) wird mit Stickstoff betrieben und beschleunigt den Raumfahrer für 30+1W6 Minuten auf 3 Meter/Sekunde

Lebenserhaltung
Der unförmige Rucksack enthält Energiezellen für den Anzugbetrieb, ein Reservoir für Atemluft (3 Stunden) und einen Wassertank für das Kühlsystem

Schwergewicht
Das Gewicht des Anzugs liegt bei 100 Kilogramm, die Schwerelosigkeit lässt die Belastung leichter erscheinen. Allerdings sorgt der Überdruck für eine Steifigkeit, die Bewegungsabläufe nur gegen Widerstand ermöglichen

Visierbeschichtung
Der dünne Goldbelag des Helmglases schützt den Astronauten vor schädlicher Sonnenstrahlung

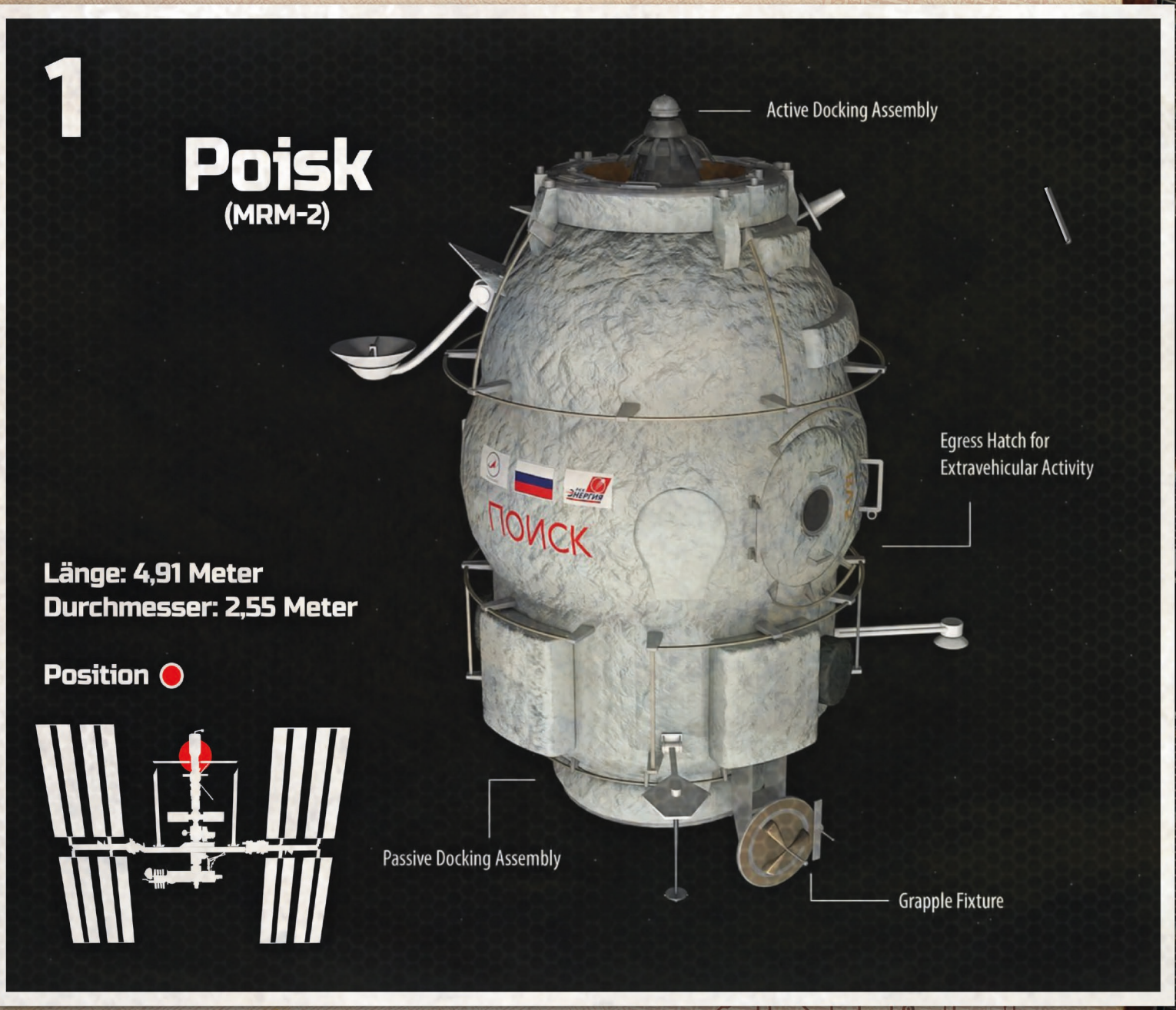
Panzerung
Der versteifte Torsobereich schützt den Raumfahrer vor Mikrometeoriten und ist die stabile Verbindungsbasis für die restlichen Anzugteile

Anzugschichten
In den Materiallagen der Schutzkleidung liegen feine Röhren eingebettet, die den Kühlkreislauf darstellen. Eine Ablaufmöglichkeit mit Sammelbehälter für den Urin ist ebenfalls integriert

Bedienung
Displays und Kontrollelemente sind auf die klobigen Handschuhe ausgerichtet, um dem Astronauten eine dauerhafte Handlungsfähigkeit zu ermöglichen

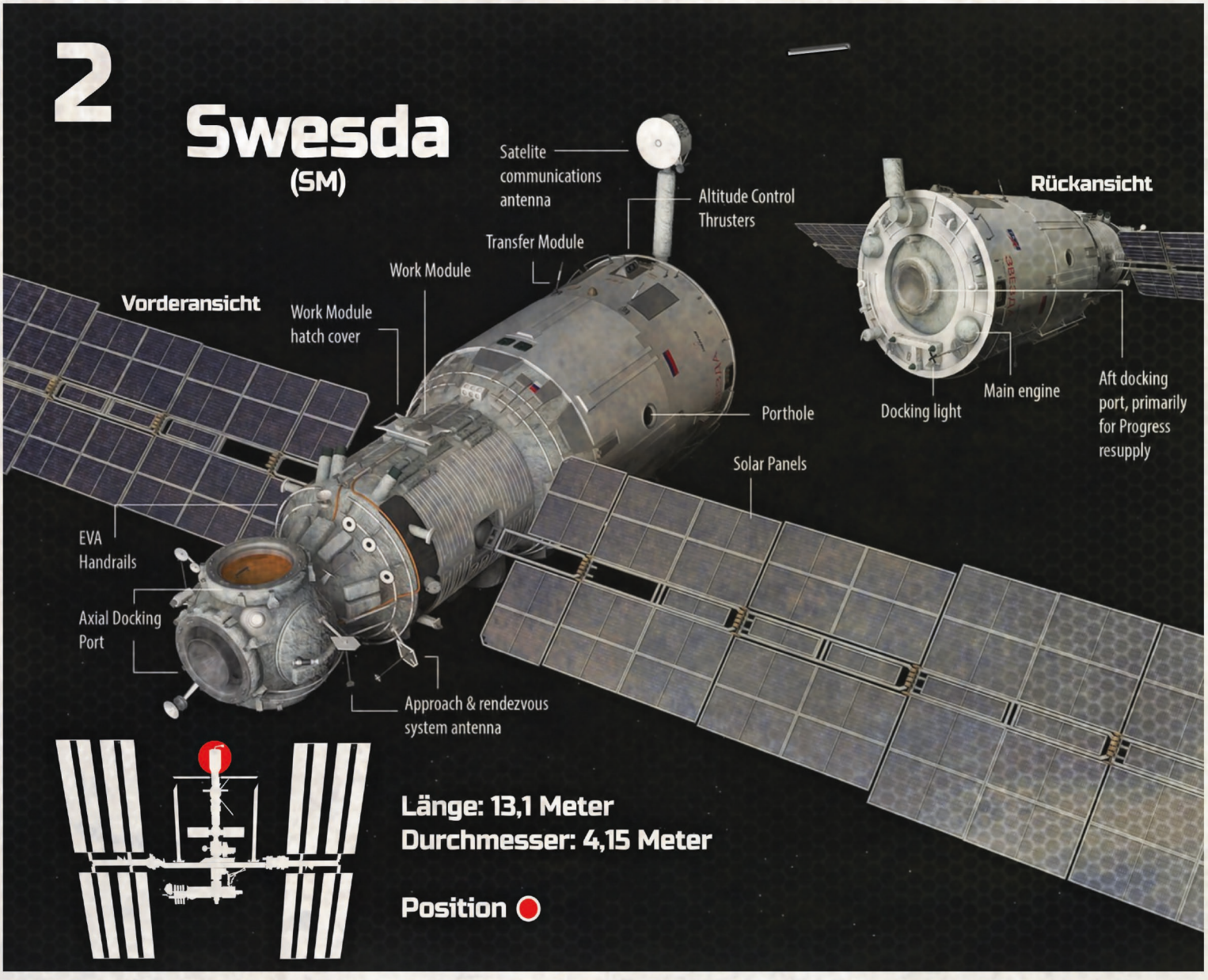
Schubeinheiten
Aus Sicht der Himmelsmechanik bewegt sich der Raumfahrer während eines Ausstiegs auf seiner eigenen Satellitenbahn, die durch seine Bewegungen von der Bahn der Raumstation abweichen kann. Jetpacks wie die Manned Maneuvering Unit (MMU) sind veraltet und durch das SAFER (Simplified Aid for EVA Rescue) ersetzt worden

Handout 10



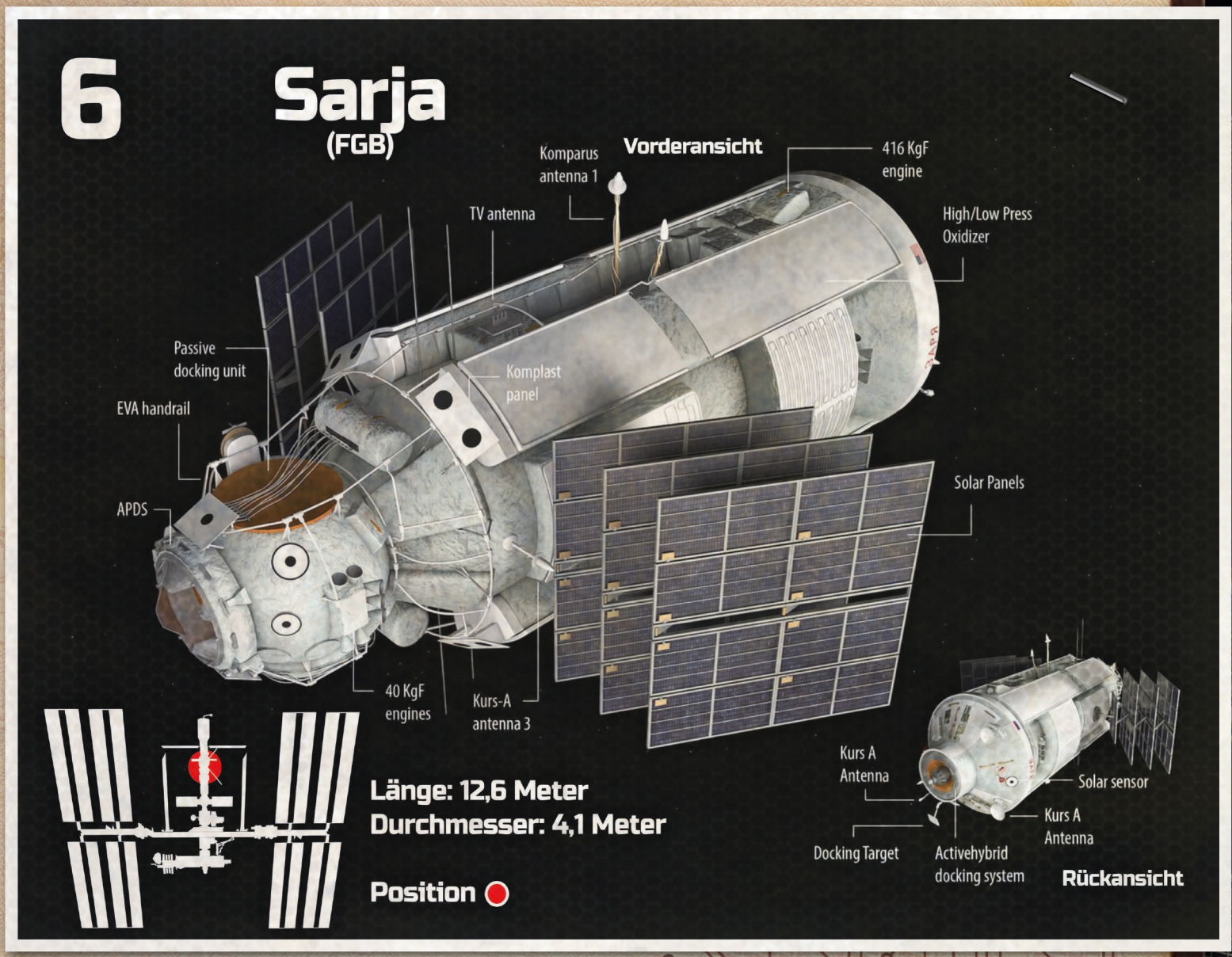
Modul Poisk (MRM-2) – Mini-Research Module 2

