

h_da

HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



P7R SoSe 2023 | Interactive Media Design | Forschungsarbeit

Wie müsste Interaktion gestaltet werden, um mit Stressfaktoren auf Langzeit- Raumfahrtmissionen umzugehen?

Vorgelegt von: Florian Grünewald (756064)

Fachsemester: 8. Semester

Referent:in: Prof. Tsunemitsu Tanaka, Prof. Andrea Krajewski

Inhaltsverzeichnis

1 Individuelle Domäne	5	3 Organisatorische- / Umgebungsdomäne	42
1.1 Stress	6	3.1 Isolierende und Einschließende Umgebungen	43
1.1.1 Biologische Perspektive	6	3.2 Erforschte Syndrome	44
1.1.2 Eustress-Distress	8	3.3 Erlebnisse („Experience“)	46
1.1.3 Psychologische Perspektive	9	3.4 Positive Entwicklungen	48
1.2 Stressbewältigung	10	3.5 Habitabilität („Habitability“)	50
1.3 Bedürfnisse und Emotionen	12	3.6 „Mikro-Gesellschaft“	52
1.4 Astronauten Bedürfnisse	14	3.7 Historische Entwicklung	54
1.5 Astronauten Training	17	3.7.1 1950-1970er: Space-Race	54
1.6 Stressfaktoren auf Langzeit-Raumfahrtmissionen	20	3.7.2 1970-2010er: Internationale Kooperation	56
		3.7.3 2010er-heute: Moderne Ära	57
2 Zwischenmenschliche Domäne	22	4 Diskussion	58
2.1 Motivation	23	5 Quellen und CDs	63
2.2 Zusammenhalt	25	5.1 Literaturverzeichnis	64
2.3 Kooperation, Kommunikation und Koordination	27	5.2 Abbildungsverzeichnis	81
2.3.1 Kooperation	27	5.3 DOR & NVS	82
2.3.2 Kommunikation	27	5.4 CDs	83
2.3.3 Koordination	29	6 Anhang	84
2.4 Geteiltes mentales Modell	31		
2.5 Gruppenentwicklung	34		
2.6 Gruppenstruktur der Crews	36		
2.7 Soziale Unterstützung der Crews	37		
2.8 Spannungen, Konflikte und Zusammenhalt der Crews	38		
2.8.1 Rolle der Führungskraft	39		
2.8.2 Crew-Außen-Interaktion	39		
2.9 Soziale Kompatibilität der Crews	40		

Abstract

This research discusses how interaction needs to be designed to deal with stress factors on long duration space mission. Furthermore it explores underlying concepts of the individual, interpersonal and organizational / environmental domains. It starts by exploring the research question of how groups deal with stressfactors in isolated and confined extreme environments (ICE-environments). Therefore it defines concepts such as stress, coping, needs, groupprocesses, groupdynamics and isolated and confined extreme environments plus the human experience in them. The adaptation to stressfactors in these environments occurs over time, is social and follows a seasonal pattern. However the „overwintering syndrome“ can negatively impact performance, stress management, mood, and morale during the third quarter of a mission therefore posing a risk to the crew. Isolation and confinement further amplify physical and social problems, making group interaction especially challenging during times of tension and stress. While stress factors cannot be eliminated, individuals can adapt mentally and regeneratively over time. To further mitigate negative effects of ICE-environments, a cohesive group core with few subgroups is crucial for buffering against depression, anxiety disorders, and anger while promoting social support and performance. Successful group development involves navigating successfully through initial interaction and conflict to establish shared goals and norms to build a strong „micro-society“. Effective communication and coordination fosters collaboration

and the development of shared mental models. By minimizing knowledge gaps and ensuring frequent updates, groups can be more efficient and cope better with stressful situations. Effective stress management ultimately can transform the experience of an isolated and confined environment into a positive one, which in turn promotes personal growth, health, and self-actualization. However, designing interactions to cope with stress factors on long-duration space missions requires careful consideration, as not every efficient coping mechanism leads to a positive experience, and vice versa. Group dynamics and interpersonal training play a significant in creating a cohesive group and therefore the design of interaction starts before the mission begins. Furthermore long-duration space missions are characterized by intense physiological, psychological, and psychosocial stress factors that can hinder work morale, crew performance, and strong relationships. Therefore, maintaining the design of interaction through the mission with fundamental and context-dependent tools is an effective way of supporting the group in their experience. At last crew-relationships make or break mission success, since they are one of the strongest stressfactors and coping strategies at the same time. The further humanity ventures into space, the more crew needs should be considered as the center of the mission. Ultimately it is no longer enough to design to survive. The time has come to design to thrive.

Einleitung

Diese Forschungsarbeit untersucht die Überschneidung der beiden Fachbereiche, welche meine berufliche und persönliche Laufbahn nachhaltig geprägt haben. Sowohl die bemannte Raumfahrt, als auch die Gestaltung von interaktiven Medien lösen bei mir Begeisterung und Respekt aus und sind daher treibende Kräfte in meiner beruflichen Laufbahn. Als Verkörperung dieser Überschneidung widmet sich meine Bachelor-Arbeit der Leitfrage:

„Wie müsste Crew-Interaktion gestaltet werden, um mit Stressfaktoren auf Langzeit-Raumfahrtmissionen umzugehen?“

Um diese Frage fundiert beantworten zu können, werden verschiedene Bereiche und Domäne einzeln analysiert. Lawrence Palinkas, ein Anthropologe mit umfassender praktischer Forschungserfahrung in ungewöhnlichen Umgebungen, hat diese Bereiche folgendermaßen eingeteilt: die individuelle Domäne (Stress und Bewältigung), den gruppenspezifische Domäne (soziale Interaktion und Beziehungen zwischen Gruppen) und die Organisatorische- / Umgebungsdomäne (Umgebungscharakteristiken, Erlebnisse und Organisationskultur) (Vakoch [NASA], 2012, S. 7). Diese Forschungsarbeit hat nicht den Anspruch, eine ultimative wissenschaftliche Sammlung an Forschungsergebnissen zu sein. Vielmehr ist es eine fundierte und explorative Arbeit, Forschungsergebnisse und handlungs-

leitenden Konzepte zur Gestaltung von Interaktion in isolierenden und einschließenden extremen Umgebungen zu bündeln. An dieser Stelle bedanke ich mich für die Unterstützung von Rüdiger Seine und der European Space Agency, welche mit Interviews und einer Fokusgruppe die Sammlung von qualitativen Forschungsergebnissen ermöglicht haben. Diese werden in der Forschungsarbeit mit quantitativen Forschungsergebnissen verknüpft, um einen ganzheitlichen Blickwinkel zu ermöglichen. Im Laufe der Forschung wurde immer deutlicher, dass die vorab definierten Domäne tief miteinander verwoben sind und einander beeinflussen. Demnach werden am Ende der Forschungsarbeit alle Domäne zusammengeführt und als großes Ganzes diskutiert. Des Weiteren zielt die Leitfrage eher auf das Szenario einer Langzeit-Raumfahrtmission ab und verbindet als übergeordneter Rahmen Theorie (P7R) mit Praxis (P7B). Deshalb werden in dieser Forschung zwar auch wertvolle Erkenntnisse von Astronauten auf Langzeit-Missionen zusammengetragen, doch hauptsächlich widmet sich diese Dokumentation der Forschungsfrage:

„Wie gehen Gruppen mit Stressfaktoren von isolierenden und einschließenden, extremen Umgebungen um?“

1 Individuelle Domäne

1 Individuelle Domäne	5
1.1 Stress	6
1.1.1 Biologische Perspektive6
1.1.2 Eustress-Distress.8
1.1.3 Psychologische Perspektive.9
1.2 Stressbewältigung	10
1.3 Bedürfnisse und Emotionen	12
1.4 Astronauten Bedürfnisse	14
1.5 Astronauten Training	17
1.6 Stressfaktoren auf Langzeit-Raumfahrtmissionen	20

1.1 Stress

„Unter Stress wird die starke Beanspruchung eines Organismus durch innere oder äußere Reize verstanden. Diese als Stressoren bezeichnete Reize stören das innere Gleichgewicht des Organismus (Homöostase) und erfordern von ihm eine Anpassungsreaktion.“ [1]

Durch die Interaktion einer Person mit ihrer Umwelt entsteht Stress. Aus evolutionärer Perspektive ist Stress eine lebenswichtige Aktivierung des Organismus in Bedrohungssituationen. Die beanspruchenden Reize, oder Stressoren, aktivieren ein typisches Reaktionsmuster. Dieses ermöglicht dem Organismus kurzfristig besonders leistungsfähig zu sein. So kann die herausfordernde Situation gemeistert und das eigene Überleben gesichert werden [2].

„Stress existiert nicht per se – er ist das, was von einer Person als solcher wahrgenommen wird.“ [3]

Durch die Individualität von Menschen bewertet auch jeder die Herausforderungen im Leben individuell. Durch die Motive, Einstellungen und Bewertungen, mit denen eine Person an Herausforderungen herangeht, wird das Stresserleben und damit die körperliche Stressreaktion beeinflusst [4]. Dies zeigt, dass Stress und Stressbewältigung von unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden muss, um das Individuum und dessen Reaktion zu verstehen.

Hierbei werden zwei Grundperspektiven herangezogen: die biologische und psychologische Sichtweise [5]

1.1.1 Biologische Perspektive

Die biologische Sichtweise basiert auf dem Erklärungsmodell des Mediziners Hans Selye, welches Belastungsfaktoren außerhalb des Körpers auf messbare Weise mit inneren Reaktionsabläufen verknüpft (Stress als Reaktion).

„Aus biologischer Sicht sind Stressreaktionen entwicklungsgeschichtlich alte, stereotyp im Körper ablaufende Aktivierungsmuster, die dem Organismus Energiereserven für unmittelbare Kampf- und Fluchtreaktionen (Fight or flight) zur Verfügung stellen sollen [6]

Wenn nun also der Körper eine starke Beanspruchung durch innere oder äußere Reize verspürt, werden vermehrt Stresshormone wie Adrenalin, Noradrenalin und Cortisol ausgeschüttet. So wird der gesamte Organismus in Alarmbereitschaft versetzt. Dadurch steigt die Herzfrequenz und der Blutdruck, die Atmung beschleunigt sich und aus den Energiespeichern der Leber, der Muskeln sowie des Fettgewebes wird Glukose freigesetzt [7]. Somit kann die Muskulatur optimal mit Sauerstoff und Nährstoffen versorgt

¹Ernst et al., 2022

²Ernst et al., 2022

³Ernst et al., 2022

⁴vgl. Kaluza 2018

⁵Ernst et al., 2022

⁶Ernst et al., 2022

⁷Ernst et al., 2022

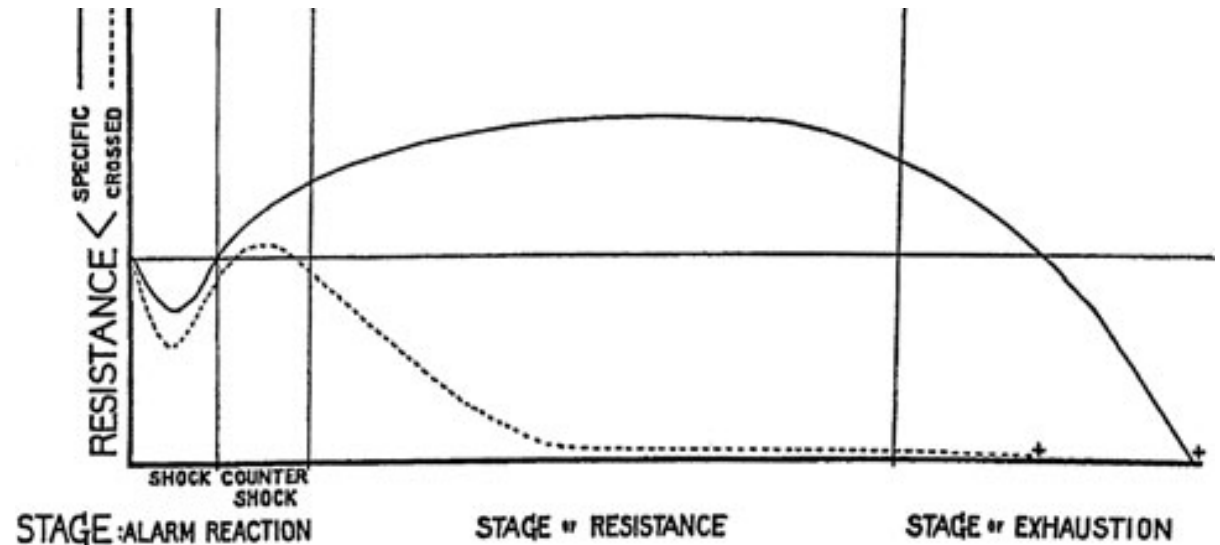
werden, um eine körperliche Kampf- oder Fluchtreaktion zu ermöglichen. Nicht-Überlebens-relevante Funktionen werden in ihrer Aktivität gehemmt (z. B. die Verdauungstätigkeit und die Libido). Stressreaktionen sind somit lebenswichtig und ein natürlicher Verteidigungsmechanismus. Dieser Verteidigungsmechanismus läuft bei länger anhaltendem Stress nach dem allgemeinen Adaptationssyndrom ab (siehe rechts) [8]:

„Stage of Alarm Reaction“: Alarmreaktion zur schnellen Bereitstellung von Energiereserven. Der Organismus gerät so in einen Zustand erhöhter Aktivität und Leistungsbereitschaft.

„Stage of Resistance“: Widerstands- bzw. Resistenzphase zur Wiederherstellung des Gleichgewichts. Der Organismus versucht, durch die Beseitigung der Stressoren oder die Anpassung an anhaltende Stressbedingungen das hohe Aktivierungsniveau zu reduzieren.

„Stage of Exhaustion“: Erschöpfungsstadium mit Verhinderung weiterer Anpassung durch Zusammenbruch von Widerstand. Hier ist die Belastungsgrenze erreicht.

Die mittlere Phase, also die „Stage of Resistance“ kann nur für einen begrenzten Zeitraum aufrechterhalten werden. Wie lange und stark das Individuum dem Stressor standhält, hängt von der physischen Verfassung und der „Stressgeschichte“ (z.B. dem Training) des Organismus ab [9]



„Als Haupteffekt [für Schäden] wird die nicht abgebaute Energie angenommen [...] Das heißt, der Organismus bleibt auf einem dauerhaft erhöhten Erregungsniveau ohne ausreichende Phasen der zwischenzeitlichen Regeneration.“ [10]

Wenn der Organismus ständig Phasen von starkem Stress ohne Erholung ausgesetzt wird, kann es zu schwerwiegenden Langzeitschädigungen kommen, wie beispielsweise Angststörungen, koronare Herzkrankheiten oder Depressionen [11].

Abbildung 1: Allgemeines Adaptationssyndrom („General Adaptation Syndrom“)

⁸Selye 1946, S. 123 aus: Haller, 2010, S. 178

⁹Haller, 2010, S. 179

¹⁰Ernst et al., 2022

¹¹Ernst et al., 2022

1.1.2 Eustress-Distress

Selye beschrieb allerdings auch Unterschiede zwischen Stressreaktionen. Dabei unterschied er zwischen negativen Stressreaktionen (Distress) und positiven Stressreaktionen (Eustress) [12]. Eustress wirkt leistungssteigernd und fördert eine hohe Aufmerksamkeit, emotionale Balance und rationales Denken. Distress wiederum ist die Über- bzw. Unterforderung geprägt durch entweder Monotonie, Apathie oder Burnout, Aufregung und wird vom Menschen als negativ empfunden [13].

Eine sehr intensive oder eine sehr schwache Reizstärke (oder Stimulation) führt zu Distress und hat negative Auswirkungen auf den Körper. Optimale Stimulation führt zu Eustress und somit zu einer Leistungssteigerung [14]. Der Zusammenhang zwischen Stimulation und Leistung wird als Yerkes-Dodson-Gesetz bezeichnet (siehe rechts).

Während das Yerkes-Dodson-Gesetz die Beziehung zwischen Reizstärke und Performance für Aufgaben beschreibt, zeigten spätere Generationen von Forschern, dass eine hohe Reizstärke auch starke Auswirkungen auf Angst, Spannung, Stress, Lernen, Leistung, Problemlösung, Stressbewältigung oder Gedächtnis haben [15].

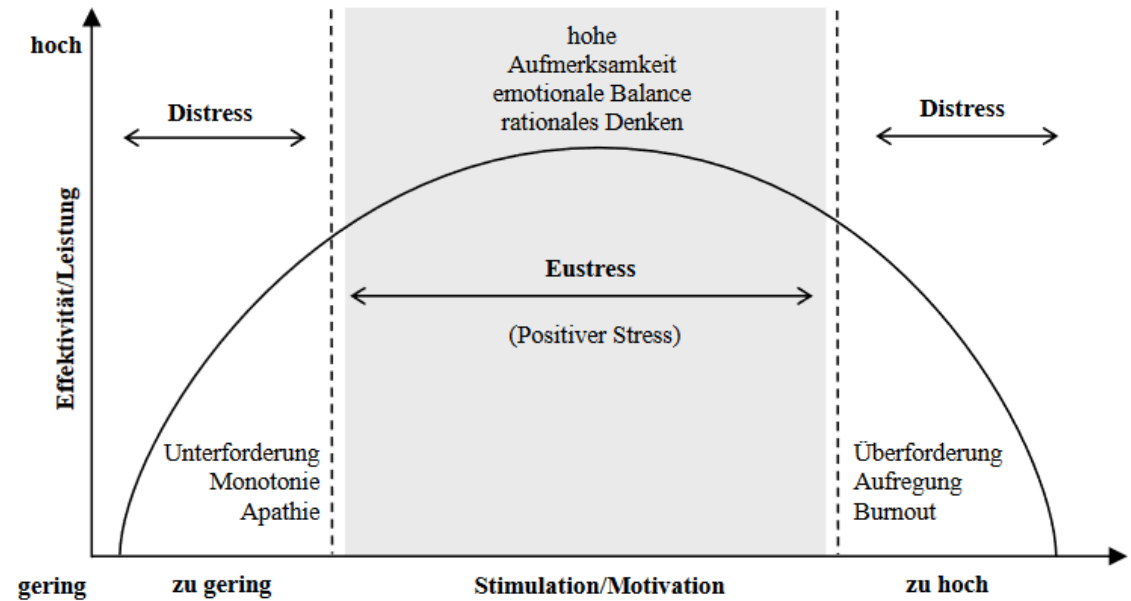


Abbildung 2: Yerkes-Dodson-Gesetz (Yerkes-Dodson-Law)

¹²vgl. Selye 1976, S. 54

¹³vgl. Le Fevre/Matheny/Kolt 2003, S. 729

¹⁴vgl. Welford 1973, S. 570, 573

¹⁵Teigen, 1994, S. 525

1.1.3 Psychologische Perspektive

Während das biologische Modell die physiologische Reaktion beschreibt, konzentriert sich die psychologische Sichtweise auf die Wahrnehmung und Verarbeitung. Diese Sichtweise wurde durch das psychologische Modell von Lazarus geprägt, welches die Wirkung von stressigen Reizen abhängig von den individuellen Bewältigungsmöglichkeiten beschreibt (siehe rechts) [16].

Nach dem Transaktionalen Stressmodell (Lazarus & Folkman 1984) entsteht Stress, wenn die konfrontierte Person die Situation als herausfordernd erlebt und nicht unmittelbar weiß, wie sie mit ihr umgehen soll. Somit kann jede Situation stressig sein. Der Bewertungsprozess ist in zwei Phasen unterteilt:

1. Primäre Bewertung (Primäre Einschätzung)

Zunächst überprüft die konfrontierte Person, ob der Reiz relevant für das eigene Wohlergehen ist. Es wird also eingeschätzt, ob der Reiz stressig ist. Wenn nun die Person den Reiz als Stresshaft empfindet, wird beurteilt, ob...:

- bereits Schaden oder Verlust entstanden ist*
- eine Beeinträchtigung droht*
- es eine positive Herausforderung ist (d. h. eine Anstrengung, die zwar stressig ist, aber für die Person interessant oder lohnend wirkt).*

„Hat die Person nun im Rahmen der primären Bewertung festgestellt, welche Relevanz und welche Konsequenzen der Reiz für sie haben könnte, so kommt es in der Phase der sekundären Bewertung zu einer Abschätzung der Bewältigungsressourcen, die der Person zur Verfügung stehen.“ [17]

2. Sekundäre Bewertung (Secondary appraisal).

Als Nächstes folgt die sekundäre Bewertung als Abschätzung der Bewältigungsressourcen. Dazu gehören...

- Fähigkeiten aus früheren Stresssituationen*
- Das eigene Selbstvertrauen*
- Die materiellen Ressourcen*
- Soziale Unterstützungsmöglichkeiten.*

Je weniger Ressourcen die Person zur Verfügung hat, desto intensiver wird die Stressreaktion. Die primäre und sekundäre Bewertung folgen nicht strikt aufeinander, sondern können sich überlappen und gegenseitig beeinflussen. Außerdem sind sie nicht von den objektiven Gegebenheiten der Situation abhängig, sondern von der subjektiven Wahrnehmung der Person [18]

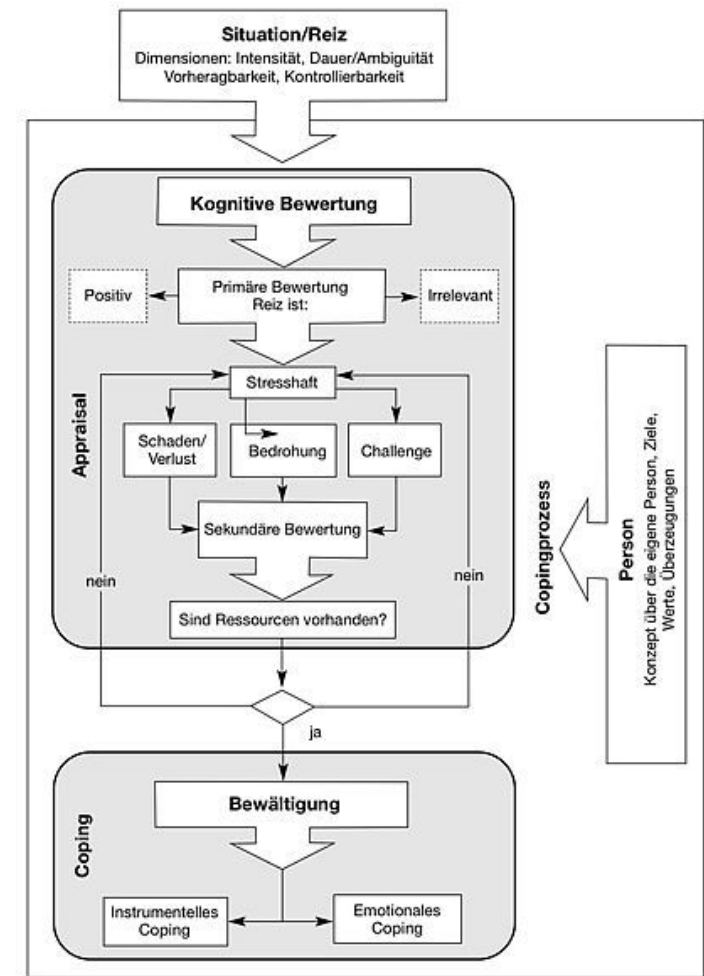


Abbildung 3: Transaktionales Stressmodell nach Lazarus

¹⁶Ernst et al., 2022

¹⁷Ernst et al., 2022

¹⁸Ernst et al., 2022

1.2 Stressbewältigung

Nach Abschluss des Bewertungsprozesses kommt es zu Stressbewältigung, oder auch Coping.

„Als Coping werden alle kognitiven und verhaltensbezogenen Anstrengungen des Organismus bezeichnet, die vom Stressor ausgehende Bedrohung zu reduzieren und das eigene Gleichgewicht wiederherzustellen“ [19].

Die Stressbewältigung kann die Veränderung der Situation (*instrumentelles Coping*) oder die Veränderung belastender Gefühle und Gedanken (*emotionales Coping*) als Ziel haben [19]. Dazu zählt auch die Neubewertung (Reappraisal) der Situation an. Später wurde eine dritte Form ergänzt: Durch Bewältigungsstrategien die körperliche Reaktion zu dämpfen und neue Energien aufzubauen (*regeneratives Coping*). Kaluza (2018) verdeutlicht die Arten der Stressbewältigung in seiner Stress-Ampel (siehe rechts) [21].

Auf der obersten Ebene geht es um das Ausschalten oder Reduzieren (äußerer) Stressoren. Die instrumentelle Stresskompetenz beinhaltet unter anderem: Problemlösung, Verbesserung des Zeitmanagements, Einholen von Informationen oder Suche nach sozialer Unterstützung [19]. Die mittlere Ebene dreht sich um (persönliche) Stressverstärker. Die mentale Stresskompetenz beeinflusst, ob und wie stark stressverschärfende Motive, Einstellungen und Denkmuster ausgeprägt sind (z.B. Perfektionismus,

Ungeduld, Kontrollstreben oder Einzelkämpfertum). Strategien setzen hier bei der Mentalität der Person an, wobei Training förderliche Gedanken und Einstellungen verstärken kann. Emotionsorientierte Copingstrategien beinhalten hierbei unter anderem kognitives Umstrukturieren, innerliches Distanzieren, Vermeiden/Verdrängen, sich Ablenken oder Sinnsuche [19].

Die unterste Ebene geht um die Stressreaktion selbst. Hier unterstützt die regenerative Stresskompetenz bei psychischen und physischen Auswirkungen von Stress. Sowohl kurzfristige Erleichterungen in der akuten Stresssituation, als auch eine langfristige Regeneration gehören dazu. Regenerative Copingstrategien beinhalten unter anderem aktive Entspannung, Bewegung, Sport, Erholung mit dem Ziel, körperliche Anspannungen zu lösen, innere Unruhe zu dämpfen und neue Energien aufzubauen [19].

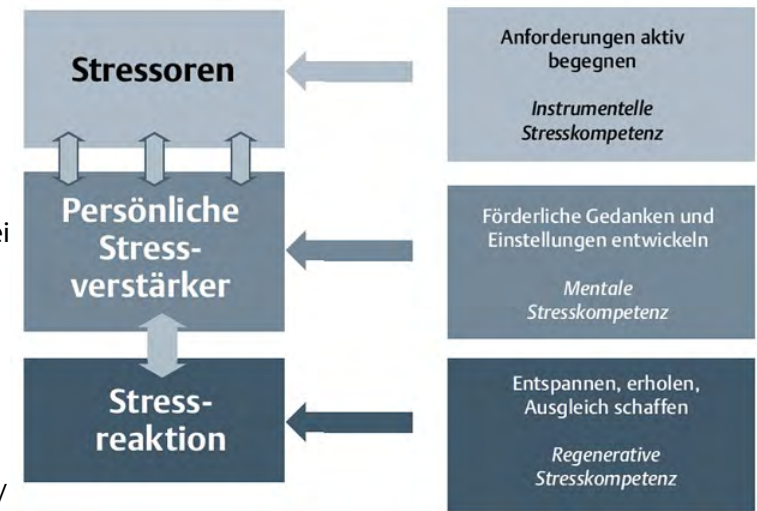


Abbildung 4: Hauptwege des individuellen Stressmanagements

¹⁹Ernst et al., 2022

²⁰Kaluza 2018, S. 63

Heutzutage gilt, dass nicht die Art einzelner Strategien ausschlaggebend ist.

„Vielmehr gelingt Stressbewältigung vor allem Personen, die über ein breites Repertoire an Copingsstrategien verfügen und diese situationsangemessen und flexibel einsetzen können. Diese Flexibilität wird unterstützt durch persönliche und soziale Ressourcen, die einer Person zur Verfügung stehen (z. B. soziales Netzwerk, finanzielle Reserven, externe Hilfeangebote)“ [21]

Dabei kommt es auf die Handlungskompetenz einer Person an, um passende Unterstützungsmöglichkeiten wahrzunehmen. Je weniger Strategien und Ressourcen einer Person zur Verfügung stehen, desto größer ist die Gefahr für das Scheitern der Stressbewältigung. Mit gescheiterter Bewältigung werden Reize in ähnlichen Situationen als stärkere Bedrohung mit intensiverer Stressreaktion erlebt [21]. Erfolgreiche Bewältigungsstrategien fördern wiederum die Gesundheit. War die Bewältigung grundsätzlich erfolgreich, wird die Situation zukünftig als weniger bedrohlich oder als interessante Herausforderung eingestuft [21].

1.3 Bedürfnisse und Emotionen

„Evolutionstheoretisch bereiten Emotionen einen Organismus vor, die Anforderungen seiner [physischen und sozialen] Umwelt angemessen zu bewältigen“ - [22].

So wird beispielsweise unsere Stressreaktion von Angst begleitet, wenn wir uns in gefährliche Situationen begeben. Auch wenn Emotionen wie eine reflexartige Reaktion wirken, sind sie eigentlich eine komplexe Koordination der aktuellen Wünsche, kognitiven Prozesse und vor allem Bedürfnissen - Emotionen motivieren unser Handeln [23].

Maslow fasste eine Vielzahl von Forschungsergebnissen zur menschlichen Motivation zusammen, um eine Hierarchie menschlicher Bedürfnisse aufzustellen. Er hat zwei unterschiedliche Arten von Bedürfnissen erkannt (siehe rechts)

Defizitbedürfnisse (oder Mangelbedürfnisse), welche überlebenswichtige Grund- und psychologische-Bedürfnisse beinhalten. Bei einem Defizit müssen sie sofort gedeckt werden, sonst folgen physische oder psychische Störungen [24].

Wachstumsbedürfnisse, welche als Selbstentfaltung-Bedürfnisse nie wirklich befriedigt werden können. Diese Bedürfnisse stellen keinen Mangel an etwas dar, sondern den Wunsch, glücklich zu sein, als Person zu wachsen und sein

volles Potenzial zu entfalten [25].

„the desire to become more and more what one idiosyncratically is, to become everything that one is capable of becoming.“ - [26]

²²Dörner aus: Badke-Schaub et al., 2012, S. 103

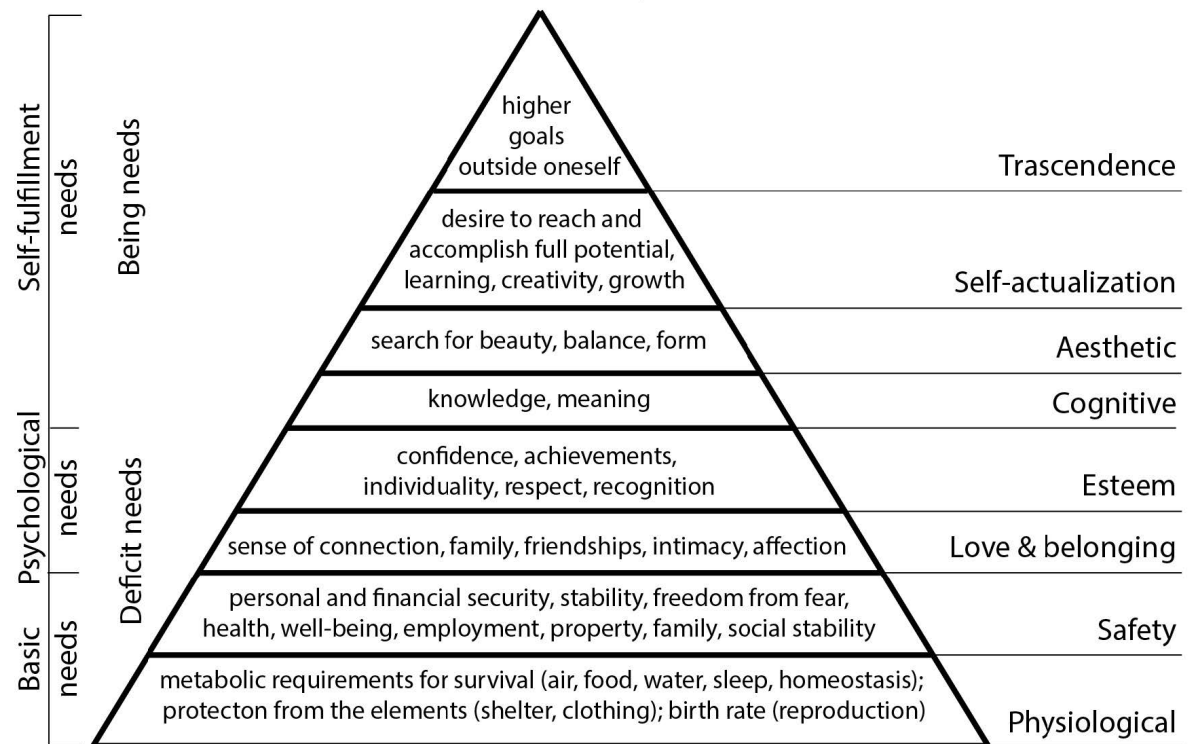
²³Badke-Schaub et al., 2012, S. 103

²⁴Maslow, 1943, S. 394

²⁵Maslow, 1970

²⁶Maslow, 1970, S. 46

Abbildung 5: Maslowsche Bedürfnisspyramide



Hier eine Auflistung der einzelnen Ebenen:

Grundbedürfnisse [27]:

- (1) Überlebenswichtige physiologische Bedürfnisse (z. B. Stoffwechsel, Unterkunft, Fortpflanzung);
- (2) Sicherheitsbedürfnisse (z. B. persönliche und finanzielle Sicherheit, Stabilität, Gesundheit);

Psychologische-Bedürfnisse [27]:

- (3) Liebes- und Zugehörigkeitsbedürfnisse (z. B. Familie, Freundschaft, Intimität);
- (4) Wertschätzungsbedürfnisse (z. B. Leistung, Respekt, Anerkennung); und

Wachstumsbedürfnisse [28]:

- (5) Selbstverwirklichungsbedürfnisse (z. B. persönliche Erfüllung, Wachstum, Kreativität).
- (6) kognitive-Bedürfnisse nach reinem Wissen (Neugierde) und nach Verstehen (das philosophische, theologische, wert- und systembildendes Erklärungsbedürfnis);
- (7) ästhetische-Bedürfnisse, die durch ein tiefes Bedürfnis nach Schönheit, Symmetrie, Einfachheit, Vollständigkeit und Ordnung ausgezeichnet sind

„the impulses to beauty, symmetry, and possibly to simplicity, completion, and order, which we may call aesthetic needs, and the needs to express, to act out, and to motor completion that may be related to these aesthetic needs.” [29]

(8) Transzendenz-Bedürfnisse an, welche übergeordnete Ziele, wie Selbstentfaltung, größeres Glück, Gelassenheit und Gipfelerlebnisse beschreibt:

„for the person to grow toward full humanness, toward actualization of his potentialities, toward greater happiness, serenity, peak experiences, toward transcendence” [30]

Auf den unteren Ebenen motivieren minimale oder unerfüllte Bedürfnisse den Menschen, sie sofort zu erfüllen. So werden beispielsweise Hunger oder Durst mit der Zeit zu einem immer stärkeren Motivator, bis sie befriedigt sind. Sobald ein Bedürfnis auf einer bestimmten Ebene erfüllt ist, will die Person die nächsthöhere Ebene erfüllen - bis hin zur Selbstverwirklichung [28].

²⁷Maslow, 1943

²⁸Maslow, 1970

²⁹Maslow, 1970, S. 2

³⁰Maslow, 1970, S. 104

1.4 Astronauten Bedürfnisse

Die Bedürfnisse von Astronauten unterscheiden sich nicht wesentlich von denen, die mit den allgemeinen menschlichen Bedürfnissen [31]. Daher haben Balint & Tibor die oben beschriebene Maslowsche Bedürfnispyramide auf Astronauten transferiert (siehe nächste Seite) [32].

Designer von Missionen und Ingenieure konzentrieren sich anfangs vor allem auf die überlebenswichtigen Grundbedürfnisse (Basic Needs). Das Environmental Control and Life Support System (ECLSS) befriedigt physiologische Bedürfnisse, wie beispielsweise Nahrung, Wasser und Luft. Das Habitat und der Raumanzug bieten Schutz vor extremen Umweltbedingungen [31]. Die Sicherheit der Astronauten wird beispielsweise durch Strahlenschutz, Sensoren, Alarmer, Gesundheitsüberwachung, Kommunikationssysteme, eine Rettungskapsel (zumindest meistens) und Unterstützung durch die Bodenkontrolle gewährleistet [31]. Diese technologischen Lösungen können allerdings nicht die Wahrnehmung des Risikos ändern [33].

Heutige Designer von Missionen und Ingenieure erkennen psychologische Bedürfnisse der Crew an. Liebe, Zugehörigkeit und Wertschätzung werden durch (Freizeit-)Aktivitäten und Interaktionen der Crew befriedigt, die im Human Research Program (HRP) der NASA zur Risikominderung erforscht wurden [31]:

„In the daily summary, we provide a lot of jokes. [...] the flight control team prepares a joke related to that and sends it up with the daily summer in the morning.“ (Bertone, 2023, Fokusgruppe: 00:30:37) [A]

Derzeitige Habitat-Gestaltung wiederum fokussiert eine effiziente, praktische und auf Verhalten angepasste Wohnumgebung. Das psychologische Wohlbefinden der Crew ist relevant, weil es zum Scheitern der Mission führen kann; das Hauptaugenmerk des HRP liegt daher auf verhaltensbezogener Gesundheit und Leistung. Dabei steht nicht unbedingt die Crew im Vordergrund, sondern das Missionsziel [31]. Die Problematik der Habitatgestaltung ist, dass der verfügbare Platz eingeschränkt ist:

„[...] you need to find activities with limited equipment [...]. You have a relatively small module with confined space and even experiments would need to be small.“ (Bertone, 2023, Fokusgruppe: 00:36:37) [A]

In einigen Diskussionen wurde jedoch auf die Notwendigkeit zur Selbstverwirklichung hingewiesen [31]. Zwar befriedigt die tägliche Arbeit der Astronauten kognitive Bedürfnisse, doch ein Element der Freude trägt zum psychologischen Wohlbefinden der Crew bei [34]. So deckt beispielsweise der Anbau von Pflanzen und die Pflege eines Gewächshauses nicht nur den Bedarf an Nahrungs-

³¹Balint & Tibor, 2017, S. 6

³²Balint und Hall, 2016

³³Palinkas, 2001

³⁴Balint & Tibor, 2017, S. 7

³⁵Vakoch [NASA], 2012, S. 200

[A] siehe Anhang

mitteln und Nährstoffen, sondern trägt auch zur Stressbewältigung, zum psychologischen Wohlbefinden und zur emotionalen Zufriedenheit bei [34] [35]. So haben russische Kosmonauten über die Freude berichtet, indem sie Pflanzen anbauten, sie gossen, pflegten und beobachteten, wie sie gedeihen [35]. Auch Nahrung selbst, oder Freizeitaktivitäten können relevant sein:

„The provision of [...] leisure relaxation things [is helpful] [...] by basically providing opportunities to do something other than work that caters to their likings. Or that generates interaction that they wouldn't usually have, but positive interaction“ (Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:28:57) [siehe Anhang]

„The bonus food, because we've seen a lot of astronauts that use the bonus food to share with everybody and have a, for example, Italian or German or French dinner. [...] And people really appreciated having this special dinner.“ (Bertone, 2023, Fokusgruppe: 00:28:25) [siehe Anhang]

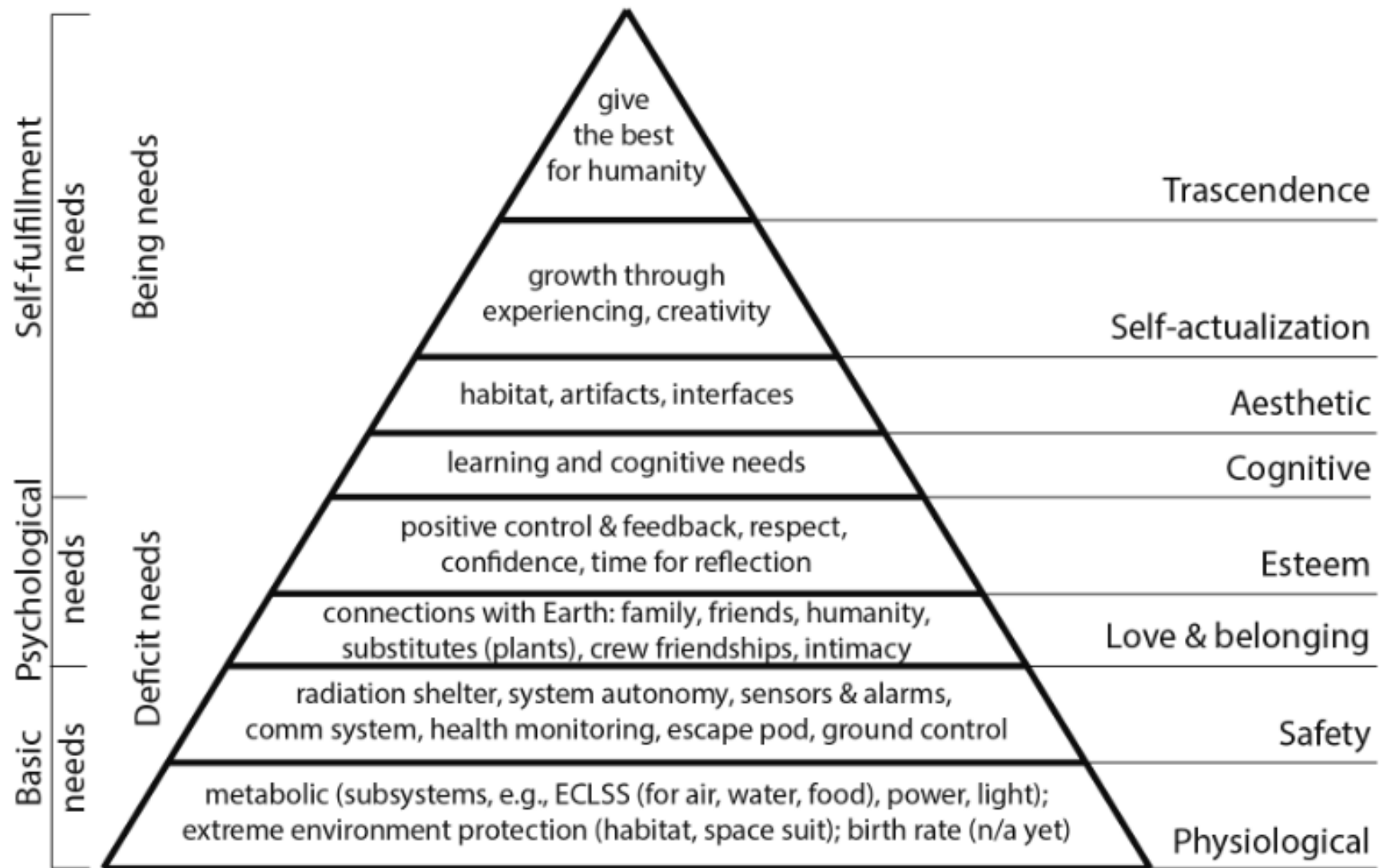


Abbildung 6: Maslowsche Bedürfnispyramide transferiert auf Astronauten

1.5 Astronauten Training

Da das physiologische und psychologische Wohlbefinden von Astronauten im Vordergrund steht, durchlaufen sie vorab ein intensives Training als Gegenmaßnahme. Der Trainingsprozess ist vielschichtig und findet an internationalen Standorten statt (siehe rechts oben). Bei der European Space Agency wird das Training beispielsweise in drei Phasen eingeteilt: Basic Training, Pre-Assignment Training und Increment Training (siehe rechts unten). Alle drei Phasen lehren Kompetenzen zu mehreren Zwecken.

