



P7B
COMPANIONSHIP

Florian Grünewald, 756064, SS23

P7B SoSe 2023 | Interactive Media Design | Bachelor-Projekt

Die Gestaltung von Crew-Interaktion auf Langzeit-Raumfahrtmissionen.

Vorgelegt von: Florian Grünewald (756064)

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

Fachsemester: 8. Semester

ABSTRACT

This bachelor thesis started by analysing the initial situation of LZRM and derived insights for application on a Mars mission. As the environment amplifies in particular social problems like a burning glass, the group core needs to be stabilised through resilient relationships. The core concept suggests that the increasing intimacy and distanced social environment of astronauts should not be seen as a problem, but as an opportunity to shape closer crew relationships. After all, going through hard times together promotes resilience of the social core and enables effective team adaptivity. This team adaptivity is supported as an iterative course of action through an interactive media system that works towards the crew according to human autonomy teaming. Targeted recommendations for work packages curate the increasing autonomy of a Mars mission and promote exchange for a current shared mental model. The under-demand, especially in the third quarter, is broken by surprising impulses. These minimise the collegial distance and stimulate interaction towards true companionship.

Diese Bachelorarbeit hat zu Beginn die Ausgangslage von LZRM analysiert und Erkenntnisse für die Anwendung auf einer Mars-Mission abgeleitet. Da die Umgebung wie ein Brennglas vor allem soziale Probleme verstärkt, muss der Gruppenkern durch resiliente Beziehungen stabilisiert werden. Das Kernkonzept schlägt vor, die steigende Intimität und das distanzierte soziale Umfeld der Astronauten nicht als Problematik, sondern als Gestaltungsmöglichkeit auf engere Crew-Beziehungen zu sehen. Schließlich fördert das gemeinsame durchleben von harten Zeiten die Widerstandsfähigkeit des sozialen Kerns und ermöglicht eine effektive Teamadaptivität. Diese Teamadaptivität wird als iterativer Handlungsablauf über ein interaktives Mediensystem unterstützt, welches der Crew nach Human-Autonomy-Teaming zuarbeitet. Gezielte Empfehlungen für Arbeitspakete kuratieren die zunehmende Autonomie einer Mars-Mission und fördern den Austausch für ein aktuelles geteiltes mentales Modell. Die Unterforderung, insbesondere im dritten Quartal, wird durch überraschende Impulse abgefedert. Diese minimieren die kollegiale Distanz und regen die Interaktion hin zu wahren Gefährten an.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Konventionen	5	6. Interaktionsdesign	35
1.1. Zitierstil	6	6.1. Charakter der Anwendung	36
1.2. Methodik	6	6.2. Beziehungskonzept	37
1.3. Genderhinweis	6	6.3. Verhaltensregeln und Interaktionstonalität	38
1.4. Abkürzungsverzeichnis	7	6.4. Interaktionswerkzeuge und Interaktionsstil	38
1.5. Begriffserklärungen	7	7. Systemarchitektur	39
2. Ausgangslage	10	7.1. Use-Case-Diagramm	40
2.1. Leitfrage	11	7.2. Algorithmus-Logik	42
2.2. Problemstellung	12	8. Realisierbarkeit	45
2.3. Erkenntnisse	12	8.1. Businessplan	46
2.4. Szenario	13	8.2. Businessmodell.	49
3. Zielgruppe	15	8.3. Full Life Cycle Use Case	50
3.1. Die Astronauten.	16	8.4. SWOT-Analyse & Konkurren.	52
3.2. Die Crew	19	9. Produkt-Demo	54
4. Projektvorbereitung	22	9.1. Rapid-Prototyping	55
4.1. System-Map	23	9.2. Finale Produkt-Demo	57
4.2. Projektanforderungen	24	10. Fazit und Danksagung	58
4.3. Mögliche Projektideen	24	10.1. Fazit	59
4.4. Evaluation und Auswahl	26	10.2. Projektarbeit	60
4.5. Projektzielscheibe	26	10.3. Danksagung.	60
5. Kernkonzept	27	11. Quellen, CDs & Anhang	61
5.1. Crew-Interaktion	28	11.1. Literaturverzeichnis	62
5.2. Handlungsablauf	29	11.2. Abbildungsverzeichnis	65
5.3. Leitbild und Hinführung zur Idee	31	11.3. DOR & NVS.	69
5.4. Idee	33	11.4. CDs.	70
5.5. Golden Circle	34	11.5. Anhang.	71

1. KONVENTIONEN

1. Konventionen	5
1.1. Zitierstil	6
1.2. Methodik	6
1.3. Genderhinweis	6
1.4. Abkürzungsverzeichnis	7
1.5. Begriffserklärungen	7
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

1. KONVENTIONEN

1.1 Zitierstil

Diese Arbeit hält sich an die Richtlinien der American Psychological Association (APA). Bei direkten Zitaten wird die Originalquelle wortwörtlich wiedergegeben und in Anführungszeichen gesetzt. Bei indirekten Zitaten hingegen wird der Inhalt in einer Weise wiedergegeben, die dem Geist des Originals entspricht. Sowohl direkte als auch indirekte Zitate werden in runden Klammern referenziert, einschließlich des Namens des Autors, des Erscheinungsjahres und der Seitenzahl (sofern diese Informationen verfügbar sind). Um die Übersichtlichkeit und Transparenz zu wahren, werden alle in dieser Arbeit verwendeten Quellen sowohl im Literaturverzeichnis, als auch im Abbildungsverzeichnis in alphabetischer Reihenfolge nach den Nachnamen der Autoren aufgeführt.

1.2 Methodik

Um meine Argumente, Entscheidungen und Gestaltung zu begründen, habe ich Ableitungen ausführlich beschrieben und mit Literatur unterstützt. Diese Quellen werden angemessen zitiert, um meine Behauptungen zu untermauern und Glaubwürdigkeit zu schaffen. Der Gestaltungsprozess dieses Projekts

richtet sich nach dem angepassten Double-Diamond-Modell, wobei die Forschungsphase (Discover & Define) auf P7R [1] basiert. Die dort gesammelten quantitativen, aber auch qualitativen Erkenntnisse definieren in der folgenden Arbeit das Nutzer- & Systemverständnis. Dies bildet die Grundlage für die anschließende Ideen- und Konzeptphase (Develop & Deliver). Durch Iterationen und Rapid-Prototyping wird das Konzept ständig bis zur Umsetzung weiterentwickelt. Für das Projektmanagement wurde ein Projektplan erstellt, um die Ausarbeitung der verschiedenen Arbeitsgebiete und die zeitlichen Abhängigkeiten zu koordinieren.

1.3 Genderhinweis

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Arbeit meist die geschlechtsunabhängige Form (z. B. Studierende) verwendet. Verwendete Personenbezeichnungen des generischen Maskulinum oder Femininum beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

¹Grünewald, 2023

1.4 Abkürzungsverzeichnis

Abb. - Abbildung
bzw. - beziehungsweise
etc. - et cetera; deutsch: und so weiter
o. J. - ohne Jahr
o. D. - ohne Datum
u. a. - unter anderem
v. a. - vor allem
z. B. - zum Beispiel
ca. - circa; deutsch: ungefähr
et al. - et alia; deutsch: und andere.

ESA - **E**uropean **S**pace **A**gency; deutsch: Europäische Raumfahrtagentur

NASA - **N**ational **A**eronautics and **S**pace **A**dministration, deutsch: Nationale Aeronautik- und Raumfahrtbehörde

ISS - **I**nternational **S**pace **S**tation; deutsch: Internationale Raumstation

ICE-Umgebungen - **I**solated and **C**onfined **e**xtr**e**m**e** environments; deutsch: isolierende und einschließende extreme Umgebungen

P7R - **P**rojekt **7**, **R**esearch (Forschung)

P7B - **P**rojekt **7**, **B**achelor (Projekt)

LZRM - **L**angzeit-**R**aumfahrtmissionen

CCD - **C**rew-**C**entered-**D**esign; **C**rew zentrierte Gestaltung

1.5 Begriffserklärungen

Langzeit-Raumfahrtmissionen

Langzeit-Raumfahrtmissionen beziehen sich auf die Erforschung des Weltraums über einen längeren Zeitraum, die mindestens vier Monate bis hin zu Jahren dauern können. Diese Missionen zeichnen sich durch ihre lange Dauer aus, während derer Astronauten an Bord von Raumschiffen oder Raumstationen eingeschlossen, von der Erde isoliert und intensiven Stressfaktoren ausgesetzt sind [2] [3].

Isolation

Isolation bezieht sich auf den Zustand des Getrenntseins von anderen oder der gewohnten Umgebung. Isolation während der Raumfahrt ist eine Entfremdung von allem, was vertraut ist und bedeutet eine Trennung von Freunden, Familie und der Gesellschaft im Allgemeinen, was zu einem Verlust von Sicherheit, Zuneigung, Respekt und der Vielfalt der Beziehungen und Rollen führt, die man auf der Erde hat [4] [5].

Eingeschlossenheit

Die physische Eingeschlossenheit während einer Raumfahrtmission ist durch einen begrenzten räumlichen Bereich mit einer begrenzten Anzahl von Personen charakterisiert. Man hat das Gefühl, weder der Umgebung noch den Begleitern entkommen zu können, was zusätzlich den Druck der Isolation verstärkt [4] [5].

²Morpheus, 2001, S. 75–76

³Grünwald, 2023, S. 20–21

⁴Harrison et al., 1991, S.307

⁵Grünwald, 2023, S. 43

Stress

Stress ist die starke Beanspruchung eines Organismus durch innere oder äußere Reize. Die Stressreaktion ist ein blitzschneller Überlebensmechanismus des Körpers, auf Gefahrensituationen zu reagieren und diese zu bewältigen. Deshalb wird aus biologischer Sicht der Organismus mobilisiert mehr Energiereserven für unmittelbare Kampf- und Fluchtreaktionen (Fight or Flight) zur Verfügung zu stellen. Aus psychologischer Sicht ist wahrgenommener Stress für jeden individuell intensiv, da es abhängig von persönlicher Relevanz, entstandenen Schaden und verfügbaren Ressourcen bewertet wird [6].

Stressfaktoren / Stressoren

Stressfaktoren, auch als Stressoren bezeichnet, sind externe Ereignisse, Bedingungen oder Situationen, die bei einer Person eine Stressreaktion auslösen können. Sie stören das innere Gleichgewicht und erfordern eine Anpassungsreaktion, um Angst, Druck oder Anspannung zu reduzieren.

Diese Faktoren können sehr unterschiedlich sein und sich je nach Persönlichkeit, Bewältigungsmechanismen und Lebenserfahrung unterschiedlich auswirken. Die Stressfaktoren von LZRM lassen sich nach Morphey in fünf Kategorien einsortieren: Psychologisch, Physiologisch, Psychosozial, Bewohnbarkeit und Human-Faktoren [6] [7].

Soziale Dynamik

Soziale Dynamik bezieht sich auf die Verhaltensmuster, Interaktionen und Beziehungen zwischen Einzelpersonen oder Gruppen innerhalb einer Gesellschaft oder sozialen Gruppe. Sie erforscht, wie Menschen in einem sozialen Umfeld andere beeinflussen und von ihnen beeinflusst werden und wie Verhaltensweisen, Einstellungen und Normen entstehen und sich im Laufe der Zeit verändern [8].

Missionskontrolle

Die Missionskontrolle, auch Missionskontrollzentren (MCC) oder „Ground-segment“ genannt, sind die Kommandozentralen für die Verwaltung und Koordinierung von Weltraummissionen. Es dient als zentraler Knotenpunkt für Raumfahrtmissionen aller Art, dessen Erfolg und Sicherheit von hochqualifizierten Experten gewährleistet wird [9].

Flugkontrolle

Flugkontrolle, auch bekannt als Bodenkontrolle, bezieht sich auf das Personal, die Systeme und den Betrieb für die Überwachung, Steuerung und Unterstützung des Flugs von Raumfahrzeugen. Sie gewährleistet die Sicherheit, Effizienz und den Erfolg der Missionen. Bei bemannten Raumfahrtmissionen unterstützt die Flugkontrolle die Astronauten durch Informationen und Planung von allen Aktivitäten, der Überwachung von Lebenserhaltungssysteme, der Koordinierung von Weltraumspaziergängen und der Bewältigung von Notfällen [10].