Modul Swesda (SM) – Service Module



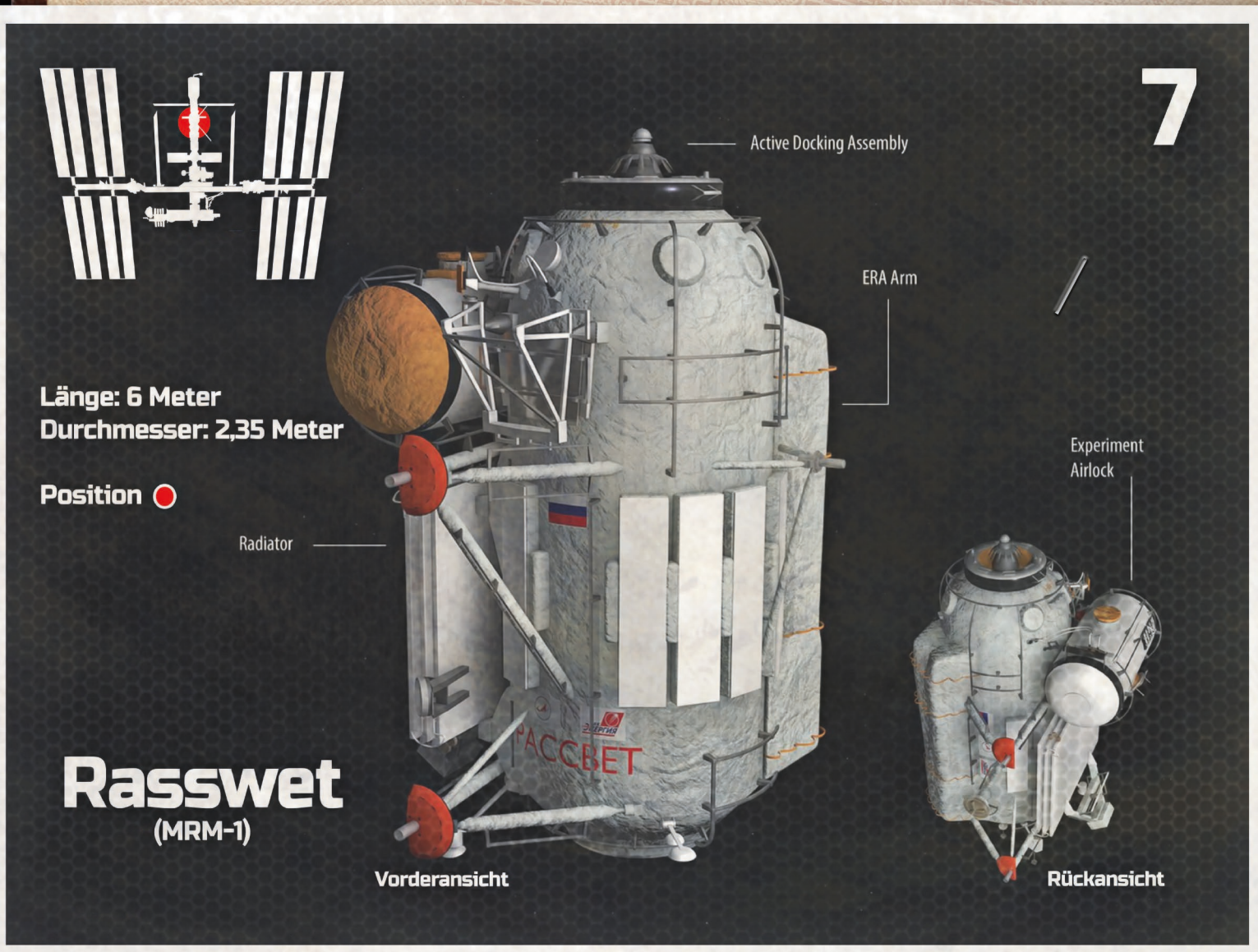
Handout 11

Handout 12



Modul Sarja (FGB) – Functional Cargo Block

Handout 13

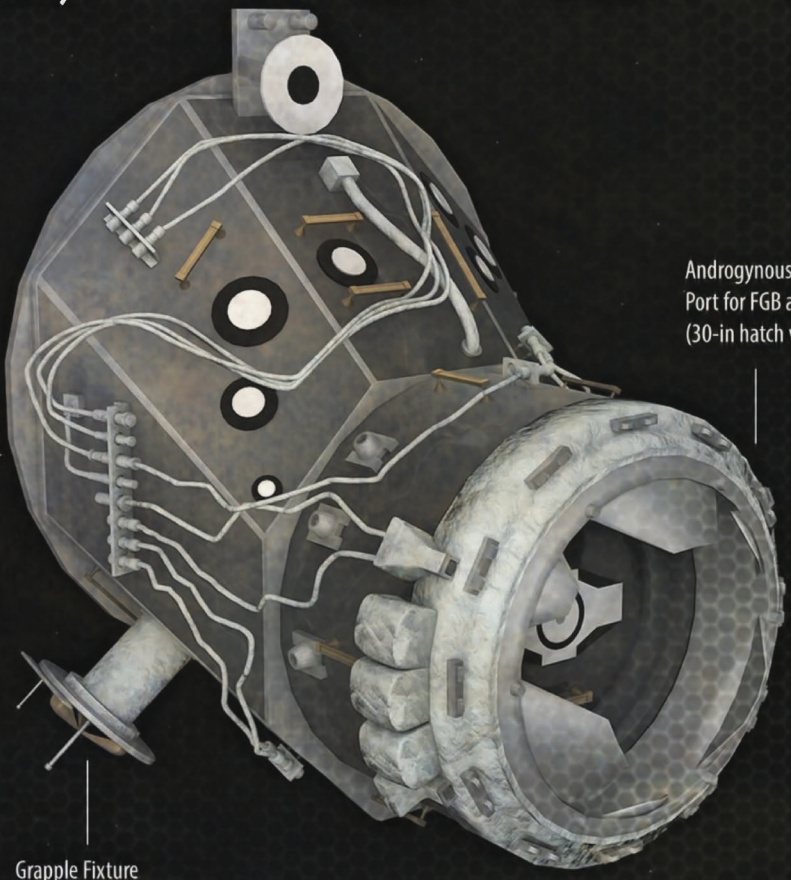


Modul Rasswet (MRM-1) – Mini-Research Module 1

Modul Kopplungsadapter (PMA) – Pressurized Mating Adapter 1, 2 und 3

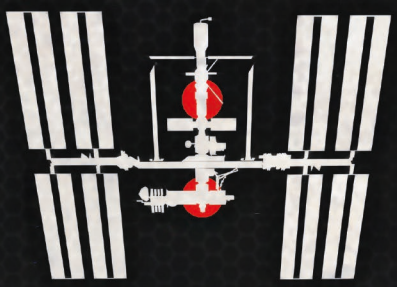
Kopplungsadapter 8/40/45

(PMA-1, PMA-2 und PMA-3)



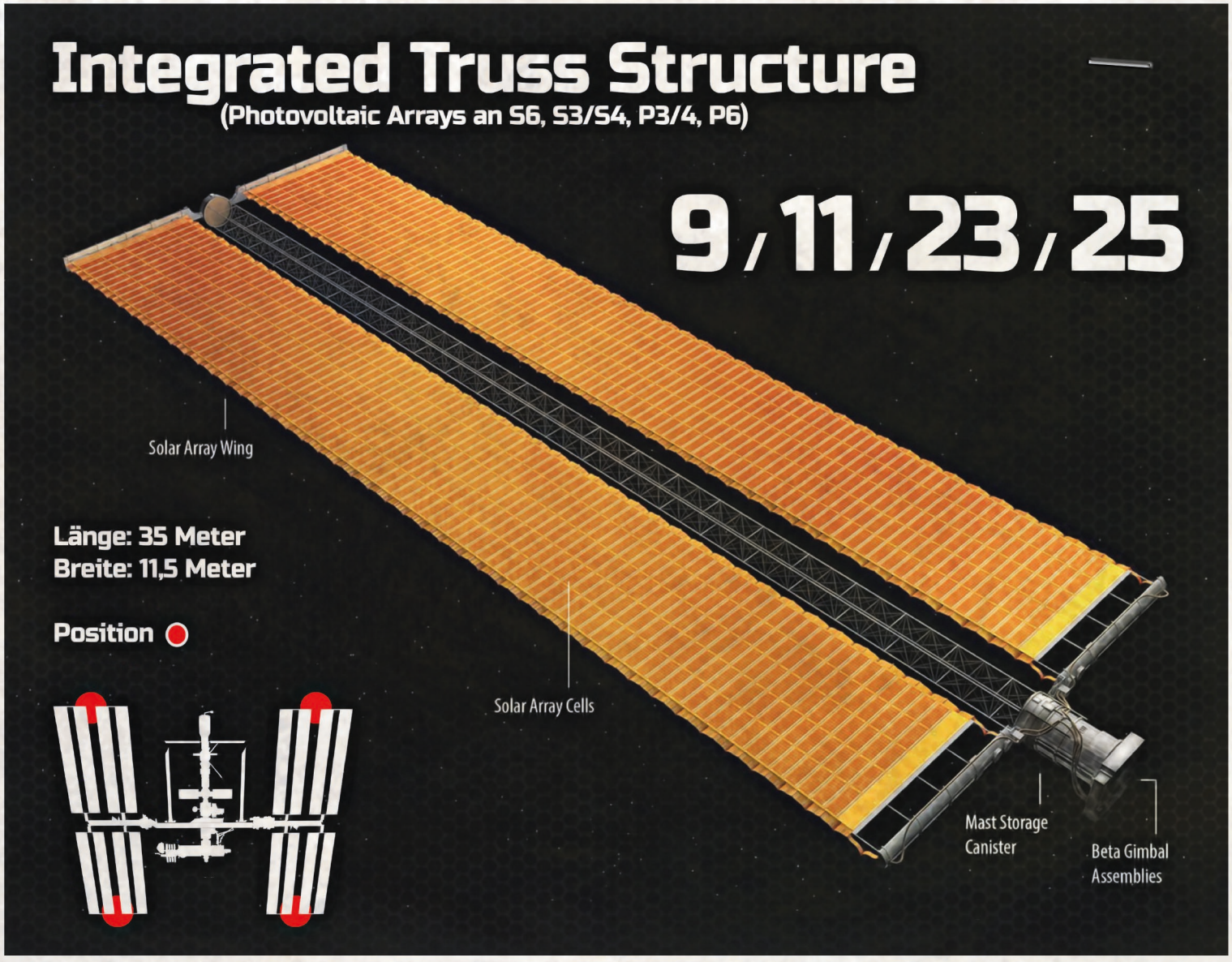
Länge: 1,86 Meter
Durchmesser:
1,9 Meter bis 1,37 Meter