Technische Kompetenzen stellen sicher, dass die Astronauten die Systeme des Raumschiffs, einschließlich Lebenserhaltungs-, Kommunikations- und Navigationssystemen, beherrschen. Sie erhalten eine umfassende Einweisung in den Betrieb und die Wartung der Bordausrüstung, um das reibungslose Funktionieren während der gesamten Mission zu gewährleisten [36]. Körperliche Kompetenzen konzentrieren das Training auf die körperliche Fitness und Ausdauer, damit sich die Astronauten an die besonderen Anforderungen des Lebens und Arbeitens in der Schwerelosigkeit über einen längeren Zeitraum hinweg anpassen können [36]. Dazu gehören regelmäßige Cardioeinheiten, Widerstandstraining und simulierte Weltraumspaziergänge, sodass Muskelkraft und Knochendichte erhalten werden können. Wissenschaftliche und Grundkompetenzen legen das Fundament, um einerseits wissenschaftliche Experimente im Weltraum durchzuführen und andererseits, um

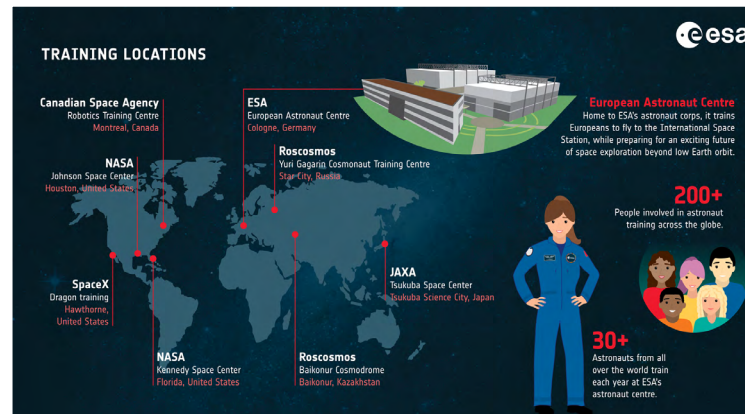


Abbildung 7 & 8: Trainingsstandorte und Trainingsphasen

³⁶Scobba et al., 2018



auf jede Eventualität vorbereitet zu sein und beispielsweise die European Space Agency als Botschafter zu vertreten [36].

Darüber hinaus bringt das Human Behavior and Performance Training (HBP) den Astronauten zwischenmenschliche Kompetenzen bei, welche ein wesentlicher Bestandteil der Astronautenausbildung sind. Es soll Astronauten darauf vorbereiten, die psychologischen und zwischenmenschlichen Herausforderungen einer multikulturellen Crew bewältigen zu können [37].

„And then we have specific specific training event [...] where group interaction is a major part of the training [...] to reinforce the human behaviour and performance component in an applied operational setting.“ (Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:03:47) [A]

Mit dem Verhaltens- und Leistungstraining werden in erster Linie zwei Ziele verfolgt. Erstens soll es das psychologische Wohlbefinden und die Belastbarkeit der Astronauten verbessern. Das Leben auf engem Raum über einen langen Zeitraum, der Umgang mit Isolation, potenziellen Konflikten und die Abwesenheit von Familie und Freunden können erhebliche Auswirkungen auf die psychische Gesundheit haben [37]. Das Training hilft den Astronauten, Bewältigungsstrategien, Stressbewältigungstechniken und effektive Kommunikationsfähigkeiten zu entwickeln, um ihr psychisches Wohlbefinden in der anspruchsvollen Umgebung des Weltraums zu erhalten. Zweitens befasst sich dieses Training mit der Bedeutung des Zusammenhalts der Besatzung und der Teamarbeit. Astronauten arbeiten oft eng mit einer multinationalen und multikulturellen Besatzung zusammen, und eine effektive Zusammenarbeit ist für den Erfolg der Mission entscheidend [37]. Die Ausbildung in menschlichem Verhalten und Leistung hilft

den Astronauten, Fähigkeiten in den Bereichen Konfliktlösung, Kommunikation und zwischenmenschliche Dynamik zu entwickeln. Sie lernen, positive Beziehungen aufzubauen und zu pflegen, mit Unterschieden umzugehen und harmonisch im Team zusammenzuarbeiten [37].

Um beide Ziele als Kompetenzen aufbauen zu können, werden unter anderem echte isolierende und einschließende Umgebungen als Analogien genutzt. So nutzt beispielsweise die ESA das CAVES-Training als Analogie seit 2011 (CAVES - Cooperative Adventure for Valuing and Exercising human behaviour and performance Skills). Dabei wird die Höhlenforschung als Analogie zur Weltraumforschung genutzt [38]. Da die Herausforderungen der Kommunikation in Höhlen real sind, bieten sie eine nützliche Erprobung des menschlichen Verhaltens, der Leistung und den Entscheidungsprozessen der Crew während eines isolierenden und einschließenden Erlebnis [38]. In den abschließenden Rückmeldungen der Astronauten wurde CAVES durchweg als einzigartiges und relevantes Erlebnis und als eine der besten Trainingserfah-

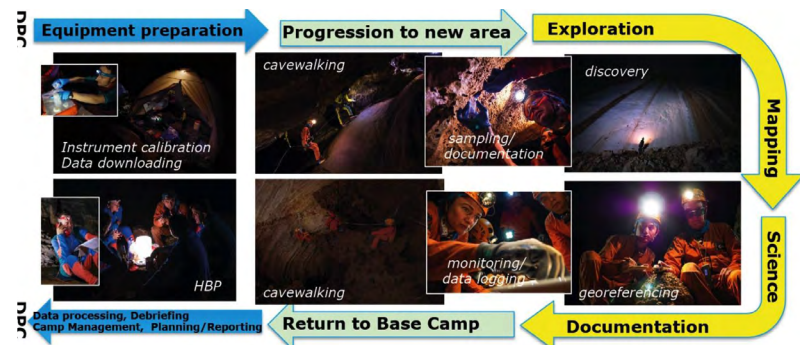


Abbildung 9 & 10: CAVES Zusammenfassung und Tagesablauf im CAVES Training

³⁷Bessone, 2008b

³⁸Sauro et al., 2021

[A] siehe Anhang

rungen zur Vorbereitung der Teilnehmer auf die Raumfahrt beschrieben, vergleichbar in Qualität und Relevanz mit dem NEEMO-Projekt der NASA [38]. Nichts desto trotz hat auch Astronautentraining Grenzen:

„One of the limits [of training] is that you cannot train everything the week before they fly. So time. [...] they may remember very well or ... may not. It depends on their memory. It also depends on their personality as well [...] We try to bring everybody to a minimum set of skills, but I think their background is still going to influence their operations [...]. So you try to give them the same training and the same skills, you may or may not succeed.“ (Bertone, 2023, Fokusgruppe: 00:14:02 - 00:15:03) [A]

„Anything Micro-G related [...] is something that we cannot train. So usually the astronauts or the old ones on board train the new ones coming.“ „And the time pressure.“ (Jambor, 2023, Fokusgruppe: 00:15:09) [A]

Auch die Instrukturen selbst können nur im begrenzten Umfang ausbilden, denn sie waren meist selbst noch nicht auf einer Raumfahrt-Mission:

„The credibility of the of what the instructors say decreases the more experienced an astronaut has become.“ (Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:21:04) [A]

Demnach werden Anekdoten und echte Beispiele genutzt, um als Teil des Trainings zu dienen:

„We try to pick up examples [...] and weave that into the training so that I tell a lot of anecdotes.“ (Jambor, 2023, Fokusgruppe: 00:19:24) [A]

[A] siehe Anhang

„Real examples of what happened with specific situation and specific crew members makes it real for them, that this is not just us talking“ (Bertone, 2023, Fokusgruppe: 00:20:19) [A]

Schlussendlich wandelt sich auch das Training im Laufe der Jahre, um stetig durch neue Erkenntnisse aktuell zu bleiben und um Ansprüchen von heutigen Missionen gerecht zu werden:

„The adaptation is to shrink the training [over time, because] [...] there's really a good reason to trust the skills of the crew that we've built, rather than trying to train components.“ (Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:04:38) [A]

„ we also introduced different types of training which are not done on ground, but they're done directly on orbit. [...] Especially when we don't have the possibility to train them on ground, but it's still a relatively complex activity.“ (Bertone, 2023, Fokusgruppe: 00:05:13 - 00:06:06) [A]

1.6 Stressfaktoren auf Langzeit-Raumfahrtmissionen

Trotz allem Training besteht kein Zweifel daran, dass Erlebnisse in einer isolierten und engen, extremen Umgebung (ICE-Umgebungen) sehr stressig sein können [39]. So kann dieser Stress zu physiologischen Reaktionen wie lichtbedingten Störungen des Tag-Nacht-Rhythmus, höhenbedingte Herz-Lungen-Störungen und klimabedingten Veränderungen des Nervensystems führen [40]. Insbesondere die Anpassung an die Schwerelosigkeit stellt eine starke physiologische Belastung dar, z.B. durch die Weltraumkrankheit (Space Adaption Sickness - ca. 40-50% der Crew in den ersten paar Tagen), Demineralisierung der Knochen, Flüssigkeitsverschiebungen und kardiovaskuläre Dekonditionierung [41].

Desweiteren wurden auch kognitive Reaktionen bei Astronauten und Menschen in ICE-Umgebungen erforscht: Depression, Schlaflosigkeit, Reizbarkeit, Wut, Angst, Müdigkeit und Abnahme der kognitiven Leistungsfähigkeit (z.B. Konzentrations- und Gedächtnisstörungen) [42]. In den meisten Umgebungen kann mit solchen Symptomen umgegangen werden, doch die Auswirkungen für Gesundheit und Wohlbefinden wird durch die Isolation und Eingeschlossenheit deutlich verstärkt [43].

Neben physiologischen und psychologischen hat Morphew noch das Zwischenmenschliche, Bewohnbarkeit und die menschliche Komponente als Stressfaktoren definiert [41]

(Abbildung siehe nächste Seite)

Allerdings schließen sich die Stressfaktoren nicht gegenseitig aus, sondern passen in mehrere Kategorien und beeinflussen einander (z. B. ist die Anpassung an die Mikrogravitation vor allem ein physiologischer Stressfaktor, kann aber genauso psychologischen Stress auslösen) [41].

Die russische Erfahrung hat gezeigt, dass physiologische, psychische und psychosoziale Probleme am kritischsten sind:

„The most critical problems facing humans in long duration spaceflight, after the biomedical problems, are the psychosocial and psychological problems“ - (Oleg Atkov, Russian Cosmonaut, 237 Tage an Bord der Salut 7, 1984 [44])

³⁹Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 414

⁴⁰Palinkas & Suedfeld, 2008

⁴¹Morphew, 2001, S. 75–76

⁴²Arendt, 2012; Barabasz et al., 1983; Bishop et al., 2010; Chouker et al., 2001; Christensen und Talbot, 1986; De La Torre et al., 2012; Eddy et al., 1998; Gemignani et al., 2014; Grigoriev und Federov, 1996; Gunderson, 1974; Ishizaki et al., 2002; Kanas, 1985; Kass und Kass, 1999; Mallis und DeRoshia, 2005; Manzey und Lorenz, 1998; Nicolas und Weiss, 2009; Palinkas, 1991; Palinkas, 1992; Palinkas und Houseal, 2000; Reed et al., 2001; Stampi, 1994; Suedfeld und Steel, 2000

⁴³Palinkas, 1992

⁴⁴Oleg Atkov, 1984 aus: Morphew, 2001, S. 76

Physiological/Physical	Psychological	Psychosocial	Human Factors	Habitability
Radiation	Isolation & confinement	High team coordination demands	High & low levels of workload	Limited hygiene
Absence of natural time parameters	Limited possibility for abort/rescue	Interpersonal tension between crew/ground	Limited exchange of info/comms with external environment	Chronic exposure to vibration and noise
Altered circadian rhythms	High-risk conditions & potential for loss of life	Family life disruption	Limited equipment, facilities and supplies	Limited sleep facilities
Decrease in exposure to sunlight	System & mission complexity	Enforced interpersonal contact	Mission danger & risk associated with: equipment failure, malfunction, or damage	Lighting & illumination
Adaptation to micro-gravity	Hostile external environment	Crew factors (i.e., gender, size, personality, etc.)	Adaptation to the artificially engineered environment	Lack of privacy
Sensory/perceptual deprivation of varied natural sources	Alterations in sensory stimuli	Multicultural issues	Food restrictions/ limitations	Isolation from support systems
Sleep disturbance	Disruptions in sleep (readjustment with crew changeovers)	“Host-Guest” phenomenon	Technology-interface challenges	
Space Adaptation Sickness (SAS)	Limited habitability (e.g., limited hygiene)	Social conflict	Use of equipment in microgravity conditions	

Abbildung 11: Stressfaktoren von Langzeit-Raumfahrtmissionen nach Morpew

2 Zwischenmenschliche Domäne

2 Zwischenmenschliche Domäne	22
2.1 Motivation	23
2.2 Zusammenhalt.	25
2.3 Kooperation, Kommunikation und Koordination	27
2.3.1 Kooperation	27
2.3.2 Kommunikation	27
2.3.3 Koordination	29
2.4 Geteiltes mentales Modell	31
2.5 Gruppenentwicklung.	34
2.6 Gruppenstruktur der Crews	36
2.7 Soziale Unterstützung der Crews	37
2.8 Spannungen, Konflikte und Zusammenhalt der Crews	38
2.8.1 Rolle der Führungskraft	39
2.8.2 Crew-Außen-Interaktion.	39
2.9 Soziale Kompatibilität der Crews	40

2.1 Motivation

Die individuelle Motivation ist ein zentraler Faktor, warum Individuen überhaupt in Gruppen zusammenfinden und bleiben [45]. Nach Badke-Schaub deckt die Gruppe zwei zentrale Motive des Individuums: **Kompetenz und Handlungsfähigkeit**, sowie **Affiliation** (Zugehörigkeit) [46].

2.1.1 Kompetenz und Handlungsfähigkeit

Das Gruppenmitglied muss im definierten Ziel das eigene Ziel wiederfinden können. Erst dann wird es die eigenen Fähigkeiten und das Wissen mittel- und langfristig in die Gruppe einbringen. Diesem Motiv befriedigt die Motivation nach Kompetenz und Kontrolle [47].

„Die Kompetenzmotivation lässt den Handelnden nach Kompetenzsignalen (Dörner, 1999) suchen, also Indikatoren in der physikalischen und sozialen Umwelt, die den Erfolg eigener Handlungen signalisieren.“ [47]

Weiterhin profitieren Gruppenmitglieder von der Unterstützung der Gruppe, beispielsweise durch Informationssuche. Die gemeinsame Suche ermöglicht das individuelle Ziel besser zu erreichen, die eigene Handlungsfähigkeit wird dadurch positiv gestärkt und die Gruppe wirkt erfolgreich – das Motiv nach Kompetenz ist befriedigt [47]. Die Unterstützung der Gruppe ermöglicht außerdem eine

Verbesserung der eigenen Fähigkeiten, da schwierigere Aufgaben bewältigt werden können und sich wechselseitig reflektiert wird.

Allerdings kann die Reflexion auch negatives Feedback sein, welches die Ideen, Handlungen und Lösungsvorschläge des Individuums kritisiert. In der Gesamt-Problembearbeitung ist dies grundsätzlich hilfreich, allerdings fördert das auch die Entwicklung von Minderheiten, z.B. in Form von Subgruppen oder Außenseitern. Die kritische Reflexion in der Gruppe ist jedoch absolut notwendig, um die Vorteile und Nachteile jedes Einzelnen abschätzen und nutzen zu können [47].

⁴⁵Badke-Schaub et al., 2012, S. 128

⁴⁶Badke-Schaub et al., 2012, S. 129

⁴⁷Badke-Schaub et al., 2012, S. 129

2.1.2 Bedürfnis nach Affiliation

„Das Bedürfnis nach Affiliation ist das Bedürfnis nach sozialen Kontakten oder präziser gesagt nach Legitimitätssignalen (Boulding, 1978). Legitimitätssignale sind Rückmeldungen der Gruppe an das Individuum, dass es »okay« ist, dass es in die Gruppe passt.“ [48].

Das Lächeln einer anderen Person, das Tragen von derselben Kleidung / Symbolen oder direkte soziale Anerkennung („Wir finden, das machst du super“) sind Beispiele für Legitimitätssignale [48]. Eine Gruppe, die sich wechselseitig viele positive Legitimitätssignale sendet, profitiert von gesteigerter Zugehörigkeit und befolgen der Gruppenregeln. Zusätzlich steigert es auch das Kompetenzgefühl des Einzelnen, denn es verleiht dem Gruppenmitglied ein Gefühl der Stärke („Ich bin nicht allein!“). Demnach eine Win-win-Situation für die Gruppe und jedes Gruppenmitglied [48].

2.2 Zusammenhalt

Im Allgemeinen bezieht sich der Begriff "Gruppenkohäsion" auf die Geschlossenheit, den Zusammenhalt und die Solidarität einer Gruppe von Individuen [49]. Forscher haben jedoch lange über die Einzelheiten und zugehörigen Faktoren oder Dimensionen diskutiert.

So sah beispielsweise Langfred Zusammenhalt als die Stärke, in dem sich Gruppenmitglieder als Teil der Gruppe fühlen und ihre Motivation, in der Gruppe zu bleiben [50]. Siebold und Kelly erforschten Zusammenhalt im militärischen Kontext:

„[cohesion] is a unit or group state varying in the extent to which the mechanisms of social control maintain a structured pattern of positive social relationships (bonds) between unit members, individually and collectively, necessary to achieve the unit or group's purpose.“ [51]

Hier ist der Zusammenhalt der Gruppe durch soziale Kontrolle ein strukturiertes Muster von positiven sozialen Beziehungen zwischen den Mitgliedern, um den Zweck zu erreichen. Ähnlich definierte Dion Gruppenzusammenhalt als:

„the social glue that binds members of a group and keeps them together in the face of internal and external threats.“ [52]

„Der soziale Klebstoff“, der die Gruppe nach außen und innen zusammenhält. Um Zusammenhalt messen zu können, wird zwischen der zwischenmenschlichen und aufgabenorientierten Dimension unterschieden. Bei zwischenmenschlichem Zusammenhalt spielen die gegenseitige Anziehung und positiven Beziehungen eine wichtige Rolle [53], während aufgabenorientierter Zusammenhalt sich um den Erfolg aller Gruppenmitglieder dreht [54]. Die individuellen Ziele sind bei aufgabenorientierten Zusammenhalt oft untrennbar mit dem kollektiven Erfolg verbunden, da sich die Gruppe stark für einzelne Mitstreiter einsetzt und Gruppenprozesse fördert:

„[task-cohesive groups] care about the success of other group members because their own goal attainment is often inextricably bound to the collective achievement. They will exert strong effort on behalf of the group and their fellow members to facilitate group processes.“ [54]

Aufgabenorientierter Zusammenhalt ermöglicht auch unter zeitlichem Stress eine bessere Leistung [54]. Die Wirkung hängt von der Art des Zusammenhalts, der Art der Aufgabe und anderen Störvariablen ab [49]. Jedoch ist die Kausalität nicht ausreichend erforscht - tritt zuerst Performance oder Zusammenhalt auf? Im Sportbereich stellten Landers, Wilkinson, Hatfield und Barber fest:

⁴⁹Vakoch [NASA], 2012, S. 133

⁵⁰Langfred, 1998, S.124-143

⁵¹Siebold und Kelly, 1988

⁵²Dion, 2004, C39

⁵³Carless und De Paola, 2000, S.71-88

⁵⁴Zaccaro, Gualtieri und Minionis, 1995, S.77-93

„Even when the same measuring instruments are employed for interacting team sports, some studies demonstrate a reciprocal causality between the two variables (i.e., cohesion affects performance outcome and vice versa), whereas other studies find that performance outcome affects cohesion, but cohesion does not influence performance.“ [55]

⁵⁵Landers et al., 1982, S.170 - 183

⁵⁶Tziner und Vardi, 1983, S.137 - 143

⁵⁷Zaccaro und Lowe, 1988, S. 547–558

Auch Moderations-Variablen spielen eine große Rolle. Bei Tziner und Vardi korrelierten Leistung, Effektivität und Zusammenhalt bei dreiköpfigen Panzerbesatzungen nur dann miteinander, wenn sie in Verbindung mit dem Führungsstil der Panzerkommandanten untersucht wurden [56]. Zusammenhalt muss also differenziert betrachtet werden. Doch Gruppen mit hohem aufgabenorientierten und hohem zwischenmenschlichen Zusammenhalt schnitten statistisch generell besser ab als Gruppen mit nur einem hohen und einem niedrigen Zusammenhalt [57]

„High task-based cohesion increases the likelihood that high ability members will contribute to the group problem-solving, whereas high interpersonal cohesion facilitates the procurement, recognition, and acceptance of high quality contributions.“[57]

2.3 Kooperation, Kommunikation und Koordination

2.3.1 Kooperation

„Gute Kooperation schließt Hilfeleistung und Unterstützung ein und setzt gegenseitige Wertschätzung und ein Mindestmaß an Vertrauen voraus.“ [58]

Sobald mehrere Personen zusammenarbeiten - also kooperieren - wollen, hat die Formulierung von Gruppenzielen nach empirischen Studien einen positiven Einfluss auf die Leistung der Gruppe [59]. Die Gruppenziele dürfen aber nicht in Konflikt zu Zielen und Bedürfnissen der einzelnen Mitglieder stehen. Ein gemeinsames Ziel fördert die Kooperation, um gemeinsame Ressourcen optimal einzusetzen.

Eine solche Mentalität steigert das Zugehörigkeitsgefühl jedes einzelnen Gruppenmitglieds. Dadurch steigt der Gruppenzusammenhalt. Erfolgreiche Kooperation baut nach Hofinger auf Informationsaustausch und Interaktion [60].

2.3.2 Kommunikation

Kommunikation wird von Autoren in der Human-Factors-Literatur, so wie im allgemeinen Sprachgebrauch unterschiedlich definiert [60]. Hier liegt der Fokus auf sicherheitsrelevante Kommunikation in risikoreichen Arbeitsfeldern.

„Eine erste Annäherung an Kommunikation besagt, dass Kommunikation den Umgang mit Information in Interaktionen zum Gegenstand hat.“ [61]

Damit die Ziele der einzelnen Gruppenmitglieder sich mit dem Gruppenziel decken können, müssen relevante Informationen aus unterschiedlichen Wissensbeständen ausgetauscht werden [62]. Kommunikation nur als Informations-transfer zu beschreiben, greife aber nach Hofinger zu kurz:

„Information ist nicht etwas, das man von einem Kopf in einen anderen übertragen kann, wie man ein Blatt Papier von einem Schreibtisch auf den anderen legt.“ [63]

⁵⁸Badke-Schaub, 2012, S. 128

⁵⁹Locke & Latham, 1990; O'Leary-Kelly, Martocchio & Frink, 1994

⁶⁰Badke-Schaub et al., 2012, S. 151

⁶¹Hofinger aus: Badke-Schaub et al., 2012, S. 143

⁶²Badke-Schaub et al., 2012, S. 127–130

⁶³Hofinger aus: Badke-Schaub et al., 2012, S. 148

Der Fokus von Kommunikation liegt aus soziologischer Sicht auf Interaktionsketten: Eine Kommunikation wird durch eine andere Kommunikation bedingt und bedingt selbst wieder weitere Kommunikationen [64]. Das bedeutet: Kommunikation findet nicht nur im aktuellen Kontext einer Situation statt, sondern auch im Kontext einer sozialen Interaktion - also einer Beziehung [65].

„Menschen können nicht »rein sachlich« kommunizieren – in jeder Botschaft schwingt auch eine Aussage über die Art und Qualität der Beziehung zwischen Sender und Empfänger mit“ [66]

Schulz von Thun hat diese Grundannahme über eingängig erweitert als die »4 Seiten einer Nachricht« (Sachinhalt, Selbstkundgabe, Beziehung und Appell) [67]. Menschliche Kommunikation nutzt gleichzeitig verschiedene Kanäle für diese unterschiedlichen Seiten einer Nachricht: *Verbale*, *nonverbale* (Körpersprache, Haltung, Gestik) und *para-verbale* Kommunikation (stimmliche Aspekte der Sprache, Lautstärke, Betonung, Sprechgeschwindigkeit) [68]. Menschen lernen von Kindheit an, kontextabhängig alle drei Kanäle zu übersetzen.

„Gelingende Kommunikation bedeutet im Wesentlichen, Informationen ohne Verluste intentions- und situationsgerecht zu übermitteln und adäquat zu interpretieren (Informationskomponente) und dabei vertrauensvoll, respektvoll und offen in Beziehung zueinander zu stehen (Interaktionskomponente).“ [69]. (siehe rechts)

In risikoreichen Arbeitsfeldern wird Kommunikation, durch z.B. Zeitdruck, Entscheidungsdruck oder Störungen erschwert. So können fehlerhafte Informationsübermittlung, dysfunktionale Interaktion oder Missverständnisse die Kommunikation belasten und Unfälle wahrscheinlicher machen [70]. In kritischen Situationen neigen Gruppenmitglieder außerdem zur Reduzierung von Kommunikation, um schneller handeln zu können. Allerdings brauchen kritische Situationen fast immer mehr Austausch [70]. Empirische Untersuchungen zeigen beispielsweise, dass gute Piloten – solche mit weniger operationalen oder prozeduralen Fehlern – vor einer Entscheidung mehr Informationen erfragen und nutzen.

- ⁶⁴Hofinger aus: Badke-Schaub et al., 2012, S. 148
- ⁶⁵Hofinger aus: Badke-Schaub et al., 2012, S. 143
- ⁶⁶Watzlawick, Beavin & Jackson, 2007 aus: Hofinger aus Badke-Schaub et al., 2012, S. 145
- ⁶⁷Schulz von Thun, 1981; Schulz von Thun, Ruppel & Stratmann, 2000
- ⁶⁸Frey, 1984; Gieseke, 2004; Argyle, 2005; Schweizer, 2008; Scherer & Walbott, 1984
- ⁶⁹Hofinger aus: Badke-Schaub et al., 2012, S. 156
- ⁷⁰Badke-Schaub et al., 2012, S. 156

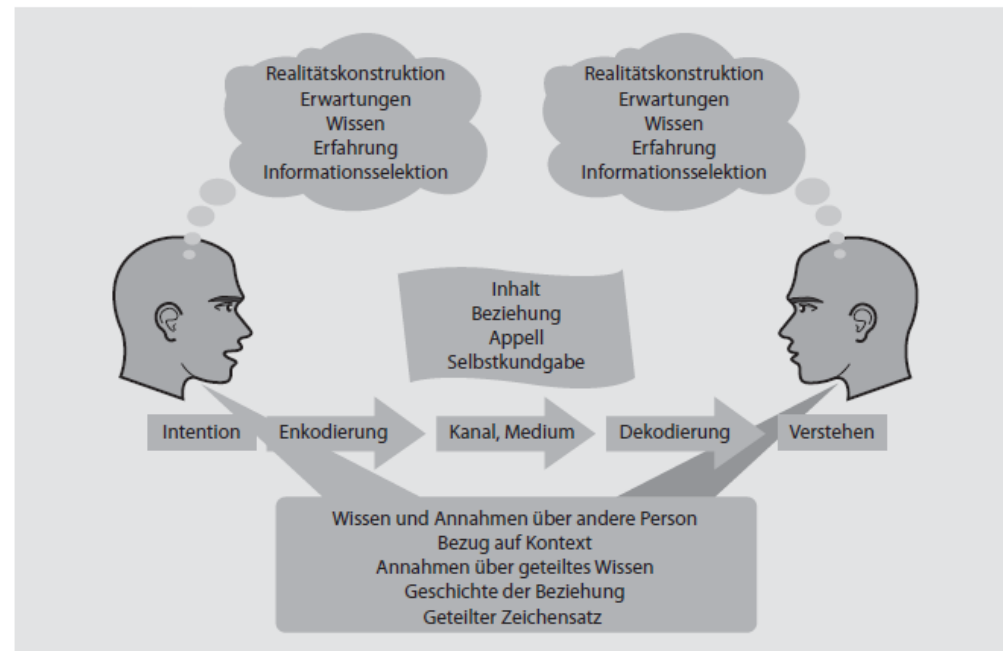


Abbildung 12: Kommunikation im Kontext psychologischer Variablen

Damit steht ihnen und ihrem Team eine größere Wissensbasis zur Verfügung [71]. Explizite Kommunikation ist für sicheres Handeln also notwendig, aber auch eine zusätzliche Belastung. Demnach muss Kommunikation adaptiv sein, um als Sicherheitsressource genutzt werden zu können.

„At this time, the most potent contribution to effective team training appears to include a focus on coordination and adaptation. This suggests that the optimal team training intervention appears to be requiring that team members learn how to alter their coordination strategies and to reduce the amount of communication necessary for successful team performance.“ [72]

2.3.3 Koordination

Koordination bedeutet das aufeinander abstimmen und planen von Arbeitsabläufen [73]. Gruppen neigen nach Untersuchungen dazu, wenig oder überhaupt nicht zu planen [74]. Koordination baut auf Informationsweitergabe, welche aber nur bei guten Beziehungen angemessen weitergegeben werden. Je besser die Teammitglieder die individuellen Beiträge, Aufgaben und zeitlichen Reihenfolgen aufeinander abstimmen können, desto höher ist die Teamleistung [75].

„Koordination von Personen und Prozessen, z. B. die Zusammenführung des Wissens, der Erfahrung sowie der Kompetenzen, erfolgt zunächst durch explizite

Kommunikation zwischen den Teammitgliedern. Die Gruppe muss sicherstellen, dass der Informationsaustausch mit den betreffenden Personen zum richtigen Zeitpunkt stattfindet, dass Entscheidungen adäquat vorbereitet werden und dass der gesamte Prozess im Rahmen eines Zeit- und Projektplans koordiniert wird.“ [76]

Nach einer expliziten Koordination entwickeln erfolgreiche Gruppen implizite Koordination, z. B. durch Blicke und Gesten [77]. Wichtig für implizite Koordination ist, dass jedes Teammitglied die Aufgaben und Handlungen der anderen Mitglieder kennt. Implizite Koordination ist außerdem effektiver, weil Teammitglieder weniger kommunizieren müssen – jedoch kann der Wechsel zwischen verschiedenen Koordinationsformen problematisch sein [78]

„Wichtig ist, dass alle Teammitglieder wissen, welche ihrer Informationen für andere wichtig sind, dass geplante Handlungen angekündigt werden und dass bei Unklarheiten nachgefragt wird, was gemeint war. Je größer die Genauigkeit und Übereinstimmung der geteilten mentalen Modelle, desto besser gelingt Koordination auch unter stressigen Bedingungen“ [79]

⁷¹Badke-Schaub, 2012, S. 127

⁷²Salas, Nichols & Driskell, 2007, S. 471

⁷³Kolbe, 2007; Boos et al., 2011

⁷⁴Hackman, Brousseau & Weiss, 1976, S. 350–365

⁷⁵Gurtner, 2003; Hofinger aus Badke-Schaub et al., 2012, S. 148 Hofinger aus Badke-Schaub et al., 2012, S. 156

⁷⁶Badke-Schaub, 2012, S. 127

⁷⁷Entin & Serfaty, 1999

⁷⁸Badke-Schaub et al., 2012, S. 148

⁷⁹Entin & Serfaty, 1999; Stout, Cannon-Bowers, Salas & Milanovich, 1999 von Hofinger aus: Badke-Schaub et al., 2012, S. 148)

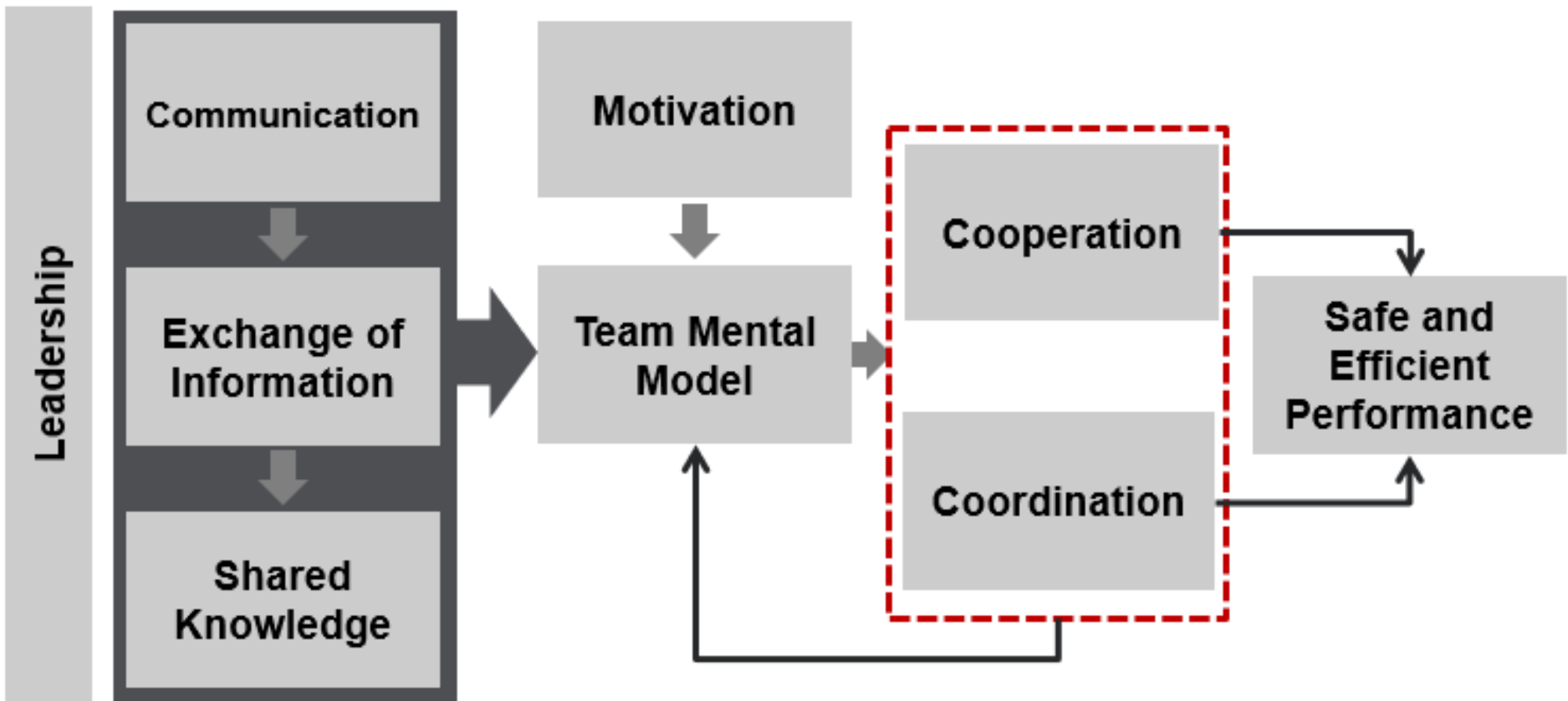


Abbildung 13: Effektive und sichere Gruppenperformance durch Kommunikation, Kooperation, Koordination und ein geteiltes mentales Modell (nach Human Behaviour and Performance Training der ESA, angelehnt an Badke-Schaub, 2012)

2.4 Geteiltes mentales Modell

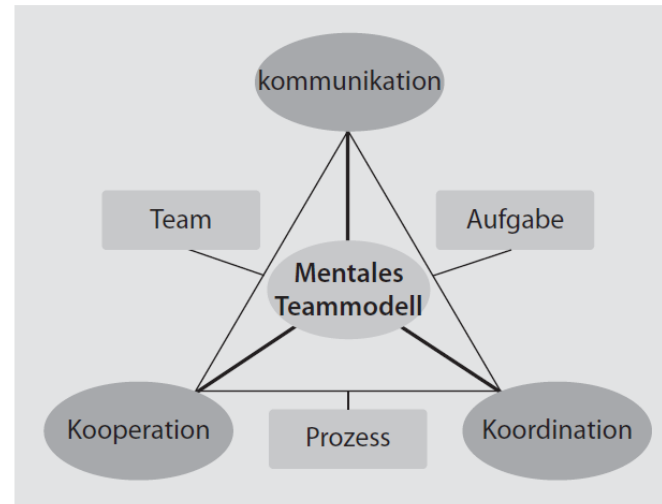
Die vorherigen Kapitel haben die Prozesse: Kooperation, Kommunikation und Koordination einzeln beschrieben. Im Gruppenprozess laufen diese allerdings gleichzeitig ab (siehe rechts), um ein gemeinsames Realitätskonstrukt zu bauen.

„A mental model represents a person’s thought process for how something works. Mental models are based on incomplete facts, past experiences, and even intuitive perceptions. They help shape actions and behavior, influence what people pay attention to in complicated situations, and define how people approach and solve problems.“ [80]

Ein mentales Modell ist also ein „reduziertes“ Abbild der Wirklichkeit, welches als Gedankenprozess Verhalten und Handeln beeinflusst - so überleben wir in unserer sozialen und physischen Umwelt [81]. Badke-Schaub hat es zusammengefasst als:

„Unter einem mentalen Modell kann man die Summe aller handlungsleitenden Konzepte verstehen, die sich auf Personen, Situationen und Ereignisse beziehen“ [82]

Für die Überschneidung zwischen individuellen mentalen Modellen innerhalb einer Gruppe nutzen verschiedene Forscher Begriffe, wie z.B. „group mind“ [83], „social cognition“ [84], „shared understanding“ [85],



„collective mind“ [86], „shared mental models“ [87] und nicht zuletzt „Team Mental Model“ [88].

„All the possibilities noted above have in common a theme of team members trying to conceptualize what is going on about them.“ [89]

Ein geteiltes mentales Modell ist demnach der Überschneidungsbereich, von allen individuellen kognitiven Repräsentationen der Gruppenmitglieder. Durch geteiltes Wissen über die Aufgabe, die Gruppe, die Prozesse, die Ressourcen und die Umgebung ist es das handlungsleitende Konzept der Gruppe.

⁸⁰Susan Carey, 1986 aus: Messing, 2022

⁸¹Roth, 2004, S. 41–42

⁸²Badke-Schaub et al., 2012, S. 130

⁸³vgl., Durkheim, 1938, Fleck 1935, McDougall 1920

⁸⁴Larson & Christensen 1993

⁸⁵Bettenhausen, 1991, S. 350

⁸⁶Weick & Roberts, 1993

⁸⁷Orasanu & Salas, 1993

⁸⁸Klimoski, Mohammed, 1994

⁸⁹Bettenhausen, 1991, S. 350

Abbildung 14: Mentales Teammodell nach Badke-Schaub

⁹⁰Badke-Schaub et al., 2012, S. 130

⁹¹Orasanu, 1990

⁹²Entin & Serfaty, 1999

„Eine wichtige Voraussetzung für adäquaten Informationsaustausch ist die Kommunikation von Abweichungen und Änderungen im Sinne eines Updates, sodass das mentale Modell aller beteiligten Personen und damit das mentale Teammodell möglichst auf dem aktuellsten Stand geteilt ist. Dazu ist eine entsprechende Gruppenstruktur mit der Möglichkeit zu offenen Gesprächen notwendig.“ [90]

Das geteilte mentale Modell ist nicht als abgeschlossen zu sehen, sondern als fortlaufender Gruppenprozess. Das empirische Nachweisen eines geteilten mentalen Modells ist sehr komplex und stellt meist nur ein Bruchstück der Realität dar, vor allem weil keine breit anerkannte Definition vorliegt. Allerdings kann abhängig vom geteilten Wissen das Fundament analysiert werden. Je weniger Lücken dieses Fundament hat und je aktueller der Stand ist, desto bessere Leistungen erzielt das Team: Orasanu konnte in Untersuchungen nachweisen, dass Gruppen mit einem übereinstimmenden mentalen Modell bessere Leistungen erzielen, weil die Gruppenmitglieder Erläuterungen und Prognosen bezüglich der Aufgabe und Aktivitäten der Anderen abschätzen können [91]. Auch Entin & Serfaty konnten nachweisen, dass Gruppen mit stressigen Situationen besser umgehen können, wenn sie wiederholte Äußerungen der aktuellen Situation miteinander teilen. Je geübter dieser gesamte Gruppenprozess ist, desto effektiver handelt die Gruppe. [92]

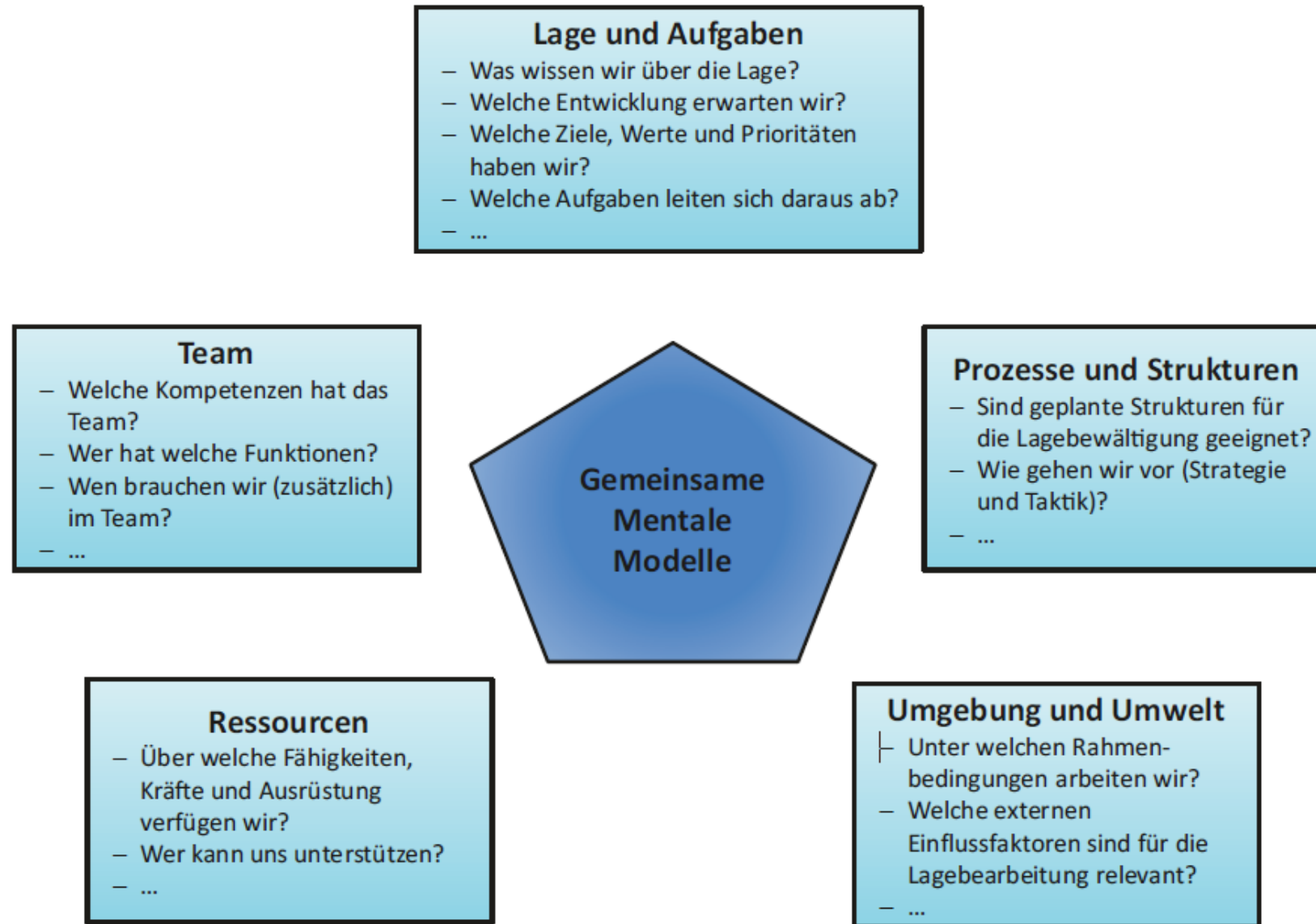
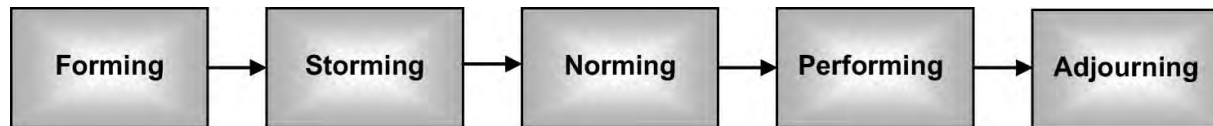


Abbildung 15: Elemente gemeinsamer mentaler Modelle mit Beispielfragen (nach Hofinger und Zinke)

2.5 Gruppenentwicklung

Abbildung 16: Gruppenentwicklung (nach Tuckman & Jensen)



⁹³Tuckman, 1965, S.386

⁹⁴Tuckman & Jensen, 1977

⁹⁵Badke-Schaub, 2012, S. 128

1965 veröffentlichte der Psychologe Tuckman ein Vier-Stufen-Gruppenentwicklungsmodell, um effektive Gruppenarbeit zu erreichen [93]. 1977 hat Tuckman das ursprüngliche Modell mit Jensen und erweitert [94]:

Forming

Die erste Phase ist „Forming“. Gruppen orientieren sich zu Beginn und ermitteln die Grenzen des zwischenmenschlichen und des aufgabenbezogenen Verhaltens. Es werden also Abhängigkeitsbeziehungen zu Führungspersönlichkeiten, anderen Gruppenmitgliedern oder bereits bestehenden Normen identifiziert. Orientierung, Rahmenbedingungen, Erprobung und Abhängigkeit machen Gruppenprozess aus [93].