⁶Grünewald, 2023, S. 6-10

⁷Grünewald, 2023, S. 20-21

⁸Tasca, 2020, S. 1-5

⁹Dunbar, 2004 (NASA)

¹⁰Garcia, 2019 (NASA)

Raumfahrtmedizin

Die Raumfahrtmedizin (Space-Medicine) ist ein Team aus Medizinern, Psychologen und Spezialisten, die für die Gesundheit, Sicherheit und die Performance von Astronauten während der Missionen verantwortlich sind. Der Fokus liegt meist auf den einzigartigen körperlichen, psychischen und sozialen Herausforderungen bei einem langen Aufenthalt in der Mikrogravitation. Das Team für Raumfahrtmedizin arbeitet eng mit den Astronauten vor, während und nach ihren Missionen zusammen [11].

Impuls

In der Physik ist ein Impuls wie ein Stoß, der die Bewegung eines Objekts verändert. Je größer die Kraft hinter dem Stoß, desto mehr ändert sich die Bewegung des Objekts [12].

Autonomie

Autonomie kommt von dem griechischen Wort „autonomia“ (zusammengesetzt aus „autos“ für selbst und „nomos“ für Gesetz) und bedeutet wörtlich Eigengesetzlichkeit oder Selbstbestimmung und ist als die Willensfreiheit des eigenen Handelns; und Selbstverwaltung definiert. Es kann für Personen, Organisationen, aber auch Systeme benutzt werden [13] [14].

Positive Psychologie

Die positive Psychologie ist ein Teilgebiet der Psychologie, welches sich mit dem Verständnis und der Förderung des menschlichen Wohlbefindens beschäftigt. Das zentrale Ziel der positiven Psychologie ist die Erforschung und Förderung von positiven Emotionen, persönlichen Wachstum, Charakterstärken, Widerstandsfähigkeit, Optimismus, Glück und allgemeiner Lebenszufriedenheit [15].

Resilienz

Grundsätzlich bezieht sich Resilienz auf eine positive Anpassung oder die Fähigkeit, die psychische Gesundheit, trotz widriger Umstände, zu erhalten oder wiederherzustellen. Der Fokus liegt meist darauf, die persönlichen und sozialen Ressourcen zu erhalten und zu verbessern. Dies ermöglicht es dem Individuum, sich Schwierigkeiten des Lebens erfolgreich zu stellen, sie zu überwinden und sich dadurch als Person (oder Team, Organisation, etc.) für die Zukunft weiterzuentwickeln. Resilienz ist keine angeborene Eigenschaft, sondern kann im Laufe der Zeit durch verschiedene Erfahrungen, persönliches Wachstum und Unterstützungssysteme kultiviert und entwickelt werden [16] [17].

¹¹Lewis, 2017 (NASA)

¹²Holzner, 2016

¹³Frey, 2015, S.25-36

¹⁴Ryna & Deci, 2017, S.10

¹⁵Seligman & Csikszentmihalyi, 2000, S.5-14

¹⁶Ambrosio & Adiletta, 2021, S. 1

¹⁷Herrman et al., 2011, S.259

2. AUSGANGSLAGE

2. Ausgangslage	10
2.1. Leitfrage.	11
2.2. Problemstellung	12
2.3. Erkenntnisse	12
2.4. Szenario	13
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

2. AUSGANGSLAGE

2.1 Leitfrage

Es liegt in der Natur von Menschen, unbekannte Gebiete zu erforschen. Sobald es technisch möglich war, hat die Menschheit mit der Erkundung des Weltraums begonnen, zusätzlich angetrieben durch internationale Rivalität. Die ersten Raumflüge wurden in Stunden, dann in Tagen und schließlich Monaten gemessen. Wenn Menschen zum Mars fliegen, wird die schiere Entfernung eine Dauer von ca. zwei Jahren und die Überwindung von unbekanntem Grenzen erfordern [18].

Diese Bachelor-Arbeit widmet sich dieser Entwicklung und untersucht die Überschneidung von Raumfahrt mit interaktiven Medien durch folgende Leitfrage:

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

2.2 Problemstellung

Langzeit-Raumfahrtmissionen (LZRM) sind im Grunde genommen lange Aufenthalte in einer räumlich begrenzten Metallbox (z.B. einem Raumschiff oder einer Raumstation), die isoliert von der Erde ist. Daher werden sie als isolierende und einschließende extreme Umgebungen (ICE-Umgebungen) erforscht, dessen Erlebnisse im Rahmen von P7R verglichen wurden [19]. Grundsätzlich sind sie von einer Reihe intensiver Stressfaktoren geprägt, die das Leben der Crew stark beeinflussen. Der Knackpunkt ist, dass Isolation und Eingeschlossenheit als Stressoren nicht ausgeschaltet werden können und wie ein Brennglas körperliche, psychische und soziale Probleme verstärken [20]. Insbesondere bei sozialen Interaktionen führt dies zu mehr oder stärkeren Konflikten, da sich alle Astronauten gestresst fühlen und Meinungsverschiedenheiten eskalieren können, es die immergleichen Interaktionspartner gibt oder Personen sich bei negativen Interaktionen kaum zurückziehen können [21]. Doch es gibt wertvolle Ansatzpunkte, aus den Erkenntnissen von P7R, welche im folgenden Kapitel erläutert werden.

¹⁸Grünewald, 2023, S. 54-57

¹⁹Grünewald, 2023, S. 46-47

²⁰Grünewald, 2023, S. 59-62

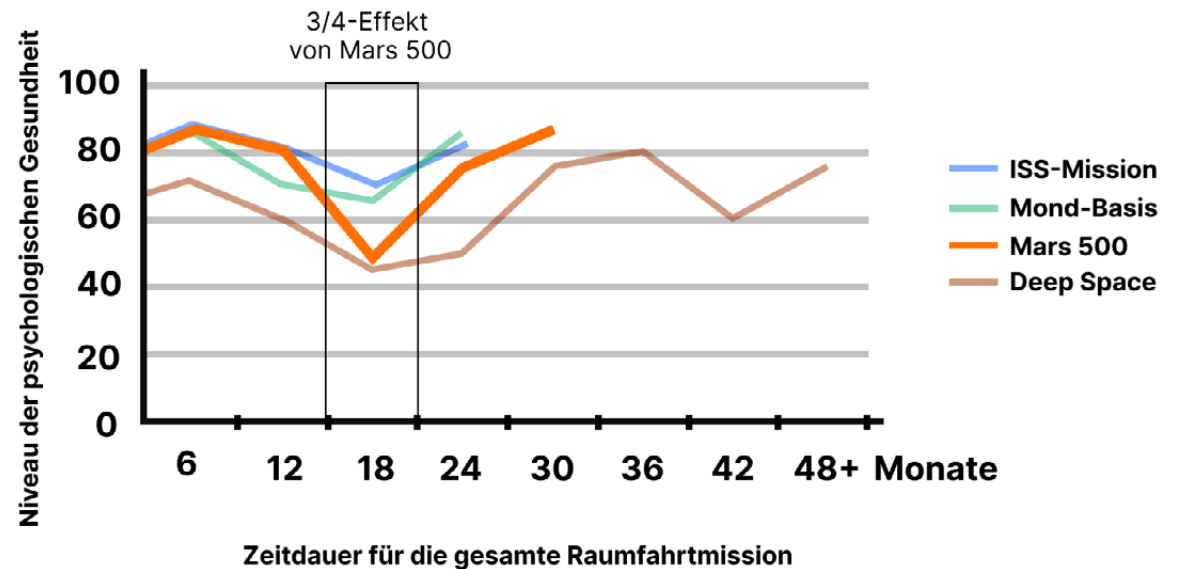
²¹Grünewald, 2023, S. 38-39

2.3 Erkenntnisse

Menschen passen sich im Laufe der Zeit mental und körperlich an den empfundenen Stress und die ICE-Umgebung an.

Diese Anpassung folgt einem wiederkehrenden Muster. Den Beginn einer Mission nehmen die meisten als stressig wahr. Jede Person muss erstmal mit der neuen Situation klarkommen, was gerade in der Schwerelosigkeit herausfordernd ist. Der fehlende Tag-Nacht Rhythmus und andere psychisch/ physische Belastungen beeinflussen die Motivation, Stimmung und kognitive Leistung [22]. Zusätzlich fordern die tägliche Arbeit und die Orientierung in der Gruppe eine Menge Energie. Auch die Astronautin Samantha Cristoforetti hatte hierbei Schwierigkeiten [23]. Ab dem dritten Quartal der Mission tritt der „ $\frac{3}{4}$ Effekt“ auf, welcher ein Bündel an psychischen Problemen durch Trägheit oder zunehmender „Sesshaftigkeit“ ist. Dabei beeinflusst die Gesamtdauer der Mission, wie heftig die Symptome werden [22].

Ein Forscher hat aus vergangenen Missionen und Simulationen (z.B. Mars 500) dieses Muster für die psychologische Gesundheit für unterschiedliche LZRM simuliert (siehe Abb.1). Alle Typen zeigen eine Anpassungsphase zu Beginn der Mission. Bei längeren Missionen, wie einer Mars oder Deep Space Mission, sinkt das Niveau der psychischen Gesundheit jedoch deutlich unter das der anderen. Basierend



auf echten Simulationen sind die Reflexionen nach der Mission auch viel positiver, als die ursprünglichen Tagebucheinträge in Echtzeit [24].

Die Anpassung kann zu positiven Entwicklungen führen. Im Laufe der Zeit gibt es einen Rückgang der Stresssymptome und -werte, da sich der Mensch vermutlich an die Merkmale der Umgebung anpasst [22]. Diese positiven Entwicklungen wurden sowohl in ICE-Umgebungen, als auch bei Astronauten beobachtet. Sie können von weniger Krankenhauseinweisungen, über Flow-Erlebnisse bis hin zu gesteigerter sozialer Fürsorge reichen [25]. Mögliche Ursachen für diese positiven Entwicklungen wurden diskutiert, doch vermutlich ist es eine Mischung aus vielen individuellen, sozialen und organisatorischen Faktoren [25].

Abbildung 1: Simuliertes Ergebnis des psychologischen Wohlbefindens der Crew im Laufe unterschiedlicher Missionen (Angepasste Abbildung; Original: Almon, 2019, S.10)

²²Grünewald, 2023, S. 44-45

²³Grünewald, 2023, S. 112

²⁴Almon, 2019, S. 10-11

²⁵Grünewald, 2023, S. 48-49

Dabei spielt die Gruppe eine wichtige Rolle, denn **die Anpassung ist immer sozial**. Wie gut sich Menschen anpassen können, ist abhängig von den verfügbaren Ressourcen und dem sozialen Umfeld [22]. Die Gruppenentwicklung wirkt sich direkt auf das individuelle Wohlbefinden aus, denn Crews mit Unter-Gruppen zeigen deutlich mehr Depressionen, Angst, Ärger, Müdigkeit und Verwirrung als Crews mit einem robust vernetzten sozialen Kern [26]. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass soziale Unterstützung die meist genutzte Stressbewältigungsmethode der Astronauten ist (selbst wenn diese nicht immer erfolgreich ist) [26]. Die Ursache hierfür liegt darin, dass wir soziale Wesen mit entsprechenden Bedürfnissen sind; Je weiter und länger die Distanz zur gewohnten Gesellschaft ist, desto intensiver werden die sozialen Beziehungen in der Crew [27]. Um in der neuen sozio-physischen Umwelt handlungsfähig zu bleiben, formen sie ihre eigene „Mikro-Gesellschaft“ mit eigenen Lebensregeln, Arbeitsgewohnheiten und spezifischen Sitten sowie Werte [27]. Folglich ist die Qualität der Crew-Beziehungen ein essenzieller Ansatzpunkt, um die positive Anpassung zu fördern.

2.4 Szenario

Wenn das soziale Umfeld der Crew so relevant ist, sollte das Szenario auf eine bestimmte LZRM eingegrenzt werden. So kann abgeleitet werden, welche soziale Dynamik wahrscheinlich sein wird. Das zukünftige Szenario einer Mars-Mission ist hierbei wegen der Menge an verfügbarer Forschung sinnvoll, um die Probleme einer LZRM mit einem Projekt anzugehen.

Eine Mission zum Mars wird wahrscheinlich in den 2030ern stattfinden, da sich Erde und Mars im Jahre 2035 am nächsten stehen (siehe Abb.2). Dabei ist sowohl das Raumschiff, die Größe und die Zusammensetzung der Crew spekulativ. Trotzdem wird aus Ressourcengründen die Größe wahrscheinlich zwischen drei bis fünf Personen liegen.