Position



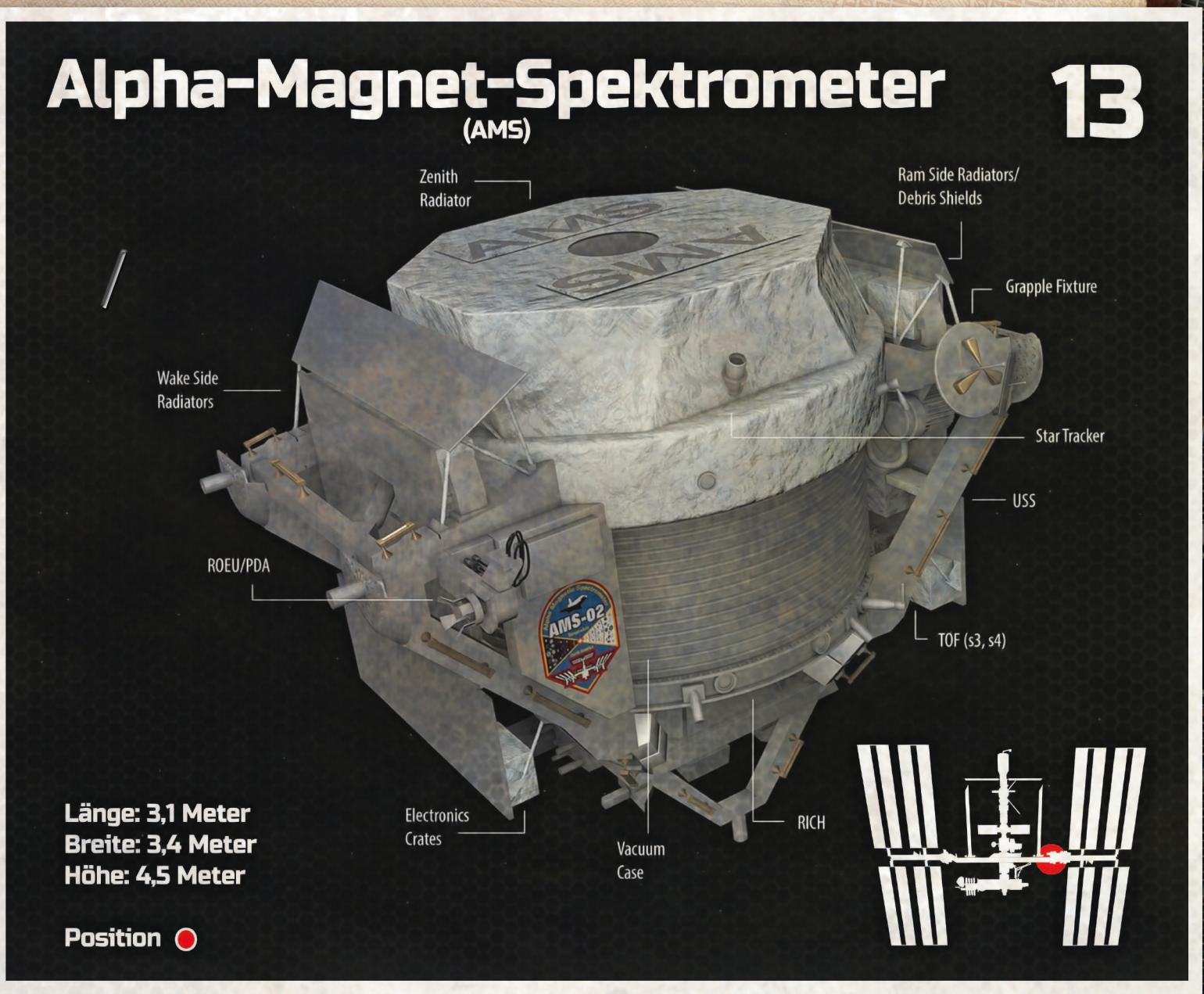
Handout 14

Module ITS – Starboard 6, Starboard4/Starboard3, Port3/Port4, Port6



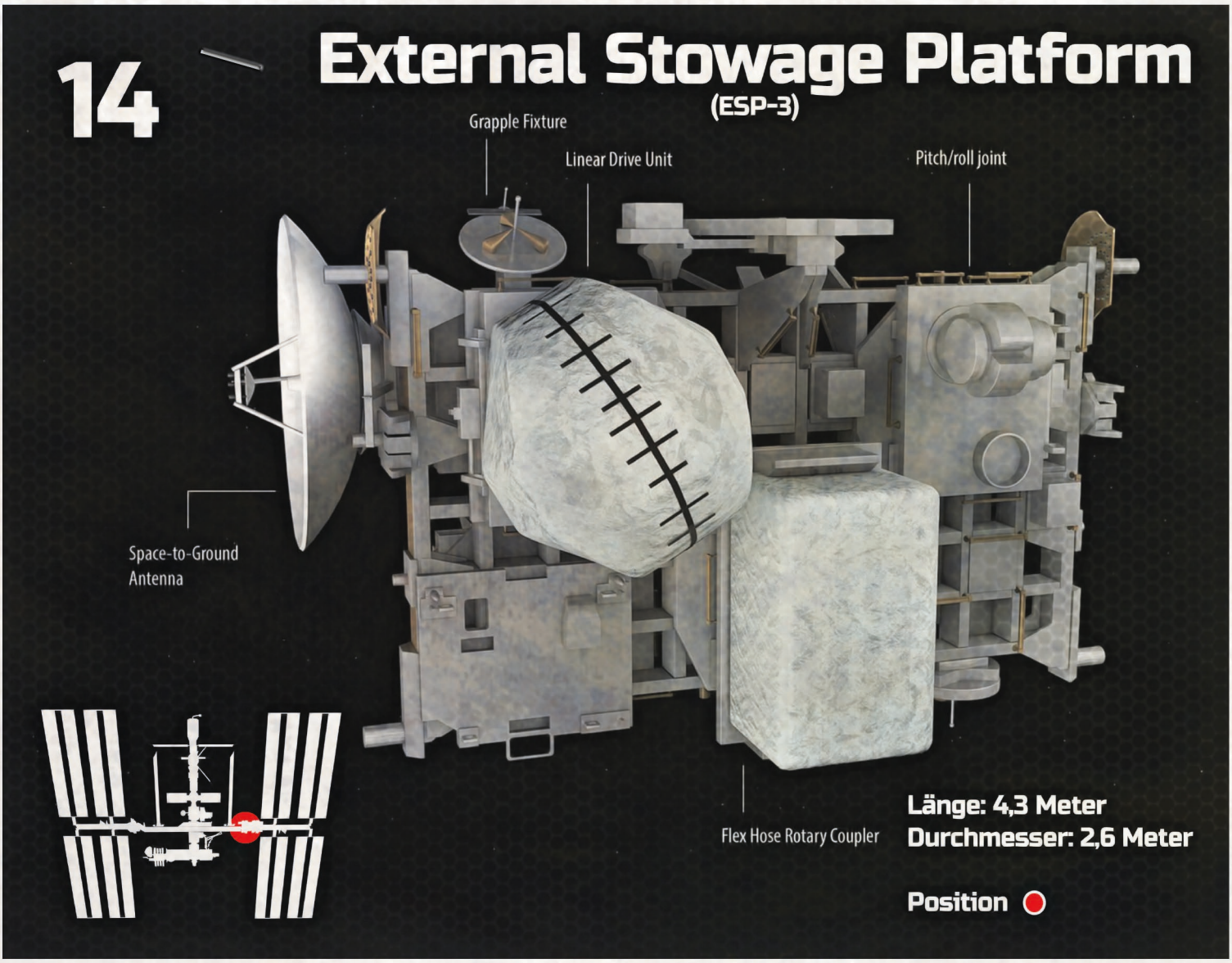
Handout 15

Handout 16



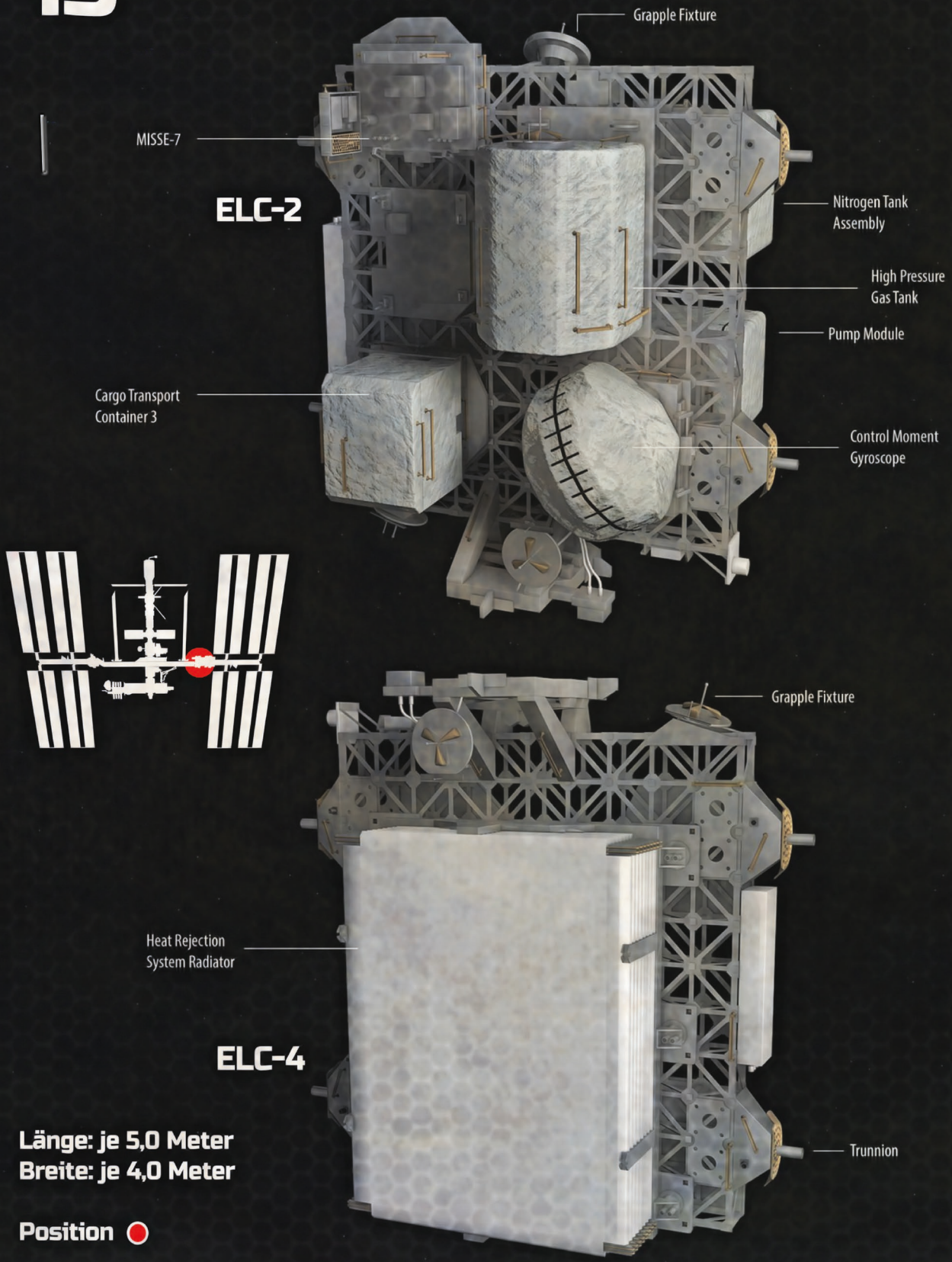
Modul Alpha-Magnet-Spektrometer – Teilchendetektor zur Untersuchung der kosmischen Höhenstrahlung

Handout 17



Modul ESP-3 – External Stowage Platform 3

15 Express Logistics Carrier



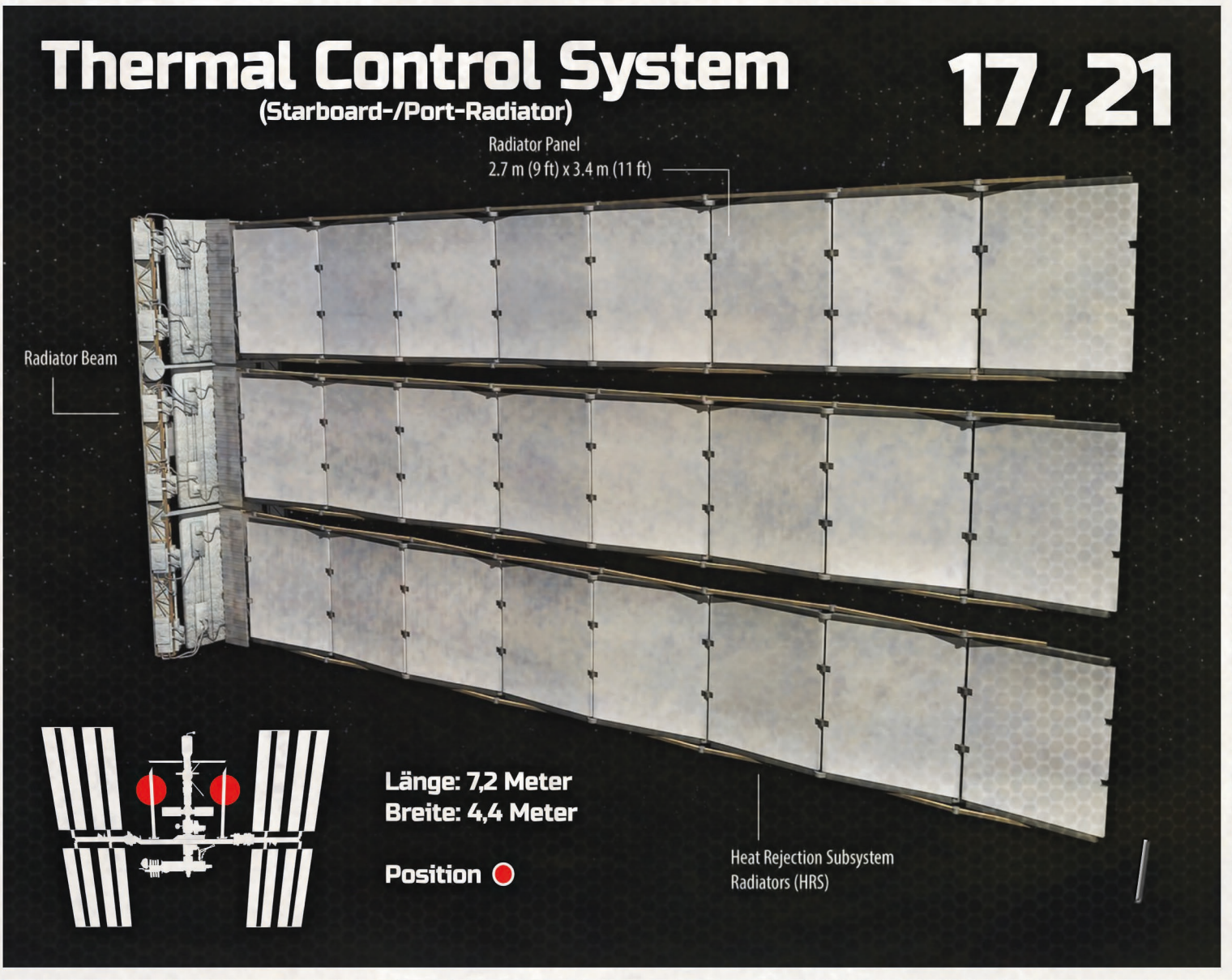
Länge: je 5,0 Meter
Breite: je 4,0 Meter

Position

Modul ELC2/ELC4 – Express Logistics Carrier 2 und 4

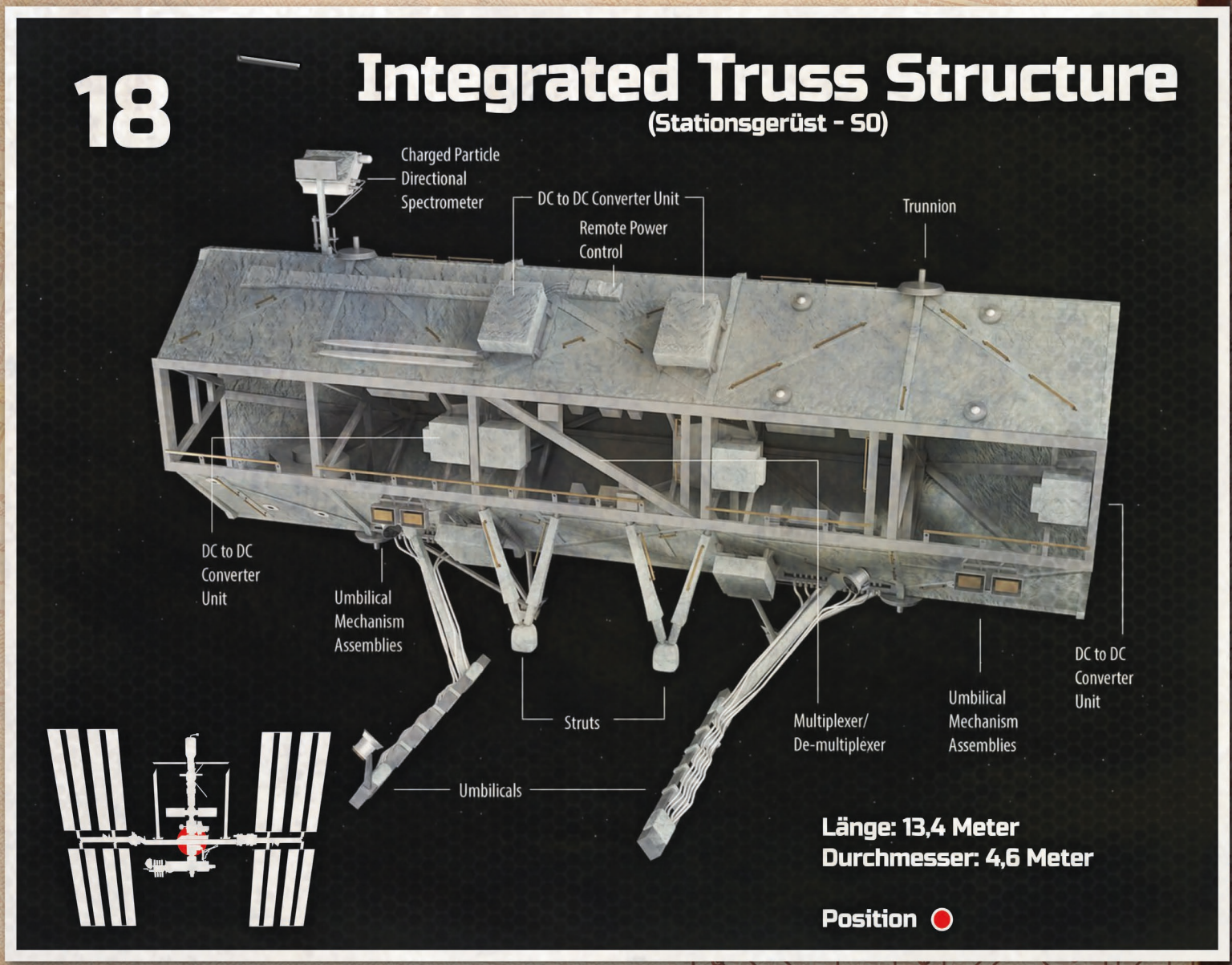
Handout 18

Modul Heat Rejection System (HRS) und Photovoltaic Radiator (PVR)