Storming

Die zweite Phase ist eine Zeit des Konflikts zwischen den Gruppen - „Storming“. Diese Phase ist durch Konflikte, emotionale Reaktion und Polarisierung in Themen gekennzeichnet [93]. Dieses Verhalten spiegelt den Widerstand

gegen den Einfluss der Gruppe und die Anforderungen der Aufgabe dar; Tuckman stellte fest, dass Gruppenmitglieder einander und gegenüber dem Ausbilder feindselig werden, um ihre Individualität auszudrücken und sich der Bildung einer Gruppenstruktur zu widersetzen [93]. Die Konfliktphase ist laut Badke-Schaub der wichtigste Teil der Gruppenentwicklung, denn hier werden die gemeinsamen Ziele diskutiert und festgelegt [94]. Allerdings kann diese Phase auch negative Auswirkungen haben, wenn die Gruppe starke Machtkämpfe austrägt und nicht problem-fokussiert arbeiten kann. Generell ist es individuell, wie viel Zeit und Ressourcen Gruppen in die Konfliktphase investieren müssen [94].

„Erst nachdem die Gruppe eine Konfliktphase durchlebt und die Möglichkeiten und Grenzen ihrer Zusammenarbeit ausgehandelt hat, ist damit der Grundstein für die folgende Zusammenarbeit gelegt und die Gruppe kann sich auf die Aufgabe konzentrieren.“ [94]

Norming

In der dritten Phase - „Norming“ - stabilisiert sich die Gruppe. Hier entwickelt sich ein Gruppengefühl und ein Zusammenhalt der Gruppe. Es entstehen neue Normen und es werden neue Rollen übernommen. Im Bereich der Aufgaben werden intime, persönliche Meinungen geäußert [96]. Neuman und Wright beschrieben, dass hier die Entwicklung gemeinsamer mentaler Modelle und die effektivsten Arbeitsprozesse im Vordergrund stehen [97]. Tuckman erklärte, dass die Gruppe in dieser Phase zu einer Einheit wird, da die Mitglieder ein Gruppengefühl entwickeln und versuchen, die Gruppe aufrechtzuerhalten und zu bewahren. Aufgabenkonflikte werden vermieden, um die Harmonie zu gewährleisten [96].

Performing

Schließlich erreicht die Gruppe die vierte Stufe - „Performing“. Die Gruppe ist nun ein „Problemlösungsinstrument“, da die Mitglieder sich anpassen und Rollen flexibel und funktional je nach Aufgabenaktivität einteilen. Die Energie wird somit hauptsächlich in die Aufgabe gelenkt. Somit gilt die Gruppenstruktur als fest und kann die Aufgabenerfüllung unterstützen [96].

Adjourning

Mit der Überarbeitung des Modells wurde „Adjourning“ hinzugefügt. Hier liegt der Fokus auf dem Gruppen-Lebenszyklus.

Das heißt, das Ende oder die Trennung der Gruppe spielt eine wichtige Rolle und beeinflusst die vorherigen Phasen je nach Rahmen. Da vermutlich starke zwischenmenschliche Gefühle entwickelt worden sind, wird der „Tod der Gruppe“ in der letzten Phase für viele Gruppenmitglieder zu einem äußerst wichtigen Thema und die Trennung wird ver-/bearbeitet oder ein neuer Prozess beginnt durch eine andere Mitglieder-Konstellation [98].

Anwendung

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts wurde das Modell in Studien zu einer Vielzahl von Arbeitsumgebungen angewandt, von Projektteams [99] über Führungsteams [100] bis hin zu Partnerschaften im öffentlichen Gesundheitswesen [101]. Cassidy hat verschiedene Entwicklungsmodelle zwischen 1990 und 2001 verglichen und kam zu dem Schluss, dass alle in diesen fünfstufigen Rahmen passen. Sie stellte jedoch Unterschiede in Bezug auf die Konfliktphase fest: Die Konfliktphase dient zur Erforschung individueller Anliegen, welche wiederum den Konflikt antreiben können [102].

Miller bestätigte 2003 Tuckmans Theorie ebenfalls und stellte ein hohes Maß an Konsistenz und Ähnlichkeit bei der Beschreibung der Stufen von verschiedenen Autoren fest. Allerdings kritisierte sie, dass Entwicklungsprozesse wesentlich komplexer sind, als es lineare Modelle wiedergeben können [103]. Vielmehr sollte es als Zyklus der iterativen Gruppenentwicklung betrachtet werden [104].

⁹⁶Tuckman, 1965, S.386

⁹⁷Neuman und Wright, 1999, S. 367-389

⁹⁸Tuckman & Jensen, 1977

⁹⁹Rickards und Moger, 2000

¹⁰⁰Wheelan 2003

¹⁰¹McMorris, Gottlieb und Sneden 2005

¹⁰²Cassidy, 2007, S. 416

¹⁰³Miller, 2003

¹⁰⁴Gersick, 1988, S. 11

2.6 Gruppenstruktur der Crews

Die Gruppenentwicklung findet sich so auch in ICE-Umgebungen wieder. Nach Palinkas gibt es drei Phasen in Isolation und Eingeschlossenheit, die eine Gruppenstruktur prägt [105]:

Die erste Phase ist geprägt von offener Interaktion und der Findung von gemeinsamen Interessen zwischen den Besatzungsmitgliedern. Der soziale Vergleich schafft die Grundlage für die soziale Interaktion. Hier werden allerdings auch Unterschieden und Abneigungen identifiziert, was Konflikt-Grundlage sein kann [106].

In der zweiten Phase beginnen sich Untergruppen zu bilden, da sich Menschen nach gemeinsamen soziodemografischen Merkmalen, beruflichen Anforderungen, Freizeitinteressen, politischer und ideologischer Zugehörigkeit usw. organisieren. In einigen Fällen werden diese Untergruppen exklusiv, also zur Clique (Vinokhodova et al., 2012) und können sich polarisieren. Konflikte zwischen Untergruppen können zu Stress in der gesamten Gruppe führen [107].

In der dritten Phase beginnt die gesamte Gruppe einen sozialen Kern mit einer dazugehörigen sozialen Identität zu bilden. Dieser Kern kann jedoch einzelne Personen ausschließen, die sich nicht an die Gruppennormen und Verhaltensstandards halten können oder wollen. Diese Personen werden ausgegrenzt und von der Gruppe selbst isoliert [108].

So kann die Gruppe in jeder Phase zu Spannungen und

Konflikten oder zu Kooperation und Zusammenhalt neigen, was wiederum die Gruppenstruktur beeinflussen kann [108]. Die generelle Beziehung der Crew ist eine kollegiale Beziehung:

„even if there is a difference of age and experience, it becomes very quickly like a peer relationship“ (Cristoforetti, 2023, Interview: 00:02:30) [A]

Palinkas et al haben die Struktur einer Gruppe beim Südpol während eines Zeitraums von drei Jahren dokumentiert und multidimensional analysiert. Die Ergebnisse zeigten [109]:

- 1) Eine **Cliquen-Struktur**, mit abgetrennten Untergruppen, hat am meisten Angststörung, Depression und Wut.
- 2) Eine **Cliquen-Kern-Mischform**, mit einer relativ einheitlichen Gruppe, aber identifizierbaren Untergruppen, lag als Hybridstruktur im Mittelfeld.
- 2) Eine **Kern-Struktur**, in der sich die meisten Mitglieder als Teil derselben Gruppe identifizierten und trotz Subgruppe eine enge Verbundenheit zum Kern suchten, schnitten mit Abstand am besten ab.

Die drei Crews unterschieden sich auch deutlich in der Unterstützung, die sie ihren Mitstreitern im Laufe des Winters zukommen ließen [109].

¹⁰⁵Palinkas, 1992

¹⁰⁶Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 417

¹⁰⁷Vinokhodova et al., 2012

¹⁰⁸Gushin et al., 2001

¹⁰⁹Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 417

¹¹⁰Palinkas et al., 2000b

[A] siehe Anhang

2.7 Soziale Unterstützung der Crews

„Social Support - Effort to obtain sympathy, help, information, or emotional support from another person or persons“ [111]

Die Ergebnisse deuten auf einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Gruppenstruktur, Interaktionsmustern und dem individuellen Verhalten, bzw. Leistung hin; allerdings sind sie auch paradox [112].

Einerseits ist die Suche nach sozialer Unterstützung durch Gruppenmitglieder die meistgenannte Bewältigungsstrategie bei über 72 Astronauten und Kosmonauten - zur Überraschung der Forscher, die eine aktive und planvolle Problemlösung bei solch einer hochtrainierten Gruppe erwarten [113]. Auch zahlreiche Südpol-Studien zeigen, dass Depressionen mit der Größe einer Gruppe und dem Umfang der erhaltenen sozialen Unterstützung zusammenhängen [114]. Wie viele Mitglieder Interaktion oder Rat suchen, hängt vom individuellen Grad der Anspannung, Depression und Verwirrung ab [115]. Eine zufriedenstellende Unterstützung hat einen positiven Einfluss auf depressive Symptome [116]

Andererseits zeigt Leons Forschung, dass die Nutzung von sozialer Unterstützung als Bewältigungsstrategie negativ mit dem Wohlbefinden verbunden ist [117]. Soziale Unterstützung löste Stressreaktionen und negative Emotionen

bei Expeditionsmitgliedern aus [117]. Sandal et al. beweisen ebenfalls, dass die Suche nach sozialer Unterstützung Stress auslösen kann durch Faktoren wie Privatsphäre, zwischenmenschliche Spannungen und Überfüllung [118]. Außerdem kann es vorkommen, dass der Einzelne um Unterstützung bittet, sie aber nicht ausreichend erhält, weil andere Besatzungsmitglieder mit den gleichen Stressoren konfrontiert sind [119]. Dies führt wiederum zu negativen Emotionen und Stress in sozialen Beziehungen [120].

Daher muss eine wichtige Unterscheidung getroffen werden zwischen der Gruppendynamik als Stressfaktor und sozialer Unterstützung als Stressbewältigung [121]. Auch wenn Verhalten und Performance in ICE-Umgebungen immer sozial ist, passen sich Menschen individuell an solche Umgebungen an und sollten nicht von der Unterstützung ihrer Mitreisenden abhängig sein [121].

¹¹¹Vakoch [NASA], 2012, S. 161

¹¹²Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 417

¹¹³Suedfeld et al., 2009

¹¹⁴Cohen und Wills, 1985; Lin et al., 1990

¹¹⁵Palinkas et al., 2004b

¹¹⁶Palinkas und Browner, 1995

¹¹⁷Leon et al., 1991

¹¹⁸Sandal et al., 2003

¹¹⁹Palinkas, 1992

¹²⁰Golden et al., 2018

¹²¹Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 417

2.8 Spannungen, Konflikte und Zusammenhalt der Crews

Es gibt Berichte aus Raumfahrtprogrammen und ICE-Umgebungen, dass längere Isolation und Beengtheit oft zu erhöhten sozialen Spannungen führen. Diese Spannungen drücken sich durch offene Feindseligkeit in der Crew oder gegenüber der Einsatzleitung aus [122]. Sozialer Rückzug kann in solchen Fällen eine nützliche Bewältigungsstrategie sein [123], meistens führt sie jedoch zu einem geringeren Zusammenhalt [124]. Studien über kleine Gruppen in anderen ICE-Umgebungen zeigen ebenfalls mehr sozialen Konflikt und weniger Zusammenhalt [125]. Einfache Meinungsverschiedenheiten zwischen der Crew können in solchen Szenarien die Beziehungen negativ beeinflussen [126].

Die Problematik hierbei: Nur schwierig kann die Interaktion mit Gruppenmitgliedern vermieden werden. Die Anspannung nimmt rapide zu, je mehr man mit einer nicht gemochten Person zusammenarbeiten oder mit ihr sozialisieren muss [127]. Der zunehmende zwischenmenschliche Stress entsteht also durch Isolation und das Zusammensein mit derselben kleinen Gruppe [128]. Die Folge dieser Problematik ist einerseits Sub-Gruppierungen oder Cliquen [129], welche sich durch Nationalität [130], Geschlecht [131] und Werte formen [132]. Andererseits ist die Folge der Verstoß oder soziale Isolierung von Personen aus der Gruppe, die von anderen Besatzungsmitgliedern als nicht passend wahrgenommen werden [133]. Beispielsweise

werden Sündenböcke bei Antarktis-Expeditionen [134] und Isolation-Simulationen berichtet [135]. Allerdings kann die Bodenunterstützung dies nur bedingt feststellen:

„I mean, there are some rare but very strong indicators [for cohesion] on individuals. [...] But these are more like the extremes that we sometimes see.“ „And you would only see the extreme positive, not ... the extreme negative“ (Seine & Jambor, 2023, Fokusgruppe: 00:24:46 - 00:25:45) [siehe Anhang]

Selbst wenn kein offener Konflikt vorliegt, kann die Gruppenleistung sinken [136]. Studien von Palinkas et al. über multinationale Besatzungen auf antarktischen Forschungsstationen zeigen, dass Besatzungsmitglieder im Laufe der Zeit weniger interagieren [137]. Auch der Zusammenhalt nimmt in der mittleren und späteren Phase einer Mission ab, was zunehmende Spannungen und Konflikte verursacht [138]. Palma ist sicher, dass der Anstieg von negativen sozialen und emotionalen Gefühlen bei $\frac{3}{4}$ der Missionsdauer auftreten wird - was auch als $\frac{3}{4}$ Effekt bezeichnet wird:

„Analysis of sample discussions for each quarter indicates that there is a significant increase of negative social and emotional feeling in these discussions in the third quarter of the year, with some recovery in the fourth quarter“ [139]

¹²²Bell et al., 2015, 2019; Christensen and Talbot, 1986; Conners et al., 1985; al., 1985; Golden et al., 2018; Kanas, 1987; Kanas et al., 2009; Landon et al., 2018; Nicholas, 1987 Ramirez Gabel, 2021

¹²³Suedfeld und Steel, 2000

¹²⁴Christensen and Talbot, 1986; Conners et al., 1985; Kanas, 1985

¹²⁵Gunderson, 1974; Gushin et al., 2001; Kanas et al., 2001a,b; Natani and Shurley, 1974; Nicolas, 2009; Nicolas and Weiss, 2009; Nicolas et al., 2016; Palinkas, 1992; Palinkas and Suedfeld, 2008; Sandal et al., 2011; Stuster et al., 2000, 2000; Taylor, 1987; Wood et al., 1999

¹²⁶Corneliussen et al., 2017

¹²⁷Suedfeld und Steel, 2000

¹²⁸Vakoch [NASA], 2012, S. 169

¹²⁹Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 416

¹³⁰Walford et al., 1996; Sandal et al., 2011

¹³¹Walford et al., 1996

¹³²Sandal et al., 2011; Vinokhodova et al., 2012

¹³³Miller et al., 1971; Palinkas, 1992

¹³⁴Rivolier et al., 1991

¹³⁵Gushin et al., 1998

¹³⁶Larson et al., 2019

¹³⁷Palinkas et al., 2004b, 2004c

¹³⁸Dion, 2004, C39; Kanas, 2004, C4

¹³⁹Palmai, 1963 aus: Harrison et al., 1991, S.

2.8.1. Die Rolle der Führungskraft

Vor allem in kritischen Situationen ist die Führungskraft eine wichtige Stellschraube, um Konflikte und Koordinationsprozesse zu verbessern. Eine gute Führungskraft in ICE-Umgebungen setzt sich für den Abbau von Cliquerivalitäten und die Aufrechterhaltung der Gruppenharmonie ein, erscheint bei der Entscheidungsfindung neutral und unparteiisch und bemüht sich um die Lösung von Konflikten in Untergruppen [140]. Insbesondere Langzeitmissionen mit unstrukturierten Zeiträumen und Stress der Isolation und des Eingeschlossenseins erfordern eine unterstützende Führung. Die ideale Führung einer solchen Crew sollte sowohl aufgabenorientierte, als auch unterstützende Führungseigenschaften besitzen [141]. Schlechte oder ineffektive Führung kann zu Unterbrechungen der Aufgaben und zu einem Rückgang der Arbeitsmoral führen [142].

Doch jeder Führungsstil ist anders - die einzige Konstante ist, dass sie flexibel sein muss [144]. So zeigten Studien über Polarexpeditionen beispielsweise, dass die aufgabenorientierte Führung in der Anfangsphase (z. B. beim Aufbau des Lagers) wichtiger ist, während die unterstützende Führung in den späteren Phasen einer Expedition an Bedeutung wichtiger ist [143]. In Notfällen ist es wichtig, dass die Leitung entschlossen und direkt handelt. In anderen Fällen kann eine gemeinsame Entscheidungsfindung sinnvoller sein [141].

2.8.2. Crew-Außen-Interaktion

Eine kluge Führungskraft verlagert Spannungen und Konflikte auf Außenstehende. Es kann als Ventil zur Stressbewältigung dienen, da es leichter ist Wut und Angst gegenüber weiter entfernten Personen auszudrücken [147]. Die Ausrichtung von Wut und Feindseligkeit auf Externe kann auch die Astronautencrews vereinen und dadurch Leistung verbessern und Zusammenarbeit erleichtern [148]. Eine solche Verlagerung wird sowohl bei russischen als auch bei amerikanischen Raumfahrtmissionen [149], in der Antarktis [150] und bei früheren bodengestützten Simulationsstudien [151] beobachtet. Weltraum-Simulation-Studien zeigten, dass Umfang und Inhalt der Kommunikation zwischen den Besatzungen und dem Außenpersonal mit der Zeit abnehmen [151].

Allerdings haben negative Interaktionen zwischen Bodenpersonal und Astronauten auch zu Fällen von Fehlkommunikation geführt [152]. Sowohl Astronauten als auch das Bodenpersonal haben Schwierigkeiten, den eigentlichen Inhalt von gesendeten Nachrichten zu verstehen [153]. Spannungen zwischen der Raumfahrtbesatzung und der Bodenunterstützung können auch durch Verzögerungen in der Kommunikation verschärft werden, wie z.B. bei einer Mars-Mission von bis zu 20 Minuten zwischen einer Nachricht [154]. In einer Studie während der Mars 500 Simulation wurden Konflikte zwischen Besatzungsmitgliedern und dem Außenpersonal fünfmal häufiger berichtet als Konflikte unter den Gruppenmitgliedern [155].

¹⁴⁰Nicholas und Penwell, 1995

¹⁴¹Committee on Space Biology and Medicine, 1998

¹⁴²Nelson, 1964a; Sandal et al., 1995; Suedfeld, 2010

¹⁴³Gunderson and Nelson, 1963; Nelson, 1964a

¹⁴⁴Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 419

¹⁴⁵Suedfeld und Steel, 2000

¹⁴⁶Vakoch [NASA], 2012, S. 169

¹⁴⁷Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 416

¹⁴⁸Cooper, 1976; Lebedev, 1988

¹⁴⁹Palinkas, 1992

¹⁵⁰Kanas et al., 1996; Sandal et al., 1995; Nelson et al., 2015; Wang und Wu, 2015

¹⁵¹Bell et al., 2019; Gushin et al., 1997, 2012

¹⁵²Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 419

¹⁵³Committee on Space Biology and Medicine, 2000

¹⁵⁴Caldwell, 2000; Landon et al., 2018; Palinkas et al., 2016; Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 414

¹⁵⁵Basner et al., 2014

2.9 Soziale Kompatibilität der Crews

Die soziale Kompatibilität von Crews hat sowohl positiven als auch negativen Einfluss auf die Crew. Studien über russische Kosmonauten zeigen, dass die soziale Kompatibilität mit der Moral und der Leistung der Besatzung zusammenhängt [156]. Unterschiede in Hobbys, Freizeitaktivitäten sowie dem Hintergrund sagen eine geringere Kompatibilität voraus [157]. Eine reifere, gering-altersgemischte Besatzung hat wiederum bessere Kompatibilität [158]. In einigen Fällen sind unterschiedliche Persönlichkeiten von Gruppenmitgliedern vorteilhaft, da sie sich sinnvoll ergänzen können [159]. In anderen Fällen ist es genau andersrum und ähnliche Persönlichkeiten in der Gruppe führen zu weniger Konflikt und zur effektiven Stressbewältigung [160]. Spannungen zwischen Einzelpersonen oder Gruppen wurden auch mit unterschiedlichen Berufe oder Karriereziele festgestellt [161].

Allerdings sind sowohl Geschlechtervielfalt, demografische Kriterien (z. B. Alter, Geschlechtsidentität und ethnische Zugehörigkeit) sowie individuelle Unterschiede (z. B. Persönlichkeit, Motivation und Werte) nicht ausreichend erforscht, um eine fundierte Aussage über deren Einfluss auf Anpassungsfähigkeit und Leistung der Gruppe treffen zu können [162].

Nationale, kulturelle und sprachliche Unterschiede können zu Fehlkommunikation, Missverständnissen, Verlegenheit, Irritationen, Spannungen und ineffektiven Reaktionen auf

Gefahren führen [163]. So auch bei Samantha:

„Ich habe mit einigen Kollegen ganz gerne diskutiert, also auch wirklich heftig Meinungen ausgetauscht ... Ich genieße das. Andere Menschen, vor allem Amerikaner, finden das irgendwie stressig [...] Sie nehmen sowas als Konflikt wahr. [...] Wir haben uns irgendwie auf dem Mittelweg getroffen.“ (Cristoforetti, 2023, Interview: 00:16:01) [A]

So zeigen erste russische Langzeit-Raumfahrtmissionen mit internationalen Gruppen Konflikte, durch unterschiedliche Sprachkompetenz, kulturell bedingten Erwartungen, Werten, Einstellungen und Verhaltensmustern [164]. Auch Samantha hat solch einen kulturellen Unterschied erfahren: Sowohl Antarktis- als auch an Weltraummissionen berichten, dass man sich als kultureller Außenseiter in einer monokulturellen Crew oft ignoriert, abgewertet oder misstraut fühlt [165]. Die Kompatibilität von Crews über Ländergrenzen kann in der Raumfahrt aber kaum beachtet werden:

„Only if there was a known strong incompatibility. [...] This may be a bit more sophisticated within the US only and within Russia only. Because they know their people better. But between partners we don't know ...“ (Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:31:48) [A]

¹⁵⁶Leonov & Lebedev, 1975

¹⁵⁷Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 418

¹⁵⁸Bell et al., 2015

¹⁵⁹Altman & Haythorn, 1965; Haythorn et al., 1966; Kanas, 1985

¹⁶⁰Leon & Sandal, 2003

¹⁶¹Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 418; Leon et al., 2011b; Nicolas et al., 2016; Palinkas, 1992; Sandal et al., 1996; Suedfeld, 2010; Weiss et al., 2007

¹⁶²Pagnini et al., 2023, S. 3; Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 418

¹⁶³Leon et al., 2011b; Nicolas et al., 2016; Sandal, 2004

¹⁶⁴Bluth, 1981, 1984; Chaikin, 1985; Oberg, 1981; Lebedev, 1988

¹⁶⁵McCormick et al., 1985; Suedfeld et al., 2012a,b

¹⁶⁶Vinokhodova et al., 2012

¹⁶⁷Tafforin & Giner Abati, 2017, S. 103–110

[A] siehe Anhang

Andererseits waren die Spannungen in der MARS-105-Simulation stärker mit Unterschieden in den Wertorientierungen und in der Bewertung des sozialen Umfelds verbunden als mit Unterschieden im kulturellen Hintergrund [166]. Außerdem können kulturelle Unterschiede auch positive Auswirkungen auf die zwischenmenschliche Kommunikation und Organisation haben, wie dem Mars-500 Experiment, Mars Wüsten-Forschungs-Station, Arktischen-Tara-Expedition und der Concordia Südpolstation [167]. So sind laut Tafforin und Giner Abati gemischte Kulturen eher ein Vorteil, weil Gruppenmitglieder versuchen, einander zu verstehen und wachsen dadurch zusammen. Sie wollen neues Wissen über die anderen Kulturen erfahren und durch gegensätzliche Fähigkeiten, Werte und Erfahrungen lernen sie auf Augenhöhe zusammenzuarbeiten [167].

Auch Strusters Analyse von Tagebucheinträgen der Crew-Mitglieder auf der ISS zeigt: „Konflikteinträge“ steigen über die vier Quartale einer Mission leicht an; „Positive-Einträge“ jedoch auch und sie übertreffen die absolute Anzahl deutlich [168]. Viele berichten von einer allgemein vertrauensvollen und freundlichen Haltung der internationalen Crew [169]:

„Yes, we really had a good time together. We really enjoyed being there together. Yuri and Yuri were absolutely fantastic to work with. I mean, I could not have picked better people to spend a long period of time with. We just lived every day as it came. We enjoyed every day. We enjoyed working together and joking around together. It was just a very good experience, I

think, for all of us“ [170].

Auch die ESA konnte positives Verhalten beobachten:

„sometimes, you see, when they do something that is really a group thing and totally unusual then you can see: Yes, these guys really have fun together.“

„So one occasion I saw was an activity ... it was planned, it was prepared. They had a kind of battle, you know, with ... slime. [...] You could see that they had a lot of fun.“ (Bertone & Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:26:20 - 00:27:50) [A]

Jedoch gilt tendenziell: je größer der Abstand zwischen den Kulturen, desto größer der Abstand zwischen den Gruppenmitgliedern (sowohl räumlich, als auch sozial) [171]. Außerdem muss die Forschung hier noch einiges aufarbeiten, da multikulturelle-diverse Crews immer relevanter werden. Trotzdem ist noch nicht klar, ob die Ergebnisse (positiv wie negativ) wirklich auf Kultur oder andere Faktoren zurückzuführen sind [172].

¹⁶⁸Stuster, 2010

¹⁶⁹Vakoch [NASA], 2012, S. 169

¹⁷⁰Lucid, 1998 aus: Vakoch [NASA], 2012, S. 169

¹⁷¹Tafforin & Giner Abati, 2017, S. 103–110

¹⁷²Pagnini et al., 2023, S. 3

[A] siehe Anhang

3 Organisatorische- / Umgebungsdomäne

3 Organisatorische- / Umgebungsdomäne	42
3.1 Isolierende und Einschließende Umgebungen	43
3.2 Erforschte Syndrome	44
3.3 Erlebnisse („Experience“)	46
3.4 Positive Entwicklungen	48
3.5 Habitabilität („Habitability“)	50
3.6 „Mikro-Gesellschaft“	52
3.7 Historische Entwicklung.	54
3.7.1 1950-1970er: Space-Race	54
3.7.2 1970-2010er: Internationale Kooperation	56
3.7.3 2010er-heute: Moderne Ära.	57

3.1 Isolierende und einschließende Umgebungen (ICE)

Jede Umgebung kann durch ihre Umwelt- oder physikalischen, sozialen und psychologischen Variablen beschrieben werden (z.B. Temperatur, Beleuchtung, spezifische Merkmale, Nation...). Der Psychologe Peter Suedfeld beschreibt extreme (oder ungewöhnliche) Umgebungen mit zwei Dimensionen [173]:

(1) *Grad der Extremität*

(2) *Grad der Ungewöhnlichkeit*

Die Psychologen Manzey und Lorenz definierten extreme Umgebungen („*extreme environments - EE*“) als:

„settings for which humans are not naturally suited and which demand complex processes of psychological and physiological adaptation“ [174]

Morphew argumentierte 1999, dass alle extremen Umgebungen Schnittstellen zwischen Mensch-Technik, Mensch-Mensch und Mensch-Umwelt haben. Sie stellen hohe Anforderungen an die Leistung der Nutzer und die Teamarbeit [175]. Barnett und Kring kombinieren diese Ansätze 2003 und definieren extreme Umgebungen als:

„settings that possess extraordinary technological, social, and physical components that require significant human adaptation for successful interaction and performance“ [176]

Erfolgreiche Interaktion und Leistung hängt demnach von der intensiven menschlichen Anpassung ab. Isolierende und einschließende extreme Umgebungen („*isolated and confined extreme environments - ICE*“) sind besonders herausfordernd. Solche Umgebungen sind geprägt von suboptimalen Parametern für das menschliche Überleben, die durch physische Abgeschiedenheit und einen begrenzten räumlichen Bereich charakterisiert sind [177].

Dazu gehören beispielsweise Gefängnisse, Gefangenenlager, Ressourcen-Abbaugelände (z. B. Bergbau-Minen und Ölplattformen), unbewohnte Inseln, Berggipfel, Kapseln, Einsiedler-Lebensräume, Hochseeschiffe, Deprivation-Labore, Raumschiffe- und Raumfahrt-Analogien, sowie arktische Expeditionen [177].

¹⁷³Kring 2008, S. 212; Suedfeld und Mocellin 1987

¹⁷⁴Manzey und Lorenz, 1997, S.68

¹⁷⁵Morphew, 1999, S. 56-60

¹⁷⁶Barnett und Kring, 2003, S.961

¹⁷⁷Suedfeld und Steel 2000, S. 228

3.2 Erforschte Syndrome

Polarforscher in der Antarktis (Südpol) und in der Arktis (Nordpol) haben drei „Syndrome“ erforscht, welche die Erfahrung von Menschen in isolierenden und einschließenden Umgebungen prägen [178]:

Polares T3-Syndrom

Die Veränderung der Stimmung und der kognitiven Fähigkeiten durch die veränderte Leistung der Schilddrüse [179] ist bekannt als „Polar-T3-Syndrom“. Dieses Krankheitsbild ist eine physiologische Anpassung an lange Kälte und Dunkelheit [180]. Durch die Verabreichung von Schilddrüsenpräparaten kann dieses Syndrom allerdings wirksam behandelt werden [181].

Saisonale affektive Störung („S-SAD“)

Umgebungen in hohen Breitengraden zeigen eine zeitlich begrenzte Saisonale affektive Störung (S-SAD) [182]. Der Schlafbeginn wird also ständig versetzt und die Schlafzeit generell weniger [183]. Die Ursache liegt hierbei in der gestörten Melatonin-Konzentrationen (Schlafhormon) durch veränderte Licht-Dunkelheit-Rhythmen [184], was wiederum die energetische Motivation, Stimmung und kognitive Leistung beeinflusst [185].

Überwinterungssyndrom

Das „Überwinterungssyndrom“ („Winter-over-syndrom“) ist ein Bündel von Symptomen: Schlafstörungen, eingeschränkte Wahrnehmung, negativer Affekt, sowie zwischenmenschliche Spannungen und Konflikte [186]. Die Symptome treten bei überwinternden Crews in arktischen Gebieten auf. Beispielsweise zeigen zwei Überwinterungs-Expeditionen der Concordia-Station, dass Ressourcen unter den härtesten Bedingungen stärker erschöpft waren und die Teilnehmer weniger Bewältigungsstrategien und positive Gefühle berichten [187]. Es ist eine Form „Winterschlaf“, der über einen langen Zeitraum der Isolation und Enge auftritt. Dadurch werden Stressbewältigung, Schlafqualität und positive Stimmung stark beeinflusst [187].

Diese Bündel von Symptomen tritt auch in anderen ICE-Umgebungen auf, die keinen Wechsel der Jahreszeiten haben. Eine Mars500-Studie zeigt eine zunehmende „Sesshaftigkeit“ oder psychische Trägheit je länger die Mission geht, was wiederum Schlafprobleme und verminderte Leistungsfähigkeit verursacht [188]. Eine andere Mars500-Studie zeigt ein verringertes Bedürfnis nach Stimulation um das dritte Quartal herum [189]. Andere analoge Studien berichteten längere und häufigere Aufwachphasen in der Mitte der Mission. Außerdem traten weniger positiv motivierte Handlungen und mehr neurologische Verhaltensstö-

¹⁷⁸ Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 415

¹⁷⁹ Do et al., 2004; Reed et al., 2001; Palinkas et al., 2001; Sawhney et al., 1995; Xu et al., 2003; Chen et al., 2016a

¹⁸⁰ Do et al., 2004

¹⁸¹ Reed et al., 2001; Palinkas et al., 2007b

¹⁸² Palinkas et al., 1996

¹⁸³ Chen et al., 2016b

¹⁸⁴ Lewy et al., 1985

¹⁸⁵ Magnusson und Partonen, 2005; Melrose, 2015

¹⁸⁶ Strange und Youngman, 1971

¹⁸⁷ Sandal et al., 2018

¹⁸⁸ Basner et al., 2013

¹⁸⁹ Sandal et al., 2018

rungen auf (z. B. vermehrte Gedächtnislücken und -fehler, Wut und Depression) [190].

¹⁹⁰Landon et al., 2018

¹⁹¹Harrison et al., 1991, S. 262

Ein wichtiges Merkmal dieser Beobachtung: Sie ist eher relativ als absolut - das Überwinterungssyndrom tritt bei $\frac{3}{4}$ der Missionsdauer auf, unabhängig von der Gesamtdauer. Allerdings beeinflusst die Gesamtdauer, wie stark die psychische Gesundheit und die Moral der Crew abfällt [191].

3.3 Erlebnisse (“Experience”)

Trotz solcher Syndrome haben mehrere Forscher festgestellt, dass die Umwelt keinen direkten Einfluss auf den Menschen hat. Vielmehr sind psychologische und physiologische Rahmenbedingungen relevant [192]. Folglich hat Suedfeld Prinzipien abgeleitet, welche die Erforschung von ICE-Umgebungen vergleichbar machen soll:

Prinzip 1

Nicht die Umwelt beeinflusst die Reaktion des Menschen, sondern das Erlebnis [192]. Forscher sollten daher Erlebnisse innerhalb der Umwelt erforschen. Es geht also darum, wie die Umwelt wahrgenommen wird und welche Bedeutung sie für den Einzelnen hat (z.B. das Gefühl, Kontrolle über die Situation zu haben oder eben nicht) [193].

Prinzip 2

Unterschiede und Ähnlichkeiten zwischen Erlebnissen müssen herausgearbeitet werden, die unabhängig von Umgebungsmerkmalen sind. Schließlich kann dieselbe Umgebung bei Menschen zu unterschiedlichen Erlebnissen führen; dieselbe Person kann in derselben Umgebung zu unterschiedlichen Zeiten auch äußerst unterschiedliche Erlebnisse haben; und eine physisch sehr unterschiedliche Umgebung kann zu äußerst ähnlichen Ergebnissen führen [192].

„The frozen ice fields of the Arctic are customary and satisfying to the Inuk hunter [...] We [in contrast] view the Arctic as extreme and unusual, but we are really characterizing our view-that is, our experience-of the Arctic, not the environment itself” [194].

Prinzip 3

Ähnliche Erfahrungen in ICE-Umgebungen müssen miteinander verglichen werden, anstatt nur ähnliche Umgebungen zu vergleichen. So kann eine breite Menge an Erkenntnissen nutzbar werden. Aus dieser Perspektive kann eine Raumfahrtmission durch eine Polarexpedition erforscht werden, wenn die Erlebnisse sich genug ähneln. So konnte Palinkas beispielsweise eine umgekehrte Verbindung zwischen Depression und Intensität der physischen Umgebungen analysieren, d. h. je besser die Umgebung, desto schlimmer ist die Depression [195]. Allerdings ist die Analyse der Erfahrung in einer ICE-Umgebung nicht nur von physischen und sozialen Variablen abhängig, sondern auch von Persönlichkeit, Vorerfahrungen und dem Menschen selbst [192].

Prinzip 4

Der systematische Zusammenhang zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und Erfahrung ist äußerst wichtig; was bis heute ein komplexes Forschungsgebiet ist [196].

¹⁹²Harrison et al., 1991, S. 135 - 145

¹⁹³Taylor, S. E., 1983

¹⁹⁴Suedfeld aus: Harrison et al., 1991, S. 140

¹⁹⁵Vakoch [NASA], 2012, S. 72

„From pilot to surgeon, fire-fighter, polar expeditioner or astronaut, we need to know if the characteristics that define adaptable and functional individuals and teams have commonalities across various environments.“ [197]

Die Problematik liegt darin, dass unterschiedliche Programme auch unterschiedliche psychologische Sichtungen und Auswahlverfahren nutzen. Einige stützen sich auf formale klinische Bewertungen und standardisierte psychometrische Tests. Andere setzen auf das persönliche Interview, welches von Programmverwaltern, ehemaligen Expeditionsmitarbeitern und Stationsleitern durchgeführt wird. In beiden Fällen sollen jedoch zwei Ziele erreicht werden [198]:

„*Select-out*“: Kandidaten mit riskanten Merkmalen aussortieren, die eine psychiatrische Vorgeschichte, aktuelle Symptome oder andere Merkmale einer psychiatrischen Erkrankung aufzeigen (könnten).

„*Select-in*“: Kandidaten mit Merkmalen auswählen, welche optimale Leistungen in solchen Umgebungen vorhersagen.

Prinzip 5

Erlebnisse sind kontinuierlich und eingebettet im Lebensfluss [199]. Sie sind ein integrierter Bestandteil der gesamten Lebenserfahrung:

„They comprise an integrated component of the total life experience of the individual; they are shaped by, and in turn help to shape, the cognitive, affective, perceptual, personality, memory, and other psychological variables that make up the psychological repertoire.“ [199].

Dementsprechend kann sich die Erforschung solcher Erlebnisse nicht auf ein isoliertes Ereignis beschränken. Um die Auswirkungen des Erlebnisses zu verstehen, muss der Einzelne im Kontext seines Lebens erforscht werden: vor, während und nach dem Erlebnis [200].

¹⁹⁶Harrison et al., 1991, S. 135 - 145

¹⁹⁷Vakoch [NASA], 2012, S. 57

¹⁹⁸Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 421

¹⁹⁹Suedfeld aus: Harrison et al., 1991, S. 143

²⁰⁰Harrison et al., 1991, S. 143

3.4 Positive Entwicklungen

Viele Autoren beschreiben sogar positive Entwicklungen in ICE-Umgebungen. Mehrere Studien haben über einen Rückgang der Stresssymptome und -werte im Laufe der Zeit berichtet [201]. Demnach passt sich der Mensch an die Merkmale der Umgebung an, was den Schlafrythmus auch im Laufe der Zeit normalisiert [202]. Palinkas Forschung zeigt vier Charakteristiken der psychosozialen Anpassung an Isolation und Eingesperrtheit [203]:

- 1. Die Anpassung folgt einem saisonalen oder zyklischen Muster, welches den Tagesrhythmus mit der psychologischen Verfassung verbindet [203].*
- 2. Die Anpassung ist stark situationsabhängig. Die soziale und physische Umgebung sowie die vorhandenen Ressourcen beeinflussen, wie gut sich ein Mensch anpasst [203].*
- 3. Anpassung ist sozial. Die Gruppenstruktur wirkt sich direkt auf das individuelle Wohlbefinden aus. Besatzungen mit Cliquenstruktur zeigen beispielsweise deutlich mehr Depressionen, Angst, Ärger, Müdigkeit und Verwirrung als Besatzungen mit stabilen Kern-Strukturen [203].*
- 4. Anpassung kann auch gesundheitsfördernd sein, d. h. eine positive Wirkung auf Personen haben, die herausfordernde Erfahrungen in extremen Umgebungen suchen [203].*

Das Erlebnis in einer ICE-Umgebung kann langfristig sogar Vorteile für die Gesundheit mit sich bringen [204]. So zeigt eine Studie von Palinkas, dass Menschen nach ihrer Rückkehr aus der Antarktis insgesamt 20 % weniger erste Krankenhauseinweisungen haben. Außerdem weisen sie deutlich weniger andere physische oder psychische Krankheiten auf [204]. Einige „Winter-Overs“ berichten auch von einer verstärkten Selbstentfaltung, positiven Auswirkungen auf die berufliche Laufbahn und verbesserten Möglichkeiten zur Reflexion und Selbstverbesserung [205]. Auch Flow-Erlebnisse und der Anstieg von Selbstbestimmtheit, Selbstvertrauen, Mut und Fürsorge für andere werden berichtet [206]. Auch viele Astronauten berichten von einer positiven psychologischen Entwicklung [207]. Das Training für und die Herausforderung im Weltraum können es ermöglichen, neue Fähigkeiten zu entwickeln, ein starkes Gefühl der Erfüllung zu erlangen und sich würdig zu fühlen [208]. Es sei nach Schmitt das berauschte Gefühl, tatsächlich zu sein („being there“) und den eigenen Platz im Kosmos neu zu definieren [209].

„It has caused me to seek a challenge wherever I can find one, to charge ahead and never look back . . . that feeling of omnipotence is worth all that it takes to get there.“ [210]

²⁰¹Nicolas und Gushin, 2015; Leon et al., 2002

²⁰²Palinkas, 1991; Palinkas et al., 2000a

²⁰³Palinkas, 2003

²⁰⁴Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 416

²⁰⁵Vakoch [NASA], 2012, S. 72

²⁰⁶Gushin et al., 1998; Kanas et al., 2006; Suedfeld et al., 2012a,b; Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 415

²⁰⁷Suedfeld et al., 2012a,b

²⁰⁸Vakoch [NASA], 2012, S. 28

²⁰⁹Schmidt, 1996

²¹⁰Cunningham, 1977

Viele der von White interviewten Astronauten und Kosmonauten berichteten ebenfalls von „overview effects“ - wahrhaft transformativen Erfahrungen, geprägt von Transzendenz, dem Gefühls des Staunens, der Ehrfurcht, sowie der Einheit mit Natur und universeller Brüderlichkeit [211]. Mögliche Ursachen für diese positiven Erlebnisse wurden diskutiert:

- 1) *Isolierte und begrenzte extreme Umgebungen sind nicht wesentlich stressiger als andere Umgebungen [212].*
- 2) *Personen, die sich freiwillig für solche Langzeitmissionen melden, sind in der Regel hoch motiviert und kompetent, in solchen Umgebungen über lange Zeiträume hinweg ein hohes Leistungsniveau aufrechtzuerhalten [213].*
- 3) *Einige hoch motivierte Personen schneiden grundsätzlich besser ab als andere [214].*
- 4) *ICE-Umgebungen können positive Reaktionen und Anpassung auslösen, die nützlich und gesundheitsfördernd sind [215].*

²¹¹Vakoch [NASA], 2012, S. 29

²¹²Suedfeld und Steel, 2000

²¹³Palinkas et al., 1995

²¹⁴Palinkas et al., 2000a

²¹⁵Antonovsky, 1987

3.5 Habitabilität („Habitability“)

Die Gestaltung der Habitabilität (auch: Bewohnbarkeit) eines Lebensraums ist entscheidend für das physische und psychische Wohlbefinden der Bewohner und beeinflusst das Erlebnis und den Erfolg der Mission [216]. Schon 1963 definierten Reed und White Habitabilität als Zusammenspiel von Faktoren, die mit dem Menschen, seiner Maschine, seiner Umgebung und der Mission zusammenhängen [217].