Dabei verändert die wachsende Entfernung zur Erde während der Mission und die daraus resultierende Kommunikationsverzögerung die soziale Dynamik der Crew. Das Missionskontrollzentrum wird eine andere Rolle spielen und die Crew wird deshalb autonomer werden müssen [28]. Schließlich müssen Crewmitglieder eigenständig gemeinsam Entscheidungen treffen, sowie ihre Zeit und Ressourcen verwalten und koordinieren, wobei das Missionskontrollzentrum nur unterstützen kann. Der dabei entstehende wahrgenommene Stress ist hauptsächlich durch psychische und psychosoziale Faktoren ausgelöst, da die Crew trotz Schwankungen in psychologischer Gesundheit funktionieren und erfolgreich interagieren muss.

²⁶Grünewald, 2023, S. 36-37

²⁷Grünewald, 2023, S. 50-53

Diese zunehmende Autonomie wird von vielen Forschern als Kern-Stressor einer künftigen Mars-Mission gesehen, weshalb die folgende Arbeit sich darauf fokussiert [29]. Deshalb wird die physiologische Seite und körperliche Stressreaktion sowie regenerative Stressbewältigung vorerst ausgeklammert. Autonomie wird hierbei nicht als absolute Eigenschaft behandelt, sondern als ein fortlaufender sozialer Prozess der Selbstverwaltung und Anpassung an die aktuelle Umgebung. Abschließend ist Autonomie nach Deci & Ryan nicht nur eine Problematik, sondern auch ein psychologisches Grundbedürfnis der Astronauten – also der Zielgruppe [30].

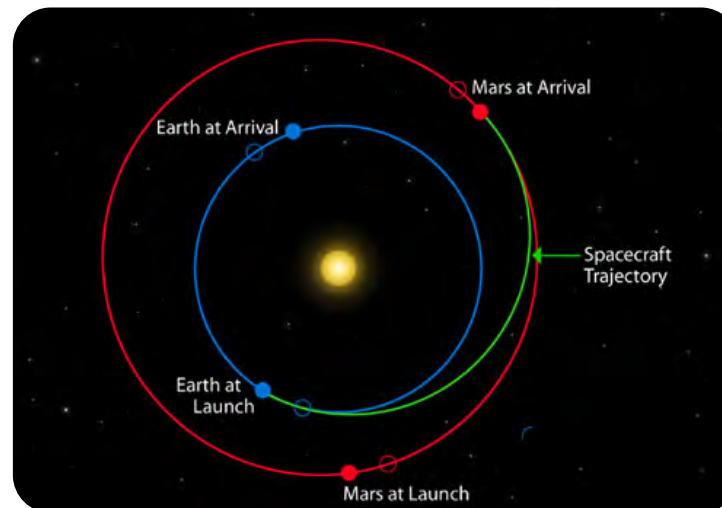
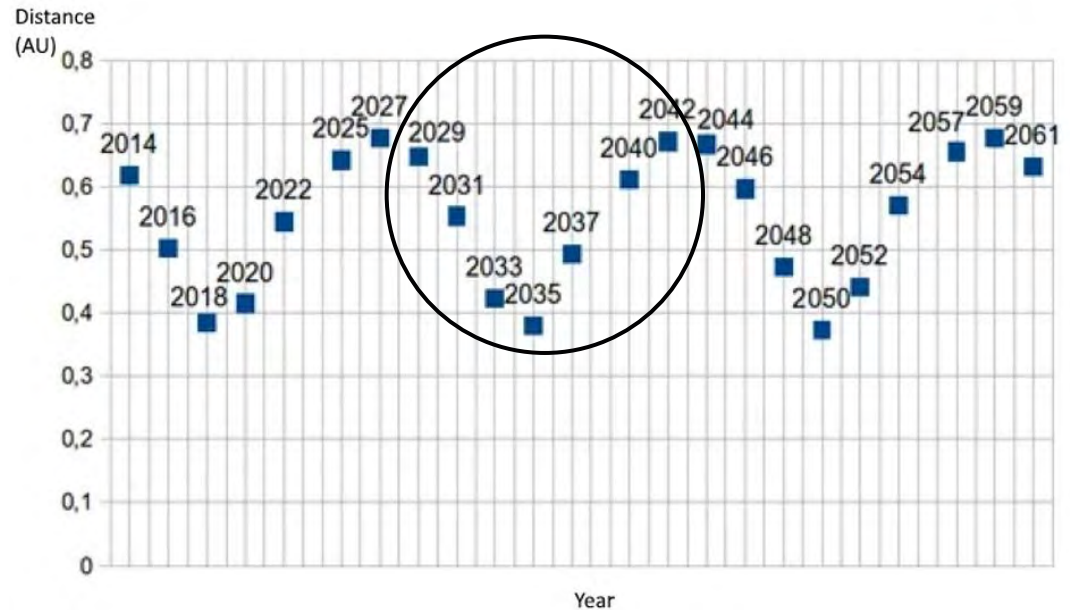


Abbildung 2 (oben): Distanz zwischen Erde und Mars gemessen in astronomischer Einheit (1 AU = ca. Die Entfernung von der Erde zur Sonne ~ 150millionen Kilometer) (Siegel, 2020, vgl. NASA o.D.)

Abbildung 3 (unten): Umlaufbahnen für ein Hinflug von der Erde zum Mars im Jahre 2003 (Bobmoler, 2018)

²⁸Wu & Vera, 2019

²⁹Grünewald, 2023, S. 50-53

³⁰Ryna & Deci, 2017, S.10

3. ZIELGRUPPE

3. Zielgruppe	15
3.1. Die Astronauten.	16
3.2. Die Crew	19
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

3. ZIELGRUPPE

3.1 Die Astronauten

Astronauten sind im Grunde genommen hochtrainierte und kompetente Experten auf mehreren Gebieten, die genauso wie alle Menschen emotionale Schwankungen, Bedürfnisse und Veränderungen in Beziehungen haben [31].

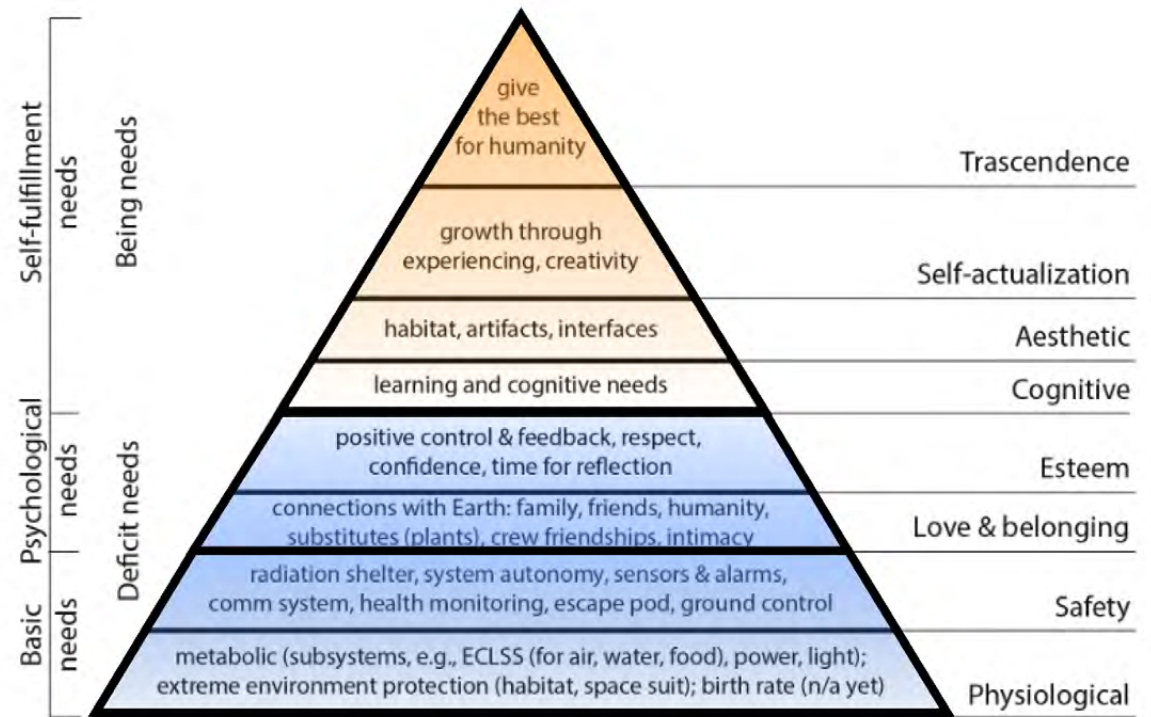
Bedürfnisse

Nach der Maslowschen Bedürfnishierarchie stehen Defizitbedürfnisse im Vordergrund für das Überleben von Astronauten. Bei erfolgreicher Befriedigung werden sie durch Wachstumsbedürfnisse erweitert (Maslow) [32].:

Die **Grundbedürfnisse** werden bei Astronauten durch technische Systeme abgedeckt:

Physiologische Bedürfnisse, wie z. B. Luft, Wasser, Nahrung und Unterkunft decken Lebenserhaltungssysteme ab [32].

Sicherheitsbedürfnisse werden durch ein sicheres und stabiles Raumschiff sowie Gesundheits- und Kommunikationssysteme abgedeckt.



Auf ISS-Missionen ist das Missionskontrollzentrum das Sicherheitsnetz der Crew, bestehend aus Flugkontrolle und Raumfahrtmedizin [32]. Diese Experten erweitern die Fähigkeiten der Crew durch Handlungsanweisungen, Briefings, kontinuierliche Beratung und gesundheitliche Untersuchungen.

Auf einer Mars-Mission fällt dieses Sicherheitsnetz bisher ersatzlos weg, da keine kontinuierliche Kommunikation sichergestellt werden kann. Außerdem verändert die Kommunikationsverzögerung von bis zu 20 Minuten (hin) und der eingeschränkte Datentransfer die Art, wie kommuniziert wird [32].

Abbildung 4: Maslowsche Bedürfnispyramide transferiert auf Astronauten (Balint & Pangaro, 2017, S.6)

³¹Grünewald, 2023, S. 59-60

³²Balint & Pangaro, 2017, S. 4-7

So verändern sich auch die Anforderungen an die **psychologischen Bedürfnisse**:

Das Bedürfnis nach sozialer **Zugehörigkeit** und Verbundenheit verlagert sich, da Astronauten noch stärker vom persönlichen Umfeld (Familie, Freunde, etc.) isoliert sind und situationsbedingt intimer als Crew zusammenwachsen [32] [33].

Dabei spielen Bedürfnisse nach **Wertschätzung** untereinander eine wichtige Rolle für positive Beziehungen, denn sie umfassen Respekt, Kontrolle, Selbstbewusstsein und gegenseitige sowie individuelle Reflexion der Crew [32].

Deci und Ryan erweitern die **psychologischen Grundbedürfnisse** mit Autonomie und Kompetenz (Zugehörigkeit, siehe oben) [33].

Autonomie als Bedürfnis bezieht sich auf den Wunsch nach Selbstbestimmung, Selbstverwaltung und Handlungen, die mit den eigenen Werten und Interessen in Einklang stehen. Autonom zu sein bedeutet nicht, von anderen losgelöst oder unabhängig zu sein, sondern Willensfreiheit (reflektierte Autonomie) kann sogar positive Interaktionen und Wohlbefinden fördern [33].

Kompetenz treibt den Einzelnen dazu an, aktiv nach Möglichkeiten zur Entwicklung von Fähigkeiten, zum Erreichen von Zielen und zum Erleben von Leistung zu suchen, was zu mehr Selbstver-

trauen, Ausdauer und persönlichem Wachstum führt [33].

Auch Forschungen von NASA konnten diese als relevante Grundbedürfnisse für eine Mars-Mission identifizieren, denn nach Goermaere et al. (2019) ist für die Astronauten vor allem Autonomie, aber auch Zugehörigkeit wichtig und beeinflussen sich wechselseitig [34]. Die Einschränkung von Selbstbestimmung führt zu mehr wahrgenommenen Stress, Konflikten und Frustrationen, während die Förderung zu einer Steigerung von Kooperation, Wohlbefinden und Eigenmotivation der Crew führt.