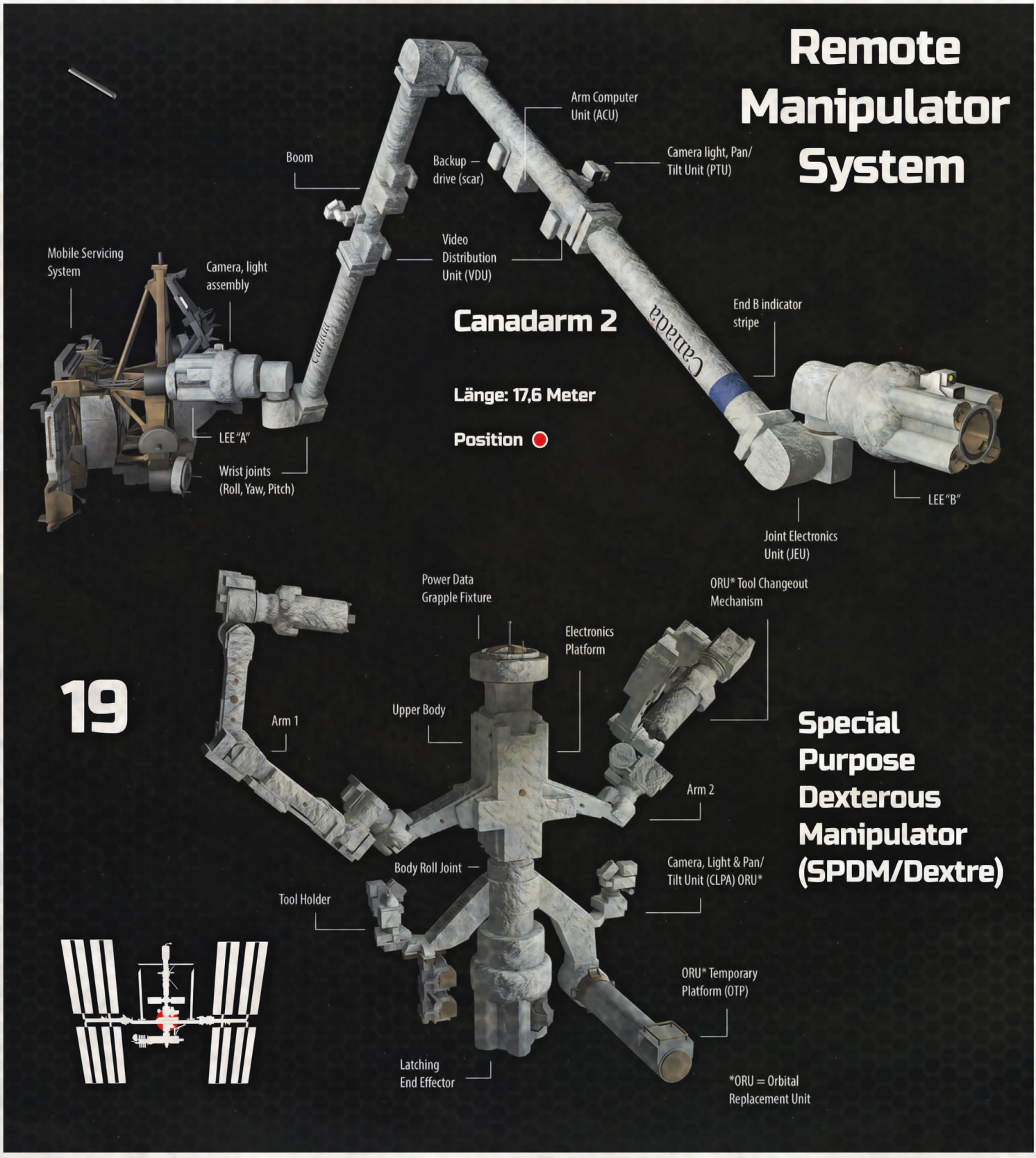
Handout 19

Handout 20



Modul ITS – Zentrales Bauteil des Stationsgerüstes (Starboard Zero)

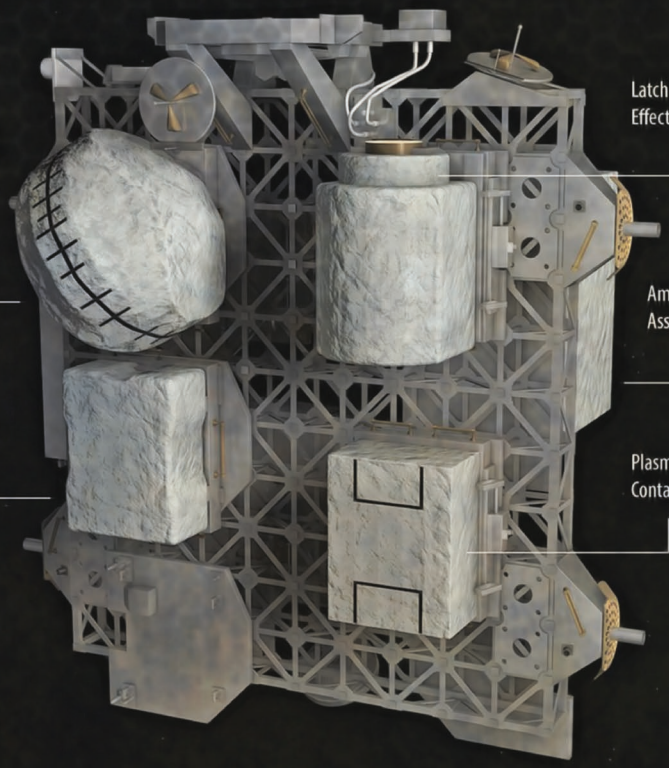
Handout 21

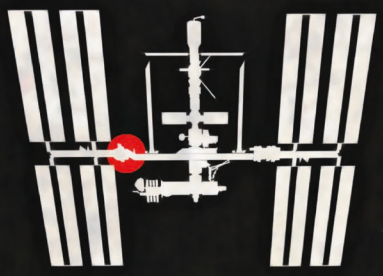


Modul Mobile Servicing System (MSS) – Canadarm 2 mit Manipulatorkopferweiterung

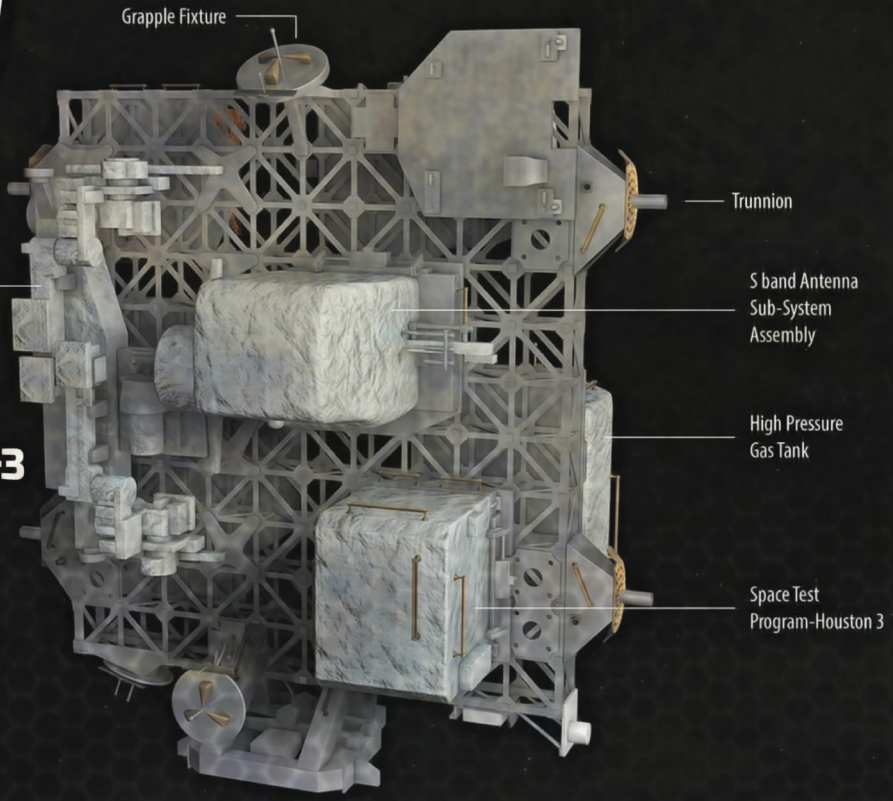
22 Express Logistics Carrier

ELC-1





ELC-3



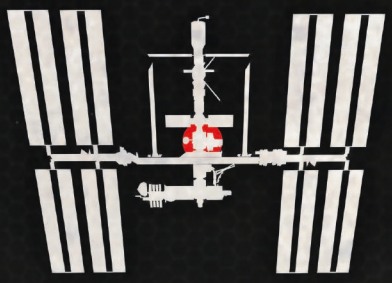
Länge: je 5,0 Meter
Breite: je 4,0 Meter