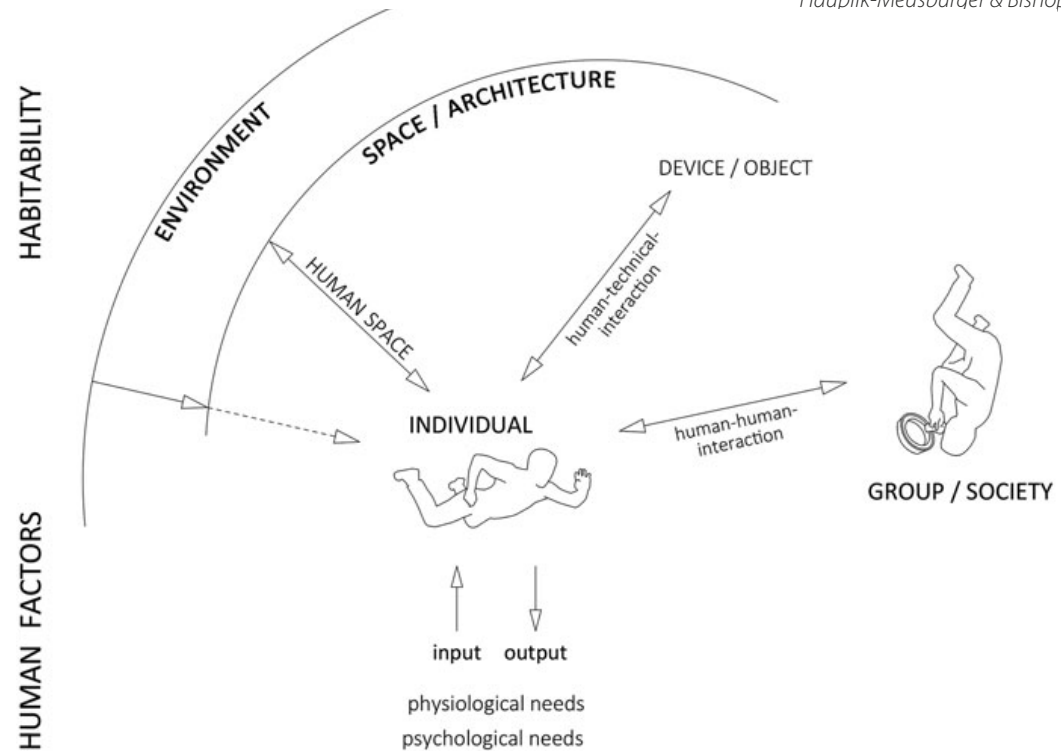
„[Habitability] depends upon the purpose of man’s presence within that environment, the time he plans to remain, and the type of performance he expects to achieve“ [218].

Nach Kubis hängt Habitabilität vom Zweck, der Dauer und der Art der Anwesenheit ab. Der Psychologe Dr. James Wise definiert räumliche Bewohnbarkeit als:

„Spatial habitability refers to the ways in which the volume and geometry of livable space affects human performance, wellbeing and behaviour“ [219]

Also wie das Volumen und die Geometrie des bewohnbaren Raums auf die menschliche Leistung, das Wohlbefinden und das Verhalten wirkt [219]. Heute ist Habitabilität ein Oberbegriff, welcher die Angemessenheit und den Wert eines (gebauten) Lebensraums für seine Bewohner in einer bestimmten Umgebung beschreibt [220].

Es handelt sich um ein komplexes System und betrifft Individuum, Gruppe sowie Architektur der (gebauten) Umwelt [221]. Häuplik-Meusburger hat hierzu folgende Grafik gestaltet:



²¹⁶Häuplik-Meusburger & Bishop, 2021, S. 2–9

²¹⁷Reed und White, 1963

²¹⁸Kubis, 1967, S. 399

²¹⁹Wise 1988, S. 6

²²⁰vgl. Häuplik-Meusburger 2011

²²¹Häuplik-Meusburger & Bishop, 2021, S. 2–9

Zu den Komponenten des Systems gehören laut Häuplik-Meusburger:

Das Individuum: Die meisten Menschen in isolierenden und einschließenden Umgebungen wurden sorgfältig nach bestimmten Merkmalen ausgewählt, die entweder auf Ausschlusskriterien (körperliche und/oder psychische Behinderungen) oder auf Einschlusskriterien (Wissen, Erfahrung, Persönlichkeit usw.) beruhen. Teilaspekte sind: physische und psychische Verfassung, Stressreaktion, Stressbewältigung, Verhaltensgesundheit und professionelle Erfahrung [222].

Die Gruppe oder (Mikro-)Gesellschaft: In solchen Umgebungen lebt eine kleine Gruppe von Menschen auf relativ engem Raum zusammen. Dies wird auch als eine „Mikro-Gesellschaft“ bezeichnet. Isoliert von dem alltäglichen sozialen Netzwerk, werden die sozialen Beziehungen der Gruppe oft intensiver und führen daher zu zwischenmenschlichen Herausforderungen für die gesamte Gruppe. Teilaspekte sind: Kompatibilität der Gruppe, Zusammenhalt, Auswahl, Geschlecht und Kultur [222].

Das Umfeld: Die physische Umgebung selbst ist lebensbedrohlich, sowie physisch, psychologisch und sozial anspruchsvoll. Dies gibt den Rahmen für die geplanten Missionen vor. Außerdem ist das Überleben abhängig von den Technologien und Systemen, welche das Habitat überhaupt bewohnbar machen. Teilaspekte sind: Umgebungs-Bedingungen, verwendete Technologien (Sauerstoffproduktion, Wasseraufbereitung, ...), die Aufgaben, die Art des Habitats und die Zeit [222].

Die Zeit: Die Dauer des Aufenthalts wirkt sich auf jede Komponente aus - auf den Einzelnen, die gesamte Gruppe und auf das Habitat mit den Systemen. Teilaspekte sind: die Mission, Planungsänderungen und die Zeitplanung [222].

3.6 „Mikro-Gesellschaft“

Astronauten passen sich durch neue räumliche und motorische Verhaltensweisen im Laufe der Zeit an die fehlende Schwerkraft an. Es werden neue Beziehungen zwischen Körperreferenzen und der Umgebung aufgebaut [223]. Mit der Zeit kann sich der Astronaut beim Aufbau einer räumlichen Erfahrung frei vorwärts oder rückwärts bewegen, den Kopf nach unten oder oben ausrichten und schwebende Objekte manipulieren, sodass er von der physischen Anpassung zur kognitiven Anpassung übergeht [223].

Die kognitive Anpassung zeichnet sich durch Verhaltensweisen mit komplexeren sozialen Interaktionen aus, um die Wechselbeziehungen zwischen den Bewohnern eines Individuums, der Gruppe und ihrer gebauten, natürlichen und sozialen Umwelt zu verstehen (Tafforin & Giner Abati, 2017, S. 103). Es ist also eine Art „kulturelle Evolution“, um als isolierte Gesellschaft zu handeln [223]. Dabei spielen Entfernung, Isolation und Zeit eine große Rolle. Schon historische Erkundungsexpeditionen waren in der Regel von langer Dauer (d. h. Monate bis Jahre), und daher geprägt von situationsbedingten, unvorhergesehenen Entscheidungen, hoher Autonomie und Selbstversorgung. Je weiter und länger die Expedition ging, desto größere Distanz lag auch zur gewohnten größeren Gesellschaft [224]. Die Crew hat demnach ihre eigene „Mikro-Gesellschaft“ geformt, um in der neuen sozio-physischen Umwelt handlungsfähig zu bleiben. Sie zeichnet sich durch ihre eigenen Lebensregeln, Arbeitsgewohnheiten und spezifischen Sitten sowie Werte aus [223].

Diese Mikro-Gesellschaft kann auch lehrreich für die größere Gesellschaft sein:

„You can learn from that mini society where the cracks show first and the timing. And then you can compare it with other confined environments, [...] that have the similar stresses, and validate against each other“ (Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:42:29) [A]

Die National Academy of Sciences empfahl schon 1972 nicht nur grundlegende biomedizinische und lebenserhaltende Forschung für Astronauten zu betreiben, sondern auch Studien über die Leistung, die Bewohnbarkeit der Umwelt, Gruppenprozesse, *zwischenmenschliche Interaktion* und die Beziehung der Crew als „Mikro-Gesellschaft“ durchzuführen [225]. Heutige kulturelle Unterschiede zwischen Astronauten auf der ISS werden bereits durch eine „Mikrokultur“ abgepuffert: Der gemeinsame Beruf und die gemeinsamen sprachliche / technische Ausbildung erzeugen einen geteilten Wissensschatz, eine Reihe von bekannten Erwartungen und gemeinsame Fähigkeiten [226].

„like a small family when they live in a big tin can“

„Yeah, I think family is a good example because ultimately you share [...] the comforts and discomforts. You have no choice.“ (Jambor & Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:22:16 - 00:22:59) [A]

²²³Tafforin & Giner Abati, 2017, S. 103

²²⁴Vakoch [NASA], 2012, S. 62

²²⁵Vakoch [NASA], 2012, S. 9

²²⁶Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 418

²²⁷Kelly und Kanas, 1992

²²⁸Palinkas, 1992

²²⁹Palinkas & Suedfeld, 2021, S. 420

²³⁰Pagnini et al., 2023, S. 4

²³¹Suedfeld, 2010

[A] siehe Anhang

Die gemeinsame Erfahrung und Begeisterung trägt wesentlich zur Verbesserung der Kommunikation zwischen den Besatzungsmitgliedern bei [227]. Mikrokulturen entstehen insbesondere dann, wenn die Besatzungen ihre gemeinsamen Werte und Verhaltensnormen explizit machen [228].

Doch zukünftige Raumfahrtmissionen erfordern eine Anpassung des derzeitigen Modells von Interaktion, Abläufen und der Kommunikation zwischen der Crew und der Bodenunterstützung [229]. So werden zukünftige Missionen zum Mars an frühere ehrgeizige Erkundungen, wie die von Vespucci und Kolumbus, erinnern [230].

„The Marsionauts will have, thus, been part of a social group in ethological terms and part of a micro-society in anthropological terms“ [232].

Menschen werden an Grenzen stoßen, die nie zuvor überschritten worden sind [231] und müssen diese mit ihrer „Mikro-Gesellschaft“ bewältigen können.

„Moon is not so much of a problem because I don't think you're going to have missions much longer than what we do at the ISS. [...] Your biggest problem [on a long mission to Mars] is to keep the crew cohesion through the travel, because there's literally nothing to do. [...] it goes down, down, down and somewhere there you will need a booster“ (Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:35:14 - 39:59) [A]

Bei der ISS kann die Erbeobachtung als Stressbewältigungsmaßnahme oder Freizeitaktivität genutzt werden, doch auf einer Mission zum Mars ist dies nicht möglich.

„If you look out of a window going to Mars, there's not much to see [...]“

„No, the earth fades and it gets smaller and smaller and smaller and smaller.“

„Earth becomes depressing because you see the distance...“ (Bertone & Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:38:20 - 00:38:59) [A]

Und auch Freizeitaktivitäten sind nur begrenzt nutzbar:

„I love reading. But sometimes I've read enough and I really want to do something else, so I don't think leisure activities is what we can bank on. [...] But there needs to be structured work that forces them to be mentally and physically occupied for a large portion of the day“ (Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:37:04) [A]

Abschließend gibt es bislang zwei offensichtliche Schlussfolgerungen:

(a) je tiefer die Menschheit in den Weltraum vordringt, desto mehr müssen die Entscheidungen der Besatzungen autonom werden [233]; und

(b) damit diese Entwicklung in die Praxis umgesetzt werden kann, müssen subtile Aspekte wie die Kompatibilität der Besatzungen berücksichtigt werden [234].

²³²Tafforin & Giner Abati, 2017, S. 103

²³³Wu und Hera, 2019

²³⁴Sandal et al., 2011

[A] siehe Anhang

3.7 Historische Entwicklung

Die Erforschung des Weltraums kann auf zwei Triebkräfte zurückgeführt werden:

Lange bevor reale Weltraumreisen möglich waren, lassen sich fiktionale Entdeckungsreisen auf den Mythos von Dädalus und Ikarus, auf die Schriften von Cyrano de Bergerac und schließlich auf die Fantasie von Jules Verne, sowie anderen Science-Fiction-Autoren des frühen 20. Jahrhunderts zurückführen. Sei es in Fantasie oder Realität; die Menschheit hat einen angeborenen Trieb zu erkunden, zu entdecken, den Lebensraum der Menschheit auszudehnen und in bisher unbekanntes Territorium vorzudringen [235].

„It’s human nature to stretch, to go, to see, to understand. Exploration is not a choice really; it’s an imperative,” — Michael Collins, Apollo 11 astronaut [236].

Der zweite Trieb ist die internationale Rivalität: Als Akt politischer und wirtschaftlicher Dominanz ist die Erkundung und folgende Kolonialisierung getrieben von ideologischer Motivation, die eigene Überlegenheit mit der Welt zu teilen [237]. Die Kombination aus universellem Entdeckungsdrang und dem Verherrlichungsdrang der Nationen ist nicht neu oder einzigartig für die Weltraumforschung und ist geprägt von drei Phasen:

1950 - 1970er: Space-Race

Die ersten Jahrzehnte der bemannten Raumfahrt waren eine Reihe von Wettbewerben als Wettlauf ins All („Space-Race“) zwischen der Sowjetunion und den Vereinigten Staaten [238]: Es ging darum z.B. als Erster...

...ein Satellit (*Sputnik 1; Sowjetunion, 1957*),

...ein Tier - *Laika (Sputnik 2; Sowjetunion, 1957)*,

...den ersten Mann - *Yuri Gagarin (Vostok 1; Sowjetunion, 1961)*,

...die erste Frau - *Valentina Tereshkova (Vostok 6; Sowjetunion, 1963)*,

...den ersten Weltraumspaziergang - *Aleksey Leonov (Voskhod 2; Sowjetunion, 1965)*,

...den erste Schritt auf dem Mond - *Neil Armstrong (Apollo 11; USA, 1969)*

...und die erste Raumstation - *Salyut (Salyut 1; Sowjetunion, 1971)*

[239]

...für sich beanspruchen zu können. So wurden große Schritte in Richtung Weltraum während des Kalten Krieges unternommen. Ein Erfolg des Ost- oder Westblocks sei ein Beweis für die Überlegenheit des eigenen politischen und wirtschaftlichen Systems. In einem solchen Umfeld war eine Zusammenarbeit zwischen den beiden führenden Raumfahrtnationen ausgeschlossen [240].

²³⁵Vakoch [NASA], 2012, S. 144

²³⁶Collins, o. D. - NASA

²³⁷Chandra, 1980, S. 273; Vakoch [NASA], 2012, S. 144

²³⁸Vakoch [NASA], 2012, S. 145

²³⁹Williams, 2023

²⁴⁰Vakoch [NASA], 2012, S. 145

„The right stuff“

Die ersten Raumfahrer waren demnach Helden und die pure Verkörperung von persönlicher Exzellenz des eigenen Landes. Der Welt wurde gezeigt, dass sie alle körperlich fit, psychisch stabil, gute Ehemänner und Väter, bescheiden, humorvoll und loyal waren. Sie waren patriotische Bürger, die starke Befürworter des Kommunismus oder eben des demokratischen Kapitalismus [241].

„They [NASA] wanted to demonstrate to their readers that the Mercury seven strode the Earth as latterday saviors whose purity coupled with noble deeds would purge this land of the evils of communism by besting the Soviet Union on the world stage.“ [242].

So lief auch die Auswahl der Astronauten ab: Es ging darum, ob sie „the right stuff“ haben, also aus dem richtigen Holz geschnitzt sind. Sie waren Militärpiloten - die besten der Besten - die extreme Anforderungen gewohnt waren und sich durch Mut, Gelassenheit und Können auszeichneten. [243]

„„The right stuff“ is an abstraction or ideal type that living, breathing human astronauts approximate but do not fully attain“ [244].

Die NASA-Kultur ließ Fragen und psychologische Forschung zum Gesundheitszustand der Astronauten nicht zu, denn sie hatten ja „das richtige Zeug“. Der Heldenmythos und die Vertraulichkeit hindern Forschung und tragen zu dysfunktionalen Bewältigungsstrategien bei [245]. Für

Projektmanager und Ingenieure half dieser Heldenmythos, die Kosten zu senken [243]. „The right stuff“ vereinfacht und beschleunigt den Entwurfsprozess, da keine Zeit und Kosten für Verhaltensexperten, Psychologen, Psychiater, Anthropologen, etc. verschwendet werden müssen. Außerdem bleibt Kontrolle erhalten, sodass Design einen simplen Zweck erfüllen kann: Zuerst ankommen, überleben und heil zurückkommen [243].

„The Apollo mission was driven by hard-core engineering, with little attention to human centered design. It involved relatively short-duration missions with military fighter pilots, who were trained for harsh and regimented routines“ [245].

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts zeigten sich erste Risse dieses Bilds, als 1993 zum ersten Mal amerikanische Astronauten mit russischen Kosmonauten auf der Mir-Station gemeinsam lebten und arbeiteten und kulturelle Konflikte Alltag wurden [246].

²⁴¹Vakoch [NASA], 2012, S. 24

²⁴²Launius, 2005

²⁴³Vakoch [NASA], 2012, S. 145

²⁴⁴Vakoch [NASA], 2012, S. 26

²⁴⁵Vakoch [NASA], 2012, S. 189

²⁴⁶Balint & Tibor, 2017, S. 6

1970-2010er: Internationale Kooperation

Nach Apollo und dem Wettlauf zum Mond trat die NASA 1981 mit dem Start des Space Shuttle in eine neue Ära ein und auch 1993, als Astronauten zusammen mit Kosmonauten auf der russischen Raumstation Mir und dann auf der Internationalen Raumstation (ISS) im Jahr 2000 lebten und arbeiteten [247]). Es zeigten sich erste Risse in dem Heldenmythos als kulturelle Konflikte des Alltag Teil des Erlebnis wurden [248]. Internationale Kooperation im Weltall spiegelt sich durch...

...das erste wiederbefüllbare Raumschiff (Space Shuttle, USA, seit 1981)

...der erste europäische Astronaut (Ulf Merbold; ESA; 1983)

...die Kooperation von Astronauten und Kosmonauten (Mir-Station, Russland & USA, seit 1993)

...die erste internationale Raumstation (ISS; Russland, Japan, Kanada USA & Europa; seit 1998)

[249]

...wider. Themen wie Wohnbarkeit, Verhaltensforschung, Einsamkeit, kulturelle Konflikte, das Leistungsniveau als Marathon statt Sprint und die Anpassung nach dem Flug stehen im Zentrum der Forschung [250].

„I think for the initial stages [of space exploration], you were going into something that you didn't know. And you needed the people that were relying on their own resources rather than on anything else. In the ISS we've had continuous coverage from the ground more or less, so there is always help available and we found

that it is easier in terms of crew composition and of work between the ground and the crew to have people that are team players. And there's, let's face it, there's also been societal change over the last 50-70 years.“ (Seine, 2023, Fokusgruppe: 00:12:11) [A]

Die Gestaltung der menschlichen Faktoren verlagerte sich im Laufe der Jahre auf einen ganzheitlichen Ansatz, bei dem Projektmanager, Designer, Ingenieure und Verhaltensforscher gemeinsam das Ziel des optimalen Leistungsniveaus durch eine nahtlose Mensch-Maschine-Schnittstelle und „Systemintegration“ erreichen wollen [252].

„Astronauts are highly competent, task-oriented people, who, like other highly functional adults, have the normal ups and downs in their moods and social relationships. And, as in the case of other highly functional adults, these ups and downs can sometimes reduce their effectiveness and relationships.“ [251]

Trends der Zeit sind immer größere Besatzungen, Diversität und Missionsdauer, welche auch die heutigen Missionen beeinflussen [252].

²⁴⁷Vakoch [NASA], 2012, S. 11

²⁴⁸Vakoch [NASA], 2012, S. 26

²⁴⁹Williams, 2023

²⁵⁰Vakoch [NASA], 2012, S. 11

²⁵¹Vakoch [NASA], 2012, S. 27

²⁵²Vakoch [NASA], 2012, S. 11

[A] siehe Anhang

2010er - heute: Moderne Ära

Die moderne Ära ist geprägt oder wird geprägt sein von...

...den ersten kommerziellen Firmen im Weltraum (z.B. SpaceX; Elon Musk; seit 2002)

...der ersten chinesischen Weltraumstation (Tiangong; China; seit 2011)

...der ersten Monds-Basis (Artemis; USA, Europa, Japan und Kanada; seit 2022)

...der ersten Mond-Raumstation (Gateway; USA, Europa, Japan und Kanada; voraussichtlich 2024)

...der ersten bemannten Mars-Landung (tbd) [253]

Zusätzlich zu von Regierungen-geförderten großen Mond- und Marsprojekten, beginnt jetzt die „NewSpace“ Ära - die Kommerzialisierung des Weltraums [254]. Immer mehr private Unternehmen aus zahlreichen Branchen nutzen von Satelliten generierte Daten, planen Weltraumtourismus, untersuchen das Potenzial von Asteroidenabbau und unterstützen staatliche Projekte bei der Erkundung des Weltalls. Die „NewSpace“ Bewegung ist geprägt von wirtschaftlicher Effizienz und Innovation [255].

Dadurch schreitet auch Technologie in allen Bereichen der Weltraumforschung voran. Neue Technologien führen zu innovativen Mensch-Maschine-Schnittstellen, künstlicher Intelligenz, computergestützten Entscheidungshilfen, verbesserter Kommunikation, Robotertechnik und zunehmender Verfügbarkeit automatisierter Systeme usw. Neue On-Board-Systeme erweitern die Fähigkeiten der Astronauten zur Steuerung und Diagnose von Problemen [256].

Auch Astronautentraining profitiert von immer besserer Technologie.

Außerdem ist die Crew deutlich diverser. Mehr Nationen und Astronauten mit diversen Hintergründen haben entschieden, sich an der Raumfahrt zu beteiligen. Politische und kommerzielle Interessen werden in hohem Maße die Zusammensetzung der Crew für künftige Missionen bestimmen [257]. Jede der Raumfahrtagenturen (und beteiligten Firmen) (z.B. NASA, RSA, ESA, CSA, JAXA, ...) sind Stakeholder und haben unterschiedliche Erfahrungen und Erwartungen bei bemannten Raumflügen [260]. Diese Unterschiede haben nach Angaben von Astronauten und Kosmonauten einen erheblichen Einfluss auf die Dynamik der Besatzung [258].

Die ersten Raumflüge wurden in Stunden, dann in Tagen, dann in Monaten gemessen. Wenn Menschen zum Mars fliegen, wird die schiere Entfernung eine Mindestdauer von zwei Jahren erfordern.

²⁵³Williams, 2023; Martin, 2017

²⁵⁴Martin, 2017

²⁵⁵Vakoch [NASA], 2012, S. 13

²⁵⁶Vakoch [NASA], 2012, S. 179

²⁵⁷Ritscher, 2005

²⁵⁸Burrough, 1998; Linenger, 2000

— 4 Diskussion

4. Diskussion

Stress existiert nicht per se, sondern wird individuell wahrgenommen. Der empfundene Stress mobilisiert eigene Ressourcen als Anpassungsreaktion, um die Bedrohung zu bewältigen. Dies gelingt besonders mit einem trainiertem, großem Werkzeugkasten aus instrumentellen, mentalen und regenerativen Stresskompetenzen. Trotz aller Kompetenzen können Erlebnisse in isolierenden und engen Umgebung sehr stressig sein. Daher die Frage:

„Wie gehen Gruppen mit Stressfaktoren von isolierenden und einschließenden, extremen Umgebungen um?“

Zu den Herausforderungen von isolierende und einschließende Umgebungen gehören: lange Isolation und Eingeschlossenheit, eine feindliche natürliche Umgebung mit eingeschränkter Mobilität (innerhalb und außerhalb des Habitats), hohe Autonomie der Besatzung, Abhängigkeit von der Lebenserhaltung Technologie, das Leben in einer „Mikrogesellschaft“ (und oft in einem multikulturellen Umfeld), sowie eine hohe Wahrscheinlichkeit Gefahren bewältigen zu müssen oder Unterstimulation / Langeweile zu erfahren. Solche Stressfaktoren können nicht ausgeschaltet werden, weshalb sich Menschen nur mental oder regenerativ anpassen können. Diese Anpassung geschieht im Laufe der Zeit. Sie folgt einem saisonalen Muster, ist stark situationsabhängig, ist immer sozial und kann sogar eine gesundheitsfördernde Wirkung haben.

Doch trotzdem fällt die Stressbewältigung, Leistungsfähigkeit, Stimmung und Moral beim dritten Quartal durch das „Überwinterungssyndrom“ ab. Geprägt von Schlafstörungen, eingeschränkter Wahrnehmung, negativem Affekt, sowie zwischenmenschlichen Spannungen und Konflikten empfindet die Gruppe also eine Art „Winterschlaf“. Die Problematik hierbei: Die Interaktion mit Gruppenmitgliedern ist schwierig vermeidbar, was insbesondere bei Anspannung und Konflikten kritisch ist. Schließlich wirken Isolation und Eingeschlossenheit wie ein Brennglas, das körperliche und soziale Probleme deutlich verstärkt.

Ein starker Gruppenkern, ohne Cliques, ist hierbei ein wichtiges Werkzeug. Schließlich erfährt eine Gruppe ohne Cliques deutlich weniger Depressionen, Angststörung und Wut, sodass soziale Unterstützung und Leistung erfolgreicher ist. Demnach muss die Gruppenentwicklung unterstützt werden. Erst findet die offene Interaktion zur Findung von gemeinsamen Interessen oder Unterschieden in „Forming“ statt, anschließend folgen Konflikte und die Bildung von polarisierten Untergruppen in „Storming“, um schlussendlich durch „Norming“ einen gemeinsamen sozialen Kern mit sozialer Identität zu bilden - oder eben nicht. Die Konfliktphase ist nach Badke-Schaub der wichtigste Teil der Gruppenentwicklung, denn hier werden gemeinsame Ziele diskutiert und festgelegt. Ein gemeinsames Ziel fördert aufgabenorientierten Zusammenhalt und den Aufbau eines gemeinsamen Wissensstands. Je

weniger Lücken das gemeinsame Wissen hat und je mehr Updates geteilt werden, desto größer ist der Überschneidungsbereich der mentalen Modelle. Die explizite Kommunikation und geplante Koordination kann dabei auch in stressigen Situationen unterstützen.

Das Erlebniss in einer ICE-Umgebung kann sogar zu positiven Entwicklungen führen. Diese können gesundheitsfördernd sein und unterstützen: Körperliche Stabilität, Selbstentfaltung, Reflexion, Selbstverbesserung, berufliche Orientierung, Flow-Erlebnisse, Selbstbestimmtheit, Selbstvertrauen, Mut und Fürsorge für andere. Auch wenn die Ursache dieser positiven Entwicklungen noch diskutiert wird, kann Isolation und Eingeschlossenheit demnach zum persönlichen Wachstum beitragen. Eine folgliche Frage wäre also, wie positive Entwicklungen bewusst gestaltet werden können; oder anders:

„Wie müsste Interaktion gestaltet werden, um mit Stressfaktoren auf Langzeit-Raumfahrtmissionen umzugehen?“

Diese Leitfrage gilt es allerdings differenziert zu diskutieren, denn nicht jede effektive Stressbewältigung führt automatisch zu positiven Entwicklungen und vice versa. Außerdem sind Gruppeninteraktionen und Gruppenprozesse weder verantwortlich für positive Entwicklungen, noch ist es die Summe von einzelnen Interaktionen in der Gruppe. Interaktionsgestaltung bedeutet immer auch Beziehungsgestaltung. Demnach sind positive Beziehungen relevant für das Erlebnis einer Gruppe in ICE-Umgebungen, was sich nicht wesentlich von der Erde unterscheidet:

„Astronauten und Weltraum ist ja kein spezieller Ort, wo man plötzlich eine neue Art entwickelt, mit Menschen umzugehen. Es ist genau wie auf der Erde...“ (Cristoforetti, 2023, Interview: 00:14:50) [A]

[A] siehe Anhang

Trotzdem sind Langzeit-Raumfahrtmissionen (4+Monate) von intensiven physiologischen, psychologischen und psychosozialen Stressfaktoren geprägt. Zwischenmenschliche Stressfaktoren gehören dabei zu den größten Hindernissen für eine optimale Arbeitsmoral, Leistung der Besatzung und starken Crew-Beziehungen. Jede Störung der Kommunikation, der Zusammenarbeit und des Zusammenhalts einer Raumfahrtbesatzung gefährdet die Beziehungen und demnach den Erfolg und die Sicherheit der Mission. Trotzdem werden Crews in zukünftigen Missionen immer wahrscheinlicher aus einer diversen Gruppe von nicht-militärischen Astronauten bestehen, da politische und wirtschaftliche Interessen die Zusammensetzung der Crew mitbestimmen. Eine diverse Zusammensetzung kann zusätzliche Spannungen und Konflikte durch eine geringe Kompatibilität verursachen. Obwohl soziale Kompatibilität noch Forschungslücken aufweist, wird die Richtugn deutlich: Je länger die Mission ist, desto mehr muss die Kompatibilität der Crew aufeinander abgestimmt werden, um Konflikte zu vermeiden. Darunter fallen persönliche, demografische, berufliche und kulturelle Merkmale, sowie der Hintergrund und die Erfahrungen von allen Gruppenmitgliedern.

Demnach setzt eine effektive Beziehungsgestaltung bereits vor der Mission an und sollte auch die Kompatibilität erproben. Auch spezielles Training kann und ermöglicht bereits eine effektive Beziehungsgestaltung von Crews. Durch Gruppentraining in operativen Umgebungen wird unter realistischen Bedingungen die aktive Beziehungsgestaltung und Kooperation geübt, wie beispielsweise beim Human Behavior & Performance Training. Allerdings werden künftige Mars-Missionen (ca. 2 Jahre) an frühe Erkundungen ins „*terrae incognitae*“ (unbekannte Land) erinnern, wie die von Vespucci oder Kolumbus. Geprägt von unbekanntem Herausforderungen muss die „*Mikro-Gesellschaft*“ einer solchen Mission immer handlungsfähig bleiben, trotz enormer Abgeschiedenheit und begrenztem Raum. Kombiniert mit einer langen Missionsdauer, der großen Entfernung, verzögerten Kommunikation zur Erde, hohen Autonomie, der ständigen Abhängigkeit von Technologien, sowie dem Fehlen kurzfristiger Rettungsmöglichkeiten im Notfall wird die Crew an ihre Grenzen und darüber hinaus gebracht.

In einem solchen Szenario muss Beziehungsgestaltung nicht nur vorab ansetzen, sondern mit einem tiefen Verständnis von Crew-Bedürfnissen praktisch jeden Aspekt des Lebens innerhalb der zwei Jahren unterstützen. Von Grundbedürfnissen, über psychologischen-Bedürfnissen bis hin zu Wachstumsbedürfnissen - Astronauten müssen bei jeder Phase der Missionsplanung im Zentrum stehen, um den Erfolg zu gewährleisten. Auch die Ausarbeitung dieser Forschungsarbeit hat an mehreren Stellen verdeutlicht, dass eine Einteilung in drei Domänen zwar sinnvoll für die strukturierte Analyse ist, jedoch in der Realität alles

miteinander verwoben ist. So hängt beispielsweise das individuelle Stresslevel vom sozialen Netzwerk ab; dies ist sowohl Unterstützung, als auch Stressfaktor; der historische Rahmen hat jahrelang die Auswahl von individuellen Astronauten mit „dem richtigen Zeug“ geprägt, was die Stressbewältigung von multikulturellen Crews negativ beeinflusst hat; usw.

Folglich müssen Crew-Beziehungen aus einer interdisziplinären Perspektive betrachtet werden, sodass Beiträge aus Architektur, Design, Ingenieurwesen, Biologie, Medizin, Anthropologie, Psychologie, Soziologie, Kommunikations- und Organisationswissenschaften sowie viele Mischformen (z. B. Kognitionswissenschaften) aktiv in die Praxis kombiniert werden können. Beispielsweise individuelle Gewohnheiten, Vorlieben, Aufgaben, Zeitpläne, Status der Mission und der damit verbundene physiologische und psychologische Zustand können Stellschrauben für die aktive Beziehungsgestaltung der Crew sein. Dabei zeigen sich die beiden Ansätze situationsabhängig, sowie fundamental. Fundamental, indem beispielsweise die Gruppenentwicklung mit Fokus auf einen starken Kern ohne Subgruppen begleitet wird. Situationsabhängig, indem die organisatorischen Gegebenheiten, wie beispielsweise Arbeitsbelastung oder Freizeitaktivitäten, beim Einsetzen des $\frac{3}{4}$ -Effekts sinnvoll angepasst werden.

Dieser Ansatz eines „*Crew-Centered Design*“ [259] (nach Balint & Tibor) stellt die Besatzung in den Mittelpunkt der Mission, anstatt sie als System von Systemen zu optimieren. Anstatt sich auf die Probleme der Crew zu konzentrieren, lenkt dieser Ansatz die Aufmerksamkeit auf die Förderung

²⁵⁹Begriff aus: Balint & Tibor, 2017, S. 11

²⁶⁰Suedfeld, 2001

der Crew. Auch Suedfeld unterstützt diese Perspektive, da er die gesundheits- und wachstumsfördernden Entwicklungen von extremen Erlebnissen hervorhebt [260]. Dabei betont er die Bedeutung von Eustress (positiven Stress), um menschlicher Stärken, persönliches Wachstum, Freude, Gefühle der Zufriedenheit, Kameradschaft und Entwicklung der eigenen Werte als Puffer gegen Stressfaktoren zu nutzen.

Abschließend gilt: Lebenserhaltungs- und Sicherheitssysteme waren für ingenieurstechnische Missionen wie Apollo 11 sinnvoll zu fokussieren. Astronauten mit „dem richtigen Zeug“ (also exzellente Militärpiloten) konnten sich an die technischen Systeme und den Stress über acht Tage lang anpassen. Doch die Art der Mission sagt viel über den Fokus Missionsgestaltung aus. Je länger die Mission wird, desto wichtiger werden die Bedürfnisse von Astronauten. Schließlich sind sie genauso kompetent wie menschlich. Deshalb sind Gruppenbeziehungen bei künftigen Langzeit-Raumfahrtmissionen (z.B. zum Mars) gleichzeitig die relevanteste Ressource für Stress, aber auch Stressbewältigung. Wenn diese Beziehungen aufblühen und aktiv positiv gestaltet werden, reduzieren sie nicht nur zwischenmenschlichen Stress in der Crew. Sie verbessern außerdem den Gruppenzusammenhalt, den geteilten Wissensstand, sowie den Kern einer autonomen Mikro-Gesellschaft und fördern somit positive, gesundheitsfördernde Entwicklungen für die ganze Crew.

„It is no longer enough to design to survive. The time has come to design to thrive“ [261].

5 Quellen und CDs

5 Quellen und CDs.	63
5.1 Literaturverzeichnis.	64
5.2 Abbildungsverzeichnis.	81
5.3 DOR & NVS	82
5.4 CDs	83

5.1 Literaturverzeichnis

- Abelson, R. P. (1976). Script processing in attitude formation and decision making. In J. Carroll & J. Payne (Eds.), *Cognition and social behavior*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Almon, Alires J. (2019) "Developing Predictive Models: Individual and Group Breakdowns in Long-Term Space Travel." *Acta Astronautica* 154: 295–300. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.04.036>
- Altman, I., Haythorn, W.W., (1967a). The ecology of isolated groups. *Behav. Sci.* 12 (3), 169–182. [http://refhub.elsevier.com/S0149-7634\(21\)00149-4/sbref0020](http://refhub.elsevier.com/S0149-7634(21)00149-4/sbref0020)
- Anderson, J. R. (1980). Concepts, propositions, and schemata: What are the cognitive units? *Nebraska Symposium on Motivation*, 28: 121-162
- Antonovsky, A., (1987). *Unraveling the Mystery of Health: How People Manage Stress and Stay Well*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Arendt, J., (2012). Biological rhythms during residence in polar regions. *Chronobiol. Int.* 29, 379–394. <https://doi.org/10.3109/07420528.2012.668997>
- Argyle, M. (2005). *Körpersprache und Kommunikation: Das Handbuch zu nonverbaler Kommunikation*. Paderborn: Junfermann
- Axelrod, R. (1976). *The structure of decision*. Princeton: Princeton University Press.
- Bacharach, S. B. (1989). Organizational theories: Some criteria for evaluation. *Academy of Management Review*, 14: 496-515.
- Badke-Schaub, P., Hofinger, G., and Lauche, K. (2012) eds. *Human Factors: Psychologie sicheren Handelns in Risikobranchen ; mit 17 Tabellen*. 2., Überarb. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer,.
- Balint, and Tibor, S. (2017) "The Emerging Roles of the Observer on Human Space Missions." *The International Astronautical Congress*, .
- Balint, T., Hall, A., (2016). "How to design and fly your humanly space object in space?" *Acta Astronautica*, Volume 123, pp.71–85, June–July
- Barabasz, M., Barabasz, A.F., Mullin, C., (1983). Effects of brief Antarctic isolation on absorption and hypnotic susceptibility: preliminary results and recommendations. *Int. J. Clin. Exp. Hypn.* 31, 235–238. <https://doi.org/10.1080/00207148308406617>
- Barnett, J., and Kring, P. (2003) "Human Performance in Extreme Environments: A Preliminary Taxonomy of Shared Factors." *THE ANNUAL MEETING*,.
- Basner, M., Dinges, D.F., Mollicone, D., Ecker, A., Jones, C.W., Hyder, E.C., Di Antonio, A., Savelev, I., Kan, K., Goel, N., Morukov, B.V., Sutton, J.P., (2013). Mars 520-d mission simulation reveals protracted crew

- hypokineses and alterations of sleep duration and timing. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 110, 2635–2640. <https://doi.org/10.1073/pnas.1212646110>
- Basner, M., Dinges, D.F., Mollicone, D.J., Savelev, I., Ecker, A.J., Di Antonio, A., Jones, C. W., Hyder, E.C., Kan, K., Morukov, B.V., Sutton, J.P., (2014). Psychological and behavioral changes during confinement in a 520-day simulated interplanetary mission to Mars. *PLoS One* 9 (3), e93298. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093298>
- Bell, S.T., Brown, S.G., Abben, D.R., Outland, N.B., (2015). Team composition issues for future space exploration: a review and directions for future research. *Aerospace Med. Hum. Perform* 86, 548–556. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4195.2015>
- Bell, S.T., Brown, S.G., Mitchell, T., (2019). What we know about team dynamics for long- distance space missions: a systematic review of analog research. *Front. Psychol.* 10, 811. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00811>
- Bettenhausen, K. L. (1991). Five years of groups research: What we have learned and what needs to be addressed. *Journal of Management*, 17: 345-38 1.
- Bessone, L., Schmidt, L., Sipes, W. & Inoue, N. (2008b). International Space Station Human Behavior & Performance Competency Model Volume II Mission Operations. ResearchGate. (zul. 12.05.2023) https://www.researchgate.net/publication/330938158_International_Space_Station_Human_Behavior_Performance_Competency_Model_Volume_II_Mission_Operations_Directorate_ITCB_HBP_Training_Working_Group
- Bishop, S.L., Kobrick, R., Battler, M., Binsted, K., (2010). FMARS 2007: stress and coping in an arctic Mars simulation. *Acta Astronaut.* 66, 1353–1367.
- Bluth, B.J., (1981). Soviet space stress. *Science* 81, 30–55. PMID: 11542771
- Bluth, B.J., (1984). The benefits and dilemmas of an international space station. *Acta Astronaut.* 11, 149–153. [http://refhub.elsevier.com/S0149-7634\(21\)00149-4/sbref0140](http://refhub.elsevier.com/S0149-7634(21)00149-4/sbref0140)
- Bonebright, Denise A. (2010) “40 Years of Storming: A Historical Review of Tuckman’s Model of Small Group Development.” *Human Resource Development International* 13, no. 1: 111–20. <https://doi.org/10.1080/13678861003589099>
- Boos, M., Kolbe, M., Kappeler, P.M. & Ellwein, T. (Eds.) (2011). *Coordination in human and primate groups.* Heidelberg: Springer.
- Burrough, B., (1998). *Dragonfly: NASA and the Crisis Aboard Mir.* Harper Collins., New York.
- Evan, C. R. und Dion, K. (1991) “Group Cohesion and Performance: A Meta-analysis,” *Small Group Research* 22, no. 2: 175–186.
- Langfred, C. W. (1998) “Is Group Cohesiveness a Double-edged Sword? An Investigation of the Effects of Cohesiveness on Performance,” *Small Group Research* 29: 124–143
- Caldwell, B.S., (2000). Information and communication technology needs for distributed communication and coordination during expedition-class spaceflight. *Aviat. Space Environ. Med.* 71 (9 Suppl), A6–10

- Cannon-Bowers, Janis A., and Eduardo Salas. "Reflections on Shared Cognition." *Journal of Organizational Behavior* 22, no. 2 (March 2001): 195–202. <https://doi.org/10.1002/job.82>
- Carless S. A. and De Paola C., (2000). "The Measurement of Cohesion in Work Teams," *Small*
- Cassidy, K. (2007). Tuckman revisited: Proposing a new model of group development for practitioners. *Journal of Experiential Education* 29, no. 3: 413–7.
- Chaikin, A., (1985). The loneliness of the long-duration astronaut. *Discover*. Feb, 20-31. PMID: 11540537
- Chandra, Bipan. (1980) "Colonialism, Stages of Colonialism and the Colonial State." *Journal of Contemporary Asia* 10, no. 3: 272–85. <https://doi.org/10.1080/00472338085390151>
- Chen, N., Wu, Q., Li, H., Zhang, T., Xu, C., (2016a). Different adaptations of Chinese- winter-over expeditioners during prolonged Antarctic and sub-Antarctic residence. *Int. J. Biometeorol.* 60, 737–747. <https://doi.org/10.1007/s00484-015-1069-8>
- Chen, N., Wu, Q., Xiong, Y., Chen, G., Song, D., Xu, C., (2016b). Circadian rhythm and sleep during prolonged Antarctic residence at Chinese Zhongshan station. *Wilderness Environ. Med.* 27, 458–467. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2016.07.004>
- Chouker, A., Thiel, M., Baranov, V., Meshkov, D., Kotov, A., Peter, K., Messmer, K., Christ, F., (2001). Simulated microgravity, psychic stress, and immune cells in men: observations during 120-day 6 degrees HDT. *J. Appl. Physiol.* 90, 1736–1743. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.90.5.1736>
- Christensen, J.M., Talbot, J.M., (1986). A review of the psychosocial aspects of space flight. *Aviat. Space Environ. Med.* 57, 203–212.
- Christensen, J.M., Talbot, J.M., (1986). A review of the psychosocial aspects of space flight. *Aviat. Space Environ. Med.* 57, 203–212.
- Clark, H. H. (1994). Discourse in production. In M. A. Gernsbacher (Ed.), *Handbook of psycholinguistics* (pp. 985–1021). San Diego: Academic Press.
- Clark, H. H. (1996). *Using language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Cohen, M. M., & Häuplik-Meusburger, S. (2015). What do we give up and leave behind? ICES-2015-56, 45th international conference on environmental systems, Bellevue, Washington, 12–16 July 2015.
- Cohen, S., Wills, T.A., (1985). Stress, social support, and the buffering hypothesis. *Psychol. Bull.* 98, 310–357. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.98.2.310>
- Collins, M. (o. D.). Michael Collins. NASA. Page Last Updated: May 2, 2021 (zul. 10.05.2023) <https://www.nasa.gov/michael-collins>
- Committee on Space Biology and Medicine, (1998). *A Strategy for Research in Space Biology and Medicine in the Next Century*. National Academy Press, Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/6282>
- Committee on Space Biology and Medicine, (2000). *Review of NASA's*