Selbstverwirklichungsbedürfnisse werden von den meisten Raumfahrtagenturen als „Nice-To-Have“ gesehen, obwohl sie gerade bei einer Mission zum Mars unglaublich relevant werden [36]. Wenn die Astronauten bei diesem Grad an Isolation an die Belastungsgrenze stoßen, gefährden mögliche neurologische Verhaltensstörungen die ganze Mission und Crew. Daher wirkt eine erfolgreiche Selbstverwirklichung essenziell wie ein Puffer gegen die Belastung nach Suedfeld [35]. Schließlich beeinflussen kognitive, ästhetische und Selbstentfaltungs-Bedürfnisse das Wohlbefinden der Astronauten und treiben positive Entwicklungen an [36] [37].

³³Ryna & Deci, 2017, S.10-11

³⁴Goermaere et al., 2019, S. 274-276

³⁵Suedfeld, 2001

³⁶Balint & Pangaro, 2017, S. 4-7

³⁷Grünwald, 2023, S. 48-49

Persona

Aus dem Interview und zusätzlicher Recherche wurde eine Persona für die Astronautin Samantha Cristoforetti erstellt (siehe Abb.5).

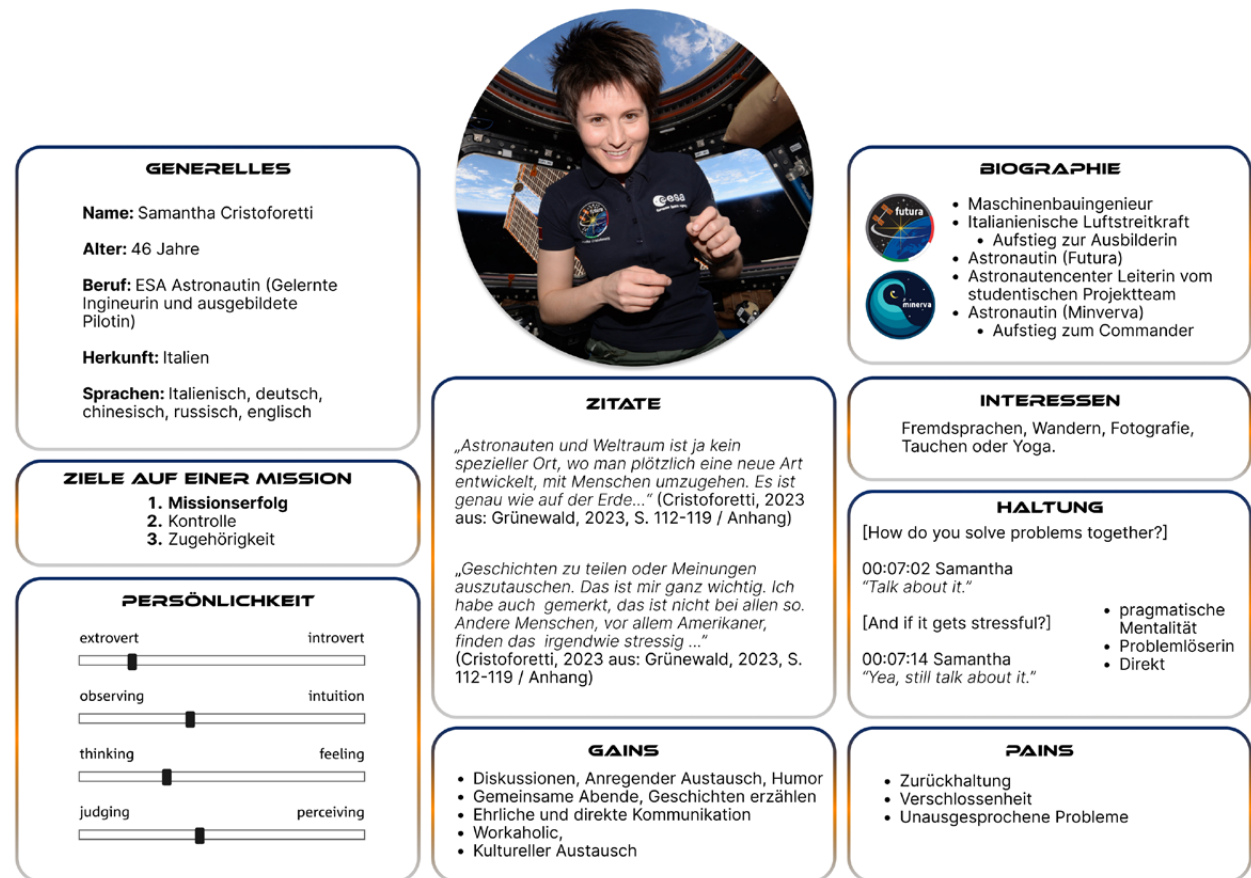
Motivation

Brcics Forschung zeigt, dass die Motivation der Astronauten durch **Erfolg, Zugehörigkeit** und **Macht** geprägt ist [38]:

Am stärksten sind Astronauten von **Erfolg** motiviert, denn das Erreichen von Zielen und wissenschaftlichen Entdeckungen treibt die Mission vorwärts. Allerdings kann auch persönliches Wachstum eine Form von Erfolgserlebnis auslösen [38].

Macht ist bei Crew-Mitgliedern eine geringere Motivation, jedoch beim Commander meist die Höchste. Dabei geht es nicht um Macht-Hunger, sondern vielmehr darum, als Führungspersönlichkeit die Crew erfolgreich zu leiten und zum Erfolg zu führen [38].

Außerdem ist **Zugehörigkeit** ein starker Motivator in der isolierten und beengten Umgebung. Da soziale Interaktion die meistgenutzte Strategie zur Bewältigung gegen Einsamkeit und zur Aufrechterhaltung des psychischen Wohlbefindens ist, wollen die Crew-Mitglieder Teil eines unterstützenden Netzwerks sein. Dabei spielt die Crew-Dynamik, insbesondere bei einer Mars-Mission eine zunehmend relevante Rolle [39].



3.2 Die Crew

Crew-Dynamik

Das Gruppenentwicklungs-Modell von Tuckman und Jensen skizziert mehrere Phasen, die Teams typischerweise durchlaufen: **Forming, Storming, Norming, Performing und Adjourning**. Auch in der Raumfahrt orientiert sich die Crew zu Beginn aneinander und geht dann in die Konfliktphase über,

Abbildung 5: Astronaut Persona Samantha (vgl. Grünewald, 2023, S. 112-119)

³⁸Brcic, 2010, S.1110-1115

³⁹Grünewald, 2023, S.38-41

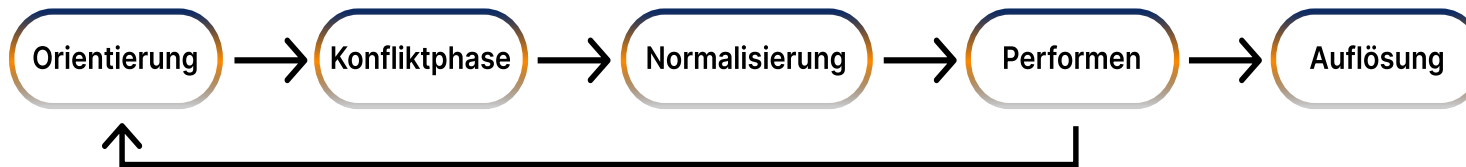


Abbildung 6 (oben):
Gruppenentwicklungs-
Modell nach Tuckman
und Jensen (vgl.
Grünewald, 2023, S.
34)

Abbildung 7 (unten):
Crew der Expedition
42 - Mission Futura
von Samantha (ESA,
2015)

um Gruppennormen auszuhandeln. Anschließend normalisiert sie sich als sozialen Kern (oder nicht), um schließlich effektiv zu Performen oder sich wieder neu zu orientieren [40]. Trotzdem durchlebt jede Crew diese Phasen unterschiedlich und hier gibt es keine allgemeingültig anwendbare Unterstützung. Soziale Kompatibilität verkompliziert diesen Prozess, denn Kultur, Geschlecht, Alter, Hintergrund und Training haben im Positiven wie Negativen einen großen Einfluss auf die Crew-Dynamik [40]; wichtig für eine effektive Gruppe ist ein resilienter sozialer Kern.

Teamresilienz als sozialer Prozess

Teamresilienz kann als dynamischer, psychosozialer Prozess verstanden werden. Dabei ermöglichen widerstandsfähige Beziehungen nicht nur gemeinsame Erfolge zu feiern, sondern auch das gemeinsame Durchstehen schwerer Zeiten oder Konflikte. Währenddessen schützt das soziale Umfeld sich wechselseitig vor negativen Folgen der Stressoren [41]. Das Ergebnis ist eine kollektive positive Anpassung.

Die Förderung von Teamresilienz als sozialer Prozess hängt von der Zusammensetzung und Kombination der Teammitglieder sowie ihre Handlungen und Interaktionen miteinander ab [41]. Da sich die Astronauten permanent in einer kritischen Ausnahmesituation befinden, ist hier das TiKAS Modell sinnvoll (siehe Abb.8). Dabei wird deutlich, dass vor allem die mittel- bis langfristige Anpassung für Astronauten interessant ist, da dies einen Rückgang des wahrgenommenen Stress nach sich zieht. Hier unterstützt alles was die Astronauten gemeinsam machen, also der Beruf, die sprachliche / technische Ausbildung, die geteilten Erlebnisse und Begeisterung, denn sie verbessern die Teamkognition durch einen größeren geteilten Wissensschatz [42]. Dieser steigert wesentlich die Qualität des geteilten mentalen Modells [43].

⁴⁰Grünewald, 2023, S.27-36

⁴¹Rolfe, 2018, S. 199-208



Geteiltes mentales Modell

Ein mentales Modell ist ein vereinfachtes Gedankenkonstrukt im Kopf einer Person, wie die Welt funktioniert. Es basiert auf Erfahrungen, gesammeltes Wissen und Erwartungen. Deren Überschneidungen in einem Team (z.B. der Raumfahrt-Crew) wird im Folgenden ein geteiltes mentales Modell genannt [43]. Es beinhaltet ein kollektives Verständnis der Crewmitglieder, Ressourcen, Lage, Ziele, Prozesse, Strukturen und Umwelt (siehe Abb.9). Geringe Überschneidungen führen zu Missverständnissen oder Fehlern, die insbesondere auf einer Mars-Mission kritisch sein können. Große Überschneidungen verbessern die Teamleistung, weil die Crew Probleme und Entscheidungen von einer ähnlichen Perspektive aus bewältigen [43]. Kontinuierliche Updates und explizite Kommunikation helfen dabei unbemerkte Risiken zu senken und die Handlungen an die aktuelle Lage anzupassen [42]. Ein geteiltes mentales Modell ist demnach kein absolutes Verständnis, sondern wächst und verändert sich im Laufe der Zeit gemeinsam mit der Gruppe und ist abhängig von Kommunikation, Kooperation und Koordination (siehe Abb.9).