Position

Handout 22

Modul Unity – Node 1, Verbindungsknoten

26 Unity
(Node 1 mit PMA-1)

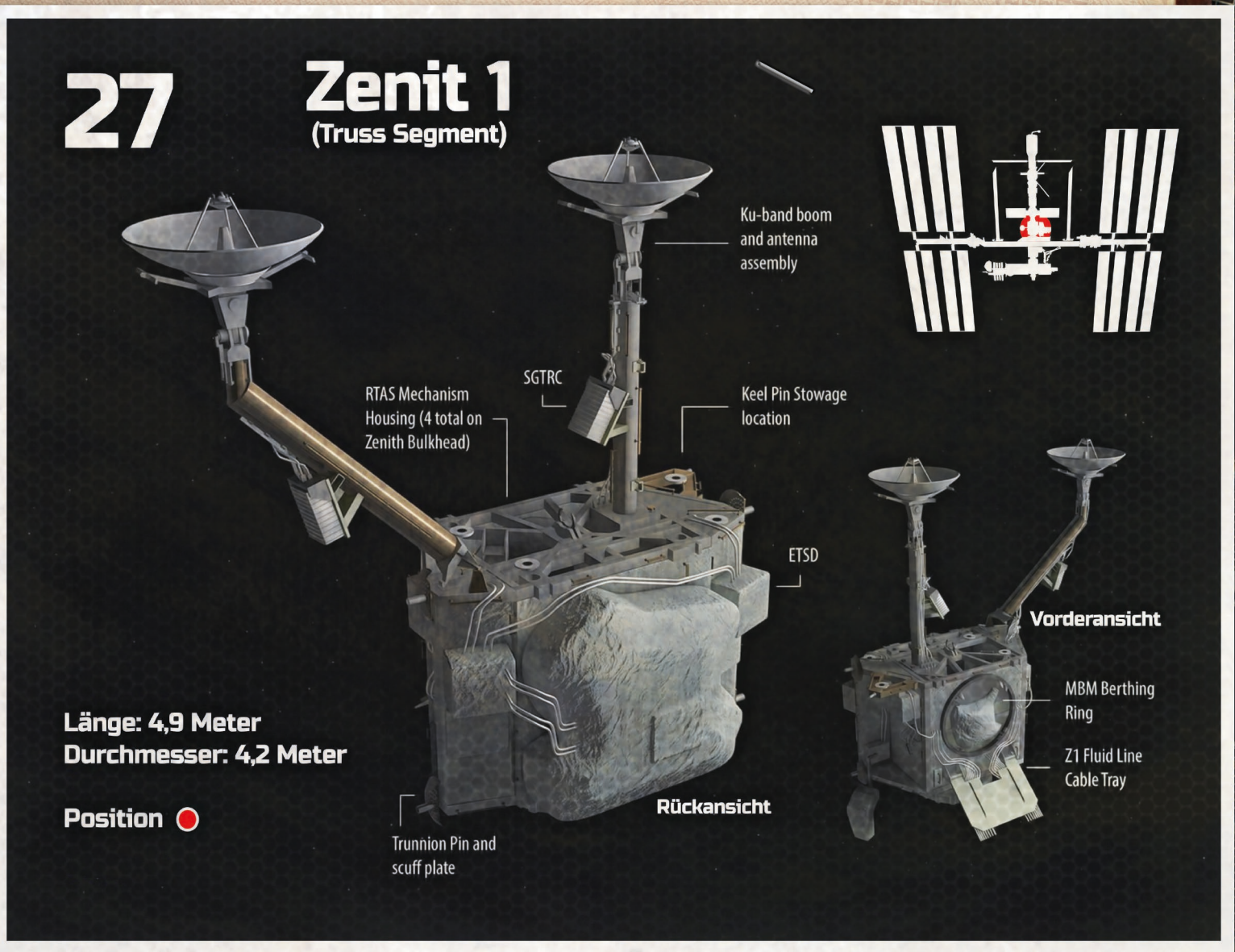


Länge: 5,47 Meter
Durchmesser: 4,57 Meter

Position

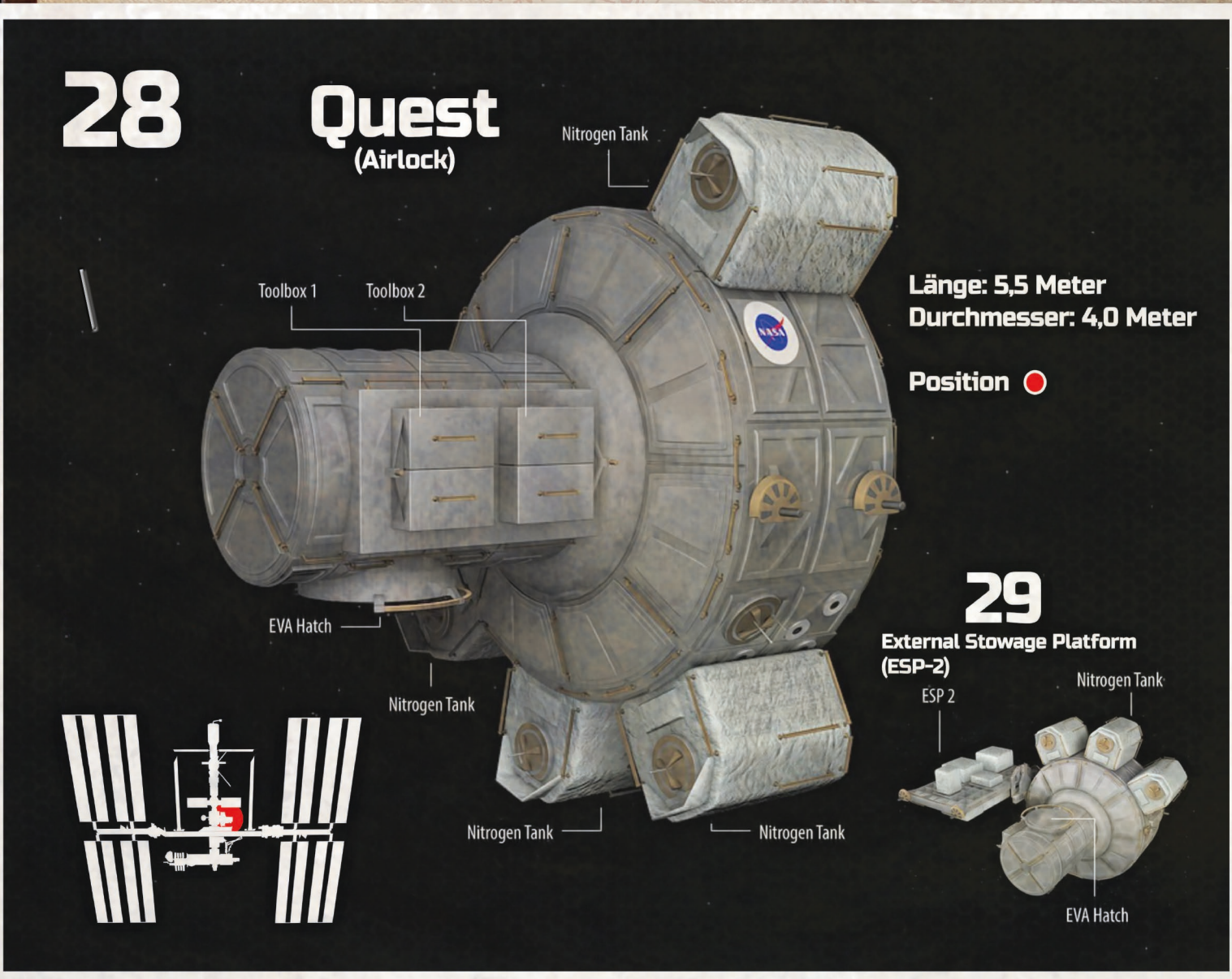
Handout 23

Handout 24

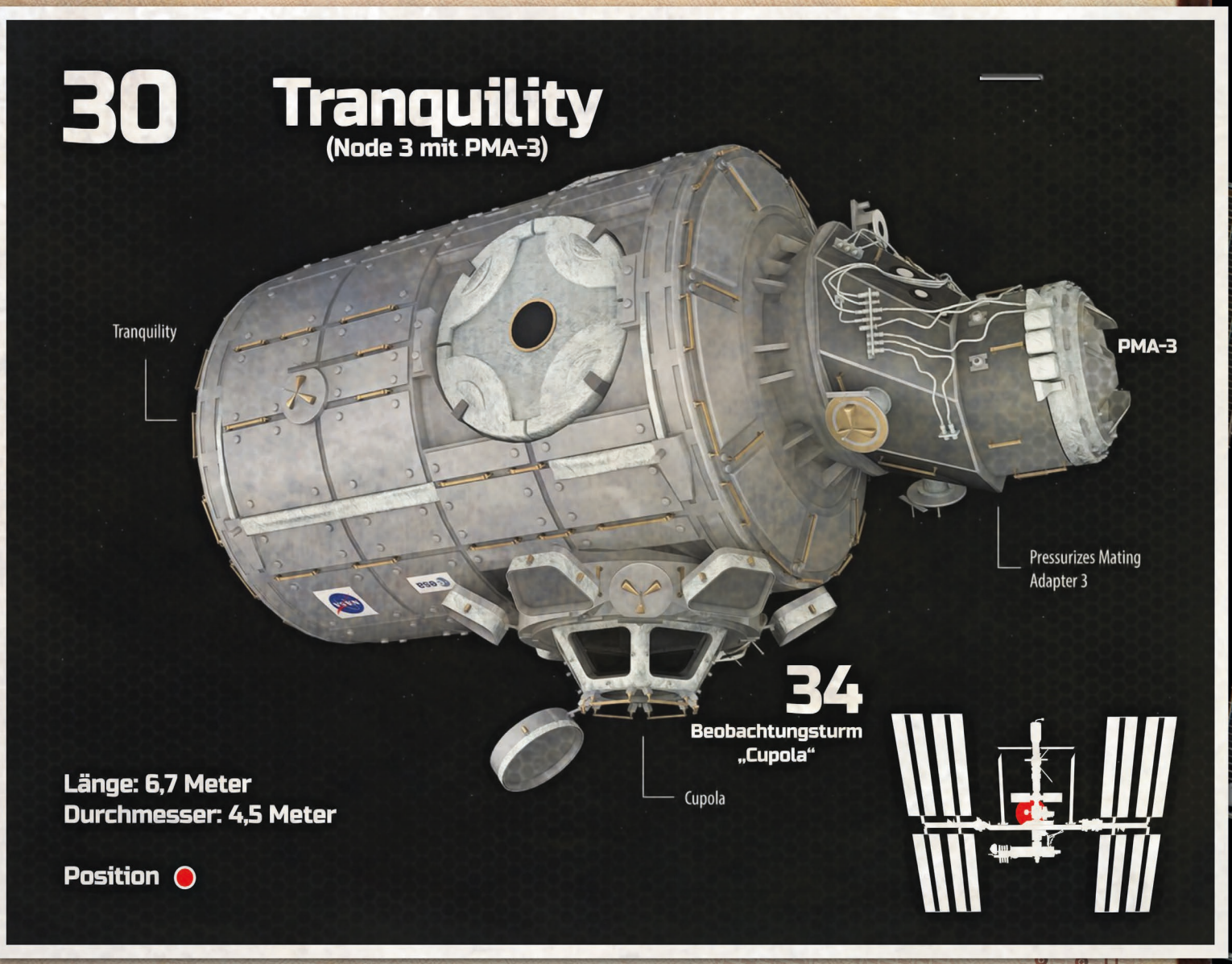


Modul Zenit 1 – Gitterlelement

Handout 25



Modul Quest – Luftschleuse


30
Tranquility
(Node 3 mit PMA-3)
Tranquility
PMA-3
Pressurizes Mating Adapter 3
34
Beobachtungsturm „Cupola“
Cupola
Länge: 6,7 Meter
Durchmesser: 4,5 Meter
Position

Handout 26

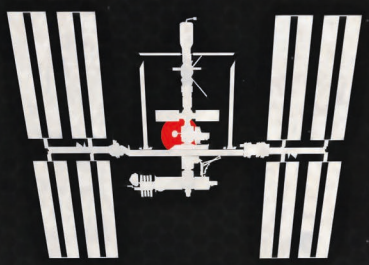
Modul Bigelow Expandable Activity Module – BEAM

Bigelow Expandable Activity Module
(BEAM)

31

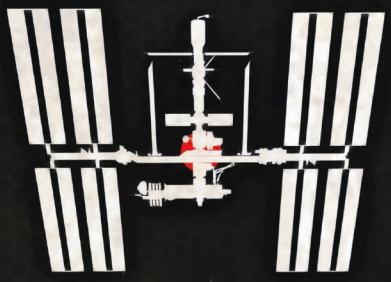
Länge: 4,01 Meter
Durchmesser: 3,23 Meter

Position



Handout 27

Handout 28

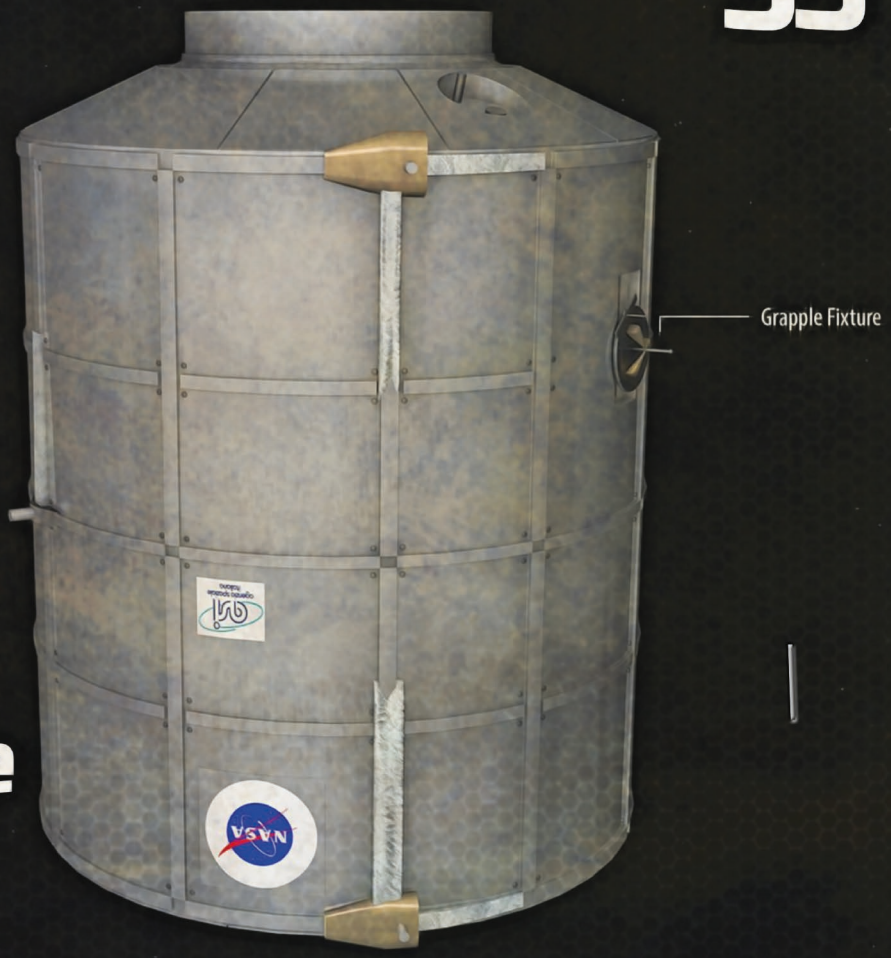


33

Länge: 6,6 Meter
Durchmesser: 4,57 Meter

Position

Leonardo Permanent Multipurpose Module
(PMM)



Modul Leonardo (PMM) – Permanent Multipurpose Module

Handout 29

Modul Destiny – Labormodul

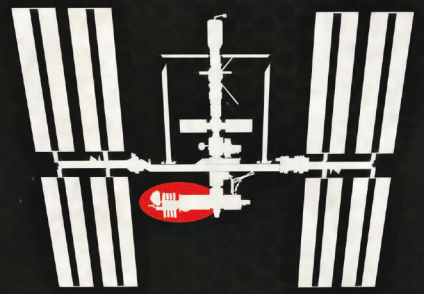
Modul Harmony – Node 2, Verbindungsknoten

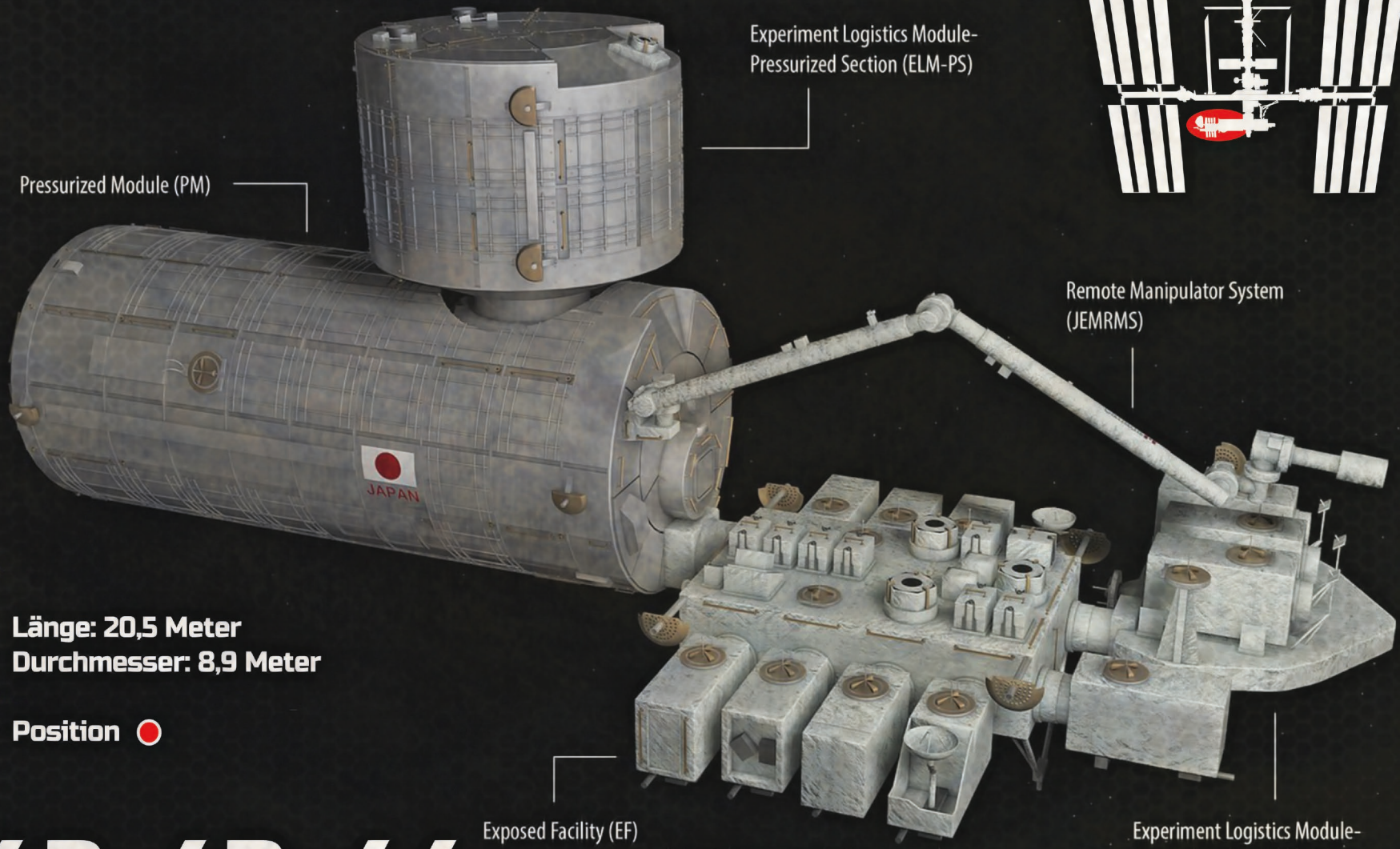
Handout 30

Modul Columbus – Raumlabor

Handout 31

Japanese Experiment Module
(JEM - Kibo)