- Biomedical Research Program. National Academy Press, Washington, DC. <https://doi.org/10.17226/9950>
- Connors, M. M., Harrison, A. A., & Akins, F. R. (1985). *Living aloft. Human requirements for extended spaceflight*. Washington, DC: NASA Scientific and Technical Information Branch. (zuletzt 10.05.2023). <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19850024459.pdf>
- Cooper Jr., H.S.F., (1976). *A House in Space*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Corneliussen, J.G., Leon, G.R., Kjaergaard, A., Fink, B.A., Venables, N.C., (2017). Individual traits, personal values, and conflict resolution in an isolated, confined, extreme environment. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 88, 535–543. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4785.2017>
- Cunningham, W., (1977) *The All-American Boys* (New York: Macmillan), S. 27.
- De La Torre, G.G., van Baarsen, B., Ferlazzo, F., Kanas, N., Weiss, K., Schneider, S., Whiteley, I., (2012). Future perspectives on space psychology: recommendations on psychosocial and neurobehavioural aspects of human spaceflight. *Acta Astronaut.* 81, 587–599. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2012.08.013>
- Dion, (2004) "Interpersonal and Group Processes in Long-Term Spaceflight Crews": C39. (zul. 10.05.2023) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15267074/>
- Do, N.V., Mino, L., Merriam, G.R., LeMar, H., Case, H.S., Palinkas, L.A., Reedy, K., Reed, H.L., (2004). Elevation in serum thyroglobulin during prolonged Antarctic residence: effect of thyroxine supplement in the polar 3,5,3'-triiodothyronine syndrome. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 89, 1529–1533. <https://doi.org/10.1210/jc.2003-031747>
- Doll, R.E., Gunderson, E.K.E., (1971). Group size, occupational status and psychological symptomatology in an extreme environment. *J. Clin. Psychol.* 27, 196–198. [https://doi.org/10.1002/1097-4679\(197104\)27:2%3C196::AID-JCLP2270270211%3E3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/1097-4679(197104)27:2%3C196::AID-JCLP2270270211%3E3.0.CO;2-6)
- Durkheim, E. (1938). *Rules of sociological method*. New York: Free Press.
- Eddy, D.R., Schiflett, S.G., Schlegel, R.E., Shehab, R.L., (1998). Cognitive performance aboard the life and microgravity spacelab. *Acta Astronaut.* 43, 193–210. [https://doi.org/10.1016/s0094-5765\(98\)00154-4](https://doi.org/10.1016/s0094-5765(98)00154-4)
- Entin, E. & Serfaty, D. (1999). Adaptive team coordination. *Human Factors*, 41 (2), 312–325.
- Ernst, G., Franke, A., and Franzkowiak, P., (2022) "Stress Und Stressbewältigung,". <https://doi.org/10.17623/BZGA:Q4-1118-2.0>
- ESA (2021) European Space Agency. *MediaKitAstronautSelection*. (zul. 11.05.2023) <https://esamultimedia.esa.int/docs/careers/MediaKitAstronautSelection.pdf>
- Evans, G. W., Stokols, D., & Carrere, S. (1988). Human adaptation to isolated and confined environments: Preliminary findings of a seven month Antarctic winter-over human factors study. NASA contractor report NASA CR-177499. University of California, Irvine. [zul. am 03.05.2023]. von <http://www.spacearchitect.org/pubs/NASA-CR-177499.pdf>

- Festinger, L. (1950) "Informal Social Communication," *Psychological Review* 57: 274.
- Fiske, S. T. & Taylor, S. E. (1991). *Social cognition*. New York: McGraw Hill, Inc.
- Fleck, L. (1935). *Genesis and development of a scientific fact*. Chicago: University of Chicago Press.
- Ford, J. D. & Hegarty, W. H. (1984). Decision makers' beliefs about the causes and effects of structure: An exploratory study. *Academy of Management Journal*, 27: 271-291.
- Franke, A. (2012). *Modelle von Gesundheit und Krankheit*. Bern: Huber.
- Frey, D. (1984). *Die nonverbale Kommunikation*. Stuttgart.
- Furst, S., R. Blackburn, and B. Rosen. (1999). Virtual team effectiveness: A proposed research agenda. *Info Systems Journal* 9: 249-69.
- Gemignani, A., Piarulli, A., Menicucci, D., Laurino, M., Rota, G., Mastorci, F., Gushin, V., Shevchenko, O., Garbella, E., Pingitore, A., Sebastiani, L., Bergamasco, M., L'Abbate, A., Allegrini, P., Bedini, R., (2014). How stressful are 105 days of isolation? Sleep EEG patterns and tonic cortisol in healthy volunteers simulating manned flight to Mars. *Int. J. Psychophysiol.* 93, 211-219. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2014.04.008>
- Gersick, C.J. (1988). Time and transition in work teams: Toward a new model of group development. *Academy of Management Journal* 31, no. 1: 9-14.
- Giesecke, M. (2004). *Nonverbale Kommunikation. Methoden der kommunikativen Sozialforschung*. Online-Dokument, [zul. am 02.05.2023] verfügbar unter: http://www.michael-giesecke.de/giesecke/menue/index_h.html
- Gioia, D. A. (1986). Conclusion: The state of the art in organizational social cognition. Pp. 336-356 in H. P. Sims & D. A. Gioia (Eds.), *The thinking organization: Dynamics of organizational social cognition*. San Francisco: Jossey-Bass
- Golden, S.J., Chang, C.H., Kozlowski, S.W.J., (2018). Teams in isolated, confined, and extreme (ICE) environments: review and integration. *J. Organ. Behav.* 39, 701-715. <https://doi.org/10.1002/job.2288>
- Grigoriev, A.I., Federov, B.M., (1996). Stress under normal conditions, hypokinesia simulating weightlessness, and during flights in space. *Hum. Physiol.* 22 (2), 139-147. <https://europepmc.org/article/med/11541518>
- Gunderson, E.K.E., (1968). Mental health problems in Antarctica. *Arch. Environ. Health* 17, 558-564. <https://doi.org/10.1080/00039896.1968.10665281>
- Gunderson, E.K.E., (1974). Psychological studies in Antarctica. In: Gunderson, E.K.E. (Ed.), *Human Adaptability to Antarctic Conditions*. American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 115-131. <https://doi.org/10.1029/AR022p0001>
- Gunderson, E.K.E., Nelson, P.D., (1963). Adaptation of small groups to extreme environments. *Aerosp. Med.* 34 (12), 1111-1115.

- Gunderson, E.K.E., Ryman, D., (1967). Group Homogeneity, Compatibility and Accomplishment. Report No.: NMNRU-67-16. Navy Medical Neuropsychiatric Research Unit, San Diego (CA).
- Gurtner, A. (2003). Zweimal musst du es schon sagen. Strategieentwicklung und Kommunikationsmuster in hierarchisch organisierten Teams. Dissertation. Bern: Universität, Inst. für Psychologie.
- Gushin, V.I., Pustynnikova, J.M., Smirnova, T.M., (2001). Interrelations between the small isolated groups with homogeneous and heterogeneous composition. *Hum. Perf. Extrem. Environ.* 6, 26–33. <https://doi.org/10.7771/2327-2937.1017>
- Gushin, V.L., Efimov, V.A., Smirnova, T.M., Vinokhodova, A.G., Kanas, N., (1998). Subject's perception of the crew interaction under prolonged isolation. *Aviat. Space Environ. Med.* 69, 556–561
- Gushin, V.L., Shved, D., Vinokhodova, A., Vasylieva, G., Nitchiporuk, I., Ehmann, B., Balasz, L., (2012). Some psychophysiological and behavioral aspects of adaptation to simulated autonomous mission to Mars. *Acta Astronaut.* 70, 52–57. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2011.07.020>
- Gushin, V.L., Zaprisa, J.M., Kolinitchenko, T.B., Efimov, V.A., Smirnova, T.M., Vinokhodova, A.G., Kanas, N., (1997). Content analysis of the crew communication with external communicants under prolonged isolation. *Aviat. Space Environ. Med.* 68, 1093–1098
- Hackman, R. J., Brousseau, K. R. & Weiss, J. A. (1976). The interaction of task design and group performance strategies in determining group effectiveness. *Organizational Behavior and Human Performance*, 16, 350–365.
- Haller, Lea. (2010): "Stress, Cortison und Homöostase." *NTM Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin* 18, no. 2: 169–95. <https://doi.org/10.1007/s00048-010-0017-2>
- Harrison, A. A. and Summit, J. E. (1991). "How Third Force Psychology Might View Humans in Space," *Space Power* 10 : 85–203.
- Harrison, Albert A., Yvonne A. Clearwater, and Christopher P. McKay, eds. *From Antarctica to Outer Space: Life in Isolation and Confinement*. New York, NY: Springer New York, 1991. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3012-0>
- Haythorn, W.W., Altman, I., Myers, T.I., (1966). Emotional symptomatology and subjective stress in isolated pairs of men. *J. Exp. Res. Personality* 1, 290–305.
- Holyoak, K. J. (1984). Mental models in problem solving. Pp. 193-218 in J. R. Anderson & S. M. Kosslyn (Eds.), *Tutorials in learning and memory*. New York: W. H. Freeman and Company
- Häuplik-Meusburger, S. (2011). *Architecture for astronauts – An activity based approach*. New York: Springer Praxis Books.
- Häuplik-Meusburger, Sandra, and Sheryl Bishop. *Space Habitats and Habitability: Designing for Isolated and Confined Environments on Earth and in Space*. *Space and Society*. Cham: Springer International Publishing, 2021. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-69740-2>
- Ishizaki, Y., Ishizaki, T., Fukuoda, H., Kim, C.S., Fujita, M., Maegawa, Y., Fujioka, H., Katsura, T., Suzuki, Y., Gunji, A., (2002). Changes in mood status and neurotic levels during a 20-day bed rest. *Acta*

- Astronaut. 50 (7), 453–459. [https://doi.org/10.1016/s0094-5765\(01\)00189-8](https://doi.org/10.1016/s0094-5765(01)00189-8)
- Johnson, J.C., Boster, J.S., Palinkas, L.A., (2003). The evolution of networks in isolated and extreme environments. *J. Math. Sociol.* 27, 89–121. <https://doi.org/10.1080/00222500305890>
- Johnson-Laird, P. N., (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness.* Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kaluza, G., (2018). *Stressbewältigung: Trainingsmanual zur psychologischen Gesundheitsförderung.* Berlin: Springer.
- Kanas, N., (1985). Psychological factors affecting simulated and actual space missions. *Aviat. Space Environ. Med.* 56, 806–811.
- Kanas, N., (1985). Psychological factors affecting simulated and actual space missions. *Aviat. Space Environ. Med.* 56, 806–811.
- Kanas, N., (1987). Psychological and interpersonal issues in space. *Am. J. Psychiat.* 144, 703–709. <https://doi.org/10.1176/ajp.144.6.703>
- Kanas, N., (2004) "Group Interactions in Space," *Aviation, Space, and Environmental Medicine* 75, no. 7, sect. II: C4 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15267068/>
- Kanas, N., Harris, M., Neylan, T., Boyd, J., Weiss, D.S., Cook, C., Saylor, S., (2011). High versus low crewmember autonomy during a 105-day Mars simulation mission. *Acta Astronaut.* 69, 240–244. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2011.04.014>
- Kanas, N., Salnitskiy, V., Grund, E.M., Weiss, D.S., Gushin, V., Bostrom, A., Kozerenko, O. P., Sled, A., Marmor, C.R., (2001a). Psychosocial issues in space: results from Shuttle/ Mir. *Gravitational Space Biol.* 14, 35–45.
- Kanas, N., Salnitskiy, V.P., Ritshera, J.B., Gushin, V.I., Weiss, D., Saylor, S.A., Kozerenko, O.P., Marmor, C.R., (2006). Human interactions in space. ISS vs Shuttle/ Mir. *Acta Astronaut.* 68, 576–581. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2006.02.007>
- Kanas, N., Sandal, G., Boyd, J.E., Gushin, V.I., Manzey, D., North, R., Leong, G.R., Suedfeld, P., Bishop, S., Fiedler, E.R., Inoue, N., Johannes, B., Kealeym, D.J., Kraft, N., Matsuzakio, I., Musson, D., Palinkas, L.A., Salnitskiy, V.P., Sipes, W., Stuster, J., Wang, J., (2009). Psychology and culture during long-duration space missions. *Acta Astronaut.* 64, 659–677. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2008.12.005>
- Kanas, N., Saylor, S., Harris, M., Neylan, T., Boyd, J., Weiss, D.S., Baskin, P., Cook, C., Marmor, C., (2010). High versus low crewmember autonomy in space simulation environments. *Acta Astronaut.* 67, 731–738. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2010.05.009>
- Kanas, N., Weiss, D.S., Marmor, C.R., (1996). Crew member interactions during a Mir space station simulation. *Aviat. Space Environ. Med.* 67, 969–975. [http://refhub.elsevier.com/S0149-7634\(21\)00149-4/sbref0530](http://refhub.elsevier.com/S0149-7634(21)00149-4/sbref0530)
- Kass, R., Kass, J., (1999). Psycho-social training for man in space. *Acta Astronaut.* 45, 115–118. [https://doi.org/10.1016/s0094-5765\(99\)00108-3](https://doi.org/10.1016/s0094-5765(99)00108-3)

- Kelly, A.D., Kanas, N., (1992). Crewmember communication in space: a survey of astronauts and cosmonauts. *Aviat. Space Environ. Med.* 63, 721–726.
- Klimoski, Richard, and Mohammed, Susan (1994) "Team Mental Model: Construct or Metaphor?" *JOURNAL OF MANAGEMENT* 20, no. 2.
- Klingenberg, Ingo. (2022) *Stressbewältigung durch Pflegekräfte: Konzeptionelle und empirische Analysen vor dem Hintergrund des Copings und der Resilienz*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2022. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-37438-9>
- Kolbe, M. (2007). *Koordination von Entscheidungsprozessen in Gruppen. Die Bedeutung expliziter Koordinationsmechanismen*. Saarbrücken: VDM Verlag Dr. Müller.
- Kraft, N.O., Inoue, N., Mizuno, K., Ohshima, H., Murai, T., Sekiguchi, C., (2002). Psychological changes and group dynamics during confinement in an isolated environment. *Aviat. Space Environ. Med.* 73, 85–90
- Kring, J. (2008). Human performance in extreme environments. In S. F. Davis & W. Buskist (Eds.), *21st Century psychology – A reference handbook* (S. 210–219). Newbury Park, CA: Sage.
- Kubis, J. F. (1967). Habitability: General principles and applications to space vehicles. In H. Bjurstedt (Ed.), *Proceedings of the Second International Symposium on Basic Environmental Problems of Man in Space*. Vienna: Springer
- Landers, D., Wilkinson, M., Hatfield, B. und Barber, H. (1982) "Causality and the Cohesion-Performance Relationship," *Journal of Sport Psychology* 4, no. 2: 170–183
- Landon, L.B., Slack, K.B., Barrett, J.D., (2018). Teamwork and collaboration in long- duration space missions: going to extremes. *Am. Psychologist* 73, 563–575. <https://doi.org/10.1037/amp0000260>
- Larson, J. R. & Christensen, C. (1993). Groups as problem-solving units: Toward a new meaning of social cognition. *British Journal of Social Psychology*, 32: 5-30.
- Larson, L., Wojcik, H., Gokhman, I., DeChurch, L., Bell, S., Contractor, N., (2019). Team performance is space crews: houston, we have a teamwork problem. *Acta Astronaut.* 161, 108–114. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.04.052>
- Launius, R. D., (2005) "Heroes in a Vacuum: The Apollo Astronaut as Cultural Icon" (American Institute of Aeronautics and Astronautics [AIAA] Aerospace Sciences Meeting and Exhibit, Reno, NV), S. 4.
- Lazarus, R. & Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal, and Coping*. New York: Springer.
- Lebedev, V., (1988). *Diary of a Cosmonaut: 211 Days in Space*. Phytoresource Research Information Service, College Station, TX.
- Le Fevre, Mark/Matheny, Jonathan/Kolt, Gregory S. (2003): Eustress, distress, and interpretation in occupational stress, in: *Journal of Managerial Psychology* 18 (7/2003), S. 726–744
- Leon, G.R., Atlis, M.M., Ones, D.S., Magor, G., (2002). A 1-year, three-couple expedition as a crew analog for a Mars mission. *Environ. Behav.*

34, 672–700. <https://doi.org/10.1177/0013916502034005006>

Leon, G.R., Kanfer, R., Hoffman, R.G., Dupre, L., (1991). Interrelationships of personality and coping in a challenging extreme situation. *J. Res. Pers.* 25, 357–371. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(91\)90027-N](https://doi.org/10.1016/0092-6566(91)90027-N)

Leon, G.R., McNally, C., Ben-Porath, Y.S., (1989). Personality characteristics, mood, and coping patterns in a stressful north pole expedition. *J. Res. Personality* 23, 162–179. [https://doi.org/10.1016/0092-6566\(89\)90021-4](https://doi.org/10.1016/0092-6566(89)90021-4)

Leon, G.R., Sandal, G.M., (2003). Women and couples in isolated extreme environments: applications for long-duration missions. *Acta Astronaut.* 53 (4-10), 259–267. [https://doi.org/10.1016/S0094-5765\(03\)80003-6](https://doi.org/10.1016/S0094-5765(03)80003-6)

Leon, G.R., Sandal, G.M., Larsen, E., (2011b). Human performance in polar environments. *J. Environ. Psychol.* 31 (4), 353–360. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2011.08.001>

Leonov, A.A., Lebedev, V.I., (1975). Psychological Problems of Interplanetary Flight. NASA Technical Translation, NASA-TT-F-16536. NASA, Washington, DC. [http://refhub.elsevier.com/S0149-7634\(21\)00149-4/sbref0665](http://refhub.elsevier.com/S0149-7634(21)00149-4/sbref0665)

Lewy, A.J., Sack, R.L., Singer, C.M., (1985). Melatonin, light and chronobiological disorders. *Ciba Foundn. Symp.* 117, 231–252. <https://doi.org/10.1002/9780470720981.ch14>

Lin, N., Dean, A., Ensel, W.M., (1990). *Social Support, Life Events and Depression*. Academic Press, Orlando, FL.

Lindblom, C. (1959). The Science of Muddling Through. *Public Administration Review* 19, 79-88.

Lindblom, C. (1979). Still Muddling, Not Yet Through, *Public Administration Review* 39, 517–526.

Linenger, J.M., (2000). *Off the Planet: Surviving Five Perilous Months Aboard the Space Station Mir*. McGraw Hill, New York.

Locke, E. A. & Latham, G. P. (1990). *A theory of goal setting and task performance*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

Magnusson, A., Partonen, T., (2005). The diagnosis, symptomatology, and epidemiology of seasonal affective disorder. *CNS Spectr.* 10, 625–634. <https://doi.org/10.1017/s1092852900019593>

Mallis, M.M., DeRoshia, C.W., (2005). Circadian rhythms, sleep, and performance in space. *Aviat. Space Environ. Med.* 76 (6 Suppl), B94–107.

Manzey, D., & Lorenz, B. (1997). Human performance during prolonged space flight. *Journal of Human Performance in Extreme Environments*, 1(2), 68

Manzey, D., Lorenz, B., (1998). Mental performance during short-term and long-term spaceflight. *Brain Res. Rev.* 28, 215–221. [https://doi.org/10.1016/S0165-0173\(98\)00041-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0173(98)00041-1)

Martin, Gary. (2017) “The Emerging Commercial Space Industry,”. NASA (zul. 12.05.2023) <https://ntrs.nasa.gov/citations/20170001766>

Maruping, L., and R. Agarwal. 2004. Managing team interpersonal processes through technology: A task-technology fit perspective.

- Journal of Applied Psychology 89, no. 6: 975–90.
- Maslow, Abraham H. (1970) "MOTIVATION PERSONALITY".
- Maslow, A H. (1943) "A THEORY OF HUMAN MOTIVATION,".
- McCormick, I.A., Taylor, A.J.W., Rivolier, J., Cazes, G., (1985). A psychometric study of stress and coping during the International Biomedical Expedition to the Antarctic (IBEA). *J. Hum. Stress* 11, 150–156 [http://refhub.elsevier.com/S0149-7634\(21\)00149-4/sbref0725](http://refhub.elsevier.com/S0149-7634(21)00149-4/sbref0725)
- McDougall, W. (1920). *Group mind*. New York: G. Putnam's Sons.
- McMorris, L.E., N.H. Gottlieb, and G.G. Sneden. (2005). Developmental stages in public health partnerships: A practical perspective. *Health Promotion Practice* 6, no. 2: 219–26.
- Melrose, S., (2015). Seasonal Affective Disorder: an overview of assessment and treatment approaches. *Depress. Res. Treat.* 2015, 178564 <https://doi.org/10.1155/2015/178564>
- Messing, Jan (2022). *User Experience & Usability Vorlesung [Session 1]. Wintersemester 2022/2023. Hochschule Darmstadt*
- Miesing, P. and Preble, J. (1985). "Group Processes and Performance in a Complex Business Simulation," *Small Group Behavior* 16 : 325–338.
- Miller, D. (2003). The stages of group development: A retrospective study of dynamic team processes. *Canadian Journal of Administrative Sciences* 20, no. 2: 121–43.
- Miller, J.W., Vanderwalker, J.G., Waller, R.A., (1971). *Tektite-2: Scientists-in-the-Sea*. U.S. Dept of the Interior, Washington, DC. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.38755>
- Mocellin, J.S.P., Suedfeld, P., (1991). Voices from the ice: diaries of polar explorers. *Environ. Behav.* 23, 704–722. <https://doi.org/10.1177/0013916591236004>
- Morphew, Ephimia. (2001) "Psychological and Human Factors in Long Duration Spaceflight." *McGill Journal of Medicine* 6, no. 1. <https://doi.org/10.26443/mjm.v6i1.555>
- Morphew, M. E. (1999). The challenges of long-duration spaceflight to astronaut safety, performance, and mission success. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 43rd Annual Meeting*, S. 56-60.
- Natani, K., Shurley, J.T., (1974). Sociopsychological aspects of a winter vigil at south polar station. In: Gunderson, E.K.E. (Ed.), *Human Adaptability to Antarctic Conditions* American Geophysical Union, Washington, DC, pp. 89–114. <https://doi.org/10.1029/AR022p0089>
- Neisser, U. (1976). *Cognition and reality: Principles and implications of cognitivepsychology*. San Francisco: W. H. Freeman and Company
- Nelson, M., Gray, K., Allen, J.P., (2015). Group dynamic challenges: insights from Biosphere 2 experiments. *Life Sci. Space Res.* 6, 79–86. <https://doi.org/10.1016/j.lssr.2015.07.003>
- Nelson, P.D., (1964a). Similarities and differences among leaders and followers. *J. Soc. Psychol.* 63, 161–167. <https://doi.org/10.1080/00>

224545.1964.9922223

- Neuman, G., and J. Wright. (1999). Team effectiveness: Beyond skills and cognitive ability. *Journal of Applied Psychology* 84, no. 3: 376–89.
- Nicholas, J.M., (1987). Small groups in orbit: group interaction and crew performance on space station. *Aviat. Space Environ. Med.* 58, 1009–1013
- Nicholas, J.M., Penwell, L.W., (1995). A proposed profile of the effective leader in human spaceflight based on findings from analog environments. *Aviat. Space Environ. Med.* 66, 63–72.
- Nicolas, M., (2009). Personality, social support, and affective states during simulated microgravity in healthy women. *Adv. Space Res.* 44 (12), 1470–1478. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2009.07.013>
- Nicolas, M., Bishop, S.L., Weiss, K., Gaudino, M., (2016). Social, occupational, and cultural adaptation during a 12-month wintering in Antarctica. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 87 (9), 781–789. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4395.2016>
- Nicolas, M., Bishop, S.L., Weiss, K., Gaudino, M., (2016). Social, occupational, and cultural adaptation during a 12-month wintering in Antarctica. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 87 (9), 781–789. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4395.2016>
- Nicolas, M., Gushin, V., (2015). Stress and recovery responses during the 05-day ground- based space simulation. *Stress Health* 31, 403–410. <https://doi.org/10.1002/smi.2565>
- Nicolas, M., Weiss, K., (2009). Stress and recovery assessment during simulated microgravity: effects of exercise during a long-term head down tilt bed rest in women. *J. Environ. Psychol.* 29 (4), 522–528. <https://doi.org/10.1016/j.jenvvp.2009.08.006>
- Oberg, J.E., (1981). *Red Star in Orbit*. Random House, New York. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19810057468>
- Orasanu, J. & Salas, E. (1993). Team decision making in complex environments. Pp. 327-345 in G. A. Klein, J. Orasanu, R. Calderwood & C. E. Zsombok (Eds.), *Decision making in action: Models and methods*.
- Orasanu, J. (1990). Shared mental models and crew performance. Technical Report No. 46. Princeton, NJ: Princeton University, Cognitive Sciences Laboratory
- O’Leary-Kelly, A. M., Martocchio, J. J. & Frink, D. D. (1994). A review of the influence of group goals on group performance. *Academy of Management Journal*, 37 (5), 1285–1301.
- Pagnini, Francesco, Dietrich Manzey, Elisabeth Rosnet, Denise Ferravante, Olivier White, and Nathan Smith. (2023) “Human Behavior and Performance in Deep Space Exploration: Next Challenges and Research Gaps.” *Npj Microgravity* 9, no. 1. <https://doi.org/10.1038/s41526-023-00270-7>
- Palinkas, L. A. (2003) “On the ICE: Individual and Group Adaptation in Antarctica,” (zuletzt: 05.05.2023) http://www.sscnet.ucla.edu/anthro/bec/papers/Palinkas_On_The_Ice.pdf
- Palinkas, L.A., (1991). Effects of physical and social environment on the health and well- being of Antarctic winter-

over personnel. *Environ. Behav.* 23, 782–799. <https://doi.org/10.1177/0013916591236008>

Palinkas, L.A., (1992). Going to extremes: the cultural context of stress, illness and coping in Antarctica. *Soc. Sci. Med.* 35, 651–664. [https://doi.org/10.1016/0277-9536\(92\)90004-A](https://doi.org/10.1016/0277-9536(92)90004-A)

Palinkas, L.A., (2001). "Psychosocial effects of adjustment in Antarctica: lessons for long duration spaceflight," *Gravitational and Space Biology Bulletin*, Vol.14, No.2, pp.25-33, June

Palinkas, L.A., Browner, D., (1995). Effects of prolonged isolation in extreme environments on stress, coping, and depression. *J. Appl. Soc. Psychol.* 25, 557–576. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.1995.tb01599.x>

Palinkas, L.A., Glogower, F.G., Dembert, M., Hansen, K., Smullen, R., (2004a). Incidence of psychiatric disorders after extended residence in Antarctica. *Int. J. Circumpolar Health* 63, 157–168. <https://doi.org/10.3402/ijch.v63i2.17702>

Palinkas, L.A., Gunderson, E.K.E., Holland, A.W., Miller, C., Johnson, J.C., (2000a). Predictors of behavior and performance in extreme environments: the Antarctic Space Analogue Program. *Aviat. Space Environ. Med.* 71, 619–625

Palinkas, L.A., Gunderson, E.K.E., Johnson, J.C., Holland, A.W., (2000b). Behavior and performance on long-duration spaceflights: evidence from analogue environments. *Aviat. Space Environ. Med.* 71 (1), A29–36.

Palinkas, L.A., Houseal, M., (2000). Stages of change in mood and behavior during a winter in Antarctica. *Environ. Behav.* 32, 128–141. <https://doi.org/10.1177/00139160021972469>

Palinkas, L.A., Houseal, M., Rosenthal, N.E., (1996). Subsyndromal seasonal affective disorder in Antarctica. *J. Nerv. Ment. Dis.* 184, 530–534. <https://doi.org/10.1097/00005053-199609000-00003>

Palinkas, L.A., Johnson, J.C., Boster, J.S., (2004b). Social support and depressed mood in isolated and confined environments. *Acta Astronaut.* 54, 639–647. [https://doi.org/10.1016/s0094-5765\(03\)00236-4](https://doi.org/10.1016/s0094-5765(03)00236-4)

Palinkas, L.A., Johnson, J.C., Boster, J.S., Rakusa-Suszczewski, S., Klopov, V.I., Zue, Q.F., Sachdeva, U., (2004c). Cross-cultural differences in psychosocial adaptation to isolated and confined environments. *Aviat. Space Environ. Med.* 75, 973–980

Palinkas, L.A., Kintz, N., Vessey, W.B., Chou, C.P., Leveton, L.B., (2016). Assessing the Impact of Communication Delay on Behavioral Health and Performance: an Examination of Autonomous Operations Utilizing the International Space Station. NASA/TM-2017-219285. National Technical Information Service, Springfield VA. (zul. 10.05.2023) <https://ntrs.nasa.gov/citations/20140004216>

Palinkas, L.A., Reed, H.L., Reedy, K.R., Do, N.V., Case, H.S., Finney, N.S., (2001). Circannual pattern of hypothalamic-pituitary-thyroid (HPT) function and mood during extended Antarctic residence. *Psychoneuroendocrinology* 26, 421–431. [https://doi.org/10.1016/S0306-4530\(00\)00064-0](https://doi.org/10.1016/S0306-4530(00)00064-0)

Palinkas, L.A., Reedy, K.R., Smith, M., Anghel, M., Steel, G.D., Reeves, D.R.,

- Shurtleff, D., Case, H.S., Do, N.V., Reed, H.L., (2007b). Psychoneuroendocrine effects of combined thyroxine and triiodothyronine versus tyrosine during prolonged Antarctic residence. *Int. J. Circumpolar Health* 66 (5), 401–417. <https://doi.org/10.3402/ijch.v66i5.18312>
- Palinkas, L.A., Suedfeld, P., (2008). Psychological effects of polar expeditions. *Lancet* 371, 153–163. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(07\)61056-3](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(07)61056-3)
- Palinkas, L. A. & Suedfeld, P. (2021). Psychosocial issues in isolated and confined extreme environments. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 126, 413–429. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.03.032>
- Palinkas, L.A., Suedfeld, P., Steel, G.D., (1995). Psychological functioning among members of a small polar expedition. *Aviat. Space Environ. Med.* 50, 1591–1596. (zul. 12.05.2023) <https://gwern.net/doc/melatonin/1995-palinkas.pdf>
- Palinkas, Lawrence A., and Peter Suedfeld. (2021): "Psychosocial Issues in Isolated and Confined Extreme Environments." *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 126 413–29. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.03.032>
- Radloff, R., Helmreich, R.L., (1968). *Groups Under Stress – Psychological Research in Sealab II*. Appleton-Century-Crofts, New York.
- Reed, H.L., Reedy, K.R., Palinkas, L.A., Van Do, N., Finney, N.S., Case, H.S., LeMar, H.J., Wright, J., Thomas, J.,(2001). Impairment in cognitive and exercise performance during prolonged Antarctic residence: effect of thyroxine supplementation in the polar triiodothyronine syndrome. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 86, 110–116. <https://doi.org/10.1210/jcem.86.1.7092>
- Reed, J. H., Jr., & White, S. C. (1963). Habitability in space stations. [zul. am 03.05.2023]. von <https://doi.org/10.2514/6.1963-138>
- Rickards, T., and S. Moger. (2000). Creative leadership processes in project team development: An alternative to Tuckman's stage model. *British Journal of Management* 11, no. 4: 27383.
- Ritsher, J.B., (2005). Cultural factors and the international space station. *Aviat. Space Environ. Med.* 76 (6 Suppl), B135–144.
- Rivolier, J., Cazes, G., McCormick, I., (1991). The International biomedical expedition to the Antarctic: psychological evaluations of the field party. In: Harrison, A.A., Clearwater, Y.A., McKay, C. (Eds.), *From Antarctica to Outer Space*. Springer, New York, pp. 283–290. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3012-0_26
- Roma, P.G., Hursh, S.R., Heinz, R.D., Emurian, H.H., Gasior, E.D., Brinson, Z.S., Brady, J. V., (2011). Behavioral and biological effects of autonomous versus scheduled mission management in simulated space-dwelling groups. *Acta Astronaut.* 68, 1581–1588. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.09.034>
- Rosch, E. (1978). Principles of categorization. Pp. 2748 in E. Rosch & B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates
- Roth, Gerhard. (2004) *Aus Sicht des Gehirns*. 2. Aufl. Frankfurt am Main: Suhrkamp, .

- Rouse, W. B. & Morris, N. M. (1986). On looking into the black box: Prospects and limits in the search for mental models. *Psychological Bulletin*, 100: 349-363.
- Rumelhart, D. E. (1984). Schemata and the cognitive system. Pp. 161-188 in R. S. Wyer & T. K. Srull (Eds.), *The handbook of social cognition*, Vol 1
- Salas, E., Nichols, D. & Driskell, J. (2007). Testing three team training strategies in intact teams. A meta-analysis. *Small Group Research*, 38 (4), 471–488
- Sandal, G.M., (2000). Coping in Antarctica: is it possible to generalize results across settings. *Aviat. Space Environ. Med.* 71 (9 Suppl), A37–43.
- Sandal, G.M., (2004). Culture and tension during an International Space Station simulation: results from SFINCSS'99. *Aviat. Space Environ. Med.* 75 (7), C44–51
- Sandal, G.M., Bye, H.H., van de Vijver, F.J., (2011). Personal values and crew compatibility: results from a 105 day simulated space mission. *Acta Astronaut.* 69, 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2011.02.007>
- Sandal, G.M., Endresen, I.M., Vaernes, R., Ursin, H., (2003). Personality and coping strategies during submarine missions. *J. Hum. Perform. Extreme Environ.* 7, 29–42. https://doi.org/10.1207/s15327876mp1104_3
- Sandal, G.M., Vaernes, R., Bergan, T., Warncke, M., Ursin, H., (1996). Psychological reactions during polar expeditions and isolation in hyperbaric chambers. *Aviat. Space Environ. Med.* 67, 227–234.
- Sandal, G.M., Vaernes, R., Ursin, H., (1995). Interpersonal relations during simulated space missions. *Aviat. Space Environ. Med.* 66, 617–624
- Sandal, G.M., Vaernes, R., Ursin, H., (1995). Interpersonal relations during simulated space missions. *Aviat. Space Environ. Med.* 66, 617–624
- Sandal, G.M., van deVijver, F.J.R., Smith, N., (2018). Psychological hibernation in Antarctica. *Front. Psychol.* 9, 2235. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02235>
- Sauro, F., De Waele, J., Payler, S., Vattano, M., Sauro, F. M., Turchi, L. and Bessone, L. (2021) "Speleology as an Analogue to Space Exploration: The ESA CAVES Training Programme." *Acta Astronautica* 184): 150–66. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2021.04.003>
- Sawhney, R.C., Malhotra, A.S., Nair, C.S., Bajaj, A.C., Rajan, K.C., Pal, K., Prasad, R., Basu, M., (1995). Thyroid function during a prolonged stay in Antarctica. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 72, 127–133. <https://doi.org/10.1007/BF00964127>
- Scherer, K. & Walbott, H. G. (1984). *Nonverbale Kommunikation. Empirische Untersuchungen zum Interaktionsverhalten* (Beltz Studienbücher). Weinheim/Basel: Beltz.
- Schmidt, H. (1996) "The Millennium Project," in *Strategies for Mars: A Guide for Human Exploration*, ed. C. Stoker and C. Emmart (San Diego: American Astronautical Society/ Univelt), S. 37.
- Schulz von Thun, F. (1981). *Miteinander reden* (Bd. 1). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

- Schulz von Thun, F., Ruppel, J. & Stratmann, R. (2000). *Miteinander reden. Psychologie für Führungskräfte*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Schweizer, S. (2008). *Nonverbale Kommunikation: Signale zwischen Menschen - Formen nichtsprachlicher Kommunikation (Essay)*. Norderstedt: GRIN.
- Selye, Hans (1946): The general adaptation syndrome and the diseases of adaptation, in: *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 6 (o.H./1946), S. 117–230
- Siebold, G. L. and Kelly, D.R., (1988) Development of the Combat Platoon Cohesion Questionnaire, ARI Technical Report 817, ADA 204917 (Alexandria, VA: U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences)
- Sgobba, Tommaso, Lauren B. Landon, Jean-Bruno Marciacq, Eric Groen, Nikolai Tikhonov, and Francesco Torchia. (2018) "Selection and Training." In *Space Safety and Human Performance*, 721–93. Elsevier, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101869-9.00016-9>
- Staeble, W. H. (Hrsg.) (1991). *Handbuch Management. Die 24 Rollen der exzellenten Führungskraft*. Wiesbaden: Gabler.
- Stampi, C., (1994). Sleep and circadian rhythms in space. *J. Clin. Pharmacol.* 34 (5), 518–534. <https://doi.org/10.1002/j.1552-4604.1994.tb04996.x>
- Strange, R.E., Youngman, S.A., (1971). Emotional aspects of wintering over. *Antarct. J. U. S.* 6, 255–257. <https://doi.org/10.1016/B978-0-433-08155-5.50043-1>
- Stuster, J., (2010). Behavioral Issues Associated With Long Duration Space Expeditions: Review and Analysis of Astronaut Journals Experiment 01-E104 (Journals): Final Report (NASA/TM-2010-216130) (zul. 10.05.2023) <https://ntrs.nasa.gov/citations/20100026549>
- Stuster, J., Bachelard, C., Suedfeld, P., (2000). The relative importance of behavioral issues during long-duration ICE missions. *Aviat. Space Environ. Med.* 91 (9 Suppl), A17–25.
- Suedfeld, P. (2001) "Applying Positive Psychology in the Study of Extreme Environments," *Journal of Human Performance in Extreme Environments* 6): 21–25
- Suedfeld, P., & Mocellin, J. S. (1987). The "sensed presence" in unusual environments Peter Suedfeld. *Environment and Behavior*, 19(1), 33–52.
- Suedfeld, P., & Steel, G. D. (2000). The environmental psychology of capsule habitats. *Annual Review of Psychology*, 51, 227–253
- Suedfeld, P., (2005). Invulnerability, coping, salutogenesis, integration: four phases of space psychology. *Aviat. Space Environ. Med.* 76 (6 Suppl), B61–66.
- Suedfeld, P., (2010). Historical space psychology: early terrestrial explorations as Mars analogues. *Planet. Space Sci.* 58, 639–645. <https://doi.org/10.1016/j.pss.2009.05.010>
- Suedfeld, P., Brcic, J., Johnson, P.J., Gushin, V.I., (2012a). Personal growth following long-duration spaceflight. *Acta Astronaut.* 79, 118–123. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2012.04.039>

- Suedfeld, P., Brcic, J., Legkaia, K., (2009). Coping with the problems of space flight: reports from astronauts and cosmonauts. *Acta Astronaut.* 65, 312–324. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2009.02.009>
- Suedfeld, P., Wilk, K.E., Cassel, L., (2012b). Flying with strangers: postmission reflections of multinational space crews. In: Vakoch, D. (Ed.), *On Orbit and Beyond: Psychological Perspectives on Human Spaceflight*. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 185–209. https://doi.org/10.1007/978-3-642-30583-2_10
- Tafforin, Carole, and Giner Abati, Francisco. (2017) "Cultural Ethology as a New Approach of Interplanetary Crew's Behavior." *Acta Astronautica* 139: 102–10. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2017.06.017>
- Taylor, A.J.W., (1987). *Antarctic Psychology*. Department of Scientific and Industrial Research, Wellington, NZ. (zul. 12.05.2023) <https://psycnet.apa.org/record/1988-97384-000>
- Taylor, S. E. (1983). Adjustment to threatening events: A theory of cognitive adaptation. *American Psychologist*, 38, 1161–1173
- Teigen, Karl Halvor. (1994) "Yerkes-Dodson: A Law for All Seasons." *Theory & Psychology* 4, no. 4: 525–47. <https://doi.org/10.1177/0959354394044004>
- Vakoch, D. A. (Bearbeiter). (2011). *Psychology of Space Exploration: Contemporary Research in Historical Perspective*. U.S. Government Printing Office. National Aeronautics and Space Administration (NASA)
- Tuckman, Bruce W., and Mary Ann C. Jensen. (1977) "Stages of Small-Group Development Revisited." *Group & Organization Studies* 2, no. 4: 419–27. <https://doi.org/10.1177/105960117700200404>
- Tuckman, Bruce W. (1965): "Developmental Sequence in Small Groups." *Psychological Bulletin* 63, no. 6: 384–99. <https://doi.org/10.1037/h0022100>
- Tziner, A. und Vardi, Y. (1983) "Ability as a Moderator Between Cohesiveness and Tank Crew's Performance," *Journal of Occupational Behavior* 4 (1983): 137–143.
- Vinokhodova, A.G., Gushin, V.I., Eskov, K.N., Khananashvili, M.M., (2012). Psychological selection and optimization of interpersonal relationships in an experiment with 105- days isolation. *Hum. Physiol.* 38, 677–682. <https://doi.org/10.1134/S0362119712070262>
- Walford, R.L., Bechtel, R., MacCallum, T., Paglia, D.E., Weber, L.J., (1996). "Biospheric medicine" as viewed from the two-year first closure of Biosphere 2. *Aviat. Space Environ. Med.* 67, 609–617
- Wang, Y., Wu, R., (2015). Time effects, displacement, and leadership roles on a lunar space station analogue. *Aerosp. Med. Hum. Perform.* 86, 819–823. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4305.2015>
- Watzlawick, P., Beavin, J. & Jackson, D. D. (2007). *Menschliche Kommunikation* (11. unv. Aufl.). Bern u. a.: Huber., 2.24, S.53
- Weick, K. E. & Bougon, M. G. (1986). Organizations as cognitive maps: Charting ways to success and failure. Pp. 102-135 in H. P. Sims & D. A. Gioia (Eds.), *The thinking organization: Dynamics of organization social cognition*. San Francisco: Jossey-Bass.