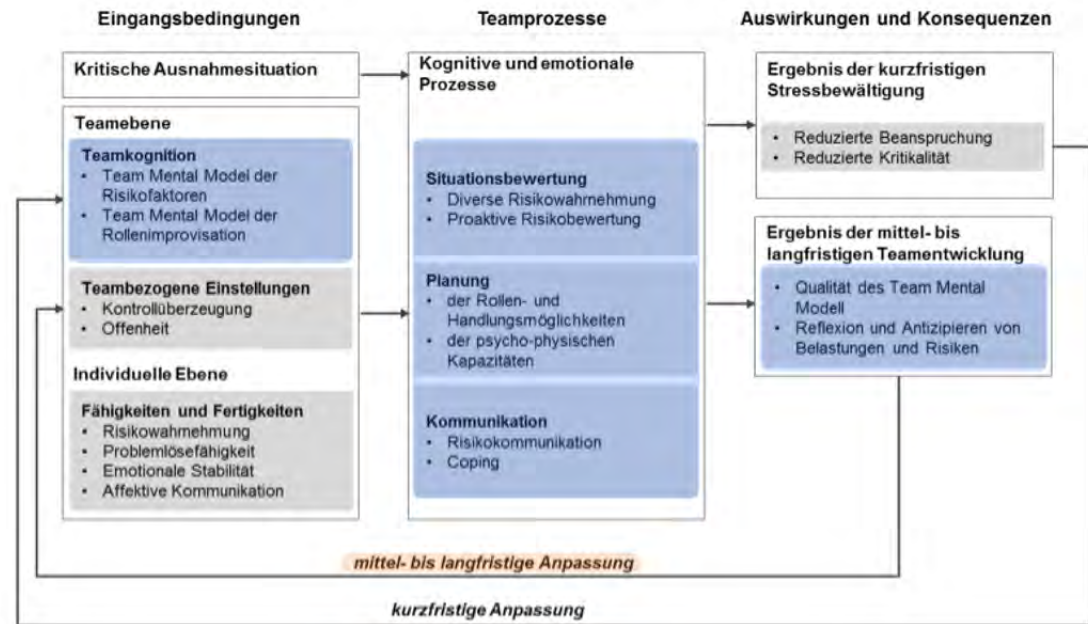
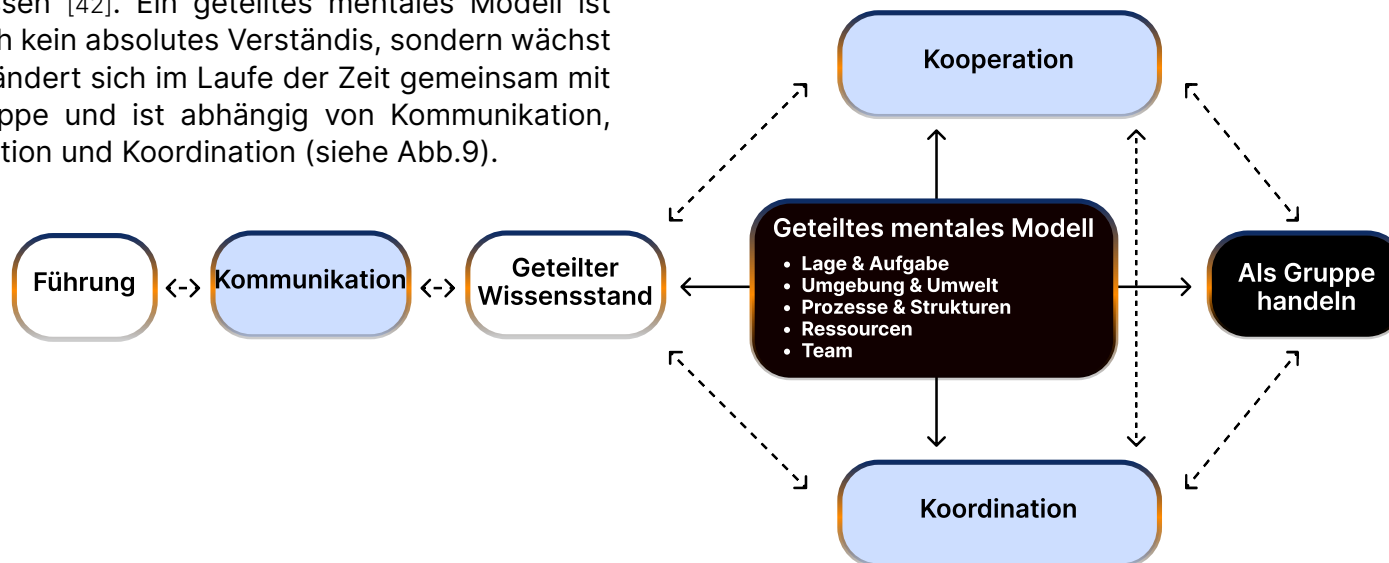


Abbildung 8: Modell der Resilienz in kritischen Ausnahmesituationen (vgl. Semling und Ellwart, 2016, S.124)

⁴²Grünewald, 2023, S.52-53

⁴³Grünewald, 2023, S.27-36

Abbildung 9: Gruppenhandeln (vgl. Badke-Schaub, 2012 und ESA, Seine & Bessone 2017)

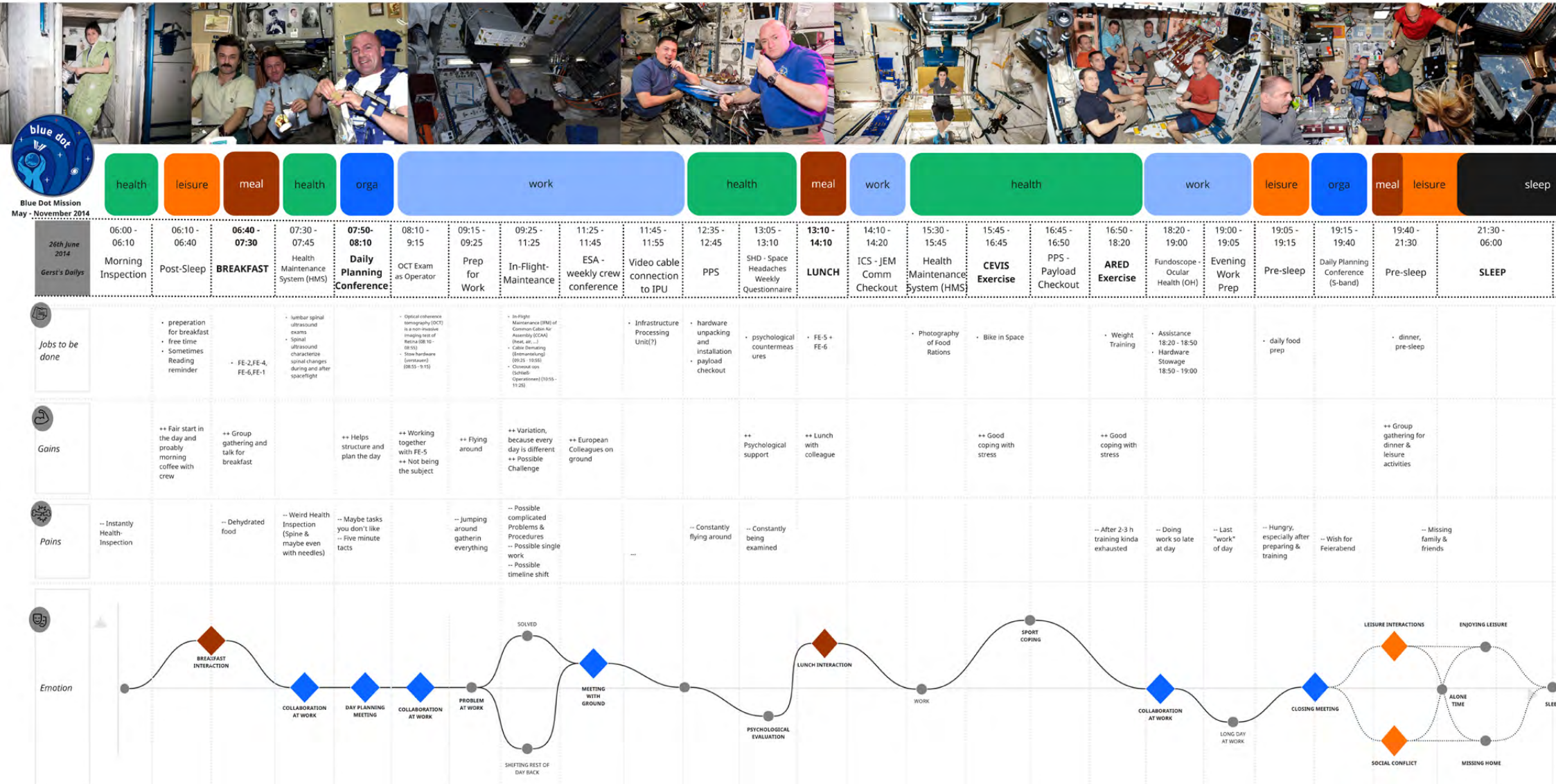


User-Journey

Um herauszuarbeiten, wann die Crewmitglieder überhaupt miteinander interagieren, stellt diese User-Journey einen beispielhaften Arbeitstag von Alexander Gerst am 26.06.2014 während der Blue

Dot Mission auf der ISS dar. Die Bilder stellen nicht diese spezifische Mission dar, sondern dienen zur visuellen Unterstützung. Die blauen Rauten sind Arbeits Interaktionen, während die orangenen Rauten Freizeit Interaktionen sind.

Abbildung 10: User-Journey basierend auf der ISS-Timeline von FE-6: Alexander Gerst (NASA, 2014)



4. PROJEKTVORBEREITUNG

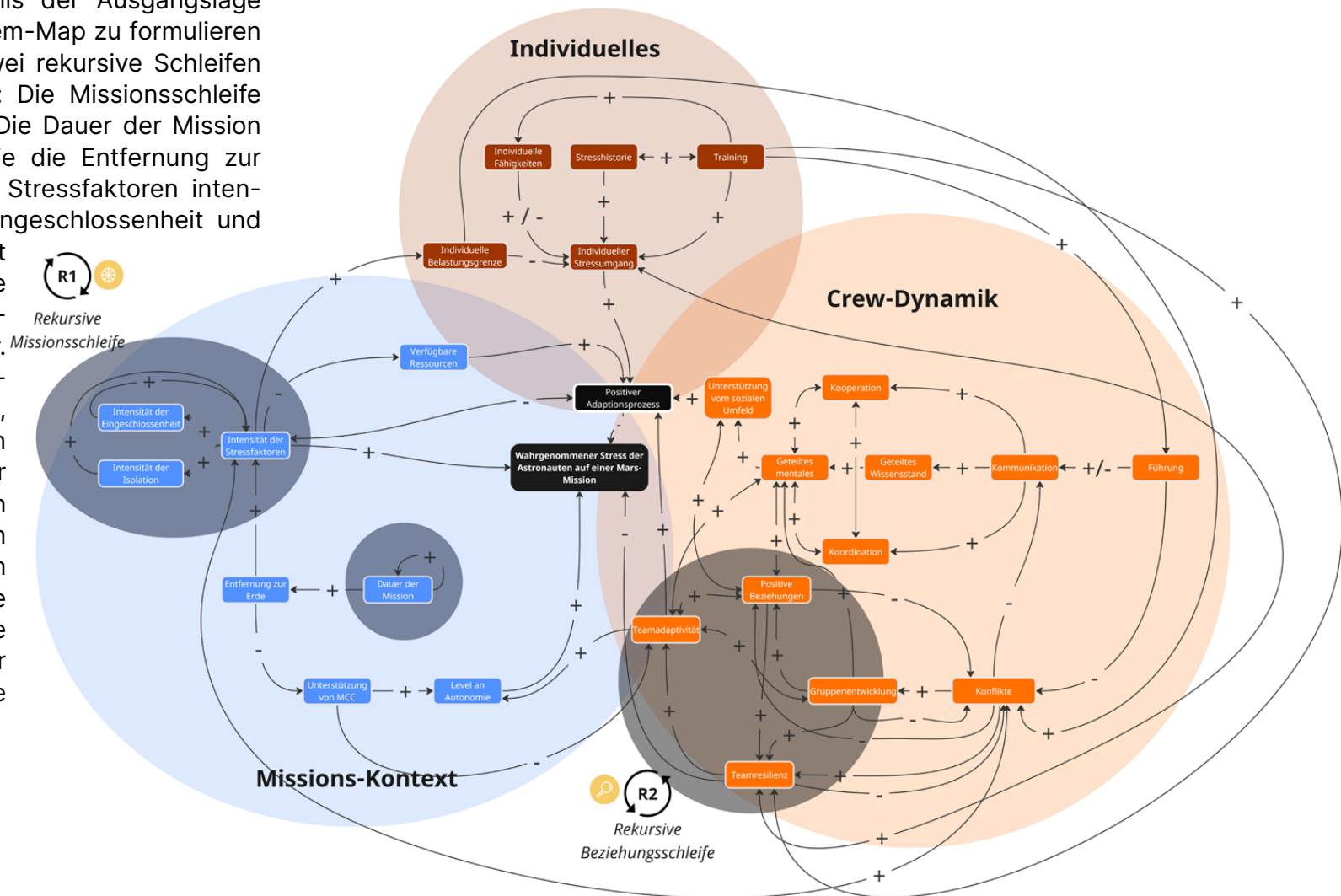
4. Projektvorbereitung	22
4.1. System-Map	23
4.2. Projektanforderungen	24
4.3. Mögliche Projektideen	24
4.4. Evaluation und Auswahl	26
4.5. Projektzielscheibe	26
Zurück zum Inhaltsverzeichnis	4

4. PROJEKTVORBEREITUNG

4.1 System-Map

Das systemisches Verständnis der Ausgangslage hat ermöglicht folgende System-Map zu formulieren (siehe Abb.11). Dabei sind zwei rekursive Schleifen im Zentrum der Problematik: Die Missionsschleife und die Beziehungsschleife. Die Dauer der Mission steigt stetig an, genauso wie die Entfernung zur Erde. Deswegen werden die Stressfaktoren intensiver, schließlich kann die Eingeschlossenheit und Isolation nicht ausgeschaltet werden und stellt damit eine stetig wachsende Stressbelastung für die Crew dar. Dennoch gibt es die Beziehungsschleife als Kontrast, denn die Crew wächst wegen den Herausforderungen immer weiter zusammen (wenn die Beziehung erfolgreich gestaltet wird). Dies hat einen positiven Dominoeffekt auf alle Bereiche der Mission, denn die Crew setzt als Zentrum der Mission alle Handlungen in die Tat um.