Länge: 20,5 Meter
Durchmesser: 8,9 Meter

Position ●

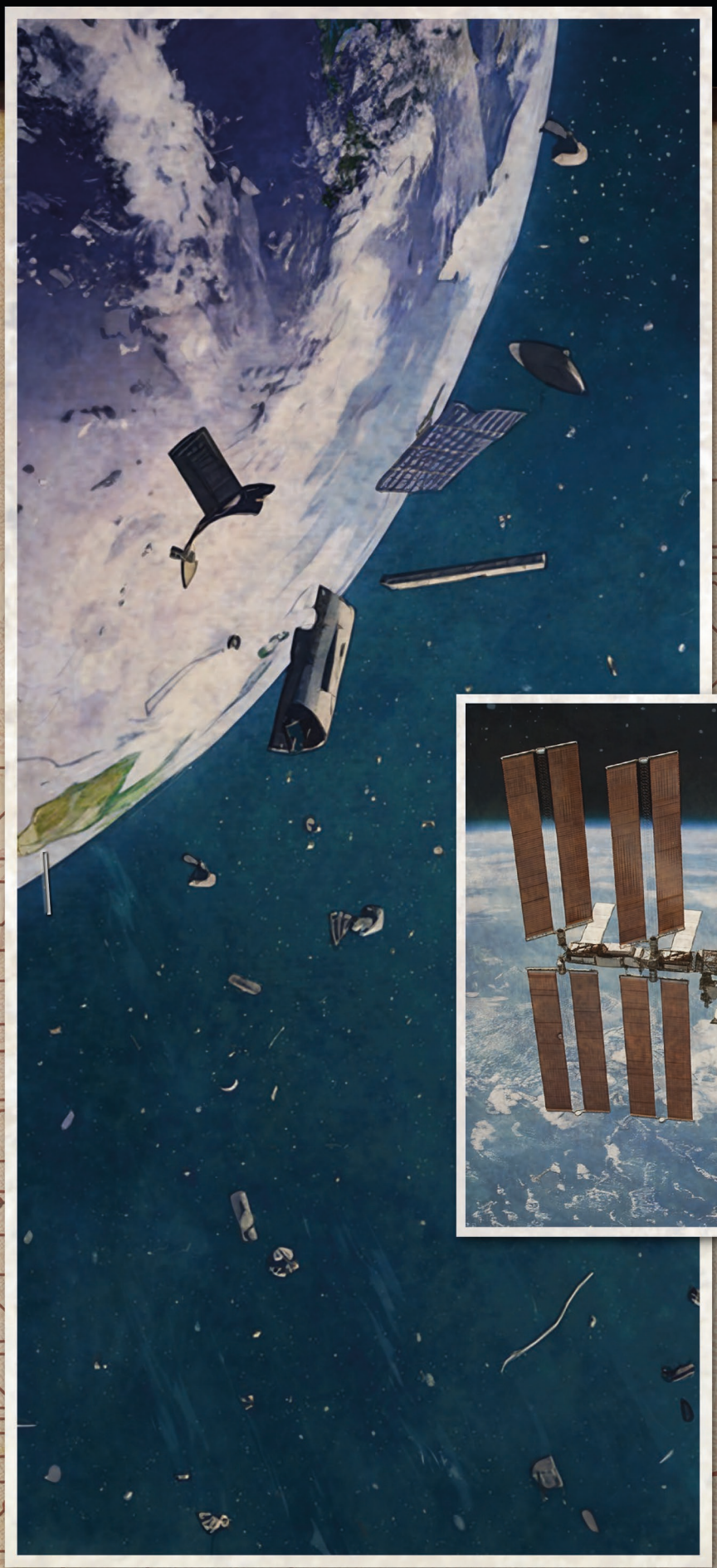
42 / 43 / 44

Handout 33

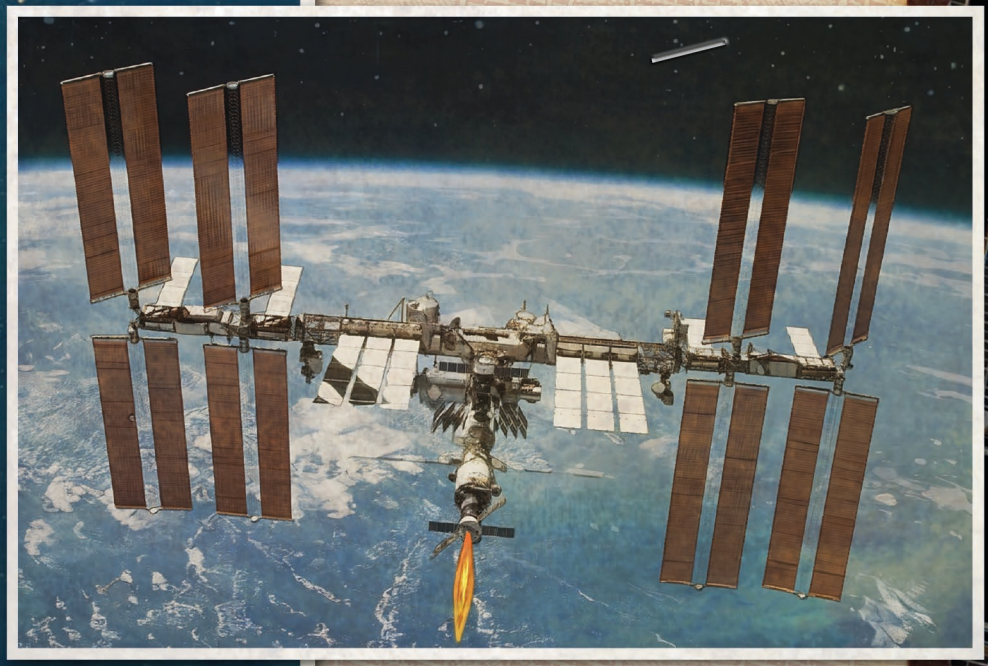
Die sozialen Medien füllen sich von allen Punkten der Erde rasend schnell mit abstrusen Berichten und Videodokumenten zu erwachenden Toten und deren unstillbarem Hunger nach lebendigem Fleisch

Handout 34

Rauchmelder auf der ISS



Annäherung von Weltraumschrott



Reboost-Manöver

Handout 35

Handout 36

Asteroid 38212 Rubiloop (Marsbahnkreuzer) im Vorbeiflug

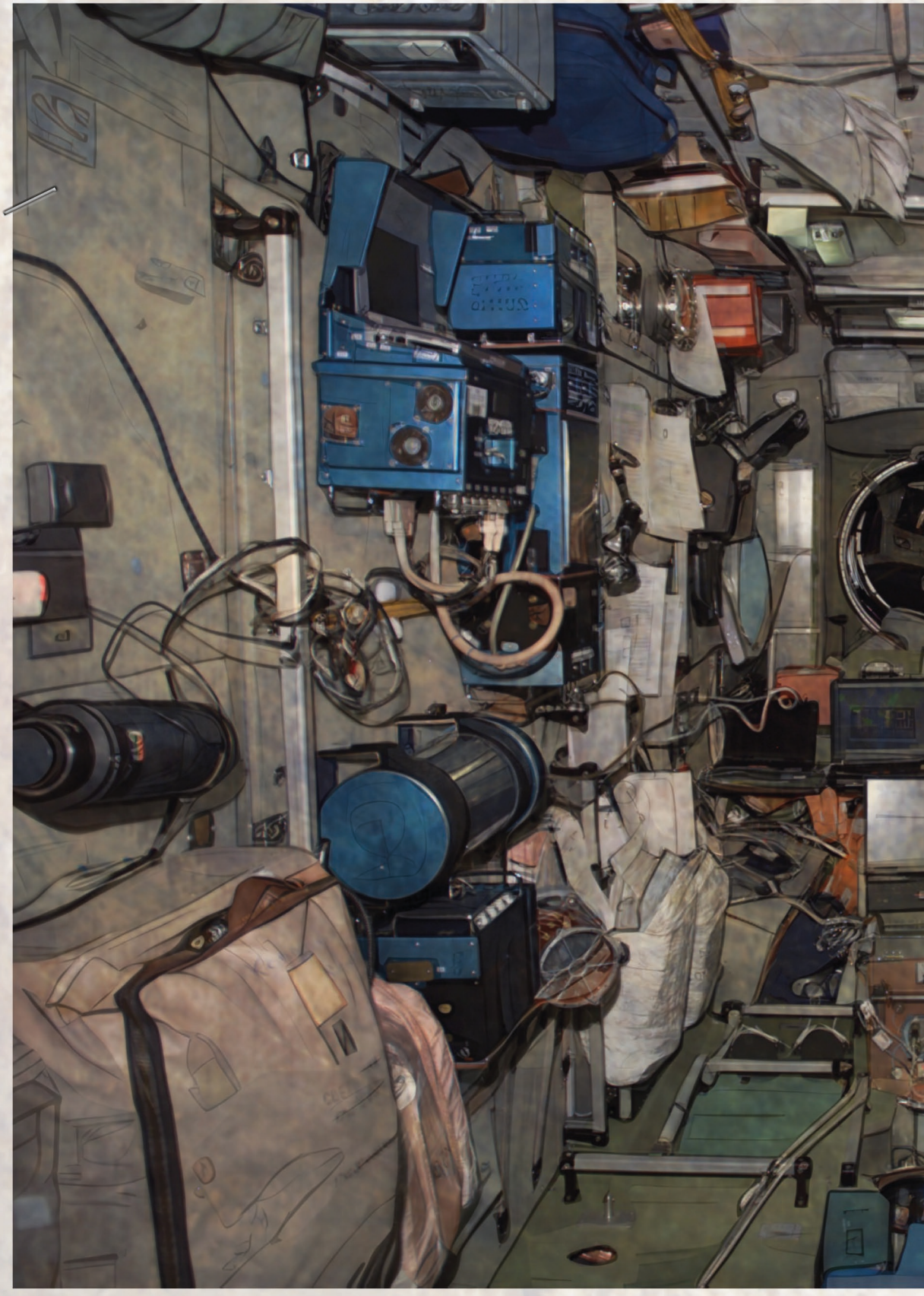
Handout 37

Eines der Besatzungsmitglieder wird krank und verstirbt. Nach einer kurzen Zeit der Stase reanimiert der Körper und hat sich in einen fleischhungrigen Untoten verwandelt. Die Schwerelosigkeit sorgt für große Probleme bei der koordinierten Fortbewegung