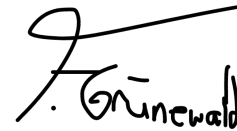
- Weick, K. E. & Roberts, K. H. (1993). Collective mind in organizations: Heedful interrelating on flight decks. *Administrative Science Quarterly*, 38: 357-381
- Weiss, K., Feliot-Rippeault, M., Gaud, R., (2007). Uses of places and setting preferences in a French Antarctic station. *Environ. Behav.* 39, 147–164. <https://doi.org/10.1177/0013916505285934>
- Welford, Alan T. (1973): Stress and performance, in: *Ergonomics* 16 (5/1973), S. 567–580
- Wheelan, S. (2003). An initial exploration of the internal dynamics of leadership teams. *Consulting Psychology Journal: Practice and Research* 55, no. 3: 179–88.
- Williams, Dr. David R., (2023.) NASA. Planetary Exploration Timeline. Last Updated: 3 May 2023. (zul. 10.05.2023) <https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/chronology.html>
- Wise, J. (1988). The quantitative modelling of human spatial habitability. Ames Research Center, USA: NASA Contractor Report. 177501. [zul. am 03.05.2023]. von <https://core.ac.uk/download/pdf/42829942.pdf>
- Wood, J., Lugg, D.J., Hysong, S.J., Harm, D.L., (1999). Psychological changes in hundred- day remote Antarctic field groups. *Environ. Behav.* 31, 299–337. <https://doi.org/10.1177/00139169921972128>
- Vinokhodova, A.G., Gushin, V.I., Eskov, K.N., Khananashvili, M.M., (2012). Psychological selection and optimization of interpersonal relationships in an experiment with 105-days isolation. *Hum. Physiol.* 38, 677–682. <https://doi.org/10.1134/S0362119712070262>
- Wu, S.C., Hera, A.H., (2019). Supporting crew autonomy in deep space exploration: preliminary onboard capability requirements and proposed research questions. NASA Technical Report. Accessed Feb. 20, 2020. <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20190032086>
- Xu, C., Zhu, G., Xue, Q.F., Zhang, S., Du, G., Xi, Y., Palinkas, L.A., (2003). Effect of the Antarctic environment on hormone levels and mood of the 16th Chinese expeditioners. *Int. J. Circumpolar Health* 62, 255–267. <https://doi.org/10.3402/ijch.v62i3.17562>
- Yun, S., Faraj, S. & Sims, H. P. (2005). Contingent leadership and effectiveness of trauma resuscitation teams. *Journal of Applied Psychology*, 90, 1288–1296.
- Zaccaro, S. J. , Gualtieri, J. and Minionis D. , (1995). “Task Cohesion as a Facilitator of Team Decision Making Under Temporal Emergency,” *Military Psychology* 7, no. 2 : 77–93.
- Zaccaro, S. J. und Lowe, C. A., (1988). “Cohesiveness and Performance on an Additive Task: Evidence for Multidimensionality,” *Journal of Social Psychology* 128, no. 4: 547–558.

5.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: General Adaptation Syndrom (Selye 1946, S. 123 aus: Haller, 2010, S. 178)	7
Abbildung 2: Yerkes-Dodson-Gesetz (Klingenberg, 2022, S. 14)	8
Abbildung 3: Transaktionales Stressmodell nach Lazarus (Franke 2012, S. 122)	9
Abbildung 4: Hauptwege des individuellen Stressmanagements (vgl. Kaluza 2018, S. 63 aus: Ernst et al. 2022).	10
Abbildung 5: Maslowsche Bedürfnispyramide (Balint & Tibor, 2017, S. 6).	12
Abbildung 6: Maslowsche Bedürfnispyramide transferiert auf Astronauten (Balint & Tibor, 2017, S. 7)	15
Abbildung 7: Trainingsstandorte (ESA, 2021).	16
Abbildung 8: Trainingsphasen (ESA, 2021).	16
Abbildung 9: CAVES Zusammenfassung (ESA, 2021)	17
Abbildung 10: Tagesablauf im CAVES Training (Sauro et al., 2021).	17
Abbildung 11: Stressfaktoren von Langzeit-Raumfahrtmissionen (Morphew, 2011)	19
Abbildung 12: Kommunikation im Kontext psychologischer Variablen (Badke-Schaub et al, 2021, S.156)	26
Abbildung 13: Effektive und sichere Gruppenperformance (ESA - Bessone & Seine, 2017 vgl. Badke-Schaub, 2011)	28
Abbildung 14: Mentales Teammodell (Badke-Schaub, S.130).	29
Abbildung 15: Elemente gemeinsamer mentaler Modelle mit Beispielfragen (Hofinger und Zinke, 2019, S. 160).	31
Abbildung 16: Gruppenentwicklung nach Tuckman & Jensen (Tuckman & Jensen,1977)	32
Abbildung 17: Das Habitabilitäts-System-Diagramm (Häuplik-Meusburger & Bishop, 2021, S. 4)	48

5.3 DOR & NVS

„Wie müsste Interaktion gestaltet werden, um mit Stressfaktoren auf Langzeit-Raumfahrtmissionen umzugehen?“ is a project, developed in the framework of the study course Interactive Media Design of Hochschule Darmstadt - Faculty of Media, during the summer Term 2023. It is a work of: Florian Grünewald. I herewith delegate the non exclusive and timewise non restricted rights to publish and present the results of the project „Wie müsste Interaktion gestaltet werden, um mit Stressfaktoren auf Langzeit-Raumfahrtmissionen umzugehen?“ to the Professors of Hochschule Darmstadt and to the coaches directly connected to the academic supervision of this project, named above. In the same time the student declares that with the project no intellectual properties rights of third parties have been harmed.

A handwritten signature in black ink, reading 'Florian Grünewald'. The signature is stylized, with a large, sweeping initial 'F' that extends above the line of the text.

Florian Grünewald

5.4 CDs

1

6. Anhang

1

Declaration of consent

Thank you for participating in this focus-group!

1. Subject of data collection

This focus-group is recorded on audio as analysis material and for research purposes.

The anonymised data obtained, as well as the audio material, will be passed on exclusively to the University of applied sciences in Darmstadt (hda) and the European Astronaut Centre (EAC). You can interrupt or cancel the the focus-group at any time.

The data collected with this study will be stored at the University of Applied Sciences, Darmstadt and deleted after the legal period (10 years for research data) has expired. This consent form will be kept separately from the other test materials and documents and will be destroyed after this period has expired.

2. Information about my rights

The responsible body for data collection is the Hochschule, Darmstadt. Darmstadt University of Applied Sciences adheres to the requirements of the (EU Data Protection Regulation ("DSGVO") and the Hessian Data Protection and Freedom of Information Act ("HDSIG") as well as to the recognised ethical standards of scientific research. The legal basis for the collection of data is Art. 6 I a) DSGVO (consent).

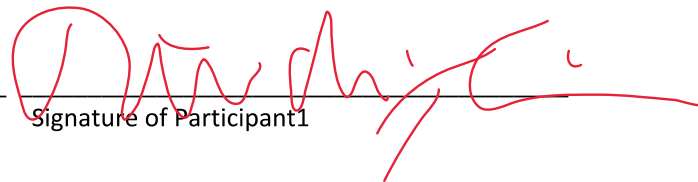
You have a right of access to your personal data vis-à-vis the Hochschule Darmstadt, a right to rectification, deletion or restriction, a right to object to processing and a right to data portability. You also have the right to lodge a complaint with the Hesse State Commissioner for Data Protection and Freedom of Information. You can find further information at www.h-da.de/datenschutz.

3. Declaration of consent

I hereby consent to the data processing described under 1. This consent is voluntary and can be revoked for the future at any time by sending an email to mediencampus@h-da.de. The revocation of consent does not affect the lawfulness of the processing carried out on the basis of the consent until revocation. Insofar as consent is not revoked, it shall apply for the duration of the purpose of the processing.

17.03.2023

Date


Signature of Participant1

Rüdiger Seine

Name in letters

17.03.2023

Date

Signature of Participant2

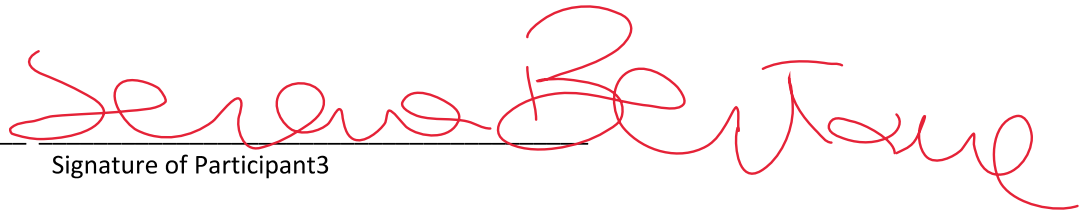
Matthew Day

Name in letters

17.03.2023

Date

Signature of Participant3



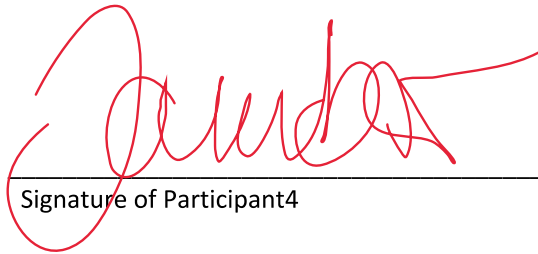
Serena Bertone

Name in letters

17.03.2023

Date

Signature of Participant4



Elisabeth Jambor

Name in letters

17.03.2023

Date

Signature of Participant5

Hervé Stevenin

Name in letters

FOCUS-GROUP AGENDA

Serena Bertone (ISS Crew Instructor and EUROCOM),
 Rüdiger Seine (Head of Space Training Team),
 Elisabeth Jambor (Lufthansa Aviation Training - Astronaut and GSP Instructor),
 Matthew Day (Telespazio - Instructional System Designer),
 Hervé Stevenin (Head of EVA & Parabolic Flight Training Unit)

DURATION IN MINUTES	TASK	NOTES
2 min	ORGANIZATIONAL	
1	Personal introduction & thanking for the support; Explanation of the focus-group purpose, process & goal	
1	Declarations of consent, Start of the recording	
8min	INTRODUCTION	
5	Welcome of participants & allow participants to introduce themselves	
3	Creating a common ground: What characterizes a good Team-Mental-Model for you?	Showing Badke-Schaub (2011) Team-Process; Collecting Keywords on Whiteboard
15min	ASTRONAUT TRAINING (HUMAN BEHAVIOR AND PERFORMANCE TRAINING – CAVES)	
3	Why is EAC's interdisciplinary training for astronauts effective?	In your own words;
2	Which team-skills does it improve (f.e. HBP – CAVES)? Why is it important to train these ?	Looking at our keywords;
3	As instructors, what difference could you observe between better and worse working teams? Any examples you want to share?	
2	How did astronauts grow over the course of their training? What changed in their behavior?	
2	What key lessons seem to be the reason for their change? What's the role of instructors supporting this change?	
2	How did HBP change over the years and why?	
15min	LONG TERM SPACE MISSIONS	
2	Which new / upcoming social challenges will arise on a long-term mission to the moon or mars?	
2	How does the HBP training (need to) adapt to include these upcoming challenges? How can EAC's instructors give direction on the forefront of these social challenges ?	
3	What's unique about long-term missions that no training could ever prepare them for?	
4	How can alternative countermeasures tackle these social challenges? Why would they improve the team-construct?	
2	What role plays the base-design in these social-challenges?	
2	What role does compatibility (of the crew) play in the selection or preparation of the Astronauts for long duration missions? What characterizes society on a long-term space mission?	
10min	GROUP-COHERENCE	
2	How do you see the relationships of a crew from the outside? How does it influence teamwork on missions?	
3	How does the crew handle social, political or cultural conflict?	

3	How would you characterize the social coherences of a crew as a whole?	
2	To what extent can the crew constellation serve as a role model for society? What can society learn from these missions?	
10min	CONCLUSION	
3	All in all, what would you say makes or breaks a good space exploration team?	
5	Why did you become Instructors? Why are you still doing this job?	
2	Last but not least: What's your favorite space related quote?	
TOTAL: 60min	End of recording, Thanking participants for their time	

Section 1: Training

How did astronauts grow over the years of their training? What seem to be the key lessons? What changed in their behavior? What's the **individual** feedback being given?

How did different personalities handle the same training?

How does the HBP prepare them for social interactions and conflict?

With longer missions, how and why is training adapting?

How should instructors update their skills as well?

To what extent can training prepare them for the real deal? Where is the limit?

Which alternative solutions can you come up with?

Section 2: The real deal

Samantha: Adjusting to each other is the same on earth like in space [just with a different environment]. They have to bridge cultural differences; Bridge progressive and conservative thinking...

How can the crew constellation be analyzed as a “mini-society”?

Which solutions on earth could be applied to this “mini-society”?

Which solutions in space can be applied to earth-society?

Section 3: Conclusion

All in all, what would you say makes or breaks a good space exploration team?

What are the best moments of your job? Why did you become this position?

Audio

[Aufzeichnung_Fokusgruppe.mp3](#)

Schwerpunkt-Transkript

00:16:00 Florian

So maybe I should start with my thesis is about the crew interaction on long duration space missions and how we can support them in their struggle with stress factors.

00:00:29 Florian

So yeah, and the 1st Question on this topic is: **How did astronauts grow over the years of their training? Like you have watched them over the years, right? And how did they grow in general?**

00:00:51 Serena

Uh, say again, how did they go in their team skills? What?

00:00:59 Florian

First of all, **just individual how did you see their personality grow over the time and how their behaviour changed?**

00:01:08 Serena

Oh, I see.

00:01:10 Elisabeth

We saw them becoming more confident. In their role as an astronaut, also in their role as an ambassador of ESA. But like overall, more confident in what they were doing.

00:01:26 Serena

I think they. Also became more open. In a sense, to... or accepting that not everything is perfect or not, everything is as they wish, but they are more accepting and things work in a certain way and they are more receptive as well sometimes.

00:01:54 Rüdiger

I think that in the training process. All that happens. And then you see a major change after the first mission ... because then they have applied the knowledge. They've gone through their process and they've also had the the public exposure in a much, much harder way than before, so you also see them react differently to requests. They essentially learn to protect themselves. Once they've gone through the process of the post flight rush and and PR activities.

00:02:53 Florian

OK. And how does the training prepare them specifically for crew interactions or conflict?

00:03:02 - 00:03:46 Serena

I think the training. And this is really where they start to work together as a team, so most of the times in training they have tasks that they need to do. And it's one task, so they need to share and they need to decide who's doing, for example, procedure reading, who is doing the execution on the hardware, who is doing, maybe execution on a second part of hardware. Sometimes they have specifically experiments in which they work as operator and subject, and that's what they need. They really need to learn their particular skills to perform the experiment together with different roles. And I think that. Training is one of the moments in which they really get together and work together, and they learn how to share responsibilities and tasks.

00:03:47 Rüdiger

And then we have specific training events like human behaviour and performance training and CAVES [cave research as space analogy] training, and the American NOLS [survival training as space analogy] or the American NEEMO training [underwater training as space analogy] where that is specifically emphasised and where group interaction is a major part of the training, while in the technical training, what we're trying to do is reinforce the human behaviour and performance component in an applied operational setting.

00:04:27 Florian

With longer missions, **how is the training adapting over the time?** I mean you have done this for some years now and **how is the training adapting with longer and longer missions?**

00:04:38 Rüdiger

We're adapting: We're shrinking training. The adaptation is to shrink the training. It's not so much that the presence of the astronauts gets longer, it is more that the experience on the ground is longer. And we've learned that for a certain element there's really a good reason to trust the skills of the crew that we've built, rather than trying to train components.

00:05:13 - 00:06:06 Serena

And there is another element: That we also introduced different types of training which are not done on ground, but they're done directly on orbit. So we always had onboard training for some of these skills like emergency, but now we can also do onboard training, for example, for experiments, for example, and this is what we do with videos. Most of the times, occasionally we also do it with practice test experiments. For example test runs. And this is something that is becoming more and more common for a lot of tasks. Especially when we don't have the possibility to train them on ground, but it's still a relatively complex activity. We can produce a video or something, even interactive. We also had interactive training and they can simply look at it before they perform activities.

00:06:07 Florian

OK. **And with this change going forward, how do you think that instructors should update their skills as well?**

00:06:23 Elisabeth

Well, I think that we need to learn more skills when it comes really to distance learning. In particular, more technical skills, but also more teaching skills that are targeted really towards training that is not performed face to face.

00:06:44 Serena

And this is something that most of us, I think by now worked with because we all had to produce onboard trainings videos. And this is something at the beginning none of us knew how to do. And then you start to do it and you learn and you start to see what is more effective and what is not, what is needed and what is not. So that goes also down a lot in the direction of deciding what is important in playing, because of course, if you have a 10 minutes of it, it's not a one hour and a half lesson. So you need to condense in those 10 minutes, what is really important for them to know? So it's a filtering on a different scale if you like.

00:07:24 Florian

OK so... You had something?

00:07:28 Rüdiger

Yes, now I have time till 11. The director has cancelled the [following] meeting. Great.

00:07:42 Rüdiger

I think one of the other elements in how the instructors have changed is that also the instructors have learned a lot on operational content and also on the feedback that we collect from the crews we look at that and we learn: OK this is something that seems to be universally easy to grasp. We've also had cases where we've seen: we thought this was easy, but it wasn't and we've actually increased the training for certain components.

00:08:20 Florian

OK. **And how did you notice different personalities reacting to the same training? Was there a pattern or was there something where this type of personality reacted better or...?**

00:08:33 Serena

I don't think it's the personality. For example, I noticed one of those things in one of my trainings that some people were better used to use virtual machines for example, and other people have no idea. But to me it wasn't linked to personality. What I've seen, and I've been asking every single crew member for the last few years because I wanted to understand who needed and who not ... who didn't. Just to adapt the training to them really. And it wasn't personality, it was previous

experiences. And sometimes it's just ... people use them at home and so they're familiar with this kind of software because they just like to play with computers and other people don't. So I think the personality is not really the main driver here.

00:09:18 Rüdiger

Yeah. I also think it's more previous experience and that there may be some aptitudes... I always say typically the medical doctors aren't the ones that are much into computers. There are exceptions, but typically not.

00:09:35 Serena

I don't think either...

00:09:36 - 00:10:52 Rüdiger

But that's really ... It is more from what you like to do and what you're comfortable with and there's always components that an astronaut is more comfortable with than others and the ones where they're less comfortable than is where the **** hits the fan. And we realized typically when on board we have a huge overrun in the time the activity takes. While there is no obvious problem and if it has a huge overrun because the cable isn't there or the cable doesn't fit or whatever, that's independent of the astronaut. But if everything is there, everything should be there, but the astronaut struggles with the activity. Then we typically take note and provide additional training for other astronauts as well, just to prepare. And then we say: Look, we know this is very detailed training. We're giving it to you because we've had the experience that this is difficult and we also look at, OK, we obviously ... we ask the astronaut when he's back: What were the points that you've been struggling with? And sometimes it's a relatively easy fix.

00:10:53 Serena

But my experience is it's not really the personality, it's more the previous training. OK, the previous skills.

00:11:00 Florian

And with different ... **How are the backgrounds of new astronauts changing? Are they changing at all?**

00:11:10 Serena

Difficult to say, but I think I see more scientists and more engineers than military personnel, but we still have a lot of military astronauts.

[Agreement of the interviewees]

00:11:25 Florian

OK. Samantha once said in a podcast that she herself sees a difference, a shift. Like back then they used to pick more only children, more challengers, like more types of people who can do the job if you give them the resources and now it's more to a team oriented person. **How do you guys see this change or why?**

00:12:09 Serena

I see it.

00:12:11 Rüdiger

Yeah, we see it and the reason why is: That I think for the initial stages, you were going into something that you didn't know. And you needed the people that were relying on their own resources rather than on anything else. In the ISS we've had continuous coverage from the ground more or less, so there is always help available and we found that it is easier in terms of crew composition and of work between the ground and the crew to have people that are team players. And there's, let's face it, there's also been societal change over the last 50-70 years.

00:13:00 Serena

And it's also a question of technical skills, because now in the space station, we want to do mostly research. We still need to do a lot of maintenance, but we need to do a lot of research. So you needed people that are also good with the skills. You need to do the experiments. And that you definitely see the difference. The piloting, it's not the shuttle anymore, the new vehicles. It's probably a lot easier to control.

00:13:26 Elisabeth

More autonomous.

00:13:28 Serena

More autonomous vehicles. So you don't need a pilot with the skills that you needed for the shuttle, yeah.

00:13:37 Florian

OK. You've said the training adapts a little bit to be more on the mission itself as well. **But to what extent can training help them for the real deal - Where is the limit where no training can help?**

00:14:02 - 00:15:03 Serena

There are a number of limits. They are important in a different way for different people. So I think one of the limits is that you cannot train everything the week before they fly. So time. If you do it a year before and some skills, you will have to train a year before, of course they will ... they may remember very well or ... may not. It depends on their memory. It also depends on their personality as well, because some of them tend to remember more things in more detail even a year later. We had crew members that after a year during the debriefing, they still remember the training and they still remember the activities, others don't. There's nothing you can do about that. We try to bring everybody to a minimum set of skills, but I think their background is still going to influence their operations and we've seen some scientists performing very well in experiments and a little less well in maintenance. So you try to give them the same training and the same skills, you may or may not succeed, yeah.

00:15:09 Elisabeth

Anything Micro-G related. So like really micro-G skills is of course very clear. Boundary is something that we cannot train. So usually the astronauts or the old ones on board train the new ones coming on how to live, how to work, how to move around in micro-G. And also how to do certain things. I mean we can hint here based on the feedback that we get from the astronauts. Like OK, well that's something that you would rather perform upside down because it's easier to access, but it's something that we of course cannot actually practice here.

00:15:42 Serena

I think the one thing we really can't train here or we haven't tried on different point of view is the complexity of, for example routing cables. Then you think: OK, take a cable from there to there, which is easy when it's one cable. It's not easy when it's 30 cables and they all go in different directions and then you need to identify which one you need to work with and route it somewhere and ground tells you to do what you want and just make it work. And this is something that's impossible to train....

00:16:14 Elisabeth

It was like the complexity of the station, like when we start already with storage, where to find things, how to store things, how to yes or. How to really respect the entire environment? What we have here is, of course limited in the availability of mockups, for example, but also in we have quite clean here, even if it looks messy. It's nothing compared to how it looks like on the station. And so training that we do here is usually easier than what you would find on board.

00:16:48 Serena

And the time pressure. Because Arsenal you probably heard it from other people. They run after the Red line in the plan, right? So they always need to be on time. When we do training, yes, we need to stay within the lesson boundary, but in the end you have a little bit of flexibility. On orbit, the flexibility is a lot less and this is something that, you know, can give stress, can give pressure and this is something we can't really train, at least not here at the EAC, I think.

00:17:19 Rüdiger

Yeah, not at the EAC. Obviously some of the analogue trainings offer that flavour. But from my perspective, really the biggest thing is the microgravity, living in microgravity, moving in microgravity, et cetera. The good thing on that is that all the feedback I have is that within the first two weeks, you learn from the experienced crew members. The good thing here is we have experienced crew members that can show you. On one shot missions like the Apollo programme or some of the shuttle missions. If you had only newbies on board that was not an option.

00:18:09 Florian

OK. Just to spin a little bit out of direction: **Any ideas you personally come up with to counter these challenges?**

00:18:23 Serena

What challenges?

00:18:24 Florian

You collected a few: For example, that the ISS is messy, and of course it's helpful that experienced astronauts can support newbies to develop as well, because they have been in this situation or the specific stress factors that are so extreme that you can't really train them, even though analogue missions come close. **Just any ideas you could come up with to tackle these challenges?**

00:18:57 Serena

So what I do, I warn them and I tell them we are maybe not doing it today. It sounds very easy because it's a routing a cable. Be aware when we did it on orbit or we did similar activities on orbit. This was the most complex part. This is where we got the most questions. This is where we had the most troubles. This is where the astronauts had the most uncertainty and troubles, so I give them warnings.

00:19:24 Elisabeth

I mean, there's where we try a lot. We try to pick up examples. Feedback coming from us and weave that into the training so that I tell a lot of anecdotes like, OK, well, that was was a certain occasion where this that happened and that's why we're training that even though it might seem easy here.

00:19:50 Florian

OK.

00:19:51 Elisabeth

I think in terms of time pressure, the best that we can do like we as instructors here is really to train them as good as we can so that they feel comfortable with what they have to do, that they have the right skills to do that. And that's pretty much all that we can do here as instructors.

00:20:09 Florian

OK. **Anything else?**

00:20:14 Rüdiger

Not really.

00:20:15 Florian

OK, that was just a little discourse.

00:20:19 Serena

But I think it's important you know it, it might be limited, but in examples, real examples of what happened with specific situation and specific crew members makes it real for them that this is not just us talking. It's like this person spent one hour longer on the activity because it was complicated and the complication was the cables. For the virtual machine. We had this crew member calling down telling us this and this and this. That's why today I want you to try.

00:20:45 Rüdiger

Try whenever you can bring up a real life example, you can be sure you get the attention and it sticks way better in memory than in everything that the instructors just as instructors say.

00:21:02 Florian

OK.

00:21:04 Rüdiger

And of course, the credibility of the of what the instructors say decreases the more experienced an astronaut has become. Because they know they've been there, they've gone through it. And these people haven't. But if you can say, look, crew gone by XYZ struggled with this BECAUSE..., then you can be sure you have the attention.

00:21:29 Florian

OK. Now sort of to the next section. Yesterday I had an interview with Samantha and I brought a little something she talked about. It's paraphrased now, but here it is: Adjusting to each other and the crew is pretty much the same as on Earth, just with a different environment. They have to bridge cultural differences. They have to bridge progressive and conservative thinking. So my question is: **How can the crew constellation be analysed as a mini society?**

00:22:14 Serena

I'm sure it can. I'm not the best person to do that. I'm not a psychologist or a sociologist, so on. It is a mini society.

00:22:29 Elisabeth

Yeah, it's kind of right, like a like a small family when they live in a big tin can. Six of them, seven of them, depending on who's there.

00:22:41 Serena

They try to consider themselves a family... That's what Elisabeth said, yeah.

00:22:41 Elisabeth

They did. Yeah.

00:22:46 Rüdiger

Yeah, I think family is a good example because ultimately you share. Or you share the comforts and discomforts. You have no choice. You don't pick your parents, you don't pick your children, you don't pick your brothers and sisters. But somehow you have to get along and you know you have to get along. And the duration of six months that we have is long enough to not be able to just say: Ah, it's going to be over soon, I'll live with that. That works for a space shuttle mission or a short Soyuz flight of 10 days. For six months it doesn't work anymore. It doesn't work anymore, for most people at least.

00:23:44 Florian

Hmm. **And how can you assess crew coherence from outside?**

00:23:55 Serena

I think ... Even working in the flight control team... It's very difficult, because what you see is them working together. What you don't see is when they disagree. So this is something I've seen from an operations point of view. At least I would not be able to say anything about that. The best person would probably be the psychologist.

00:24:18 Rüdiger

Yet the psychologist would, but he would not tell you. So I honestly ... My answer is: You see it after the fact. You see it when they're back on the ground. And if they meet half a year later, you can see.

00:24:38 Serena

If you have a chance to see them later together.

00:24:40 Rüdiger

Yeah, exactly. If you see them together half a year later. That's when you see it.

00:24:46 Elisabeth

I mean, there are some rare but very strong indicators on individuals. For example, if someone is shaving their heads to make your haircuts for the occasion of you arriving on the station, you can see that these people really like each other. But these are more like the extremes that we sometimes see.

00:25:07 Rüdiger

And you would only see the extreme positive, not ... the extreme negative.

00:25:10 Florian

Yes. OK. Then let's talk about the extreme positive. For example, the crew of Matthias was coined, at least from NASA, to be "one of the happiest crews" in his words. **Why do you think that is?**

00:25:30 Elisabeth

How do they ... judge the amount of happiness? Happy in terms of what?

00:25:41 Serena

NASA has a number of medical tests, also psychological tests repeating... to learn.

00:25:45 Elisabeth

OK. So it's scientific...

00:25:48 - 00:27:21 Rüdiger

I don't know, I couldn't say, at least for me. And then I'm not closely following OPS, but I would not have seen any specific indications that they were happiest. I think that the the example from Serena ... was more like it, when where we had the crew that adapted the haircut and these guys really you could see they had fun. We also had the guys that did the Star Wars thing for Halloween, I think. So sometimes, you see, when they do something that is really a group thing and totally unusual then you can see: Yes, these guys, these guys really have fun together. On the contrary, I'll quote... it's not a negative example, but it's an example of something more or less unusual happening, but it was one person, uh, when Chris Hadfield was there and generated tons of publicity with his music and everything. But there was a Chris Hadfield thing that was not a group thing. But when you see three astronauts doing something crazy in their spare time, even if it's for PR purposes, then you can be sure these guys have fun.

00:27:23 Serena

So one occasion I saw was an activity ... it was planned, it was prepared. They had a kind of battle, you know, with ... slime.

00:27:34 Rüdiger

Yeah. Yeah, yeah, yeah, yeah, yeah.

00:27:35 Serena

Slime in space. Luca was there and other crew members were there and they prepared the node one and it was all pressurized. But at the end they removed the pressurization a little bit too early so we could see the crew all being kind of green with green blobs of slime and they were cleaning up and cleaning themselves and laughing. You could see that they had a lot of fun.

00:28:00 Florian

OK. And yeah, yeah. **How do you think you could support them in having positive group experiences?**

00:28:11 Serena

In space?

00:28:16 Florian

I mean, **of course you can't make them have fun or something, but how can you make it so they...?**

00:28:25 Serena

I think one thing that these ESA does... I'm not sure how much they do it? Yeah, I think it could go in that direction. The bonus food because the bonus food we've seen a lot of astronauts that use the bonus food to share with everybody and have a, for example, Italian or German or French dinner. And we know, for example Luca Parmitano did that. And people really appreciated having this special dinner. I guess other people did the same. I'm not always hearing about it.

00:28:57 Rüdiger

That and certainly I think really the provision of instruments, movies ... So leisure relaxation things because the work is there, they will always have to do work. I think they like the work. It is also no use if you sit on the space station and you're bored. But by basically providing opportunities to do something other than work that caters to their likings [auf Vorlieben

ingeht]. Or that generates interaction that they wouldn't usually have, but it's positive interaction, also I think also with the ground, some people will really enjoy doing a joint press conference.

00:29:55 Elisabeth

I also think with the communication from the ground, particularly like the EUROCOMS, CAPCOMS, whoever is talking to the crew. To make that as pleasant as possible. The daily life of your ground operations.

00:30:05 Serena

I think Rudiger has mentioned movies. I know that, for example, Houston every now and then provides a premiere of a new movie coming out, especially if it's space related. They have a number of those and everybody was watching it together as a team, not individually on their own laptops. So there was a shared cinema.

00:30:32 Florian

OK.

00:30:37 Serena

In the daily summary, we provide a lot of jokes. Which is sometimes related to, I don't know, Halloween or special date, a special event, or it could be, for example, jokes that are put together in the evening ... about something that went very wrong or very right, or very strange during the day and the flight control team prepares a joke related to that and sends it up with the daily summary in the morning.

00:31:05 Florian

OK. **Does compatibility play a role in the selection for a mission?**

00:31:48 Rüdiger

Only if there was a known strong incompatibility. Other than that, no.

00:32:02 Florian

OK.

00:32:02 Rüdiger

So if we knew Serena and Elisabeth couldn't stand each other, we would try to not put them on an expedition together. But that's the only consideration that we do. I mean you also have to look at ... this may be a bit more sophisticated within the US only and within Russia only.

Because they know their people better. But between partners we don't know, I don't know if Alexander Gerst gets along well with Joe Caver or not, I have no idea. So unless there's been something that surfaced, if they had been in a bar fight, or if they had shouted at each other in meetings in the presence of somebody, and I would know, then I would potentially take that into account.

00:33:13 Elisabeth

Yeah. Yeah. But also here, at ESA, I mean, we have so few flight opportunities. It's kind of difficult also for the astronaut to argue that you're not going to fly now, but maybe then in 18 months from now because you kind of don't really get along with a crew member that is supposed to fly on your flight.

00:33:36 Serena

One thing I heard from an American crew member was ... I was talking to him and ask him: So how do you guys get the sign? And he was saying: Well, we get the sign. You don't say no to a permission. It's your duty. You take it, you do it.

00:33:51 Rüdiger

Also also you don't want to wait for the next one to come along. It very much is: Hey, you've got ... You've spent six years of your life to be assigned to a mission. You don't say no if you're assigned to a mission, and if there's somebody in the group that you don't like that much, you seek for ways on how to live with that person. And you can be sure that person does the same thing because they're in the same situation.

00:34:26 Serena

And this person I talked to, maybe because he had a military background that I can't say, but he was really saying: It's a service you do so you don't discuss it, you do it. Because it's a service.

00:34:37 Rüdiger

Yeah, that's probably the strong military background.

00:34:45 Serena

He was even looking at me like ...

00:34:47 Rüdiger

... What a question?!

00:34:50 Serena

... You do, you do it.

00:34:59 Florian

Which new or upcoming social challenges will arise on a long term space mission to the moon on Mars? When the missions get really long and not only six months.

00:35:14 Rüdiger

Moon is not so much of a problem because I don't think you're going to have missions much longer than what we do at the ISS. It's still close enough, ... on Mars missions ... Your biggest problem is to keep the crew cohesion through the travel, because there's literally nothing to do.

00:35:35 Serena

And strong confinement.

00:35:37 Rüdiger

Yeah. You're confined. You're getting much less communication with your support teams, your family, your spouse, your ground control team, because there's no ... at a certain point, you don't do communicate. Two way communication you do one way communication. They can send you something. You can send them something, but it's not like a conversation anymore because the delays are too far. So that is going to be extremely tough. One way to counter that is going to be to use that time frame for training, so they're occupied, so they can do things. Essentially what you will have to do is, even in the transit period, you'll have to schedule 8 hours worth of meaningful activities every day. Or they will get crazy.

00:36:36 Florian

OK.

00:36:37 Serena

I agree. It would be science ... it doesn't have to be only training, but you need to find activities with limited equipment, because of course you're not bringing a whole space station with you, right? So you have a relatively small module with confined space and even experiments would need to be small.

00:36:56 Florian

Not only meaningful experiments, but also meaningful leisure activities like we talked earlier about?

00:37:04 Rüdiger

Yeah, if you you're lucky and you have somebody that says: You know what? Put my violin on and I'll be happy and the others are still happy listening. That's the other problem of course. Huh? And I can occupy myself practicing for three hours a day, every day. And then of course, you have the physical exercise that you need to put in. But you need to have meaningful work activities, things that you cannot avoid to do. It's, you know, the leisure activities, I don't know. I love reading. But sometimes I've read enough and I really want to do something else, so I don't think leisure activities is what we can bank on. They can certainly think about: OK, what would I want to do if I'm gone for a long time? Would I want to learn Japanese, Chinese? ... Whatever. Can we help with that? But there needs to be structured work that forces them to be mentally and physically occupied for a large portion of the day.

00:38:20 Serena

Also, think about the leisure activity on the ISS. A lot of time you spend time looking out of windows. If you look out of a window going to Mars, there's not much to see. I would expect that at some point it is black.

00:38:34 Rüdiger

No, the earth fades, but it gets smaller and smaller and smaller and smaller. So at least your Earth observation is not as interesting anymore because you can't see details of what it is.

00:38:46 Serena

Earth becomes depressing because you see the distance...

00:38:51 Florian

You're bringing an interesting part up. **Like the research actually points to the direction that there ... breakdowns will happen, there's no way around it. How do you think we should deal with them?**

00:39:08 Rüdiger

Breakdowns. You'll have to define.

00:39:12 Florian

That the crew morale is sinking and individuals are so stressed that they have sort of a mental breakdown. Of course, it can be stronger for some people, it can be lesser for some people and for the crew depends on how the crew works together and so on. But there will be some sort of dip.

00:39:33 Rüdiger

Yeah, that is normal. That's even normal if you go on a, say on an Antarctic trip for half a year or anything, that you always have. The best way to counteract that, I think, is by sending positive messages to the team, giving them some bonuses, potentially unexpected bonuses exactly at the point in time when you know this is going to happen. You can you can for almost say: OK at the at the 2/3 of the distance to Mars you probably will need a booster because after that: Hhey, we're getting close to what we what we really want to do. But until then it goes down, down, down and somewhere there you will need the booster. And that can be anything, I mean it can be the bonus screening of a movie that's only coming out two months later it and that also depends very much on the people you have.

00:40:50 Serena

I think also selection in the sense that astronauts are selected in a way – I think I can say better, but – with people that are mentally stable, at least at the beginning, then of course you never foresee how the mind evolves with time, but you don't hire anybody who already has some shaky ground. So you want to apply selection.

00:41:13 Rüdiger

And we are putting stress on them in the selection process. We are putting stress on them in the training. So if they are not stable, we would probably see it. And those would not be the people you send on a mission like that, Plus: You would not send a newbie on a mission to Mars. You would always pick people that have experience. I think that's the key on the selection side, you would want people that you have seen deal with stress and have seen how they deal with stress and how they deal with other people.

00:41:58 Florian

OK, you compared it to a mission that's, for example, going to Antarctica. In general. **What do you think can we learn from this mini society?**

00:42:17 Serena

This is a question for Loredana. She has a tonne of experience with that, and she would have a lot of good inputs for you.

00:42:29 Rüdiger

But at least I think you can learn from that mini society where in a way the cracks show first and the timing. And you can compare it with other confined environments, so you don't only have Antarctica, you have people on submarines. You have

people on oil rigs. Or whatever that have the similar stresses, and I think you can compare and validate against each other and then you can say: OK, this is a strategy I've used on my astronauts and it did work. I can try to use that strategy on the others, unfortunately your likelihood is more the other way around, of course, because there's way more people on oil rigs, on submarines and in Arctica than we have on the space station. So yeah, your body of evidence is rather on the ground. So most of the time I think the astronauts will benefit from your ground research rather than the other way round.

00:43:41 Florian

OK, you've answered the 2nd question I have already. OK which... **or anything to add for this?**

00:43:50 Serena

I would just put a little bit of note here that the selection of the people you sent on oil rigs and Antarctica and submarines is not the selection of astronauts, so the samples are not 100%. You can definitely try to get similarities between the behaviours, but you need to always keep into account the difference because the selection is completely different.

00:44:14 Rüdiger

I'll be right back.

00:44:15 Florian

OK. Which brings us to the last section, our conclusion:

All in all. What would you say makes or breaks a good space exploration? Just in a nutshell.

00:44:34 Serena

Motivation. I'd say it's important. It looks to me that astronauts are really strongly motivated.

00:44:51 Elisabeth

We're like an exploration team, not just going to the ISS, but really going further into. deeper space or also like on ISS?

00:45:01 Florian

I mean we've learned something from ISS exploration missions and looking in the future, **what makes or breaks a good team even for the future? Like f.e. on Mars and so on.**

00:45:18 Serena

I was looking getting to know each other before the mission. From what I heard from NASA, it is very important for them to get together before the training, before the activities, before to know each other socially and that creates a basis for when they will be in space.

00:45:39 Elisabeth

I also think that part from the motivation that a good personal fit becomes more important when you go away for longer, you're more confined. If you cannot really avoid each other, I think it's more important that you kind of at least respect each other.

[Rüdiger comes back]

00:46:01 Serena

Maybe you want to read the question again?

00:46:05 Florian

All in all. What makes or breaks a good space exploration team? It's now the conclusion part. Just in a nutshell, what comes up?

00:46:19 Rüdiger

Well, obviously they need to be capable people. That's you could take that as a given, but I'll say it anyway. They need to be well trained and prepared. And they need to be able to work as a team and that does not need to be that they love each other. But they need to be able to share the tasks in a way that that gives everybody a chance to shine. And everybody a chance to be reasonably happy. It's striking a balance, I think, that is very important in the team.

00:47:05 Serena

They need to trust each other. At least on a work level.

00:47:15 Florian

Anything to add? All right. **Then what are the best moments of your job?**

00:47:32 Serena

When you do a lesson, whatever lesson is long. Typically comes better after the long or the short even and you hear the students, which might be the astronaut, but you know could also be the flight controller, telling you: This was a very interesting lesson, thank you so much!

[Rüdiger gets a phone call]

00:47:47 Elisabeth

What, sorry.

00:47:54 Florian

OK. ...

00:47:58 Serena

It's nice when you do a lesson with the students...

00:48:21 Elisabeth

The appreciation is always super nice. I mean, it's also super nice when we go, for example, on socials with them and we just have a good time like outside of the job, a lot of them are, I mean, first and foremost very interesting people, but usually also very funny. So that's ... it's easy to have a good time with them.

00:48:44 Serena

But professionally, when they tell you, you do a good job, more than the social person and ...

00:48:48 Elisabeth

Yeah, yeah, absolutely, absolutely.

00:48:51 Florian

OK. **And why did you become instructors?**

00:48:54 Serena

By chance.

[Everybody laughs]

00:48:56 Elisabeth

Convenience.

00:48:59 Serena

Perfect.

00:49:00 Serena

Completely by chance.

00:49:04 Rüdiger

Completely by chance.

00:49:09 Serena

I didn't even know this place existed.

00:49:11 Rüdiger

I was going to be a professor of botany at the university. Didn't happen.

00:49:19 Florian

OK.

00:49:20 Rüdiger

I'm not unhappy and it's the best moments of my job.... The best days of my job are when I see the team is running and the team is happy.

00:49:35 Florian

OK, good. Thank you very much. This was it.

[Recording ends]

Astronauts
(Individual)

00:01:10 Elabeth

"More confident, in their role as an astronaut, also in their role as an ambassador of ESA"

00:01:26 Serena

"I think they also became **more open [...] or accepting [...]** and they are **more receptive** as well sometimes."

00:01:54 Ridger

"You see a **major change after the first mission** ... because then they have applied the knowledge. [...] they've also had the public exposure in a much, much harder way than before, so you also see them react differently to requests. They **essentially learn to protect themselves.**"

00:09:36 - 00:10:52 Ridger

"It is more from what you like to do and what you're comfortable with and there's always components that an astronaut is more comfortable with than others and the ones where they're less comfortable than is where the **** his the fan."

00:11:10 Serena

"I see **more scientists and more engineers than military personnel**, but we still have a lot of military astronauts."

00:12:11 Ridger

"I think for the initial stages [of space exploration], you were going into something that you didn't know. And you needed the people that were **relying on their own resources** rather than on anything else. In the US we've had **continuous coverage from the ground** more or less, so there is always help available and we found that it is **easier in terms of crew composition and of work between the ground and the crew to have people that are team players**. And there's, let's face it, there's always been **societal change over the last 50-70 years.**"

00:13:00 Serena

"It's also a question of technical skills, **because now in the space station, we want to do mostly research**. We still need to do a bit of maintenance, but we need to do a lot of research. **So you needed people that are also good with the skills [...]** The piloter, it's not the shuttle anymore, the new vehicles, it's probably a lot easier to control."

00:13:20 Elabeth

"More autonomous."

Training

Astronauts
(Sociality)

00:03:47 Ridger

"And then we have specific training event [examples named: NEMO, CAVES, HEP, NOLDS [...]] where group interaction is a major part of the training [...] **reinforce the human behaviour and performance component in an applied operational setting.**"

00:03:02 - 00:03:46 Serena

"They really need to learn their particular skills to perform the experiment together with different roles. **Training is one of the moments in which they really get together and work together**, and they learn how to share responsibilities and tasks."

00:04:38 Ridger

"The **adaptation is to shrink the training** [over time, because] [...] there's really a good reason to trust the skills of the crew that we've built, rather than trying to train components."

00:05:13 - 00:06:06 Serena

"we also introduced **different types of training** [over the time] which are not done on ground, but they're done **directly on orbit [...]** especially when we don't have the possibility to train them on ground, but it's still a relatively complex activity"

00:06:23 Elabeth

"Well, I think that we [instructors] need to learn **more skills when it comes really to distance learning**. In particular, more technical skills, but also more teaching skills that are targeted really towards training that is not performed face to face"

00:06:44 Serena

"And this is something that most of us, I think by now worked with because we all had to produce onboard training videos, [...]. So you need to **condense** in those 10 minutes, **what is really important** for them to know? So it's a **filtering on a different scale if you like.**"

00:07:42 Ridger

"I think one of the other elements in how the instructors have changed is that also the **instructors have learned a lot on operational context** and also on the feedback that we collect from the crew we look at that and we learn: OK this is something that seems to be universally easy to grasp. We've also had cases where we've seen: we thought this was easy, but it wasn't and we've actually increased the training for certain components."

00:08:34 Serena

"I don't think it's the personality those they respond to training [...] And it wasn't personality, it was **previous experiences.**"

00:10:53 Serena

"But my experience is it's not really the personality, it's more the **previous training**. OK, the previous skills."