Abbildung 11: System-Map einer Mars-Mission



4.2 Projektanforderungen

Da die Umgebung wie ein Brennglas vor allem soziale Probleme verstärkt, muss der Gruppenkern durch resiliente Beziehungen stabilisiert werden. Schließlich fallen externe Interaktionspartner, wie Familie, Freunde und das Sicherheitsnetz des Missionskontrollzentrum zunehmend weg. Insbesondere, weil die Isolation auf einer Mars-Mission die Erfahrung für alle Beteiligten zu einer wirklich intensiven Herausforderung machen wird, sollte die steigende Intimität der Crew als Chance auf engere Beziehungen genutzt werden. Schließlich fördert das gemeinsame durchleben von harten Zeiten die Resilienz der Crew nachhaltig. So kann die Crew auch die Bedürfnisse nach Sicherheit und Wertschätzung durch gegenseitige Zugehörigkeit decken. Außerdem wird das persönliche Wachstum begünstigt, sodass die positive Entwicklungen einen Puffer gegen Stressfaktoren aufbauen. Die zunehmende Autonomie fordert auch ein belastbares, sich ständig anpassendes, geteiltes mentales Modell der Crew. So kann insbesondere bei unerwarteten Ereignissen oder harten Zeiten der Mission die positive Adaption der Crew sichergestellt werden.

Um nun ein interaktives Medium für diese Anforderungen zu gestalten, wird Crew-Centered-Design eingesetzt [44]. CCD setzt die Crew ins Zentrum der Mission, statt sie als Teil vom System zu behandeln. Angewendet auf die bisherigen Anforderungen ergibt

sich, dass der soziale Kern im Zentrum durch einen Rahmen als Medium geleitet werden könnte.

Diese Projektanforderungen haben die Brainstorming-Phase geprägt und nach einer Aussortierung kamen vier mögliche Projektideen in Frage.

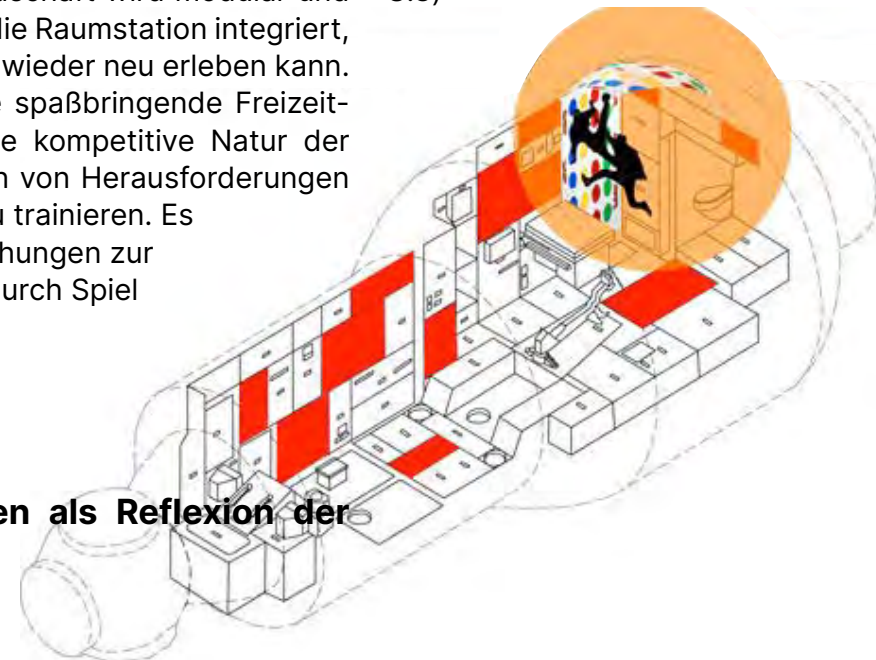
⁴⁴Balint & Pangaro, 2017, S. 10-12;
abgeleitet von Human-Centered-Design

4.3 Mögliche Projektideen

„Astronauten-Playscapes“ - Spielerische Unterstützung der Gruppentwicklung

Der Ansatz gestaltet eine kreative Spiellandschaft für die gesamte Crew, welche durch Spielmechaniken soziale Interaktion und die Gruppentwicklung unterstützt. Diese Spiellandschaft wird modular und als intelligentes System in die Raumstation integriert, sodass die Crew sie immer wieder neu erleben kann. Dabei ist es nicht nur eine spaßbringende Freizeitaktivität, sondern nutzt die kompetitive Natur der Astronauten, um das Lösen von Herausforderungen und Problemen als Team zu trainieren. Es basiert auf einzelnen Forschungen zur Förderung von Kreativität durch Spiel bei LZRM [45].

Abbildung 12: Playscape - Twister; Smart surface visualization (Liapi et al., 2013, S.8)



„Living Ship“- Pflanzen als Reflexion der

Interaktionen

Dieser Ansatz

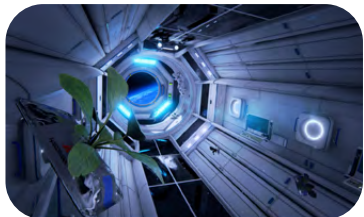
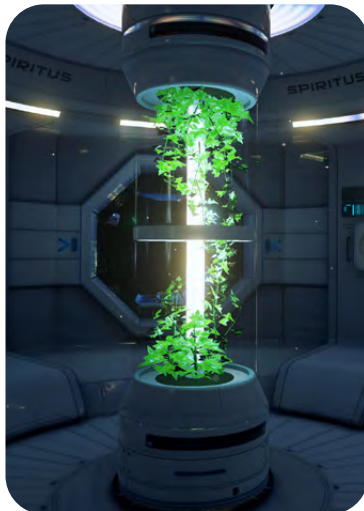


Abbildung 13: Screenshots aus dem Videospiel ADR1FT

verbindet die natürliche mit der technischen Welt, denn die sozialen Interaktionen der Crew beeinflussen das Wachstum der Pflanzen im Raumschiff. Je mehr positive und harmonische Interaktionen die Crew hat, desto mehr gedeiht die Umgebung des Schiffes mit einer lebendigen und üppigen Pflanzenwelt. Dieser Ansatz gestaltet einen positiven Dominoeffekt, denn der Anbau und die Pflege von Pflanzen trägt zur Stressbewältigung, zum psychologischen Wohlbefinden und zur emotionalen Zufriedenheit der Astronauten bei [46]. Dies fördert wiederum mehr positive Interaktionen, welche die Umgebung weiter gedeihen lässt.

„Trainings-Artefakte“ - Das geteilte Wissen greifbar

machen

Dieser Ansatz macht das individuelle Wissen, die Lektionen und Erfahrungen der Astronauten im Laufe des Trainings in einem nutzbaren Artefakt greifbar. Diese Artefakte können in der Mission zusammengetragen werden, um Wissen auszutauschen und in einem geteilten Wissensstand zu kombinieren. Dies basiert vor allem auf dem Konzept vom gemeinsamen mentalen Modell und macht die Überschneidungsbereiche greifbarer. Durch die Gestaltung von greifbarem Wissen soll der Informationsfluss innerhalb der Gruppe gefördert, die Lagebesprechungen effizienter und Teamarbeit durch bessere Kommunikation erleichtert werden [47].

„Curated-Autonomy“ - Die Selbstverwaltung unterstützen

Dieser Ansatz widmet sich der zunehmenden Autonomie und Isolation bei einer Mars-Mission, indem die Selbstverwaltung der Crew geleitet wird. Hierfür wird ein unsichtbarer Vermittler gestaltet, der sich an die aktuelle Lage der Crew anpasst und dieser zuarbeitet. Dabei liegt die Entscheidungsgewalt immer bei der Crew, sodass der Output auch verändert und weiterentwickelt werden kann. Dies erfüllt das Bedürfnis nach Selbstbestimmung, ohne dabei zusätzlichen Stress durch übermäßige Selbstverwaltung zu verursachen. Außerdem wird die Missionskontrolle durch ein Bindeglied mit einbezogen, was die Fähigkeiten der Astronauten trotz



Abbildung 14: Holo-Map (Bercea, 2018)

⁴⁵Liapi et al., 2013, S. 6-9

⁴⁶Grünewald, 2023, S. 14-15

⁴⁷Grünewald, 2023, S.27-36

Abbildung 15: Playbook von NASA (Alberty, 2017)



Kommunikationsverzögerung erweitert. So wird ein Crew-zentriertes Umfeld geschaffen, welches die Rolle der Crew während der gesamten Mission unterstützt („What HAL9000 could have been“[48]). Dieser Ansatz basiert auf ähnlichen Lösungen von NASA und umfangreicher Forschung [49] [50] [51] [52].

4.4 Auswahl & Evaluation

Diese vier Ansätze wurden in einer Entscheidungsmatrix bewertet. Hierbei wurden erst mit der 6 Hütchen Methode die Ideen aus verschiedenen Perspektiven betrachtet und anschließend anhand folgender Kriterien bewertet: Die Hauptkriterien beinhalten „Effektivität gegen Stressfaktoren“, „Fokus auf Interaktion“ und den „Forschungsstand“ des Ansatzes (siehe Anhang). Diese wurden durch Nebenkriterien erweitert, wie z.B. „Akzeptanz der Stakeholder“ oder „Spaß an der Idee“.

Diese Evaluation wurde im Peer-Review überprüft, wodurch letztendlich der „Curated Autonomy“ Ansatz ausgewählt wurde. Der Grund lag hierfür in dem ausgeprägten Forschungsstand, dessen Effektivität gegen Stress bereits erfolgreich in Usability-Tests erprobt wurde [49]. Außerdem bietet der Ansatz viele Erweiterungsmöglichkeiten, um verschiedene Aspekte der Crew-Beziehungen zu gestalten.

4.5 Projektzielscheibe

Nach dieser Entscheidung wurde eine Projektzielscheibe für das Bachelor-Projekt definiert.

⁴⁸Korsmeyer, 2005

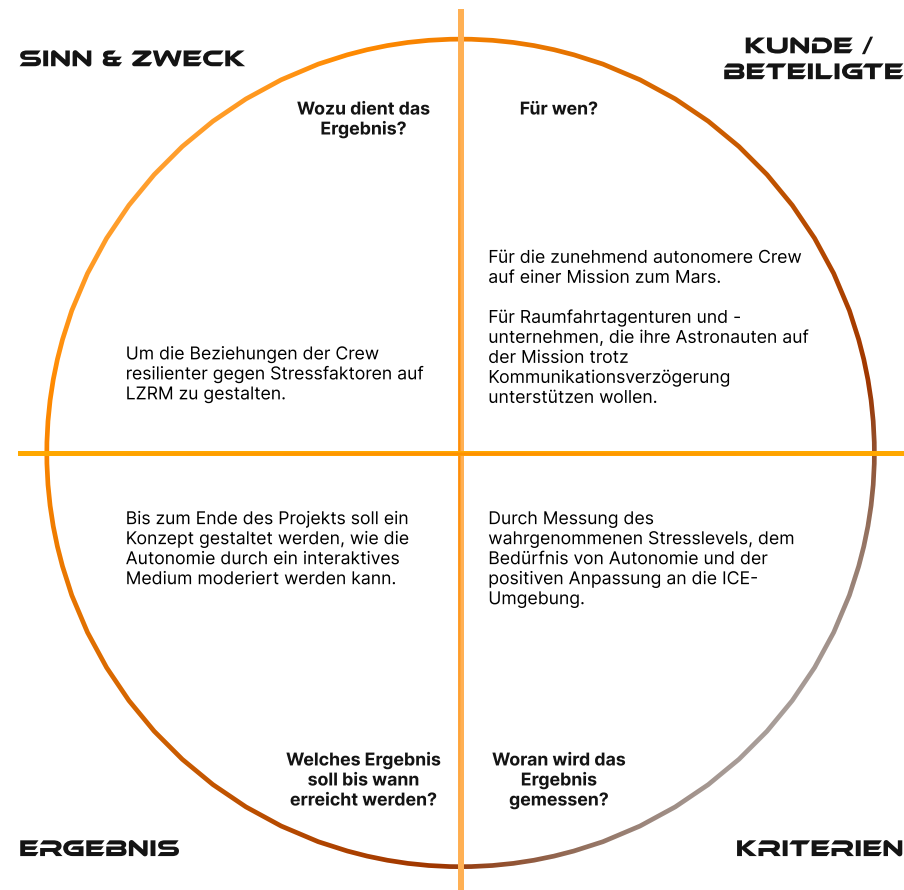
⁴⁹Lee, 2021

⁵⁰Alberty, 2017

⁵¹Marquez, 2022

⁵²Balint & Pangaro, 2017

Abbildung 16: Projektzielscheibe (vgl. nach Coverdale)