NASA

Handout 38

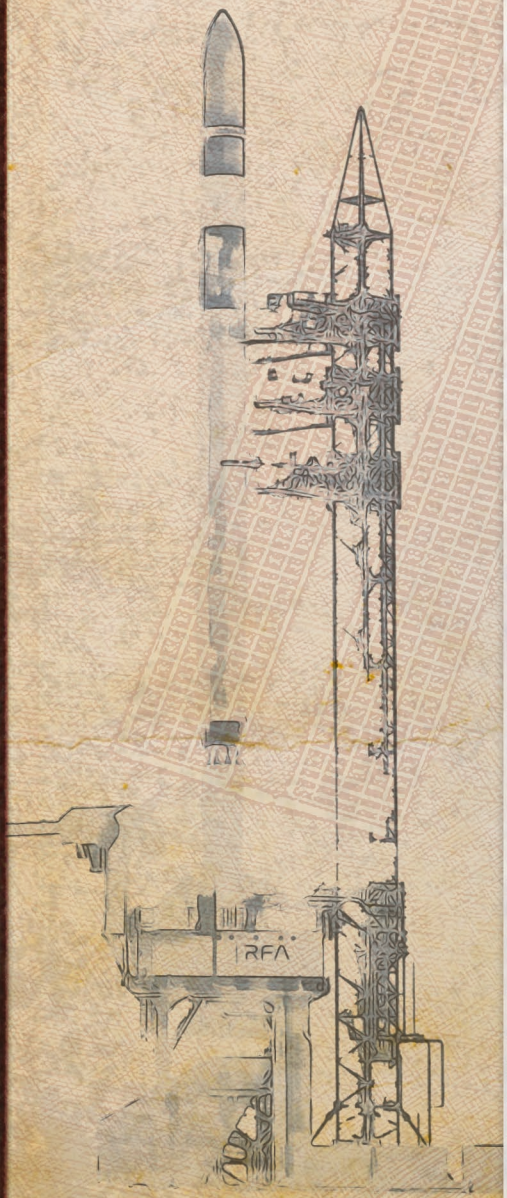
Swesda – Innenraum



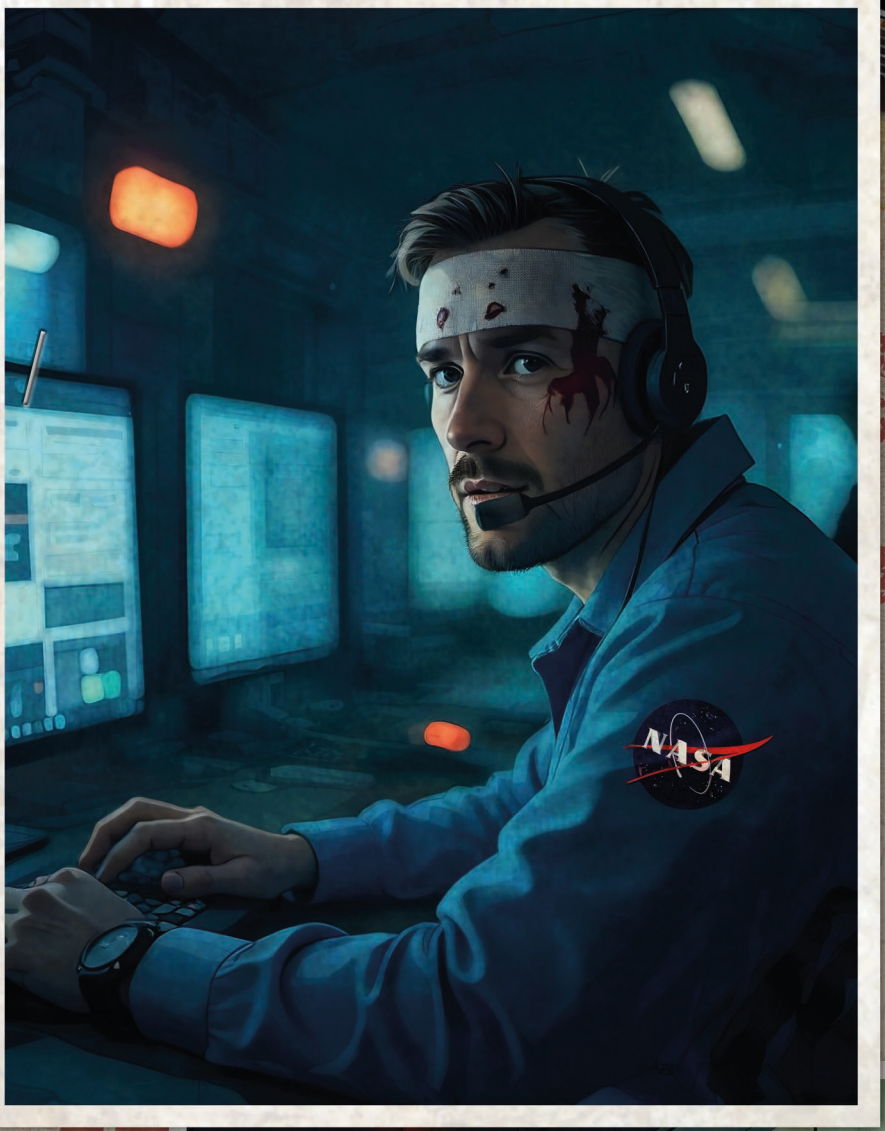
Im russischen Teil der Internationalen Raumstation (ISS) gibt es wegen eines Lecks Probleme bei der Luftversorgung. Die Raumfahrer müssen die undichte Stelle finden, weil die Sauerstoffreserven immer kleiner würden, meldet die Staatsagentur Tass nach einer Schalte zwischen der ISS und der Leitzentrale in Moskau. Es sei nicht klar, wo genau sich die undichte Stelle in einem Übergang zum Modul Swesda („Stern“) befindet. Diskutiert wird, das Modul hermetisch abzuriegeln, um die Luftversorgung nicht zu gefährden.
Ein erster Riss ist bereits gefunden worden. Die Raumfahrer hatten dafür einen Teebeutel eingesetzt, der sich in der Schwerelosigkeit auf die undichte Stelle zubewegt hat. Die etwa 4,5 Zentimeter lange Öffnung konnte gestopft werden. Die Ursache für die Undichtigkeit ist unklar. Später hat sich herausgestellt, dass weiter Luft austritt. Auch ein Außeneinsatz im Weltall brachte bisher keine Klarheit. Mittlerweile verliert das Leck mehr als 0,9 Kilogramm Sauerstoff pro Tag. Russlands Raumfahrtbehörde Roskosmos betont in einer Stellungnahme: „Es gibt keine Bedrohung für die Crew oder die Station selbst. Spezialisten beobachten das Leck und die Crew führt regelmäßig Arbeiten durch, um mögliche Leckstellen zu lokalisieren und zu beheben.“

Handout 39

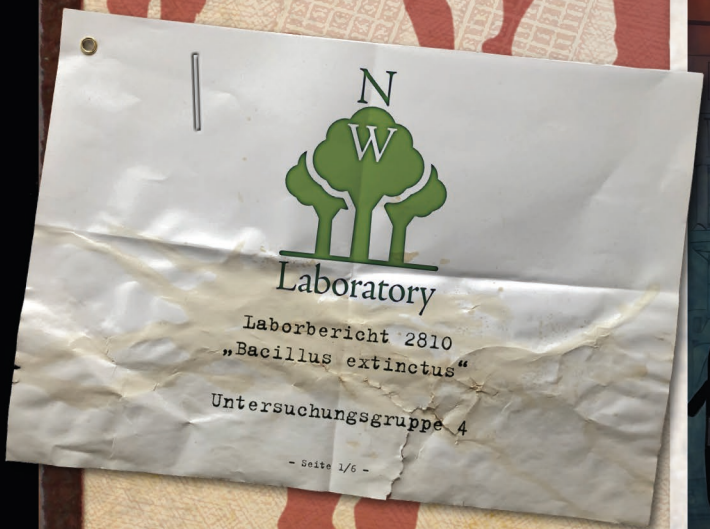
Der Pilot ist zwar reanimiert, aber in seinem Fluganzug mit fest geschlossenem Helm eingesperrt. Er sollte keine direkte Bedrohung darstellen



Nachdem der Versorgungsflug angelegt und der Druckausgleich vorgenommen worden ist, kann die Ladung umgestaut werden



Die Bodenstationen verstummen alle nacheinander und lassen die Raumfahrer alleine im All zurück

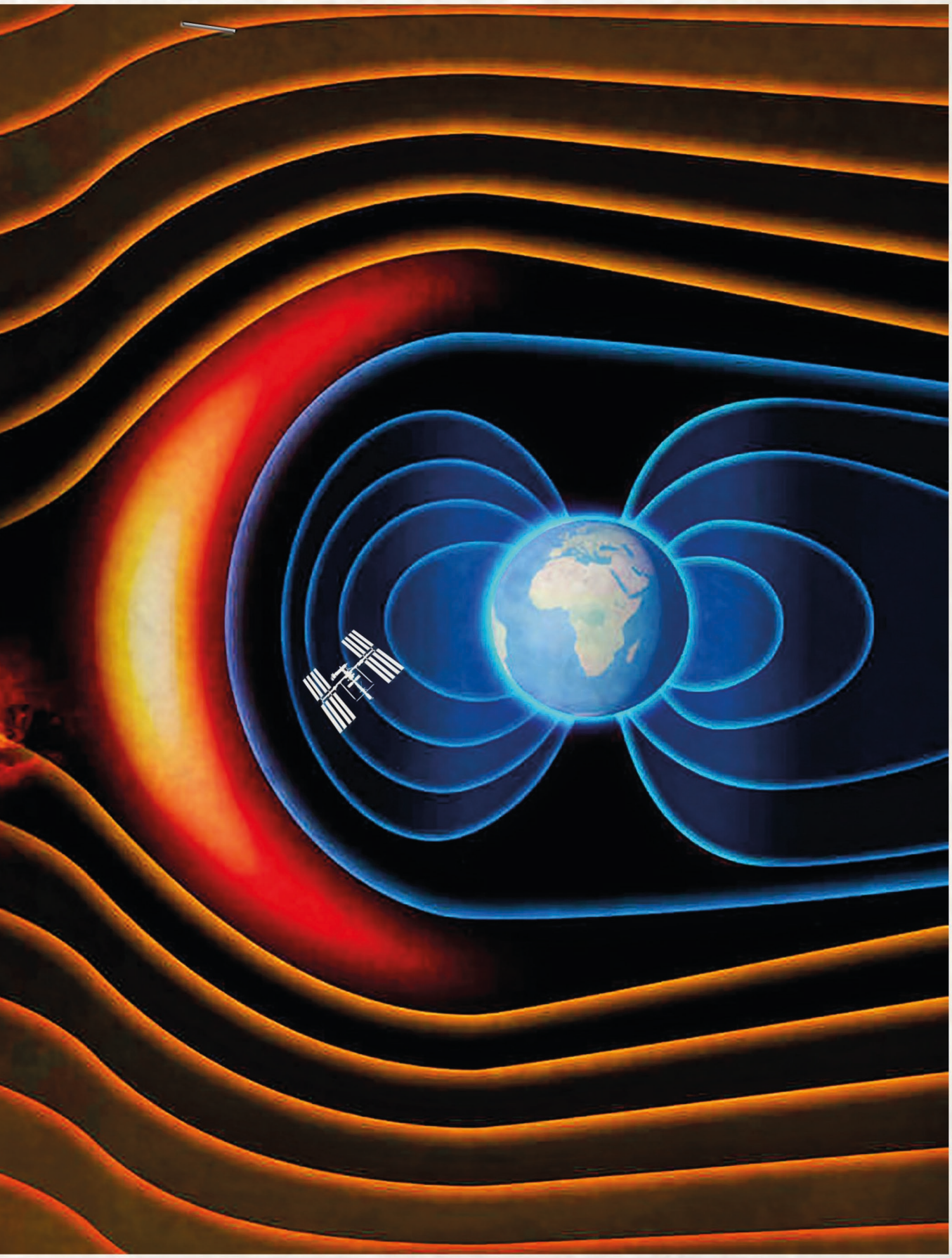


Die Labordaten zu dem tödlichen Keim könnten für die Spielergruppe noch wertvoll sein

Handout 40

Handout 41

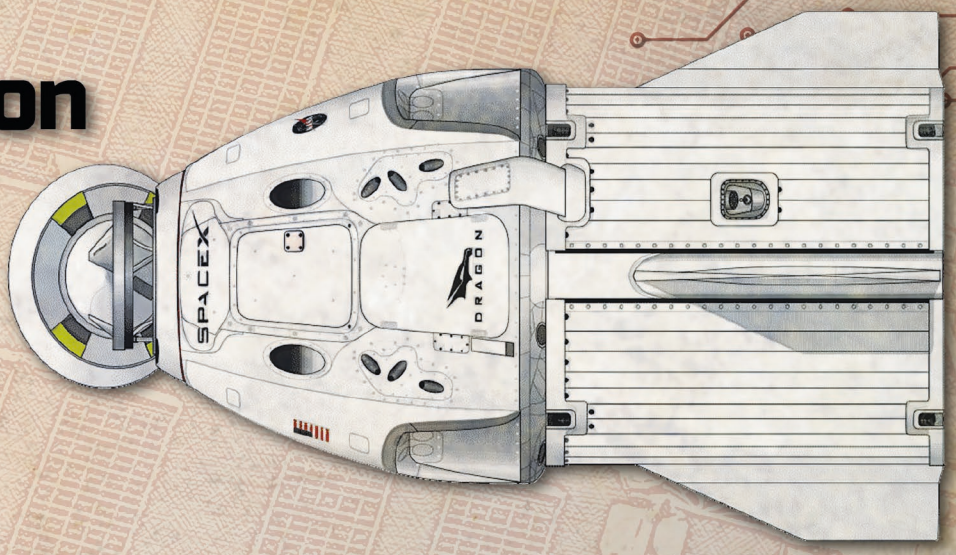
Ein geomagnetischer Sturm wird durch Sonnenaktivität ausgelöst und kann durch seine Schockwellenfront für Beeinträchtigungen sorgen. Störung der Kommunikation, Schäden an Satelliten durch Strominduktion und Bahnänderung der ISS durch die Verformung der oberen Erdatmosphäre, die durch ein Reboost-Manöver ausgeglichen werden muss