00:09:18 Ridger

"I also think it's more previous experience and that **there may be some aptitudes** [Fähigkeiten / Eignungen / Neigungen] [how they respond to training] ... always you typically the medical doctors aren't the ones that are much into computers. There are exceptions, but typically not."

00:09:36 - 00:10:52 Ridger

"But if everything is there, everything should be there, **but the astronaut struggles with the activity**. How can you make the crew and provide additional training for other components as well, just to astronaut [...] I think the astronaut when he's back: What were the points that you've been struggling with?"

00:14:02 - 00:15:03 Serena

"One of the limits [of training] is that you cannot train everything the week before they fly. So time [...] they may remember [their training] very well ... may not, it depends on their **memory**. It also depends on their **personality** as well, because some of them tend to remember more things in more detail even a year later. [...] How to have somebody in the mission area of skills, but I think their **background** is still going to influence their operation [...]. So you try to give them the same training and the same skills, you may or may not succeed."

00:15:09 Elabeth

"Anything **Micro-G** related [...] is something that we cannot train. So usually the astronauts or the **old ones on board train the new ones coming.**"

00:15:42 Serena

"One thing we really can't train here or we haven't tried on different point of view is the **complexity** of, for example meeting cables [...] so ground tells you to do what you want and **just make it work.**"

00:16:14 Elabeth

"It was like the **complexity** of the station, like when we start already with storage, where to find things [...]. What we have here is, of course limited in the availability of mockups, for example, but also in the **limits on how large, how many of a kind, usage**. It's nothing compared to how it looks like on the station. And **as memory that we do here is usually easier than what you would find on board.**"

00:16:48 Serena

"And the **time pressure**. [...] So they always need to be on time. When we do training, yes, we need to stay within the **time boundary**, but in the end you have **limits on flexibility**. On orbit, the flexibility is a lot less and this is something that, you know, can give stress, can give pressure and **limits opportunities** we can't really train, at least not here at the FAC. I think, "Obviously some of the **multiple training after the flight**. [...] **The biggest thing is the microgravity** [...]. The good thing on that is that all the feedback I have is in the **first two weeks** you learn from the **experience of crew, especially**. The good thing here is we have experienced crew members that can show you. On one that mission, like the Apollo programme or some of the shuttle missions, they had only minutes on board that you can do a session."

00:17:24 Elabeth

"So what do I learn them."

00:19:24 Elabeth

"We try to pick up examples. Feedback coming from us and **weave into the training so that I tell a lot of anecdotes.**"

00:19:51 Elabeth

"I think in terms of **time pressure**, the best that we can do is we can so that they **feel comfortable with what they have to do.**"

00:20:19 Serena

"**Real examples of what happened with specific situation and specific crew members makes it real** for them, that this is not just us talking."

00:20:45 Ridger

"Try whenever you can bring up a **real life example**, you can be sure you **get the attention** and it sticks **way better in memory** than in everything that the instructors just as instructors say."

00:21:04 Ridger

"The **credibility of the of what the instructors say decreases the more experienced an astronaut has become**. [...] But if you can say, look, crew gone by XYZ struggled with this BECAUSE ... then you can be sure you have the attention."

00:22:14 Serena
"It's not a psychologist or a sociologist, so it, it's a **mini sociology**."

00:22:16 Serena
"It's a **small family when they live in a big car**."

00:22:48 Rüdiger
"Yeah, I think **family is a good example** because ultimately you share. Or you share the confessions and disclosures. You have no choice. [...] But sometimes you have to get along [...] And the duration of six months that we have to be long enough to be able to just get by. It's going to be over soon, I'd like with that. [...]"

00:22:55 Serena
"I'm working in the flight control team. It's very difficult [it's more cross-colouring], because what you do is team-working together. What you don't see is when they disagree."

00:24:18 Rüdiger
"So the psychology would, but it would not only you [...]. You see in when they're in the control. And if they meet half a year later, you can see."

00:24:28 Serena
"If you have a chance to see them later together..."

00:26:29 Rüdiger
"We also had the guy that did the Star Wars thing for Halloween, I think... So sometimes, you see, when they do something that is really a group thing and totally unusual then you can see. Yes, these guys, these guys really love fun together."

00:27:23 Serena
"On one occasion I saw was an activity... it was planned, it was prepared. They had a kind of battle, you know, with... items. [...] You could see that they had a lot of fun."

00:28:23 Serena
"The bonus food because the bonus food we've seen a lot of astronauts that use the bonus food to share with everybody and have, for example, Italian or German or French dinner. [...] And people really appreciated having this special dinner. I guess other people did the same."

00:29:54 Elisabeth
"I also think with the communication from the ground [...] To make that as pleasant as possible."

00:30:37 Serena
"On the daily routine, we provide a lot of jobs. [...] The flight control team prepares a plan related to that (eventually) and sends it up with the daily summary the morning."

00:30:55 Serena
"I know that, for example Houston every now and then provides a guarantee of a new mouse coming out. [...] everybody was watching it together as a team, not individually on their own laptops."

00:31:48 Rüdiger
[Laughs because of compatibility] "Only if there was a known strong incompatibility. Other than that, no..."

00:32:50 Rüdiger
"Oh, may be a bit more sophisticated within the US only and within Russia only. Because they know their people better. But between partners we don't know..."

00:33:13 Elisabeth
"We also have a few flight opportunities, it's kind of difficult also for the astronauts to agree that you've got to fly together."

00:35:14 Rüdiger
[Long mission to Mars] "Your biggest problem is to keep the crew cohesion through the travel, because there's literally nothing to do."

00:35:14 Rüdiger
"Moon is not so much of a problem because I don't think they're going to have missions much longer than what we do at the ISS."

00:36:37 Serena
"It doesn't have to be only training, but you need to find activities with limited equipment [...] You have a relatively small module with confined space and even experiments would need a small."

00:41:13 Rüdiger
"And we are putting stress on them in the selection process. We are putting stress on them in the training. So if they are not stable, we would probably see it. [...] You would not send a newbie on a mission to Mars. [...] You would want people that you have seen deal with stress and have seen how they deal with stress and how they deal with other people."

00:39:38 Rüdiger
[A day is noisy] "That is normal. That's even normal if you go on a day on an Antarctic trip for half a year or anything that you always have. The best way to understand that, I think, is by sending packaged messages to the team, going from one location, potentially, potentially, potentially because exactly at the place in time when you know that it's going to happen. You can plan for the mission say, OK at the end of the distance to Mars you probably will need a booster [...] but with it given clear, clear, done and sometimes that you will need the booster [...] that also depends very much on the people you have."

00:42:29 Rüdiger
"You can learn from that mini society where in a way the cracks show first and the sewing. And you can compare it with other confined environments. [...] That how the similar stresses, and think you can compare and analyze against each other. [...] I can try to use that strategy on the other, unfortunately your skillset is more the other way around. [...] Your body of evidence is rather on the ground."

00:45:50 Serena
"The selection of the people you send on all the Apollo and subsequent is not the selection of astronauts, on the sample one and two. You can definitely try to get similarities between the behaviour, but you need to always keep into account the difference because the selection is completely different."

00:45:14 Serena
"I would look into getting to know each other before the mission. From what I heard from NASA, it is very important for them to get together before the training, before the activities, before to know each other socially and not create a bond for when they will be in space."

00:45:39 Elisabeth
"A good general idea because more important when you go away for longer [...]. If you cannot really assist each other, I think it's more important that you kind of almost respect each other."

00:47:55 Serena
"They need to trust each other. At least on a work level."

00:48:19 Rüdiger
"They need to be capable people. [...] They need to be well trained and prepared. And they need to be able to work as a team and that does not need to be that they love each other. But they need to be able to share the tasks for a way that they can do. [...] It's working a balance, I think, that is very important in the team."

00:24:46 Elisabeth

"I mean, there are some rare but very strong indicators for cohesion on individuals. [...] But there are more like the extremes that we sometimes see."

00:25:07 Rüdiger

"And you would only see the extreme positive, not ... the extreme negative."

00:28:57 Rüdiger

"The provision of [...] leisure relaxation things [is helpful] [...] I think they like the work. [...] But by basically providing opportunities to do something other than work that caters to their likings [auf Vorlieben eingehen]. Or that generates interaction, also that they wouldn't usually have, but it's positive interaction, also I think also with the ground, some people will really enjoy doing a joint press conference."

00:33:36 Serena

"And he was saying: 'Well, we get the sign. You don't say no to a permission. It's your duty. You take it, you do it.'"

00:33:51 Rüdiger

"You've spent six years of your life to be assigned to a mission. You don't say no if you're assigned to a mission."

00:34:26 Serena

"It's a service you do so you don't disagree it, you do it."

00:34:37 Rüdiger

"That's probably the strong military background."

00:35:35 Serena

"And strong confinement."

00:35:37 Rüdiger

"Yeah. You're confined. You're getting much less communication with your support teams, your family, your spouse, your ground control team, because there's no... At a certain point, you don't communicate. Two way communication you do one way communication. [...] So that is going to be extremely tough. One way to counter that is going to be to use that time frame for training, so they're occupied, so they can do things. Essentially what you will have to do is, even in the transit period, you'll have to schedule 8 hours worth of meaningful activities every day. Or they will get crazy."

00:37:04 Rüdiger

"If you you're lucky and you have somebody that says: 'You know what? Put my violin on and I'll be happy and the others are still happy listening. [...] But you need to have meaningful work activities, things that you cannot avoid to do. [...] I love reading. But sometimes I've read enough and I really want to do something else, so I don't think leisure activities is what we can bank on. [...] But there needs to be structured work that forces them to be mentally and physically occupied for a large portion of the day."

00:38:20 Serena

"If you look out of a window going to Mars, there's not much to see. I would expect that at some point it is black."

00:38:34 Rüdiger

"No, the earth fades, but it gets smaller and smaller and smaller and smaller. So at least your Earth observation is not as interesting anymore because you can't see details of what it is."

00:38:46 Serena

"Earth becomes depressing because you see the distance..."

00:40:52 Serena

"I think also selection in the sense that astronauts are selected in a way - I think I can say better, but - with people that are mentally stable."

00:44:34 Serena

"[Makes or breaks good teams] 'Motivation, I'd say it's important. It looks to me that astronauts are really strongly motivated.'"

00:48:21 Elisabeth

"A lot of them are, I mean, first and foremost very interesting people, but usually also very funny."

Declaration of consent

Thank you for participating in this interview!

1. Subject of data collection

This interview is recorded on audio as analysis material and for research purposes.

The anonymised data obtained, as well as the audio material, will be passed on exclusively to the University of applied sciences in Darmstadt (hda) and the European Astronaut Centre (EAC). You can interrupt or cancel the interview at any time.

The data collected with this study will be stored at the University of Applied Sciences, Darmstadt and deleted after the legal period (10 years for research data) has expired. This consent form will be kept separately from the other test materials and documents and will be destroyed after this period has expired.

2. Information about my rights

The responsible body for data collection is the Hochschule, Darmstadt. Darmstadt University of Applied Sciences adheres to the requirements of the (EU Data Protection Regulation ("DSGVO") and the Hessian Data Protection and Freedom of Information Act ("HDSIG") as well as to the recognised ethical standards of scientific research. The legal basis for the collection of data is Art. 6 I a) DSGVO (consent).

You have a right of access to your personal data vis-à-vis the Hochschule Darmstadt, a right to rectification, deletion or restriction, a right to object to processing and a right to data portability. You also have the right to lodge a complaint with the Hesse State Commissioner for Data Protection and Freedom of Information. You can find further information at www.h-da.de/datenschutz.

3. Declaration of consent

I hereby consent to the data processing described under 1. This consent is voluntary and can be revoked for the future at any time by sending an email to mediencampus@h-da.de. The revocation of consent does not affect the lawfulness of the processing carried out on the basis of the consent until revocation. Insofar as consent is not revoked, it shall apply for the duration of the purpose of the processing.

16.03.2023

Date

Signature of Interviewee



SAMANTHA CRISTOFORETTI

Name in letters

SAMANTHA CRISTOFORETTI - INTERVIEW AGENDA

DURATION IN MINUTES	TASK	NOTES
1 min	ORGANIZATIONAL	
0.5	Personal introduction & thanking for the support; Explanation of the interview purpose, process & goal	Research
0.5	Declaration of consent, Start of the recording	
1min	INTRODUCTION	
1	Welcome Interviewee & allow Interviewee to introduce themselves.	
5min	INDIVIDUAL EXPERIENCE	
1	<i>"I started dreaming early on in elementary school of becoming an astronaut [...] getting this passion for adventure [while playing outside] [...] [reasons were ultimately a] number of impressions [that created the spark] [...]"</i> How did you grow into this spark over the years?	
1	How did this spark express itself in the last mission-experience?	
1	How would you describe your fellow crew-mates on your last mission?	
5min	TEAM EXPERIENCE	
1	What was your role as a commander establishing the shared mental model of the crew? What was your role as a commander handling cooperation, coordination and communication? <i>As commander, Samantha was responsible for the performance and well-being of her colleagues in space, maintaining effective communication with the teams on Earth, and coordinating crew response in case of emergencies.</i>	
1	How did you solve problems as a team? Why did you solve them this way?	
1	How did your training beforehand prepare you for this kind of teamwork? What surprised you in the real situation?	
1	How did you grow as a team over the mission time?	
1	<i>"The astronaut job is really very much about this broad spectrum of things that you have to master other than being a specialist [...] I was very grateful in hindsight"</i> What pattern emerged in the team dynamics, even though you all have a broad spectrum of skills?	
5min	GROUP INTERACTIONS	
1	How did you personally handle social, political or cultural conflict? How did your team-mates handle this conflict?	
2	How did this conflict influence team-interactions moving forward? Why did your Team adapt this way?	
1	How did it feel to be confined for 6 months with the same people? Why did it feel that way?	
1	What was your most positive group-interaction? Why did this interaction make you feel this way?	
3min	CONCLUSION	
1	All in all, what would you say makes or breaks a good space exploration team?	
1	What would be essential for you in a future moon- /mars-home? What shouldn't be missing? How did the mindset of astronauts and space exploration change in the past and how will it change in the future?	
TOTAL: 20min	End of recording, Thanking interviewee for their time	

Section 1: Growth

How did you grow looking at yourself in Futura in 2014/15 to Minerva in 2022?

How did your Astronaut Training f.e. Neemo supports you growing over time?

What was your team like back then?

(200 days; 14/15 Kazakhstan; Crew 42; Roscosmos Anton Shkaplerov, and NASA Terry Virts)

How did you handle cultural differences during Futura? problems / conflict

How did this (conflict) influence team-interactions moving forward? Why did your Team adapt this way?

—

Section 2: Leader

What changed in your team behavior by becoming a commander in Minerva?

(170 days ;22 Florida; Crew-4 Ex 67-68; Commander Kjell Lindgren, Pilot Bob Hines, Mission Specialist Jessica Watkins)

More possibilities? Team Culture? How / Why?

How did you establish a team culture as commander?

What were the challenges?

Which tools would help to execute this role?

What was your most positive group-interaction? Why did this interaction make you feel this way?

—

Section 3: Quotes

How did the mindset of astronauts and space exploration change in the past and how will it change in the future?

Last but not least a quote: *“You develop a relationship with earth as well [...] You go from this sense of marvel [...] to this sense of familiarity [...] with the distance [and] because the entire earth is this constant presence [...] you feel even closer to humanity and the planet as a whole”.*

What can society learn from this feeling?

You once said *“you become more and more adjusted to live in Space [...] celebrate many birthdays [...] it becomes your new normal [...] You start feeling affection for this place you start calling home”*

Why does it feel like a home? What makes it feel that way instead of a living-habitat?

What would be essential for you in a future moon- /mars-home? What shouldn't be missing?

Audio

[Aufzeichnung_Samantha.WAV](#)

Schwerpunkt-Transkript

00:00:01 Samantha

Do you want to go? Somewhere quieter?

00:00:03 Florian

No, it's fine. I think the microphone is pretty good, but it's just so I can remember. Yeah, I like to do a little time jump with you, as I told you. Want to talk about Futura and Minerva and my first question would be **how did you grow over the time from Futura to Minerva?**

00:00:31 Samantha

How I grew?

00:00:32 Florian

How did you grow? Yeah, as a person ...

00:00:36 Samantha

I think that the main thing of course is that in Futura I was a rookie. I was, you know, my first Space Flight also from an age perspective, I was by far the youngest on board. So that obviously affected the dynamics. On my second space flight I was not a rookie anymore, I was more on the experienced side. I was in a leadership position on board on ISS and I was also from an age perspective not the youngest anymore. And yeah, in fact there were a couple of people who were slightly older than me, but more or less my peers in terms of age. And then even one person was like 10 years younger, so very much my junior, so the positions had swapped a little bit there. So I guess the natural growth from a first mission to a second ... just time passes and you have more experience.

00:01:38 Florian

OK. Yeah, cool. Let's put ourselves maybe in the shoes from Samantha back then... where she was a rookie. **And like, how was it being the youngest? And also how was it with the team?**

00:01:58 Samantha

Ehm, I think we had ... I mean, certainly in the very first days and weeks, you know, I felt like I had to, you know, prove myself or, you know, I felt like a little bit uncertain about things, wondering whether I was doing things right or not? There's a lot of support from everyone and then I think, I mean, it's not a difficult job that you have to do up there. So you know after a while you just feel comfortable with it and you know you realise that you're doing a good job and you know it almost becomes like even if there is this difference of age and experience, but it becomes very quickly like a peer relationship.

00:02:40 Florian

OK. And you were, like, especially you three... You with Anton and Terry. You were an American and Russian and a European. **How was it, like, culturally adapting to each other?**

00:02:58 Samantha

So I feel very comfortable in the Russian culture. It's something I'm very familiar with. I speak Russian fluently. I like that culture. I always feel very welcome. They're very warm. They're very direct. They're very supportive, very kind. With Americans I have experienced different personalities... With Terry specifically it was nice, because he was very culturally interested. He was somebody who was very curious about things, yeah. Both about the European culture and also the Russian culture. So I think that that was pleasant and that was probably the one that was most that way. Other Americans I have met... I think most of the other ones were more, very much centered in their own culture and not super interested. So it was more a matter of, you know, it was like a one way thing where you know you have to adapt, especially the second flight, where ... You know, on Dragon it was me and three Americans. It was very much that, you know, I was a guest in that culture. And I had to adapt. But there was no interest in other ways of doing things.

00:04:25 Florian

OK. I mean, you already tackled ... that Minerva changed a bit... you became a commander. **And how did the team behavior change for you?** I mean, you weren't a rookie anymore...

00:04:43 Samantha

So yeah, this commander thing. Practically speaking it didn't change much because I was in USOS lead since the beginning, right? And I think what people don't realize is that: Yes, you're the commander, it's almost like a symbolic role because this space station is really kind of separated into the Russian and non-Russian part. I mean it's changed now again a little bit because you have Americans in Russian vehicles and vice versa. But for most of the time that we were on board it was really like separate, right? You had Americans and Europeans and Dragon on one side of the space station and the Russians on their side. And in the end everyone takes care of their side. So having been USOS lead since the beginning I had already been in a leadership position except in the Russian part of the space station and the fact that becoming a commander was more like a symbolic thing than anything else.

00:05:35 Florian

OK, but still. **Well, maybe then symbolically, how did you establish a team... or a team culture?**

00:05:48 Samantha

Again, that had already happened way before.

00:05:50 Florian

OK. Yeah.

00:05:51 Samantha

I mean, there was especially because I became commander very much at the end we had like a couple of weeks left on the space station. So it's not like... absolutely, almost nothing changed.

00:06:01 Florian

OK, but still. You've changed in Minerva... You have become a different person. **How did you, like, interact with the team differently? Now that you had more experience?**

00:06:14 Samantha

I think it's no different than on Earth, right? When you are the experienced one and the younger people want to get experience, they come to you and ask you for advice or suggestions... at least at the beginning. Just like in Futura, I had very quickly become a peer because you know as soon as you have a few ... I would say by a couple of months of experience you're equal in terms of your ability to.... So it was the same for the new guys on our mission on Minerva, right? I mean, at the beginning, they come and ask for a lot of advice. And you have a lot of advice to give and then they grow. And you know by a couple of months into the flights, their peers basically they know pretty much the same things that you do and. So the same thing, just reversed.

00:06:59 Florian

OK. But it's pretty cool if you're all peers... Like, how do you solve problems together?

00:07:02 Samantha

Talk about it.

00:07:07 Florian

OK. And even if it gets stressful? Still talk about it?

00:07:14 Samantha

Yea, still talk about it.

00:07:21 Florian

OK. like... **Did you notice a shift in the mindset? Over the years of astronauts.. or how do you work together?**

00:07:33 Samantha

I think it is ... I think there's a little bit of a generational thing. I think that the younger generations are a little bit more open about discussing, you know, how things make you feel, how you feel about things. So you know, they're more thinking about how your behavior affects other people's feelings and vice versa. Yeah, I think that's... That's a bit of a generational thing, I think, like the older generation, they did not talk about. Definitely not.

00:08:05 Florian

OK. Yeah, yeah. I mean, **would you also say that it's affecting how you're picking your astronauts?**

00:08:20 Samantha

Well, is it affected by the way you pick astronauts?

00:08:28 Florian

Yeah, no... **I'm asking if you see any difference there? How are they picking different people for astronauts compared to back then?**

00:08:41 Samantha

Yeah, I think they look for a little bit more of team orientation maybe? Compared to the past, within the past it was more about personal excellence. Now it's really a lot about how you perform and behave in the team.

00:08:57 Florian

OK. **And why do you think is that change?**

00:09:00 Samantha

Why they have changed that? Because they want teams to perform well.

00:09:06 Florian

Of course, it makes sense... but **is it because the missions get longer and longer or just knowledge over the time?**

00:09:16 Samantha

Yeah, I think that it's because the more recent classes have been selected specifically with the ISS in mind. While some of the older classes, you know there was still shuttle going on.. like very short missions.

00:09:28 Florian

OK. **And maybe putting yourself in the shoes of a moon mission or a Mars mission... Like what would be essential for you to make it your home?**

00:09:41 Samantha

My home? What? To make a moon mission my home? Or make what my home...

00:09:48 Florian

Let's go a step back. I have a quote from you. You said once in an interview: "You become more and more adjusted to live in space. You celebrate many birthdays, it becomes your new normal. You start feeling affection for this place you start calling home." **So you picked home as a word there and not habitat or whatever and what makes it a home?**

00:10:13 Samantha

I think it was just some time you spent there. I mean, everywhere you go and you spend a lot of time it becomes home at some point.

00:10:21 Florian

But it means like home is a kind of ... a positive word, right?

00:10:33 Samantha

It's positive or negative. I mean it's a statement of fact. It's a relationship you have to the place. You know, you might hate your home, but it's your home. I mean, I didn't hate the space station. I loved it. Yeah, I mean, the fact that it's your home

and you ... you might not like your home, but it's still your home. Like when you come home, it's still home or you might hate your family, but it's still your family. I mean you know what I mean? It's more like a statement of fact, of closeness rather than a judgment of positive or negative.

00:11:08 Florian

OK, I get your point. **But still, how did you view it when you know you had a family at home [on earth]?**

00:11:18 Samantha

What do you mean, like competition between two homes or ...?

00:11:21 Florian

And I want to know... This is also for me to get in the shoes of you, to relive it and of course ... like you miss your home home where you came from.. I want to know: **what makes even a space station a home... more in the factors that make it a home?**

00:11:43 Samantha

It's really time I think, OK, the time that you spend there.

00:11:48 Florian

So even if you like, **there wouldn't be anything that makes you more comfortable?**

00:11:59 Samantha

Good relations with people. You know, habits. You know ... I don't know. I mean, I think you're asking different questions. I mean comfort and home feeling, they're not the same thing?

00:12:15 Florian

Not necessarily, no.

00:12:18 Samantha

So what is your question? If you're asking about what makes it more comfortable and there's a million things that will make it more comfortable but...

00:12:24 Florian

For you, what would make it more comfortable for you?

00:12:27 Samantha

Comfortable ... In a sense, having a shower? Would make it more comfortable... But it has nothing to do with it being a home.

00:12:38 Florian

Maybe in German because there's more precise words... Was würde für dich den Unterschied machen zwischen einem Ort, wo du lebst und ein wirkliches Zuhause, das du da entwickelst? Verstehst du, was ich meine?

00:13:08 Samantha

Ja aber... Das ist für mich jeder Ort, wo ich gelebt habe, war irgendwann ein Zuhause... Ja gut, vielleicht nicht... Das ist ja kein Hotel, wo man alleine wohnt, oder... [Es ist] irgendwie ein Ort, wo es Menschen gibt, wo man miteinander Zeit verbringt. Wo man sich einlebt... Wo man eine kleine Ecke hat, die einem gehört. Wo man sich eine Millionen Familienbilder aufhängen kann... Wo man seine Zahnbürste hat ... Ich meine, wo man sich ein bisschen einrichtet mit der eigenen Routine und so. Ich glaube, so wird jeder Ort ,wo man das erlebt, zu einem Zuhause. Außer man fühlt sich irgendwie wirklich... nicht Zuhause.. Ich weiß nicht... Ich glaube, wenn man sich schlecht fühlt, dann irgendwann würde man sich vielleicht nicht Zuhause fühlen, aber solange man sich mehr oder weniger *wohl* fühlt und seine Routine entwickeln kann, bekommt man schon... ein häusliches Gefühl

00:14:23 Florian

Okay. Und mit den anderen Leuten. **Wie würde es dir helfen sich mit den anderen Leuten wohl zu fühlen?** Ist das eine Sache, wo man viel spielt, ... oder Geschichten aus der Vergangenheit miteinander teilt. **Wie wächst ihr zusammen?**

00:14:50 Samantha

Ich glaube, dass so ein bisschen gemütliches Zusammensein an Wochenenden hilft... Aber das ist ja auch sehr individuell. Astronauten und Weltraum ist ja kein spezieller Ort, wo man plötzlich eine neue Art entwickelt, mit Menschen umzugehen. Es ist genau wie auf der Erde... Ich meine, wenn man in einer WG mit Kumpeln ist, vielleicht bei einigen Menschen gehts darum stundenlange miteinander zu reden... Bei anderen zusammen zu partyen... bei manchen Filme miteinander zu gucken. Sozusagen etwas, was eine Verbindung aufbaut, das hängt von den speziellen Menschen ab, die da involviert sind. Man kann das schlecht pauschal sagen, im Weltraum ist das so und bei Astronauten ist das so...

00:15:36 Florian

Ne ne, deswegen frage ich dich ja. **Was wird dir helfen? Oder was hat dir in der Vergangenheit geholfen?**

00:15:41 Samantha

Bei mir ist es ganz wichtig, Geschichten zu teilen oder Meinungen auszutauschen. Das ist mir ganz wichtig. Ich habe auch gemerkt, das ist nicht bei allen so. Also ... ich habe mit einigen Kollegen ganz gerne diskutiert, also auch wirklich heftig Meinungen ausgetauscht und das fanden sie ... Ich genieße das. Andere Menschen, vor allem Amerikaner, finden das irgendwie stressig ... Für sie ist das irgendwie nicht so gewohnt, Meinungen auszutauschen ... Das ist mehr ich sage was ich denke, dann sagt er was er denkt ... i see what you mean... Und die gehen aus dem Weg von einander. Sie nehmen sowas als Konflikt wahr. Das machen die nicht so gerne... Da muss man viel mehr gucken... Und dann witzeln, oder gemeinsam Filme gucken oder so... Das ist das mehr so... geteilte Erfahrungen sind für sie wichtig. Das sind mehr so kulturelle Unterschiede. Mit den Russen kann man so diskutieren und die finden das gut und ich finde das auch gut, aber bei Amerikanern muss man meistens Diskussionen aus dem Weg gehen. Sonst nehmen die das gleich als Konflikt wahr. Da muss man einfach etwas vorsichtig sein... Einfach kulturell

00:17:00 Florian

Hast du mit denen auch mal darüber geredet?

00:17:02 Samantha

Jajaja.

00:17:04 Florian

Das hat geholfen, besser damit umzugehen?

00:17:09 Samantha

Ja, schon. Sie zu verstehen und auch wo ihre Grenzen sind. Schon...

00:17:15 Florian

Und gabs auch... **Welche Dinge mussten die anderen über dich lernen?**

00:17:20 Samantha

Hmm, ich glaube, sie müssen das Umgekehrte verstehen, dass ich Wenn ich eine Meinung äußere und sie versuche, sie von etwas zu überzeugen, geht es für mich nicht darum, über sie zu urteilen oder keinen Konflikt zu suchen... sondern einen Meinungs austausch suche. Das muss man über mich lernen, sonst hätten sie gleich gedacht.. huh. Wir haben uns irgendwie auf dem Mittelweg getroffen. Das sind ja Erwachsene Menschen. Das muss man einfach wissen.

00:18:04 Florian

Gabs Situationen, die du tatsächlich als Konflikt wahrgenommen hast? Die kein Meinungs austausch war, sondern wo es zu Problemen gekommen ist?

00:18:12 Samantha

Nein, das nicht.

00:18:16 Florian

Du hast dich nie gestresst gefühlt?

00:18:24 Samantha

Also jetzt nicht von den menschlichen Beziehungen. Manchmal war es gestresst, weil viel Arbeit da war. Aber jetzt nicht Konflikten, ne. Das war alles sehr... relaxed.

00:18:37 Florian

Und was war so... **Könntest du deine positivste Interaktion beschreiben? Etwas was dir in Erinnerung geblieben ist?**

00:18:49 Samantha

Nee... Das sind ja 6 Monate, da gibts jetzt nicht eine Sache wo man sagt...

00:18:56 Florian

Ja, jetzt nicht die Spitze. Ich meine irgendwas...

00:18:56 Samantha

So allgemein?

00:18:57 Florian

Ja genau, etwas was dir im Kopf geblieben ist.

00:19:04 Samantha

Ich glaube... So an dem Abend, wo wir viel miteinander gelacht haben. Weißt du? Es gibt ja so diese Abende wo einer einfach einen Witz erzählt, und der andere erzählt noch einen und man lacht sehr viel... das ist sehr schön, finde ich.

00:19:22 Florian

Ok, danke. I'll look in my backlog if I have anything I still want to ask... And maybe a quote at the end. You also said in an interview: "That you develop a relationship with Earth as well. You go from the sense of marvel to this sense of familiarity, and with the distance, and because the entire earth is in this constant presence, you feel even closer to humanity and the planet as a whole" and you've spent a lot of time in the Cupola... **So what do you think can society learn from this feeling?**

00:20:11 Samantha

Uhm I'm not... I don't subscribe to this idea that we should send people to space so they can learn to live or to protect the planet. And all those things. I think it's a personal experience that you make, but just like many other experiences like ... I don't know... becoming a parent or dealing with struggle or dealing with disease so. I don't know that there is something to learn for humanity. I really don't think so.

00:20:41 Florian

OK. But you you did say it's the same like when you live in a WG together or something... We are all humans. It doesn't matter if you're on an ISS or on the Earth, right? **Is there still anything that you can learn from like being a crew? For people on Earth?**

00:21:03 Samantha

I don't think that there is anything. It's like. I don't know what. There's a lot of things that. You can learn from becoming. A parent, for example, but. They are going to be, they're going to be different for each person and there are ways of learning the same things, probably without becoming a parent, right? So it's always a little bit tricky when you ask those questions because it's almost like "there is something to be learned for everyone, which is the same", which is not true. And "there is something to be learned that you can only learn by going to space", which is also not true. So I'm always a little bit careful with these questions. There's nothing so unique ... I mean the experience itself is unique but there's nothing ... in terms of your personal human growth, there's nothing that you can only experience or only learn if you go to space. It's just human experience for me. You know, I had this experience. Some other people might find better growth opportunities than something else, which can be personal or professional or travel or gain disease struggles, whatever. It's just my life experience... brought me to space. But you know, I might have ... Maybe I could have learned the same things or have

other opportunities of growing in a similar way if I had not gone to space. I just don't want to subscribe to this legend, but there's something that people love to go to space to learn. That's a little bit of a legend legend, I think.

00:22:49 Florian

You know, I just thought it would be interesting to look for maybe **parallels**. **You know how we live on Earth and maybe how we develop in the future on the moon colony or mars?**

00:22:53 Samantha

Yeah, yeah, yeah, no, I know people always look for these statements but not for me.

00:23:01 Florian

OK. Thank you very much.

Personal communication after recording; Paraphrased quotes:

Samantha

I think the great challenge for your generation will be the great divide between progressive thinking and conservative thinking

It's not necessarily generational, but rather rapidly polarizing – almost devilizing the other opinion

Especially in america it's extreme, but comes to europe as well in the future

This conflict gets harder especially for your generation – The future development is important and this will be a massive challenge.

Having a tool for that would be extremely valuable.

Samantha

Space, you know it's the same as on earth, but with a different environment. It's about bridging cultural differences; bridging progressive and conservative thinking; To work under a common goal

Americans should have the HBP and Europeans anyway. But for Russians... it's different – they are very direct; They don't have no HBP or anything for that matter

Individual-
Experience

00:00:36 Samantha

"The main thing of course is that in **France** it's making... I was by for the **youngest on board**, so that obviously **affected the dynamics**. On my **second space flight** I was not a rookie anymore. I was more on the **experienced side**. I was in a leadership position on board... I'd and was also from an age perspective not the youngest anymore. [...] **as the position had swapped a little bit there**, so I guess the natural growth from a first mission to a second... just more phases and you face those experiences."

00:01:58 Samantha

"I mean, certainly in the very first days and weeks, you know I felt like I had to, you know, **prove myself** or, you know, **felt like a little bit uncertain about things**, wondering whether I was doing things right or not? There's a **lot of support from everyone** and then I think, I mean, it's not a difficult job that you have to do up there. So you know after a while you just feel comfortable with it and you know you're matured that you're doing a good job. [...]"

00:02:58 Samantha

"So I feel very comfortable in the Russian culture. It's something I'm very familiar with. I speak Russian fluently. I like that culture. I always feel very welcome. They're very warm. They're very direct. They're very supportive... very kind. With Americans I have experienced different personalities..."

00:03:43 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:04:43 Samantha

"The commander thing. Practically speaking it didn't change much because I was in USMC lead since the beginning, right? And I think what people don't realize is that: Yes, you're the commander, it's **almost like a symbolic role** because the space station is really kind of separated into the Russian and non-Russian part. I mean it's changed more right a little bit because you have Americans in Russian vehicles and vice versa. But for most of the time that we were on board it was **really like separate**, right? [...] And in the end everyone takes care of their side. [...] becoming a commander was more like a symbolic thing that anything else."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:06:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:06:13 Samantha

"I think it was just some time you spend there. I mean, everywhere you go and you spend a lot of time it becomes home at some point."

00:06:53 Samantha

"I mean it's a statement of fact. It's a relationship you have to the place. You know, you might hate your home, but it's your home. I mean, I didn't hate the space station. I loved it. Yeah, I mean, the fact that it's your home and you... you might not like your home, but it still your home. [...] It's more like a statement of fact, of closeness rather than a judgment of goodness or negativity."

00:07:08 Samantha

"[Dass] ich glaube ein Ort, wo es Menschen gibt, wo man miteinander Zeit verbringt. Wo man sich entwickelt. Wo man eine kleine Sache hat, die einem gehört. Wo man sich eine Millionen Sachen darüber aufbauen kann. Wo man seine Zirkelräume hat... Ich meine, wo man sich ein bisschen entwickelt mit der eigenen Reaktion und so, ich glaube, so wie jeder Ort, wo man die Umwelt, so einem Zuhause [...] solange man sich mehr oder weniger selbst fähig und seine Reaktion entwickeln kann, bekommt man schon... ein hässliches Gefühl."

00:07:41 Samantha

"So mir ist es ganz wichtig, Geschichten zu teilen oder Meinungen auszutauschen. Das ist mir ganz wichtig. Ich habe auch gemerkt, das ist nicht bei allen so. Also... ich denke mir ganz wichtig, Kollegen ganz gerne diskutieren, auch wirklich häufig Meinungen austauschen und das finden sie... ich glaube das."

00:08:04 Samantha

"Ich glaube... So an dem Abend, wo wir viel miteinander geredet haben. Wollt ihr es gibt so diese Abende wo einer einfach einen Mitarbeiter, und der andere erzählt noch etwas und man beide oder viel... das ist sehr schön, finde ich."

00:08:11 Samantha

"I don't believe in the idea that we should send people to space so they can learn to be or to protect the planet. And all these things, I think it's a personal experience that you make, but just like."

00:08:21 Samantha

"I don't believe in the idea that we should send people to space so they can learn to be or to protect the planet. And all these things, I think it's a personal experience that you make, but just like."

experience

Team-
Experience

00:02:30 Samantha

"Was I think there is this difference of age and experience, but it becomes very quickly like a peer relationship."

00:03:29 Samantha

"With Terry specifically it was nice, because he was very culturally interested. He was actually quite into very curious about things, both about the European culture and also the Russian culture. So I think that that was pleasant."

00:04:03 Samantha

"especially the second flight, where... You know, on Dragon it was me and three Americans. I mean very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:04:43 Samantha

"The commander thing. Practically speaking it didn't change much because I was in USMC lead since the beginning, right? And I think what people don't realize is that: Yes, you're the commander, it's **almost like a symbolic role** because the space station is really kind of separated into the Russian and non-Russian part. I mean it's changed more right a little bit because you have Americans in Russian vehicles and vice versa. But for most of the time that we were on board it was **really like separate**, right? [...] And in the end everyone takes care of their side. [...] becoming a commander was more like a symbolic thing that anything else."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:05:03 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

Generalized

00:03:29 Samantha

"Other Americans have met... I think most of the other ones were more, very much centered in their own culture and had super interests. So it was more a matter of, you know, it was like a one way thing where you know you have to adapt."

00:04:43 Samantha

"I mean, I was very much that, you know, I was a **guest in that culture**. And I had to **adapt**. But there was no interest in other ways of doing things."

00:06:13 Samantha

"When you are the experienced one and the younger people want to get experience, they come to you and ask you for advice or suggestions... at least at the beginning. Just like in Futaba, that very quickly became a peer because you know at that point you have a... I would say by a couple of months of experience you're equal in terms of your ability... so it was the same for the new guys on our mission Mirava, right? [...] So the same thing, just mirrored."

00:07:21 Samantha

"I think there's a little bit of a generational thing. I think that the younger generations are a little bit more open about discussing, you know, how things make you feel, how you feel about things. So you know, they're more thinking about how your behavior affects other people's feelings and vice versa. Yeah, I think that's... That's a bit of a generational thing, I think, but the older generations, they did not talk about feelings and..."

00:08:41 Samantha

"Compared to the past, within the past it was more about personal excellence. Now it's really a lot about how you perform and behave in the team."

00:09:14 Samantha

"So because the more recent classes have been selected specifically with the 195 to mind... While some of the older classes, you know there was still thathle going on... the very short missions."

00:14:50 Samantha

"International and Miravaun ist ja kein gewöhnlicher Ort, wo man plötzlich eine neue Art entwickelt, ein Menschen umzugehen. Es ist genau wie auf der Erde..."

00:16:01 Samantha

"Nur ein Mensch, von allem Amerikaner, finden das irgendwie... Für sie ist das irgendwie nicht so gewohnt, Meinungen auszutauschen... [...] Sie nehmen einen ein Kurs für sich. Das machen die nicht so gerne... Das muss man viel mehr gucken... Und dann weiter, oder generations Dinge gucken oder so... [...] gemeinte Erfahrungen und für sie wichtig. Das sind mehr so kulturelle Unterschiede. Ist das Russen kann man diskutieren und die finden das gut und ich finde das auch gut, aber bei Amerikanern muss man meistens Diskussionen aus dem Weg gehen. Sonst nehmen die das gleich als Konflikt wahr. Da muss man einfach etwas vorsichtig sein... Einfach kulturrell."

00:17:01 Samantha

"Wir haben eine Ingenieure auf dem Mittelweg getroffen."

00:17:01 Samantha

"Wir haben eine Ingenieure auf dem Mittelweg getroffen."

00:17:01 Samantha

"Wir haben eine Ingenieure auf dem Mittelweg getroffen."

00:17:01 Samantha

"Wir haben eine Ingenieure auf dem Mittelweg getroffen."

After recording: Samantha

"I think, you know it's the same as on earth, but with a different environment. It's about bridging cultural differences, bridging progressive and conservative thinking. To work under a common goal."

Declaration of consent

Thank you for participating in this interview!

1. Subject of data collection

This interview is recorded on audio as analysis material and for research purposes.

The anonymised data obtained, as well as the audio material, will be passed on exclusively to the University of applied sciences in Darmstadt (hda) and the European Astronaut Centre (EAC). You can interrupt or cancel the interview at any time.

The data collected with this study will be stored at the University of Applied Sciences, Darmstadt and deleted after the legal period (10 years for research data) has expired. This consent form will be kept separately from the other test materials and documents and will be destroyed after this period has expired.

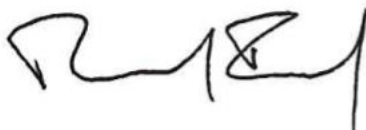
2. Information about my rights

The responsible body for data collection is the Hochschule, Darmstadt. Darmstadt University of Applied Sciences adheres to the requirements of the (EU Data Protection Regulation ("DSGVO") and the Hessian Data Protection and Freedom of Information Act ("HDSIG") as well as to the recognised ethical standards of scientific research. The legal basis for the collection of data is Art. 6 I a) DSGVO (consent).

You have a right of access to your personal data vis-à-vis the Hochschule Darmstadt, a right to rectification, deletion or restriction, a right to object to processing and a right to data portability. You also have the right to lodge a complaint with the Hesse State Commissioner for Data Protection and Freedom of Information. You can find further information at www.h-da.de/datenschutz.

3. Declaration of consent

I hereby consent to the data processing described under 1. This consent is voluntary and can be revoked for the future at any time by sending an email to mediencampus@h-da.de. The revocation of consent does not affect the lawfulness of the processing carried out on the basis of the consent until revocation. Insofar as consent is not revoked, it shall apply for the duration of the purpose of the processing.



31.03.2023

Date

Signature of Interviewee

REINHOLD EWALD

Name in letters

REINHOLD EWALD - INTERVIEW AGENDA

Section 1: Growth

Wie sind Sie persönlich gewachsen, seitdem Sie bei MIR'97 Astronaut waren?

Studierte Physik mit der Fachrichtung Experimentalphysik 1983 diplom
Mir'92 erster Deutscher Klaus-Dietrich Flade; Ewald Ersatzmann & Bodenunterstützung
18 Tage - 10. Februar - 02.März 1997; Wissenschaftskosmonaut biomedizinische und materialwissenschaftliche Experimente sowie Betriebstests zur Vorbereitung der Internationalen Raumstation durchführte
1999 Astronautencorps; Seit 2000 Bodenunterstützung für Taxi-Missionen; 2006 Astolab; 2008 Columbus Labor Aufbau und Training des Flugkontrollteams;
2011 bis 2014 Generaldirektor der ESA; 2015 Professor für Astronautik und Raumstationen in Stuttgart

Wie war Ihr Team damals?

(Mir'97 deutsch-russisch)

Wie seid ihr mit kulturellen Unterschieden umgegangen?

Was ist einzigartig an der Erfahrung, worauf kein Training vorbereiten kann?

—

Section 2: Zukunft der Raumfahrt

Wie hat sich der Raumfahrt-Sektor in der Zeit von 1997 bis 2023 verändert?

(Seit 2015 Professor für Astronautik und Raumstationen in Stuttgart)

Wie haben sich die Astronauten verändert?

Welche Herausforderungen werden durch die immer längeren Missionen Ihrer Meinung nach auftreten? (Mars / Mond)

Welche Charakteristika prägen deshalb zukünftige Raumstationen oder Mond/Mars Basis?