5. KERNKONZEPT

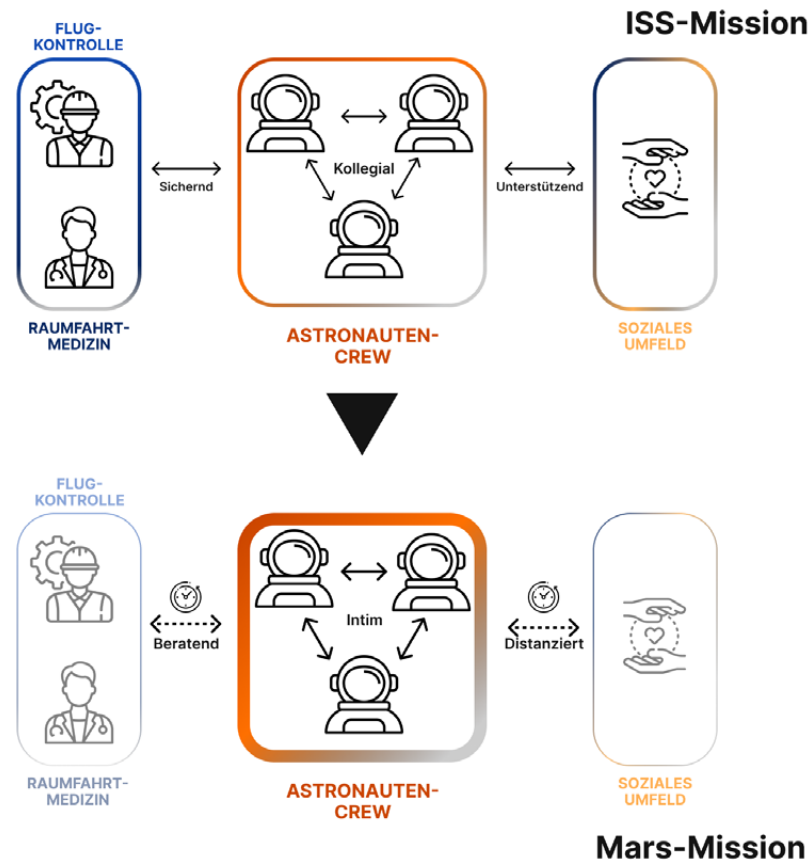
5. Kernkonzept	27
5.1. Crew-Interaktion	28
5.2. Handlungsablauf	29
5.3. Leitbild und Hinführung zur Idee	31
5.4. Idee	33
5.5. Golden Circle	34
Zurück zum Inhaltsverzeichnis	4

5. KERNKONZEPT

5.1 Crew-Interaktion

Die Mitglieder der Crew haben miteinander **kameradschaftliche** Beziehungen, denn aus beruflicher Sicht wollen sie gemeinsam den Missionserfolg sicherstellen. Dazu zählt, dass jedes Mitglied in der Lage ist, effektiv seinen Beitrag zu leisten. Wenn Stressfaktoren (z.B. im dritten Quartal der Mission) die Crew stärker belasten, suchen sie durch soziale Unterstützung eine Möglichkeit, damit umzugehen und die Performance aufrechtzuerhalten. Schließlich befinden sich alle in der gleichen Situation, weshalb ein Gefühl von Zugehörigkeit entsteht. Kameradschaftliche Beziehungen können von negativen, über neutralen bis zu positiven Interaktionen reichen.

Doch auf LZRM bei ISS-Missionen sind drei externe Handlungspartner in die Interaktion involviert: (Abb.16). Die Beziehung zur Missionskontrolle ist dabei wie ein **Sicherheitsnetz** während der Mission. Schließlich sichern die Experten in der Flugkontrolle und Raumfahrtmedizin die Leistung und Aktivitäten der Crew. Darüber hinaus spielen **unterstützende** Beziehungen zur Familie eine wichtige Rolle, um sich emotional gestärkt zu fühlen. Durch eine regelmäßige Kommunikation zwischen der Crew und deren persönlichem Umfeld wird das Gefühl von Isolation



deutlich gesenkt (z.B. Videokonferenz mit der Familie am Wochenende).

Diese externen Handlungspartner sind auf einer Mars-Mission durch die Kommunikationsverzögerung deutlich weniger involviert (Abb.17). Die Beziehung zur gesamten Missionskontrolle wird **beratender**, denn bei einer Verzögerung von bis zu 20 Minuten (pro Nachricht) kann weder die Flugkontrolle noch die Raumfahrtmedizin aktiv eingreifen. Genauso wird die Beziehung zur Familie **distanzierter**, sodass die Isolation noch intensiver spürbar ist.

Abbildung 17: Crew-Interaktion und externe Handlungspartner

Da es keine Alternative gibt und die Isolation zunimmt, werden die internen Crew-Beziehungen situationsbedingt **intimer**. Diese Intimität bedeutet, dass die Kollegen alle persönlichen Annehmlichkeiten und Unannehmlichkeiten teilen müssen - wie eine **Familie eingesperrt in einer Metallbüchse** [53]. Sie sind voneinander abhängig, gegenseitige Bedürfnisse zu erfüllen. Dabei sind Spannungen und Konflikte vorprogrammiert, doch die Beziehung darf nicht **feindselig** werden und damit die Mission gefährden. Schließlich bildet sie den sozialen Kern der Gruppe.

Allerdings entsteht dadurch eine Chance auf wahre Freundschaften. Schließlich sind sie **Gefährten**, die durch harte Zeiten und Konflikte zusammenwachsen können. Diese angestrebte Beziehung wird im folgenden „**companions**“ oder **Gefährten** genannt [54] [55] [56]:

Companions oder Gefährten beschreibt hier die Verbundenheit durch widerstandsfähige Beziehungen innerhalb der Crew. Es beinhaltet, sich gegenseitige emotionale Unterstützung, geteilte Erlebnisse oder Hilfe geben zu wollen. Der Unterschied zu Kollegen ist, dass es keine professionelle Distanz gibt und die Interaktionen nicht unbedingt an die Arbeitsumgebung geknüpft sein müssen. Stattdessen wächst die Beziehung insbesondere beim gemeinsamen durchstehen von harten Zeiten oder Konflikten während der Reise und ist trotzdem so stabil, dass mehr positive als negative Interaktionen entstehen.

5.2 Handlungsablauf

Doch solch eine Beziehung existiert nicht ab dem ersten Tag auf einer Mars-Mission, sondern entsteht als Prozess im Laufe der Zeit.

Der Aufbau von Teamresilienz als sozialer Prozess wird in der Teamforschung als Teamadaptivität untersucht. Teamadaptivität beschreibt hierbei die Fähigkeit, sich als Gruppe sich kurz-, mittel- oder langfristig an neue Gegebenheiten anzupassen und verläuft dabei in iterativen Handlungsschritten [57]:

- Ein gemeinsames **Situationsbewusstsein**, was durch regelmäßige **Kommunikation** geschaffen wird.
- Die **Handlungsplanung**, um durch **Koordination** die nächsten Handlungen zu organisieren.
- Die **Planausführung**, sodass die geplanten Handlungen alleine oder in **Kooperation** in die Tat umgesetzt werden.
- Und die **Revision**, um aus den durchgeführten Handlungen Erkenntnisse oder Verbesserungen zu **lernen**.

Dieser Prozess wurde auf ISS-LZRM hauptsächlich von der Missionskontrolle gesteuert. Dabei hat die Flugkontrolle das Situationsbewusstsein, die Handlungsplanung und Planausführung durch Briefings, Tagesplanung und Experten-Beratung kontrolliert. Die Raumfahrtmedizin hat ebenfalls das Situationsbewusstsein, durch eine regelmäßige Revision und eingeplante Untersuchungen geschärft.

⁵³aus Grünewald, 2023, S. 52:

„like a small family when they live in a big tin can“ -Jambor, 2023

⁵⁴**Gefährte**

„[männliche oder weibliche] Person, die durch Freundschaft oder gleiche Lebensumstände mit jemandem verbunden ist; [begleitender] Freund, Kamerad“ Duden, 2023

⁵⁵**companion**

„a person you spend a lot of time with often because you are friends or because you are traveling together“ Cambridge Dictionary, 2023a

⁵⁶**companionship**

„the enjoyment of being with someone“ Cambridge Dictionary, 2023b

⁵⁷Semling & Ellwart, 2016, S.121-122

Die zunehmende Autonomie einer Mars-Mission ist dabei vor allem ein Prozessproblem, da die Crew eigenverantwortlich die Schritte ohne Missionskontrolle durchführen muss.

Der Bezug zur Interaktion ist dabei die Qualität der Teamadaptivität. Demnach ist das gemeinsame Situationsbewusstsein abhängig vom geteilten mentalen Modell der Crew, also davon wie gut sich die Crew gegenseitig einschätzen kann und wie offen sie miteinander kommuniziert. Je enger die Beziehung untereinander, desto effektiver kann die Crew miteinander planen und streiten. Schließlich sind nach Badke-Schaub Konflikte essenziell, um die Möglichkeiten und Grenzen der Zusammenarbeit auszuhandeln [59]. Außerdem wächst die Crew bei jeder Iteration dieses Prozesses als Ganzes mehr und mehr zusammen, wobei die Revision vor allem für die mittel- bis langfristige Anpassung ausschlaggebend ist. Je besser die Crew miteinander eingespielt ist, desto effektiver ist dieser Prozess.

Hier kommt das Konzept von „**Curated Autonomy**“ von Balint und Pangaro ins Spiel (deutsch: kuratierte Autonomie) [58]. Schließlich kann die zunehmende Autonomie vor allem zu Beginn überfordernd sein und die Teamadaptivität überlasten. Daraus abgeleitet wäre es also sinnvoll einen Rahmen zu gestalten, der die Crew in ihrer Selbstverwaltung leitet und während den Interaktionsschritten unterstützt. Dies wird im Folgenden als „geleitete Autonomie“ bezeichnet.