Handout 42

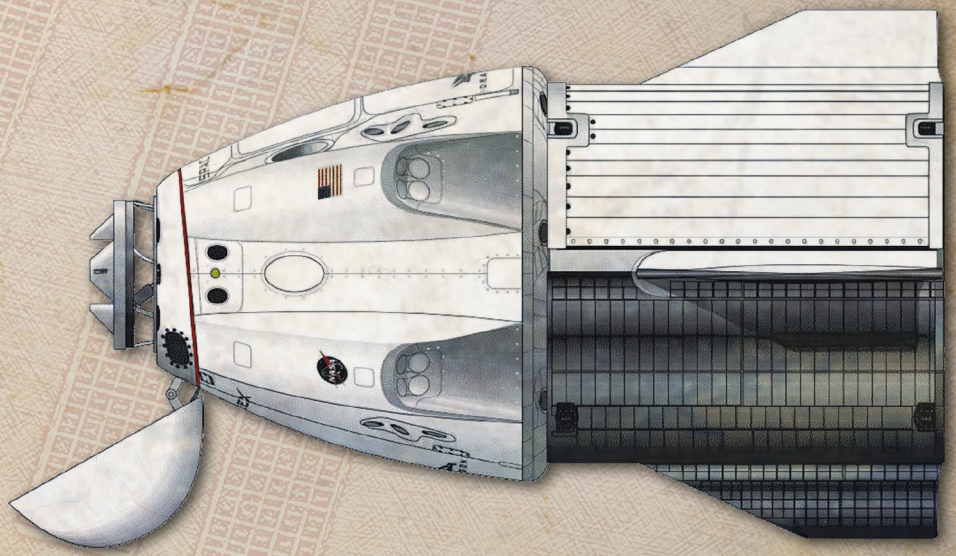
Das Ende der Welt beginnt jetzt

Crew Dragon

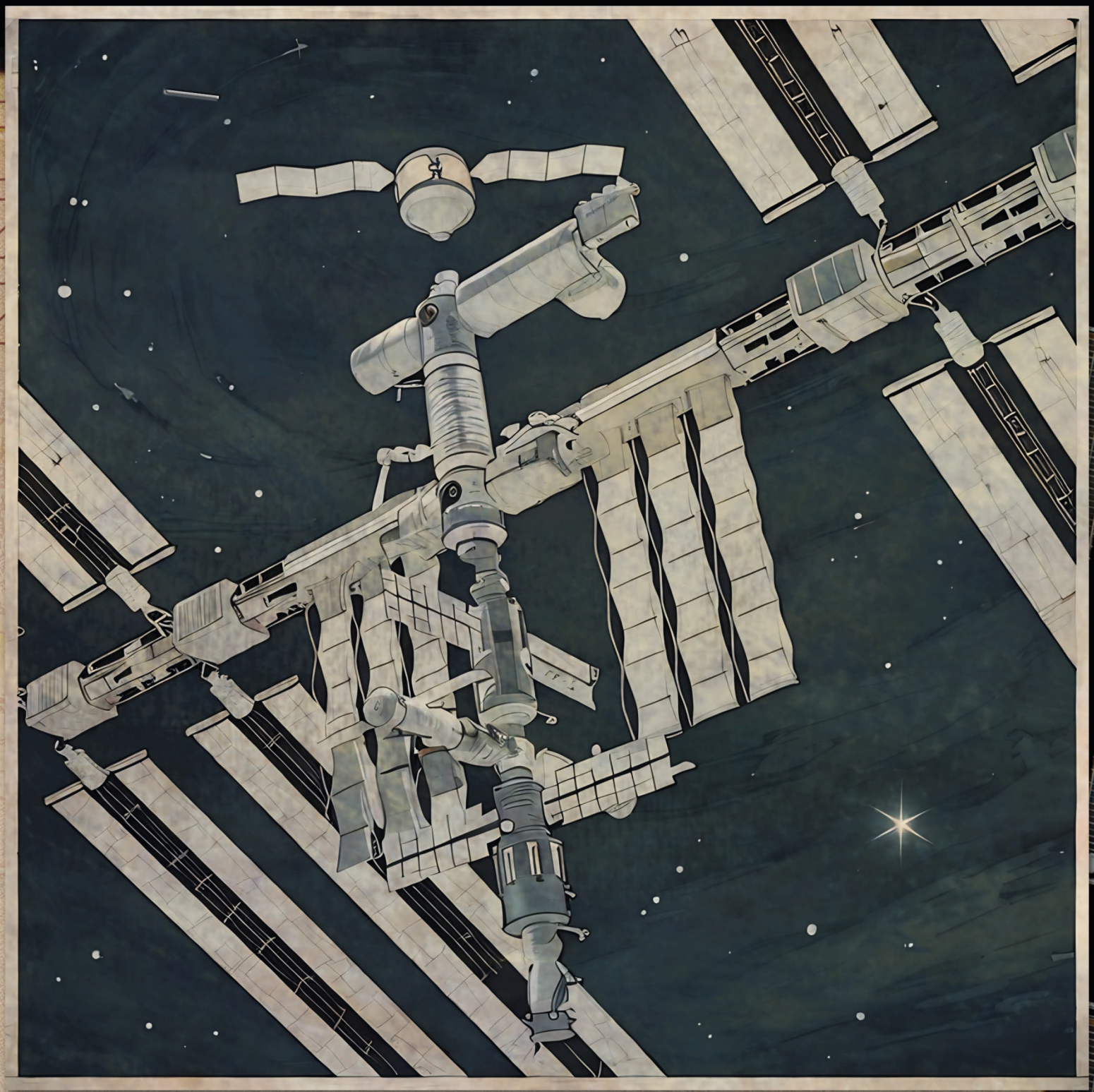


0 2,5 5

Meter



Handout 43

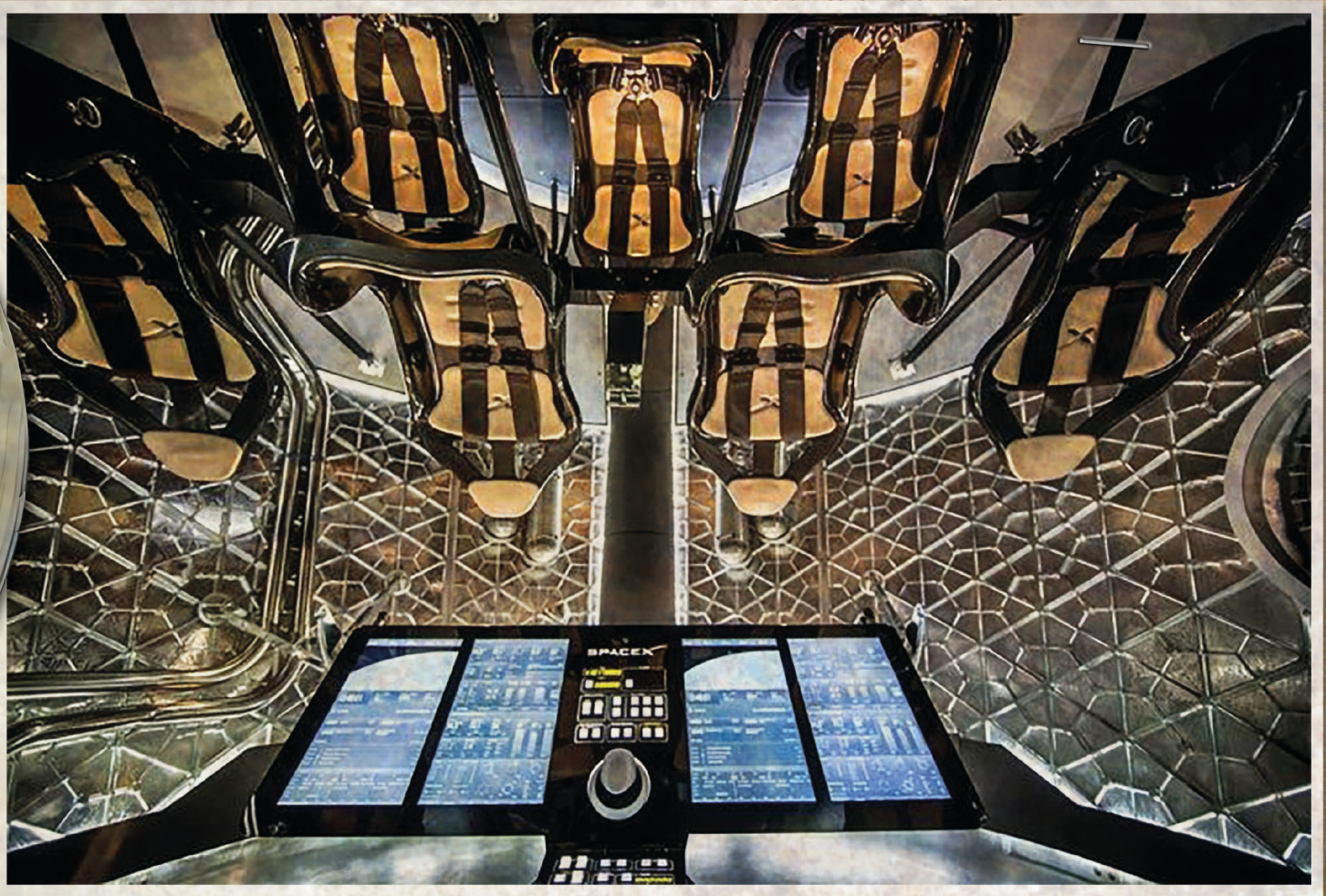


Luft, Nahrung und Wasser werden ohne regelmäßige Versorgungsflüge irgendwann ausgehen. Spätestens dann müssen die Charaktere sich für einen Rücksturz zur Erde oder den Erstickungstod im All entscheiden

Crew Dragon

Handout 44

1. *Die Dragon-Kapsel ist 7,8 Meter hoch, 3,7 Meter breit und kann für bis zu 10 Flüge verwendet werden*
2. *Seitlicher Ein-/Ausstieg für die Astronauten in einer Schwerkraftumgebung*
3. *Die Luke an der Spitze koppelt an die Raumstation an und kann im Vakuum als Ein-/Ausstieg verwendet werden*
4. *Die Kapsel verfügt über 7 Plätze, wobei der Pilot in der Mitte sitzt und die Raumfahrer auf den Außenplätzen für das Löschen von Feuer zuständig sind*
5. *In den Gepäcknischen werden persönliche Gegenstände, Ausrüstung und Material für Experimente verstaut*



Innenraum

Handout 45

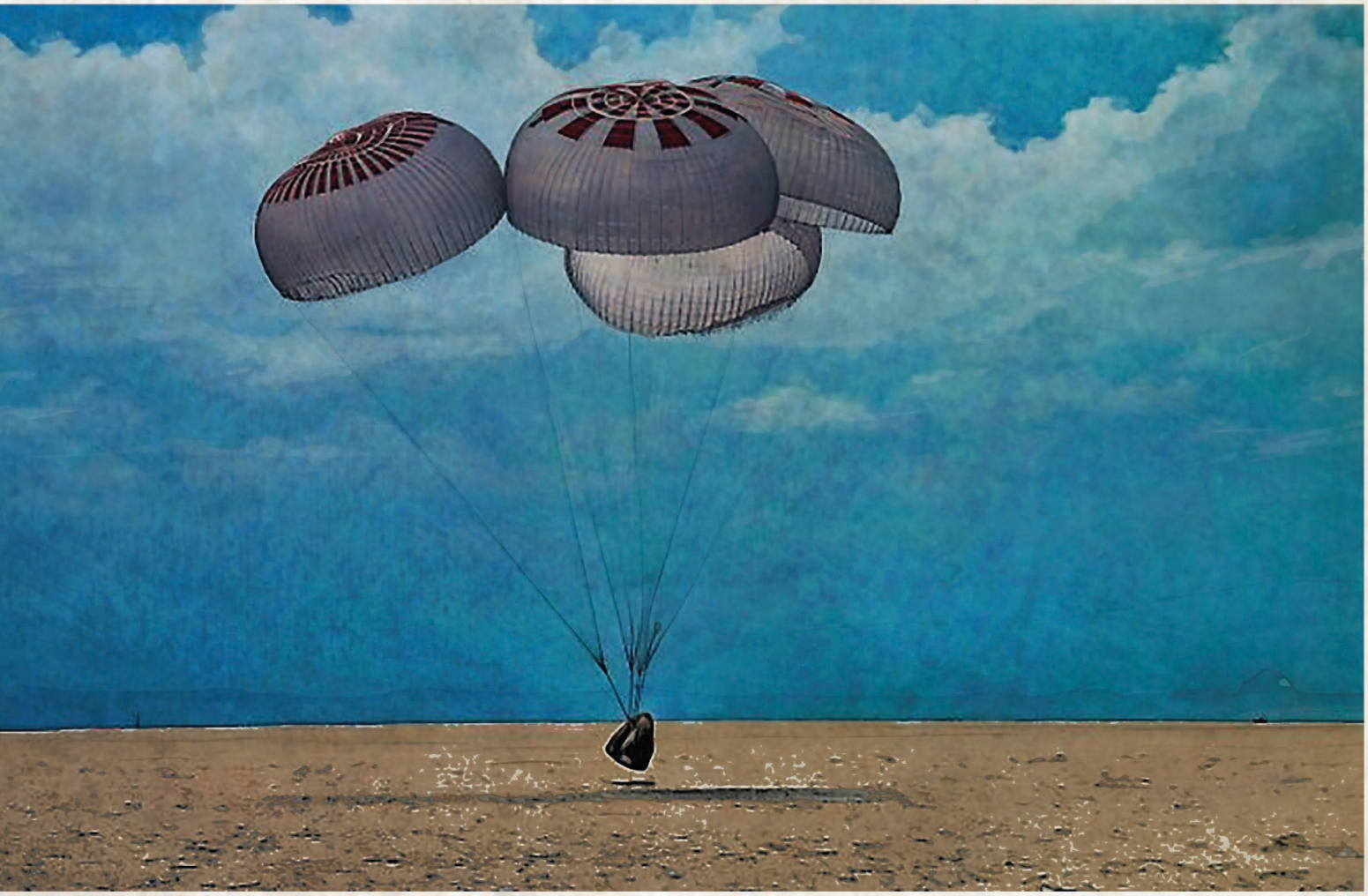
Wollen die Raumfahrer zur Erde zurückkehren, so können sie die Dragon-Kapsel des letzten Versorgungsflugs nutzen. Die Entscheidung welcher Landeplatz ausgesucht wird und die Berechnung des Kurses fordert die Astronauten heraus, da keine Bodenstation mehr antwortet.

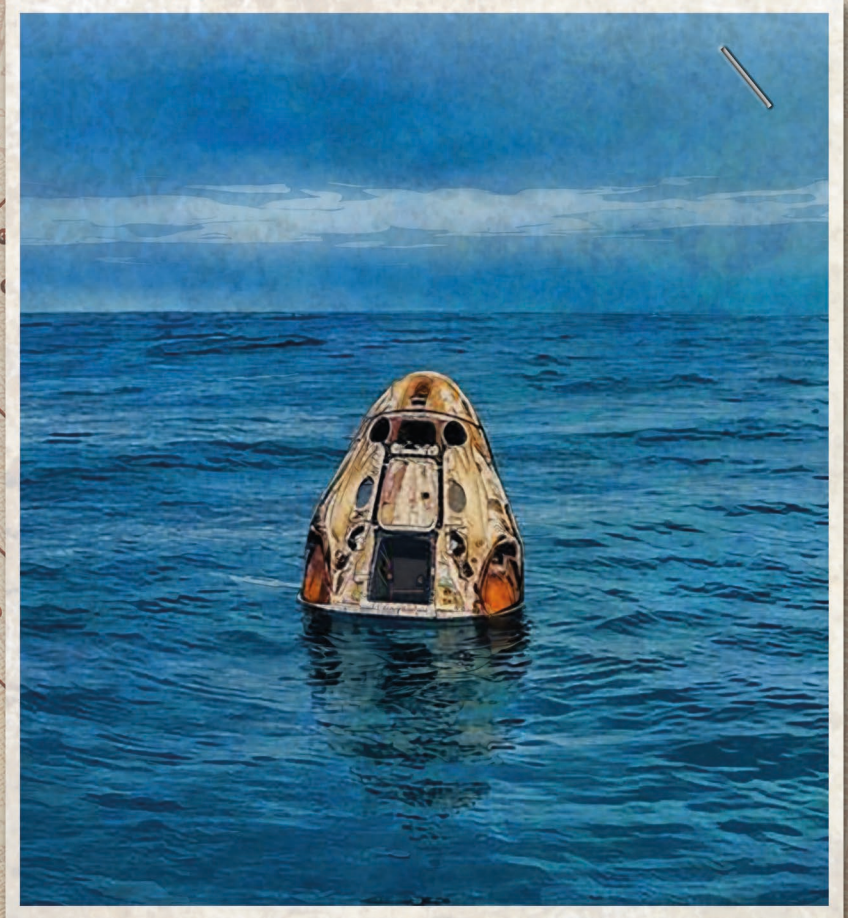
Beim Eintauchen wirken die Atmosphärenschichten bremsend und die dadurch entstehende kinetische Energie wandelt sich in Wärme um, die vom intakten Wärmeschutz abgeleitet werden kann.

Der Eintrittswinkel einer Kapsel liegt idealerweise zwischen 6° und 7°. Bei zu flachem Anflug verlässt das Raumfahrzeug die Atmosphäre wieder, bei einem zu steilen Eintritt baut sich eine sehr hohe thermische Belastung auf, die an der Außenhülle Schäden anrichten kann.

In der Raumfahrttechnik ist es sehr wichtig die Wiedereintrittsbahnen von Raumkapseln vor der Mission so genau wie möglich zu berechnen. Dazu werden verschiedene Gleichungen der Bahnbewegung angewendet. Zuerst wird die Bewegung mit Differenzialgleichungen zu Fluggeschwindigkeit, Bahnwinkel, Höhe, orbitale Länge und Eintrittsbahn festgelegt. Auf die geografische Breite und den Azimutwinkel werden geografischen Gleichungen angewendet. Die aerodynamische Verzögerung beim Wiedereintritt, der Wärmeübergang und die Schallgeschwindigkeiten zwischen zwei Stützstellen bilden den Abschluss.

Nach 15 Minuten Flugzeit befindet sich die Kapsel bereits in 7 Kilometer Höhe über der Erdoberfläche. Dort zünden die Fallschirme und der restliche Weg wird schwebend zurückgelegt. Die genauen Koordinaten des terrestrischen Landepunkts ergeben sich aus den vorab gemachten Berechnungen





Eine Landung ist zu Land oder Wasser möglich

Handout 46

Punktlandung in der ApokalypZe

ULTIMA RATIO CIVIUM

UNIVERSALREGELN FÜR ROLLENSPIELE

papergames.de

VERSION 2.2