—

Section 3: Gesellschaft

**Inwieweit kann die Crew-Konstellation als Vorbild für die Gesellschaft dienen?
“Micro-Society”**

Wie müsste man diese Gesellschaft gestalten? Learnings?

Was waren die besten Momente Ihrer Karriere?

Audio

[2023-Ewald-Interview.mp3](#)

Schwerpunkt-Transkript

00:00:00 Florian

Super Dankeschön. Ist's okay, wenn ich Ihnen [die Einverständniserklärung] danach einfach zuschicke und sie unterschreiben?

00:00:05 Reinhold

Ja ja.

00:00:08 Florian

Alles klar perfekt. Aufnahme läuft, und da guck ich direkt mal in die Fragen rein. Genau, ich habe 3 Sektionen vorbereitet und ich würde gerne in die Erste starten. Wir machen eine kleine Zeitreise zurück, als sie tatsächlich noch Astronaut waren und da die erste Frage;

Wie war die Erfahrung auf der MIR-97 Mission für Sie persönlich?

00:00:33 Reinhold

Also Astronaut *gewesen* sein, das ist meine einzige Eitelkeit. Ich bin noch heute Astronaut. Allein die Tatsache, dass wir uns jetzt hier besprechen, heißt ja, dass ich auf die Erfahrung zurückgreife die ich nicht aus meinem Lebenslauf durch Pensionierung verliere. Also ich kann Ex-ESA sagen oder eben damals fürs DLR, also EX-DARAS-Astronaut. Dann zieht sich das ja durch

00:01:03 Reinhold

Ja, wie war meine MIR Erfahrung. Also da muss ich natürlich weit zurückgehen auf die Zeit, wo ich mich beworben habe; Wo eigentlich Amerika das Maß der Dinge war.

00:01:17 Reinhold

Ich hab damals dem Reinhard Furrer zugehört, der 1985 die D1 Shuttle-Mission geflogen war zusammen mit Ernst Messerschmid und die beiden brannten einfach vor Begeisterung, was da alles im Weltall möglich ist. Vor allen Dingen aber, weil sie beides Physiker waren, wie übrigens... Ich sag mal 85% der deutschen Astronauten sind Physiker und 85% der Französischen sind Piloten. Da sieht man die Lichtungen.

Alle [Deutschen] brannten sie für die Experimente, die sie gemacht haben. Hauptsächlich materialwissenschaftliche Experimente damals bei der D1 aber auch Lebenswissenschaftliche.

00:02:06 Reinhold

Da musst du also einfach mal das Füllhorn ausnutzen, was man da oben an... Extremsituationen oder von der Erde abweichende Situationen erleben kann. Ob das jetzt Strahlung ist, Mikrogravitation, Isolation, große Kräfte, Geschwindigkeit, Druck-Unterschiede, alles Mögliche kann man da oben ja einstellen und untersuchen ... das hat mich dann natürlich begeistert. Meine Bewerbung war da im Briefkasten und wir dachten, das geht so weiter. D1 erzeugt eine D2, D3, D4 und so weiter.

00:02:40 Reinhold

Deutschland war ein starker Investor in dieses Space-Lab Programm - 40% Prozent und damit auch erhöhte Flug Chancen für deutsche Astronauten. Zumal wenn sie von Deutschland bezahlt wurden, wie die D1 und D2 Mission.

00:02:51 Reinhold

Das hat natürlich dann nicht so fortgesetzt, ich bin auch nicht genommen worden im ersten Ansatz, sondern 5 andere, die dann das Training angingen. Hatte aber vorher angefangen und habe im DLR dann Weltraumprojekte betreut. Da spielt die Bemannung oder Astronautik jetzt nicht so eine große Rolle, aber immerhin.

00:03:10 Reinhold

Und bin 1990 dann nach Russland gekommen, das war also schon mal dieser dieser Paradigmenwechsel. Also dann redet man gerne davon, dass wir auf einmal ja auch mit Russland Raumfahrt machen können und deren Erfahrung erwerben. Diese Erfahrung natürlich in den Langzeit Betrieb von Raumstation. Und das, das war die komplett neue Welt, die sich da uns eröffnete. Shuttle Missionen sind das eine, 14 Tage auf der Raumstation. Aber das was da auf uns zukam war eine andere Kategorie.

00:03:51 Reinhold

Das ist also etwas wie wenn man sich auf einen Marathon vorbereitet, muss man das anders machen und auch den Marathon anders betreiben als halt Sprints von 400 Meter. Das haben wir ja dann in Russland gelernt, und insofern war es dann gar nicht mehr so überraschend, als ich nach 2 Trainings Durchläufen; Von hier anderthalb Jahren dann an Bord der Raumstation. Ich war voll fokussiert auf meine Aufgaben, die ich da oben zu tun hatte denn ich war ja eine one-man-show.

00:04:24 Reinhold

Also bei mir kamen 27 Experimente hoch, von denen 23 hauptsächlich mit meinem eigenen Körper zu tun hatten und vielleicht noch die anderen mit Technologie Experimenten oder Einsatz von Geräten oder Kommunikation mit dem Boden, was auf der MIR-Station jämmerlich war.

00:04:45 Reinhold

War jetzt kein gutes gutes entré, aber immerhin das ist also 23 Experimente, die wirklich guckten wie verändert sich mein Körper. Und das erfordert gewisse Disziplin und da macht sich das natürlich bezahlt, dass ich als Physiker schon die Erfahrung gemacht habe, die Umweltbedingungen von Experimenten zu kontrollieren, sonst misst man Mist. Das ist also sicherlich der Fall, wenn ein Physiker medizinische Experimente macht. Das ist sicherlich eine andere Herangehensweise, als wenn ein nicht-Physiker oder sogar Mediziner diese Experimente aufsetzen.

00:05:28 Reinhold

Vielleicht beachten die gar nicht, dass die Leute, mit denen sie es da zu tun haben, von heute auf jetzt das Rauchen aufhören mussten, weil sie auf der Raumstation sind Nicht bei mir, aber wenn man russische Kollegen da nahm, die waren komplett auf Entzug und wollten da medizinische Daten liefern. Also so geht es nicht.

00:05:41 Reinhold

Deshalb ist das eigentlich auch eine ziemlich auch eine bemerkenswerte Mission gewesen, weil wir da unanfechtbare und eben in alle Richtungen kontrollierte Ergebnisse mit nach Hause gebracht haben. Übrigens die Veröffentlichungen sind heute noch zitiert. Also diesen einen Daten Punkt, den ich geliefert habe, da ging es z.B. um den Salz-Haushalt im Körper und davon ausgehend dann die Nachversucher auf der Erde an Freiwilligen, die sich da in Kopf Tieflage einige Wochen im Bett befinden. Also da, das ist eine Kette von Sachen, in der man ein kleines Glied ist.

00:06:18 Reinhold

Der Flug ist als solches nicht wie ein Urlaubs Erlebnis und ein komplett abgeschlossenes Ding, sondern das hat ein Vorher und ein Nachher.

00:06:26 Florian

Ja, OK. Und Ihre Disziplin, war das ihre größte Herausforderung? *Oder was hat sie am meisten herausgefordert?*

00:06:34 Reinhold

Ja, da befinde ich mich in guter Gesellschaft mit allen Astronauten. Wir müssen natürlich 125% abliefern wollen.

Sagen wir mal so, weil man selbst schon so getrieben ist da oben nicht zu sagen „Vielen Dank für das Ticket und ich mach jetzt da oben blau“; Sondern das haben wir immer wieder erlebt, dass die Teams da oben auch über alle kulturellen oder nationalitäts-Grenzen hinweg zusammenarbeiten, um tatsächlich am Ende 100% möglichst in ihrem Bereich frei machen zu können.

00:07:09 Reinhold

Dass meine russischen Kollegen zum Beispiel über das Maß hinaus, was vertraglich vereinbart waren, mir da zur Hand gingen, nicht nur, weil ich einfach gar keine Erfahrung hatte, als ich hochkam. Ich konnte ja noch nichtmal eine Steckdose einstecken und ich musste vorher fragen .. „Hör mal überlastet das nicht das Stromnetz?“ und so weiter und so weiter

00:07:32 Reinhold

Also da war ne Menge Erfahrungen, die meine russischen Kollegen hatten, die ich da abfragen musste. Das macht einen sehr bescheiden, denn da geht man wirklich hin und sagt „Wir brauchen das ganze Team, um jedem Einzelnen sein Erfolgserlebnis zu beschieren“

00:07:50 Reinhold

Übrigens etwas, was sich mit der kommerziellen Nutzung der Raumstation heute eben nicht mehr im Gleichgewicht befindet. Diese Leute kommen hoch, haben ihren Flug bezahlt, sind meistens auch CEOs von einer Firma und geben Anweisungen. Jetzt sind sie An-Board der Raumstation Anfänger.

00:08:14 Reinhold

Diese Leute kommen mit dieser Einstellung natürlich nicht zu recht. Sie verlangen sofort Dienstleistungen und verlangen sofort Erfolg, was dann zu Konflikten mit der schon laufenden Tätigkeit an-Board der Raumstation führen kann.

00:08:17 Florian

Aha, okay. Wir kommen gleich auch noch weiter zu der Kommerzialisierung der Raumfahrt. Vorher noch die Frage mit den kulturellen Unterschieden. Sie haben gesagt, dass über die kulturellen Unterschiede wegen der Mission hinweg geguckt hat. *Wie haben Sie das denn gemacht zusammen als Team?*

00:08:36 Reinhold

Ja, das treibt natürlich Tränen in die Augen, dass wir da im **Sternen Städtchen [Swjosdny Gorodok, eine geschlossene Siedlung mit dem Juri-Gagarin-Kosmonautentrainingszentrum]** die Familien besucht hatten. Das wir vorher da mit den russischen Familien zusammengekommen sind. Das wir in den Wochen vor dem Flug durchaus auch mal ne Datsche zusammen besucht haben.

00:08:57 Reinhold

Das wir da eben mehr als nur kollegiales und Ablauf-Verständnis miteinander hatte. Sondern tatsächlich auch wusste, wo worauf reagiert Derjenige mit einem Schmunzeln und vielleicht auch Bereiche, wo man sagt, jetzt mal lieber nicht ...

00:09:16 Reinhold

Wenn wir unsere jeweiligen Gehalts Zahlungen miteinander verglichen, dann wurde dem Russen natürlich schwindelig, wenn man das in Rubel umwandelte. Nicht, weil wir so exorbitant gut bezahlt sind, sondern weil die exorbitant schlecht bezahlt wurden. Damals war es noch ein System, was also mehr auf Privilegien als auf Geldzahlungen eingestellt waren. Zu meiner Zeit, als ich das erste Mal im Stern Städtchen war, kriegten die zurückgekehrten Kosmonauten noch Autos von der staatlichen Auto Fabrik vor die Tür gestellt.

00:09:47 Reinhold

Mit ihrem mit ihrer Kosmonauten-Kennnummer sozusagen auf dem Nummernschild. Also das waren schon noch andere Zeiten als heute, wo ja eine Welle von Kapitalismus sozusagen über Russland hinweggegangen ist.

00:10:01 Florian

OK... ehm

00:10:04 Reinhold

So also dieser Zusammenhalt wurde schon im Training auch angelegt. Mit gutem Willen und dann auch wachsender Sprachkenntnis konnte man das auch für die Missionen sinnig einsetzen, weil wir uns gerne geholfen haben.

00:10:20 Florian

Ja klar. Also ich nehme auch daraus mit, *dass vor allen Dingen das, was sie [im Training] davor gemacht haben, dieses zusammenkommen, viel geholfen hat, oder?*

00:10:28 Reinhold

Ja, eben eine gewisse Sozialisierung, aber das erfordert natürlich auch von meiner Seite, dass ich mich darauf einlassen. Ich habe auch Amerikaner im Sternstädtchen erlebt, die sagten „ich zeig dir mal wo der Hammer hängt“.

00:10:39 Reinhold

Mit ihren blitz-blank, weiß geputzte Raumschiffe machen die Soyuz nieder, dem man seine Fähigkeiten nicht ansieht. Oder die Trainings-Gebäude im Stern Städtchen haben durchaus kaputten Paketbote. Das ist natürlich, sagen wir mal nicht das, was man im Raumfahrtzentrum gewöhnt ist.

00:11:01 Reinhold

Und nicht nur einer von meinem amerikanischen Kollegen hat dann permanent diese Vergleiche gezogen. Aber das ist es nicht, die russische Raumfahrt erreicht ihre Ziele und beachtenswerte Ziele auf andere Art und Weise, als die Amerikaner machen. Die Russen machen halt nicht so eine Materialschlacht und mit der Ersatzteilen, sondern setzen mehr auf gewisse Ingenieur-Fähigkeiten und „Never-Change-A-Winning-Team“, ne?

00:11:27 Florian

Ja, okay, danke. Sie auch vorher angesprochen, dass sich der Raumfahrtsektor jetzt verändert. Fangen wir mal so an: Seit ihrer Mission seit damals bis heute; *Wie haben Sie wahrgenommen, dass sich der Raumfahrtsektor als Ganzes verändert hat?*

00:11:47 Reinhold

Ja, prima Facie schimpfen sich natürlich jetzt viel mehr Leute Astronauten als zu meiner Zeit. Der Weg ins All ging über irgendwelche Agenturen oder ganz großen Ausnahmefällen, dass sich da irgendwo nationaler Sponsor mal für einen Raum Flug engagiert. Damit verbunden war auch immer ein Standard-Training zumindestens.

00:12:21 Reinhold

Es wurde also nicht abgekürzt, sondern zu der Zeit wurden die Leute halt ein Jahr oder anderthalb vorher ins Städtchen geschickt, mussten genau den Ablauf durchmachen, den wir auch durchgemacht haben – ob Agentur oder nicht.

00:12:26 Reinhold

Heute ist das Angebot viel größer, man kann also mit einem minimal-Training offensichtlich durch SpaceX, dann so eine Inspiration4 fliegen, wenn man genug Geld mitbringt. Man hat da drin nichts zu tun man drückt auf keine Knöpfe und es wird auch nicht verlangt, dass man das Raumschiff in irgendeiner Form näher kennenlernt, außer sagen wir mal die elementaren Lebenserhaltungssysteme.

00:12:52 Reinhold

Das ist natürlich schon ein Unterschied, dass wir jetzt also eine Vielzahl von Klassen haben inwieweit Astronauten trainiert sind. Die grobe Unterscheidung, die wir inzwischen machen ... Ich bin ja auch zurzeit Präsident der Internationalen Astronauten Organisation nennt sich „Assosiation of Space-Explorers“.

00:13:14 Reinhold

Die große Unterscheidung, die wir machen, ist zahlst du für deinen Flug oder wirst du für deinen Flug bezahlt? Ein entscheidender Unterschied, auch was die Trainings Tiefe dann angeht.

Und wann du wieder in dein normales Leben sozusagen zurückkehren willst. Das machen die Leute, welche dafür bezahlen natürlich viel schneller als die anderen, die dann noch die De-Briefs machen und eine Karriere als Astronaut in einer Agentur verfolgen.

00:13:42 Reinhold

Vielleicht gibt es noch verschiedene andere Unterschiede, also die sub-orbitalen sind sicherlich in der Klasse von Kreuzfahrt Passagieren zu sehen. Diese sind jetzt auch nicht mit Matrosen-Diplom vom Schiff gehen, ne? So muss man das sehen.

00:14:03 Reinhold

Also da gibt es ja auch verschiedene Aufgaben und Risikoabdeckungen, die in einem Raum-Flug eine Rolle spielen, sowas wie welche Rolle oder Aufgaben man da in der Crew hat. Dann scheiden natürlich sub-orbitale komplett aus und viele der der orbitalen Passagiere, also Selbstzahler, dann auch, weil sie halt nicht in diese Tiefe gehen.

00:14:22 Florian

Ja, und *was glauben Sie, wird das für Konsequenzen haben für die Raumfahrt?*

00:14:26 Reinhold

Wenn es irgendwann mal mit so einer privaten Mission schief geht, kann das erhebliche Konsequenzen haben. Weil wir natürlich auch immer politisch argumentieren müsse für die Raumfahrt.

00:14:38 Reinhold

Bei der Internationalen Raumstation nicht nur dafür werben, dass diese Experimente natürlich wichtige Erkenntnisse auf die Erde bringen; Sondern sagen das ist auch eine Blaupause für internationale Zusammenarbeit in großen Forschungsvorhaben.

00:14:54 Reinhold

Sprich dann auch auf der Erde mit sowas wie Astronomie, oder die Zusammenarbeit in Fusionsforschung. Überhaupt alles, was mit Großanlagen zu tun hat, das wird ja heute international betrieben.

00:15:09 Reinhold

Die ISS ist eben ein funktionierendes Beispiel, auch noch zwischen Ost und West [Block] ... zur Zeit. Ja, also deswegen auch politisch argumentieren und wenn dann so ne Mission entscheidend schief geht, weil die Leute überhaupt keine Risiko Wahrnehmung haben oder die privaten Anbieter / kommerzieller Anbieter sagen: „Noch eine Absicherung ist zu teuer. Wir versuchen es so.“

00:15:33 Reinhold

Und die verröcheln da oben, dann ist das natürlich ganz schlechte Werbung für die gesamte Raumfahrt, also das befürchtete ich schon.

Das größte Beispiel war dann diese Mars-One-Mission, die also damit warb „wir bringen euch auf dem Mars, wissen aber noch nicht, wie wir euch wiederholen“, oder ob wir euch überhaupt zurückholen werden.

00:15:47 Reinhold

Das ist natürlich komplett ethisch vor die Wand gefahren, ne das ist so kann man keine Raumfahrt betreiben.

00:15:54 Reinhold

Ich hab mich auch immer geweigert, mit solchen Leuten auf einer Bühne zu stehen oder in einem Studio zu sitzen, das ist keine seriöse Raumfahrt.

00:16:04 Florian

Ja, nachvollziehbar. Okay bringen wir vielleicht noch einen anderen Aspekt rein, nämlich die Technologie.
Wie glauben sie, wird die Entwicklung von Technologie vielleicht auch zukünftige Raumstation beeinflussen?

00:16:17 Reinhold

Also bevor wir über eine Mars-Mission reden, muss man mich jedenfalls erst mal davon überzeugen, dass verschiedene Systeme Redundanzen haben. Das eine ist natürlich das Triebwerks System, wo man einen Meteoriten-Treffer sieht und dann kann auf einmal ein ganzer Strang stillgelegt sein. Das hat man jetzt bei einem dieser Soyuz Kapseln da oben gesehen... am Kühlsystem.

00:16:49 Reinhold

Dann reden wir hier nicht von, sagen wir mal 6 Monaten im nahen Erd Orbit, wo ich jederzeit zurückkehren kann, sondern wir reden hier von **zweieinhalb Jahren**. Weit, weit draußen, wo nichts kaputtgehen darf. Man muss mich überzeugen, dass für den Strahlenschutz der Crew gesorgt ist.

00:17:03 Reinhold

Zumindest Verantwortbar. Klar gewisse Berufe bringen Risiken mit sich, aber was man versucht zu mindern durch gewerkschaftliche, betriebsärztliche und sonstige Maßnahmen. Das ist beim Mars ungeklärt.

00:17:19 Reinhold

Die Strahlungsdosis auf dem Mars wäre momentan noch weit über jedem Grenzwert, den man irgendwelchen Menschen zumuten möchte. Dann muss man sich überlegen „Was können wir von der Oberfläche erwarten, was können wir dem entnehem?“ – Wasser, oder letztendlich Treibstoffherzeugung.

00:17:39 Reinhold

Solche Dinge sind noch alle auf einem Technological-Readiness-Level, wie man das nennt → TRL, der unter der Anwendung ist. Und wenn einer vorprescht, wie Elon Musk, der sagt er macht das und das und entwickelt alles bis 2025

00:17:52 Reinhold

Er ist auch kein Zauberer. Das ist also der Gang der Technik. Insofern in der Erwartung haben wir den Mond technologisch im Griff.

00:18:12 Reinhold

Das heißt sowas wie ein vorgeschobener Posten und Forschungsposten auf dem Mond am Ende des Artemis-Programms, was wir von den Amerikaner sehen, das halte ich in dieser Dekade für durchaus machbar.

00:18:21 Reinhold

Beim Mars brauchen wir die Erfahrungen vom Mond, bevor wir die Sicherheit haben da hinfliegen zu können.

00:18:27 Florian

Mhm, okay.

00:18:28 Reinhold

Während sich dann die Kommerziellen mehr im Nahen Erd Orbit tummeln, also Hotels im All oder was Axiom vor hat eine eigene Raumstation, die dann entsprechend von Dragon Schiffen bedient wird. Das kann ich nicht voraussehen, was für ein Markt da ist, aber für die großen Würfe ... gerade auch im Bereich der EU oder ESA
Ich will das auch nicht Wettlauf nennen, aber sagen wir ein Voranschreiten mit der Kenntnis dessen, was wir alles jetzt schon auf der ISS zusammen gemacht haben.

00:19:04 Florian

Mhm, okay gut. *Welche Charakteristika glauben Sie, braucht dann eine Mondstation oder danach eine Marsstation?*

00:19:16 Reinhold

Ja also die ersten, die da hinfliegen sollten nicht den Auftrag haben, sich gegenseitig da weg zu boxen wer den ersten Fuß auf dem Mars macht.

00:19:28 Reinhold

Selbst so attraktiv das ist und so viele reiche Leute wahrscheinlich dann in die Geschichtsbücher eingehen wollen und sich den Flug kaufen... Das ist ein verdammt langer Weg zurück, also bevor man da den Orden empfängt und auf dem Balkon steht und Konfetti Parade hat, sitzt dann nochmal gut anderthalb Jahre ödester Einsamkeit im All auf dem Rückflug.

00:19:50 Reinhold

Das heißt, diese Crew die fliegt, sollte genau das was die ISS Crews an den Tag legen auszeichnen. Nämlich ein Gemeinsinn von Erfüllung des Programms. Das sich also wirklich dann jedes Strahlen-Teilchen, was man unterwegs einfängt, ein interessanter Beitrag zu irgendeiner wissenschaftlichen Fragestellung ist.

00:20:21 Reinhold

Und sich nicht darauf konzentriert „Wir wollen nur Flexing-Foot-Prints“ wie auf dem Mond damals und dann zu Hause den Ruhm einfahren.

00:20:28 Reinhold

Die Ideal-Crew die ich vor Auge hab, die sammelt vor dem entscheidenden Schritt auf die Mars Oberfläche alle Handys und Kameras ein. Das erste Bild, was dann überhaupt auf dem Mars gemacht wird, zeigt alle zusammen mit Füßen auf dem Mars. Sodass also keiner keiner klemmen kann „Ich hab den Partei Auftrag, der Chinesischischen-Partei erfüllt oder die Russen waren schon immer schneller mit allem oder die Amerikaner waren halt wieder mal die ersten.“

00:20:55 Florian

Mhm, ja, schöner Gedanke finde ich sehr cool; Das passt auch direkt zum anderen Teil, auf den ich eingehen wollte. Sie haben das auch schon sehr schön benannt, so dass sie ISS als funktionierendes Beispiel für die Kooperation zwischen Ost und West oder auch als internationale Blaupause dient.

Inwiefern kann das diese Konstellation denn als Vorbild für die Gesellschaft dienen?

00:21:20 Reinhold

Ja, momentan ist das natürlich überlagert durch höhere Politik, aber unter dieser Horizont Linie arbeiten die Teams nach wie vor zusammen, also es fliegt ein Amerikaner mit dem Russen in der Soyuz damit immer auch Wissensverteilung auf der Raumstation ist unabhängig von dem Vehikeln, um zu garantieren, dass die Raumstation weiter betrieben werden kann.

00:21:46 Reinhold

Und so haben wir auch Russinnen und Russen auf dem Dragon schon fliegen sehen. So unter dieser Horizont Linie läuft also der Kontakt noch. Die Kontrollzentren arbeiten miteinander. Ich will nicht sagen, dass wir jetzt regelmäßigen Kontakt zu unserem Russen haben, aber es gibt momentan auch keinen Anlass, wie in vielen anderen Projekten, dass da jetzt die Freundschaft aufgekündigt wurde. Sondern das wird als zartes Pflänzchen sozusagen momentan geschützt und gibt mir die Hoffnung, dass wir mit einigen dieser Pflanzen vielleicht dann auch wieder anfangen können.

00:22:19 Reinhold

Das wir Jahrzehnte brauchen, um diesen Bruch jetzt wieder zu kippen, bis wir wieder auf die auf die Selbstverständlichkeit zurückkommen, mit der wir bis vor kurzem noch mit Russland Projekte abgewickelt haben. Das ist die bedauerliche Folge natürlich dessen, was wir jetzt in der Ukraine gesehen haben Krieg und auch unter Astronauten.

00:22:43 Reinhold

Also momentan [...] halten wir uns vornehm zurück, indem wir sagen „Don't ask don't tell“. Das ist nicht verschweigen dieser Geschichte, sondern ist ein pragmatischer Weg jetzt nicht das letzte Porzellan auch noch zu zerschlagen.

00:23:04 Reinhold

Meine Proteste muss ich gegen die russische Regierung und den Präsidenten richten. Das muss ich nicht bei meinem Kollegen lamentieren, es sei denn, sie sitzen nur dumm da, dann ist für mich auch Hopfen und Malz verloren.

00:23:27 Florian

Ja okay, wie glauben Sie denn kann das erreicht werden? Dieses Bild auf dem Mars, das alle zusammen Foto machen? *Wie kann man so diese Erkenntnisse quasi sichtbar machen?*

00:23:44 Reinhold

Dieses unabhängigkeit Gerede und „wir können das alleine wir sind die stärksten größten beweisen jetzt mal der Welt, was die Kerle sind,“ dass man aufhört, dass man Nationen technologisch natürlich auf sich aufmerksam macht, das sehen wir in der ESA.

00:24:02 Reinhold

Wie die Mitgliedschaft in der Partnerschaft auf der ISS ist 1989 unterschrieben worden. Erst ab 2000 waren dauernd Astronauten da und ab 2008 nämlich mit dem bringen des Columbus Moduls waren dann auch die Europäer Partner und haben regelmäßig Leute an Bord, sogar Kommandanten und Kommandantinnen. Also das sind Entwicklungen, die absolut langen Atem haben. Wir reden über 40 Jahre jetzt, dieses Programm sozusagen gebraucht hat, bis es in voller Blüte steht und sowas sollte natürlich auch auf die Menschen abfärben, die das machen, das ist ja jetzt nicht gerade in ihrem Schoß gefallen, sondern sie sind Teil einer Kontinuität, die überhaupt dieses Projekt erst möglich gemacht hat.

00:24:53 Florian

Mhm, okay.

00:24:54 Reinhold

Die gute Partnerschaft von heute ist eigentlich der beste Indikator von einer guten Partnerschaft auch im nachfolgenden Projekt.

00:25:07 Florian

Okay, dann spinnen wir dieses Bild mal weiter. *Wie glauben Sie, wird sich des der Raumfahrt Sektor in Zukunft verändern? Bleiben wir mal optimistisch.*

00:25:18 Reinhold

Also das sehen wir ja jetzt schon heute mit New Space. Weiß nicht, ob ihm das Buch von Peter Schneider schon untergekommen ist?

00:25:25 Florian

Das noch nicht aber New Space sagt mir als Begriff was.

00:25:29 Reinhold

„Neuer Goldrausch im All“ kann ich empfehlen. Da setzen wir nicht mit unserer wissenschaftlich angelegten oder Explorations angelegten Raumfahrt die Merkpunkte, sondern das sind die die kommerziellen Vorhaben der Raumfahrt.

Das bestücken des Himmels mit Internet Relais. Erdbeobachtung als solche.. da haben sich Gott sei Dank die Europäer sehr hervorgetan, also mit Copernikus und Eumetsat.

00:26:08 Reinhold

Navigation klar, da will man Autarkie aber auch Genauigkeit erreichen also wenn wir autark unser Galileo System betreiben können wir aber noch durch GPS Messungen zum Beispiel Genauigkeit vergrößern. Solche Dinge sollten also sowohl in vernünftigen demonstrativen Level, das wir sagen wir können das machen, als auch im kooperativen Level dann gemacht werden. Großes Problem ist natürlich Disziplin im All, wie immer.

00:26:39 Reinhold

Das platzieren von Satelliten mitten im nahen Orbit heißt auch, dass Trümmer entstehen können. Dass diese Trümmer auch irgendwann mal eine sehr gefährliche Barriere für den weiteren Zugang ins All bilden können also, das sind große Sorgen, die wir natürlich momentan haben durch diese ungehemmte Vermehrung von Metall im nahen und mittleren Erdorbit und damit weitere Projekte verbauen.

00:27:12 Reinhold

Aber da kann ich mit Elon Musk nicht drüber diskutieren. Der ist nicht Teil einer UNO oder eines UNO Abkommens über die friedliche Nutzung des Weltalls. Alles was nicht verboten ist, ist erlaubt.

00:27:33 Florian

Ja das ist auch eine schwierige Situation, finde ich, da müsste auch ein bisschen mehr Kooperation an den Tag gelegt werden.

00:27:40 Reinhold

Ein bisschen mehr Druck! Kooperation ist schön, aber Musk kooperiert nicht, der macht.

00:27:47 Reinhold

Im Gegensatz zu NASA. Die NASA würde sofort vor dem nächsten Senats Komitee landen, wenn sie irgendwelche verantwortlichen Dinge machen.

00:27:57 Florian

Ja, da muss ich gerade an den Flammenwerfer denken, den Elon Musk entwickelt hat und so Geschichten ja gut, ne.

00:28:07 Florian

Okay, ich guck noch mal kurz.

00:28:21 Reinhold

Ich hole mal ein paar Bücher.

***[Pause des Interviews; 00:28:30 – 00:35:00]
[Mit inoffiziellen Diskussionen über Bücher & beste Momente der Karriere]***

00:35:00

Also... jede Crew richtet sich die Raumstation in gewisser Weise für sich selbst ein. Da driftet Theorie und Praxis auseinander. Und in dem Moment, wo dann die Ablösung kommt, ist das einerseits dazwischen ein schöner Moment, weil mal wieder frische Gesichter an Bord der Raumstation sind. Andererseits ist aber etwas, wo man seinen sein eingerichteten Heim jetzt teilen muss mit Leuten, die neu sind, ne, die also das Handtuch an anderen Haken hängen oder vielleicht noch mal vergessen sauber zu machen oder irgendwie sowas.

00:35:30 Reinhold

Also da gibt es natürlich immer eine gespannte Erwartung, wie schön, dass wir jetzt die Crew wieder auswechseln. Neue neue Leute sehen, andererseits aber hoffentlich machen die nichts kaputt.

00:35:43 Reinhold

Also da kommt schon so ein Heimatgefühl auf. Ich sag mal wenn man sich ein halbes Jahr nach oben einrichtet, ist das prima, wenn man 4 Monate eingerichtet wird, nochmal einen Monat verlängert, kriegt man das auch noch hin, wenn man aber auf einer kurzzeit Mission geht und auf einmal wird ein Jahr daraus, was natürlich schwierig ist. Also die Antizipation dessen, was einen da erwartet, ist ganz wichtig, damit man sich auch etwas in dieser Richtung auch einstellt und dann gibt es natürlich schwierige Phasen.

00:36:13 Reinhold

Ich habe ja auch lange genug noch im Kontrollzentrum gearbeitet, da merkt man es kommen auch mal schnappische Antworten zurück „hab ich euch doch gestern schon gefragt wo das ist“, ne? Dann merkt man also entweder ist die Arbeitslast zu viel oder jetzt so ein bisschen Routine ein und die Erfolge bleiben aus.

00:36:34 Reinhold

Da muss man dann gegen wirken auch vom Boden aus ne. Das lässt sich also machen. Neben der medizinischen Konferenz haben die auch immer noch eine psychologische Konferenz. Die wird nicht eingesetzt, wenn es nötig ist, sondern die steht einfach immer im Plan, damit überhaupt keinen Verdacht aufkommt „Aha jetzt holen Sie den Psychologen und Psychologinnen ran damit da oben weitergearbeitet wird“ und da kann man natürlich auch vieles an Hintergrund Problem besprechen wird, wo dann die Menschen von unten dafür Sorgen, dass da Abhilfe geschaffen wird oder ähnliches.

00:37:12 Reinhold

Das ist eigentlich nicht im Bereich der naturwissenschaftliche oder sagen wir mal rational ausgebildeten Menschen da auf diesen Faktor groß zu achten, aber es ist einfach ne Größe, die an der Raumstation schon eine Rolle spielt.

00:37:29 Reinhold

Zum Beispiel, dass man auch mal Zähne zusammenbeißen muss und mit Menschen zusammenarbeiten soll, die einem so nicht so liegen. Aber noch viel mehr auf Dingen wie Mars-Flug ist, denn das wäre Sprengstoff, wenn das nicht austariert ist.

00:37:44 Florian

Mhm OK.

Wie macht man das denn so dann als Bodenpersonal, dass man versucht die Leute zu unterstützen, wenn man merkt die Moral fällt ein bisschen ab?

00:38:00 Reinhold

Ja, erstmal natürlich Entlastung schaffen und Ablenkung. Ablenkung kann ein Transport Raumschiff sein, was dann nochmal Sachen hochbringt die bis jetzt entbehrt werden mussten. Die EVA's sind eine riesen Herausforderung für jeden Astronauten oder jede Astronautin, das ist sozusagen die Paradedisziplin der Astronauten. Ich habe das damals nicht machen können, weil mein Flug zu kurz war und die Medizin weiter gehen musste.

00:38:26 Reinhold

Wenn sowas ansteht, ist keine Frage, denn dann hellen sich die Gesichter auf und dann wird auch wieder konzentriert gearbeitet, ne. Also sowas hat man schon in der Hand, dass man da besondere Merkmale setzt. Man kann auch Leute an die Konsole holen oder Schalter machen mit interessanten Menschen, die dann ein bisschen Abwechslung in die Geschichte reinbringen.

00:38:53 Reinhold

Es gibt eine Position, eine hervorgehobene Position an Bord, die Kommandantin oder den Kommandanten das ist genau die Position, die sowas schon mal voraussehen muss.

00:39:02 Reinhold

Also wenn jemand 125% eingespannt ist und der andere gammelt da in seiner Kabine mit 50% Auslastung, da muss dann auch innerhalb der Mannschaft eine Balance hergestellt werden. Und dass man alle mal zusammen den einen entlasten, der da überlastet ist oder man sich überlegt, welche liegengelassene Dinge kann man denn den 50% Beschäftigten geben? Gut, da gibt es Grenzen zwischen Russland und westlichen Teil der Raumstation, aber im Prinzip haben wir das schon viel erlebt, dass wir also Möglichkeiten haben, auch die Stimmung in der Crew von unten zubeinflussen.

00:39:47 Florian

OK welche Werkzeuge würden denn Kommandanten oder Kommandanten unterstützen, dieses adaptive balancieren angenehmer zu machen?

00:39:59 Reinhold

Na gut, also auf gewisse Grundcharakteristiken kann man natürlich zurückgreifen. Astronauten sind kompetitiv, wenn man also irgendwo eine normale Tätigkeit in Wettkampf verwandeln kann, geben sich die meisten nicht unter Highscore zufrieden. Und das kann man natürlich nutzen, dass man da die beste Kostüm-Premierung macht oder es gibt ein Hawaii Shirt Friday eingeführt worden oder es gibt da diverse Feiertage, an denen also da oben auch mal paar Stunden frei sind zusammengesetzt aus allen möglichen religiösen, nationalen und sonstigen Anlässen.... Dann auch Abwechslung durch entsprechendes Essen oder durch entsprechende Verkleidungen oder Tätigkeiten. Da sollte ein Kontrollzentrum natürlich auch freiraum schaffen.

00:41:05 Florian

Mhm, okay

Sie haben so gesagt, dass das irgendwann schon so n Heimat wird, wo man sich einrichtet. *Ist das nur wegen der Zeit oder was macht es dann zu einer neuen Heimat da oben?*

00:41:22 Reinhold

Ja die Gewohnheiten machens. Also das man dreht sich vielleicht noch ein paar Mal in der Kabine, bevor man die richtige Position für den Schlafsack gefunden hat. Man mag manche Speisen nicht, die man von den anderen kriegt. Aber es wird gesagt gerade da sind gewisse Mineralstoffe, die man braucht. Das sind dann die Gewohnheiten, dass man also um die Ecke tastet und den Lichtschalter findet, ohne ohne dass man davor stehen muss. Solche Dinge, schleifen sich schon ein, also auch in so eine Station, die nicht sehr viel Heimeligkeit bietet. [...]

Aber man umgeht die Defizite halt und kennt sie.

00:42:18 Reinhold

Also es gibt Crew, die wirklich dann auch gegenüber dem Kontrollzentrum zurückhalten, ihre Schwierigkeiten zu schildern. Eben weil sie sagen „Wir versuchen mal selbst Herr der Situation und Meister zu werden“ Da ist natürlich auch die Frage, wann ruf ich runter und wann verlagere ich die Lösung dieses Problems nach unten? Da gibt's unterschiedliche Tendenzen in den Crews.

00:42:57 Florian

Ja, dass ist ja dann wiederum diese individuelle Komponente; Jeder Mensch ist ja anders.

00:43:02 Reinhold

Ja genau und wenn man das dann noch auf dem Mars extrapoliert... Die Interaktion mit der Crew wird immer schwieriger, weil da bis zu 20 Minuten ein Weg Signal-Laufzeit hat. Also KI wird dann eine Rolle spielen, sicherlich auch sowas wie HAL[9000] in 2001.

00:43:20 Florian

Hoffentlich nicht genau wie HAL, haha.

00:43:24 Reinhold

Wir sind wir sind auf dem Weg dahin. Also wir müssen uns ernsthaft mit den Problemen befassen, das was da jetzt als Instruktion erteilt wird, ist, dass das Produkt künstlicher Intelligenz? Oder beruht das auf der Erfahrung von den Trainern auf dem Boden?

00:43:43 Florian

Ja ja, genau darauf wollte ich als nächstes hinaus. *Glauben Sie denn sowas wie Alexa oder HAL in einer anderen Form ist wirklich hilfreich oder was bringt das?*

00:43:56 Reinhold

Der erste Schritt ist natürlich das komplette Wissen um die Emissionen inklusive aller Schnitt, Zeichnungen und Reparatur, Anweisung et cetera zur Verfügung zu stellen. Das ist also sagen wir mal, der Kern, da muss man die richtigen Fragen stellen und die richtigen Menschen Maschine Schnittstelle haben. Ob das jetzt sowas wie HAL oder Alexa ist, oder in dem Flug von Alexander Gerst wurde CIMON genommen. Der also, sagen wir mal Prozedur unterstützend wirkt.

00:44:31 Reinhold

Da kann man mal viel ausprobieren, was, was da individuell am meisten akzeptiert wird.

00:44:38 Florian

Okay. *Dann sagen Sie aber die Kunst liegt daran, dass wirklich auszuprobieren, um zu gucken, wie sich das anfühlt und wie die Schnittstelle funktionieren?*

00:44:45 Reinhold

Ja, also. Auch das ist Teil eines Astronauten Trainings. Schau dir die Prozedur an, also halte dich nicht für allmächtig, dass du dich aus dem Training noch erinnerst und ausführst. Sondern manchmal sind ja nur ganz kleine Änderungen und dann ist seitenweise die Prozedur scheinbar dieselbe und dann ist da diese kleinen Änderung und wenn man die überliest, weil man die Prozedur eben tatsächlich nicht zur Hand hat oder nicht befolgt.

00:45:12 Reinhold

Da können natürlich künstliche Intelligenzen sagen „war es nicht so, dass du bei diesem Experiment einen anderen Parameter einstellen musstest“, also als freundliche, aber sagen wir mal eine Gesamtschau dieses Experiments dann zu behalten. Wo dann der Mensch vielleicht auch mal Abkürzungen sucht, die aber dann dem Experiment aber nicht gut tun.

00:45:36 Florian

Ja. Also ich würde auch unterstützen, dass es definitiv hilfreich ist. Vor allen Dingen mit Experimenten oder sagen wir mal das tägliche Geschäft, aber der Knackpunkt wird ja die trotzdem die Interaktion zwischen der Crew sein und nicht der Crew Computer. *Das eher das Netzwerk unterstützt wird, oder wie sehen Sie das?*

00:45:58 Reinhold

Aber als der große Unterschied zwischen Dragon und Soyuz ist: Beim Soyuz hätte man bei jedem Haupt Kommando, bei jedem wichtigen Kommando einen Knopf, den man drücken kann. Und damit ist die Verantwortung letztlich, wenn alle Automatik, die auch da in Soyuz verbaut ist, schief geht bei der Crew.

00:46:20 Reinhold

Und wenn das Gefühl da ist bei der Crew, ich werde hier in autonomen Taxis durchs Weltall befördert und kann gar nicht eingreifen, weiß ich nicht, ob das für die Professionellen an Board, für die für die Touris macht das keinen Unterschied, aber für die Profis nicht eine Abgabe von Kontrolle ist, die letztlich nicht gesund ist.

00:46:44 Florian

Okay, *also Sie sagen Kontrolle ist ein wichtiger Faktor und vielleicht auch ein bisschen Vertrauen? Eben, dass es das alles nicht nur im Hintergrund macht, sondern dass man sieht so OK, warum macht es das jetzt?*

00:46:55 Reinhold

Ja genau

00:46:59 Florian

Ja, spannend, okay, grundsätzlich bin ich fertig mit meinen Fragen. Vielen Dank auf jeden Fall für Ihre Zeit. Haben Sie noch irgendwelche Fragen an mich oder irgendwas, was Sie interessiert?

00:47:09 Reinhold

Also man sieht natürlich die auch die Anteile an der an den an der Kommunikation über Social Media, der Blick auf die Erde nimmt, schon einen weiten Teil ein. Und wenn man dann noch mit geübten Auge draufschaut wie Alexander Gerst, der Geophysiker, dann kriegt man also auch natürlich Effekte zu sehen und kann sie beschreiben, die wirklich fasziniert sind auf der ISS.

00:47:32 Reinhold

Das geht natürlich verloren in Richtung Mars, also am Mond wird's sicherlich nochmal was zu sehen geben. Krater oder ähnliches, dass ist ja keine uniforme öde Oberfläche. Aber auf dem Weg zum Mars, müssen dann andere Phänomene her, die genau diese Lücke an Imagination oder Dokumentation füllen.

00:47:50 Reinhold

Das zweite ist die Crew Interaktion. Also ähnlich wie die Erdbeobachtung, verbringt die Crew auch gerne, wenn sie eine gute Crew ist, Zeit miteinander. Da helfen natürlich verschiedene Kulturen, verschiedene Berufe, Erfahrungen. Auch nicht zu unterschätzen, dass das also eine gesunde Mischung sein muss und letztlich natürlich auch Gender.

Also ich hab schon die besten Erfahrungen in gemischten Teams gemacht, aber da müssen wir natürlich dann auch sagen wir mal n Kodex findet, dass man auch auf kulturelle Unterschiede eingeht, aber nicht zur Maxime erklärt, dass man also so ne ... Attitüde wie heute ist, dass man also bestimmte Begriffe überhaupt nicht mehr in die Konversation einbringen kann, weil sie als aufdringlich gesehen werden und so, da muss man sich vorher noch einnehmen.

00:48:57 Reinhold

Weil da gab es auch schon in vielen Isolationsstudien Missverständnisse, die man tunichts vermeiden muss. Also ich sag mal die Menschen, die dauernd Richtung Mars fliegen müssen schon ziemlich polyglott sein, in dem sie also auch schon Erfahrungen mit andere Länder, andere Sitten haben.

[Abschlussgerede des Interviews; Stopp der Aufnahme]