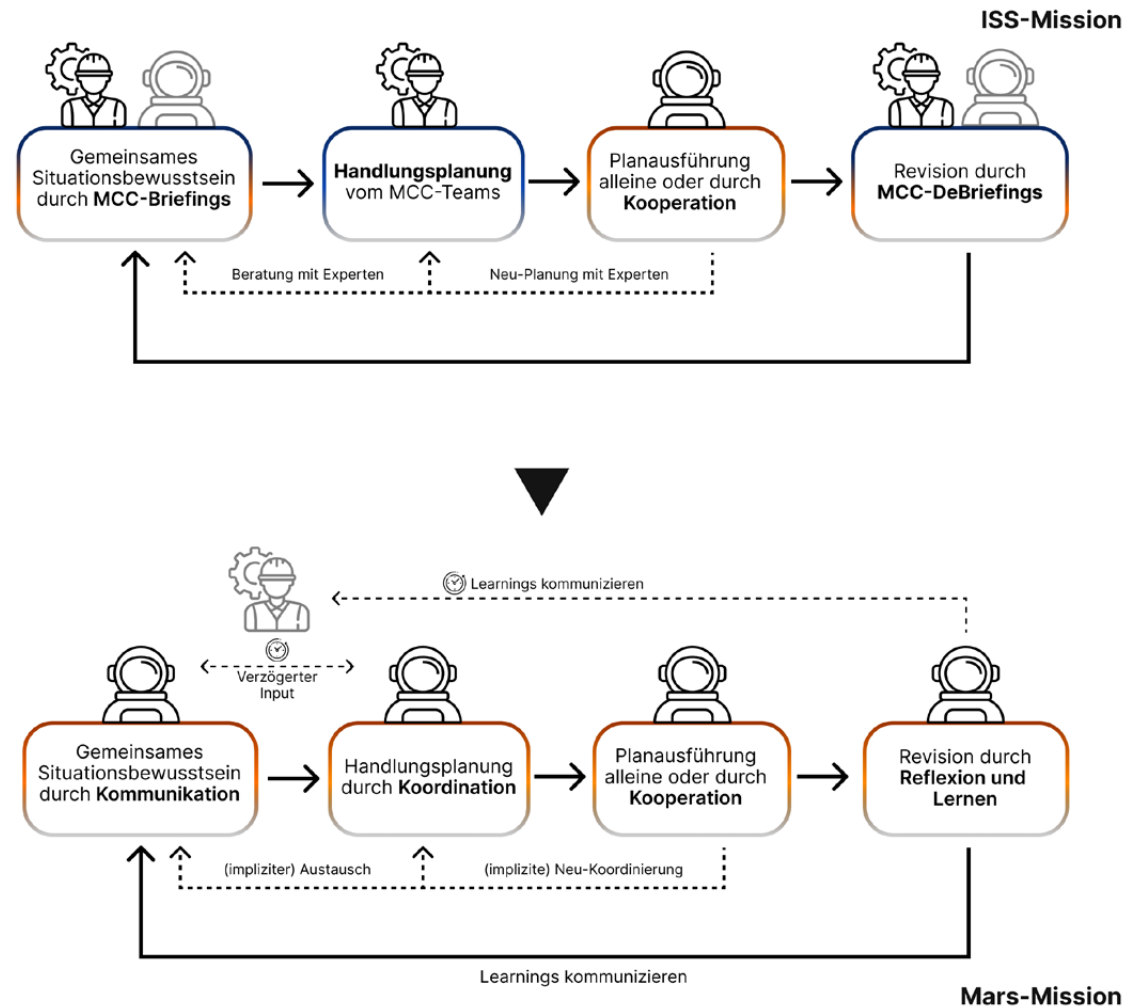


Abbildung 18: Teamadaptivität in iterativen Prozessschritten angewandt auf LZRM (vgl. Semling & Ellwart, 2016, S.121-122)

⁵⁸Curated Autonomy

deutsch: Kuratierte Autonomie; Autonomie der Crew bedeutet die Übergabe der Kontrolle an die Astronauten, die unabhängig von der Missionskontrolle handeln können. Durch kuratierte Autonomie werden die Regeln für diese autonome Crew festgelegt und somit der Rahmen eingeschränkt. So kann das Ausmaß der Autonomie geleitet werden. Balint & Pangaro, 2017, S. 11

⁵⁹Badke-Schaub, 2012, S. 128

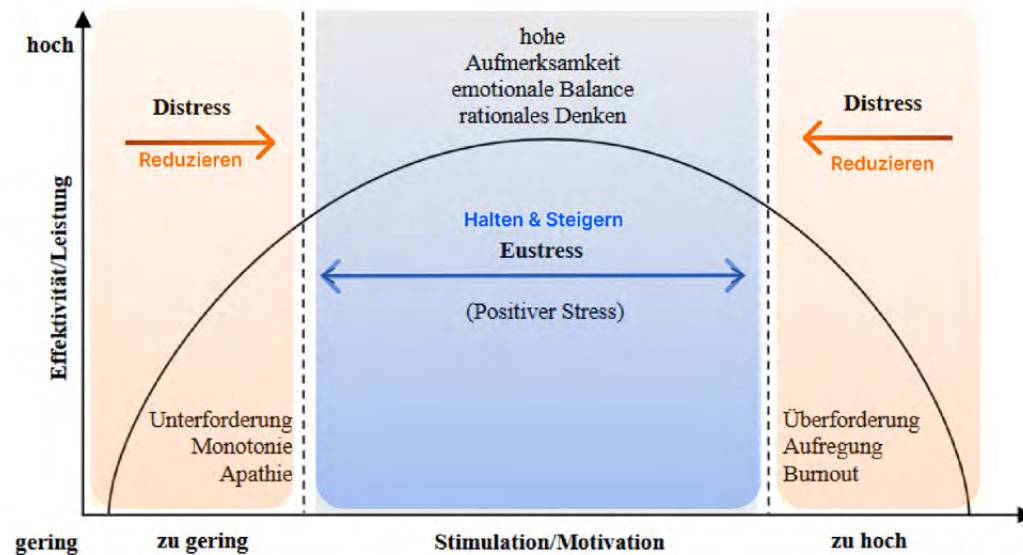
5.3 Leitbild und Hinführung zur Idee

Geleitete Autonomie hat also das Ziel, ein richtiges Maß an Autonomie zu finden, um den Adaptionsprozess effektiv zu unterstützen. Um dieses Maß zu definieren, hilft der **Zusammenhang zwischen Stimulation und Leistung** (Yerkes-Dodson-Gesetz) als Leitprinzip:

Ein Stressreiz, der überfordert oder unterfordert, führt zu „**Distress**“ und hat negative Auswirkungen auf Körper und Psyche. Wenn der Stressreiz aber genau richtig ist, dann nimmt die Person es als lohnenswerte Herausforderung wahr, statt einer Belastung. Dies führt zu „**Eustress**“ mit einer Leistungssteigerung und positiven Auswirkungen [60].

Das Medium sollte also einschätzen können, wie die aktuelle Lage der Crew ist. Wenn die abgeschätzte Lage unterfordernd oder überfordernd ist, sollte das Maß an Autonomie verändert werden. Daraus lässt sich ableiten, dass solch ein intelligentes Medium selbstständig im Laufe der Mission Entscheidungen treffen muss. Diese Entscheidungen sollten aber immer die Beziehungen der Crew im Fokus haben.

Diese Form der Zusammenarbeit von Menschen und autonomen Systemen nennt sich „**Human-Autonomy-Teaming**“ (HAT). HATs sind mindestens ein Mensch, der mit mindestens einem autonomen Agenten zusammenarbeitet [61].



Schon 1991 hat die NASA dieses Konzept für die Raumfahrt spezifiziert:

„The concept of a joint human-intelligence system team [is] introduced. This team consists of an operator (onboard crew member or ground flight controller) and an intelligent system. As a team, the operator and intelligent system **actively cooperate**. - Malin's et al. (1991, pp. 3-7) [62].“

Im Vergleich zu Menschen oder Maschinen allein erzielen HATs eine bessere Leistung, insbesondere in Situationen mit hoher Komplexität. Autonome Systeme können als Multiplikator für menschliche Teams dienen und sind vor allem bei Missionen mit undefinierten Parametern notwendig, wie bei einer Mars-Mission [63].

Abbildung 19: Yerkes-Dodson-Gesetz (Yerkes-Dodson-Law)(vgl. Klingenber, 2022, S.14)

⁶⁰Teigen, 1994, S. 525

⁶¹Ein autonomer Agent meint hier eine Computerentität, die in Bezug auf Entscheidungsfindung, Anpassung und Kommunikation teilweise oder in hohem Maße selbstverwaltet ist.

O'Neill et al., 2020, S. 904

⁶²O'Neill et al., 2020, S. 905

⁶³Lyons et al., 2021, S. 2

In dem Bereich sind drei allgemeine Rollen identifiziert worden, wie Maschinen in Teams unterstützen können [64]:

- (1) Als **Erweiterung der Einzelpersonen**, um die Erledigung der Aufgabe zu unterstützen.
- (2) Als **gleichberechtigtes Teammitglied**, welches zum Erreichen eines gemeinsamen Ziels menschenähnlich kommuniziert und agiert.
- (3) Als **Unterstützung für das Team als Ganzes**, was die Gruppendynamik beeinflusst und dem gesamten Team zuarbeitet.

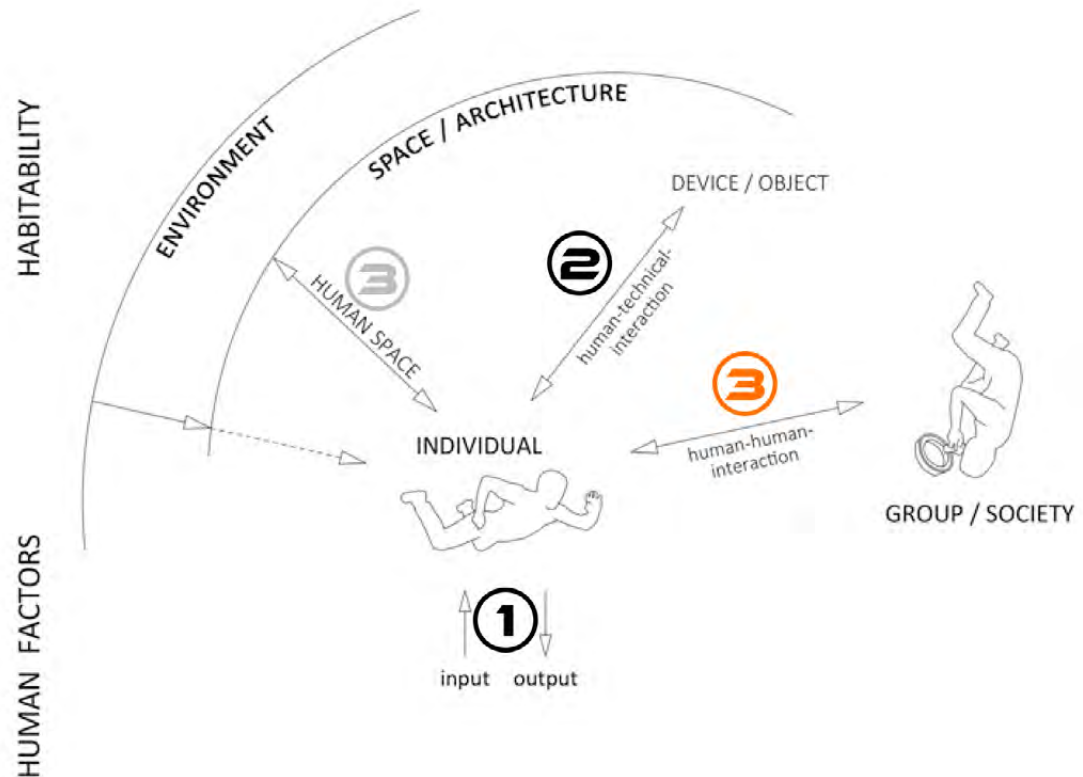
Die bisherige Forschung kritisiert, ob die Entwicklung autonomer Agenten zur Nachahmung menschlicher Teammitglieder effektiv ist. Schließlich neigen Menschen dazu auf Maschinen sozial zu reagieren, selbst, wenn dies nicht vom Designer gewollt ist [64]. Doch autonome Agenten sind weit davon entfernt, die gleiche Selbstbestimmtheit und den gleichen Willen wie Menschen zu erreichen [65]. Diese Diskrepanz macht es schwierig für Menschen, den von Natur aus undurchsichtigen Teamkollegen zu akzeptieren oder ihm zu vertrauen [65]. Dies mindert die Teamarbeit, weshalb solche HATs (2) deutlich schlechter abschneiden [65].

Vielmehr wird vorgeschlagen **eine Rolle speziell für den autonomen Agenten zu entwickeln**, statt die Rolle eines Menschen zu übernehmen [65]. Das Ziel ist die Gestaltung einer nahtlosen Integration von menschlicher und technologischer Fähigkeiten in

ein gut funktionierendes soziotechnisches System [66]. Schließlich ist das HAT wie eine Schere, die das Gewebe des Arbeitsbereichs durchschneidet. Wenn man die eine oder andere Klinge schärft - also die Fähigkeiten des Menschen oder der Maschine steigert - kann das zu saubereren Schnitten führen. Gäbe es jedoch keine Schraube - keine wirksame Schnittstelle - die die Klingen zusammenhält, würde die Schere, egal wie scharf sie wäre, überhaupt nicht schneiden [66]. Demnach fokussiert ein Konzept für die Crew auf einer Mars-Mission darauf, die effektive Schnittstelle und kontinuierliche Zusammenarbeit zu gestalten. Dabei werden (1) und (3) fokussiert.

⁶⁴Lyons et al., 2021, S. 2-5
⁶⁵O'Neill et al., 2020, S. 930
⁶⁶Behymer & Flach, 2016, S. 107-113

Abbildung 20: Human-Autonomy-Teaming Ansätze visualisiert im Habitability-System-Diagramm (vgl. Häuplik-Meusburger & Bishop, 2021, S. 4)



5.4 Die Idee: companionship

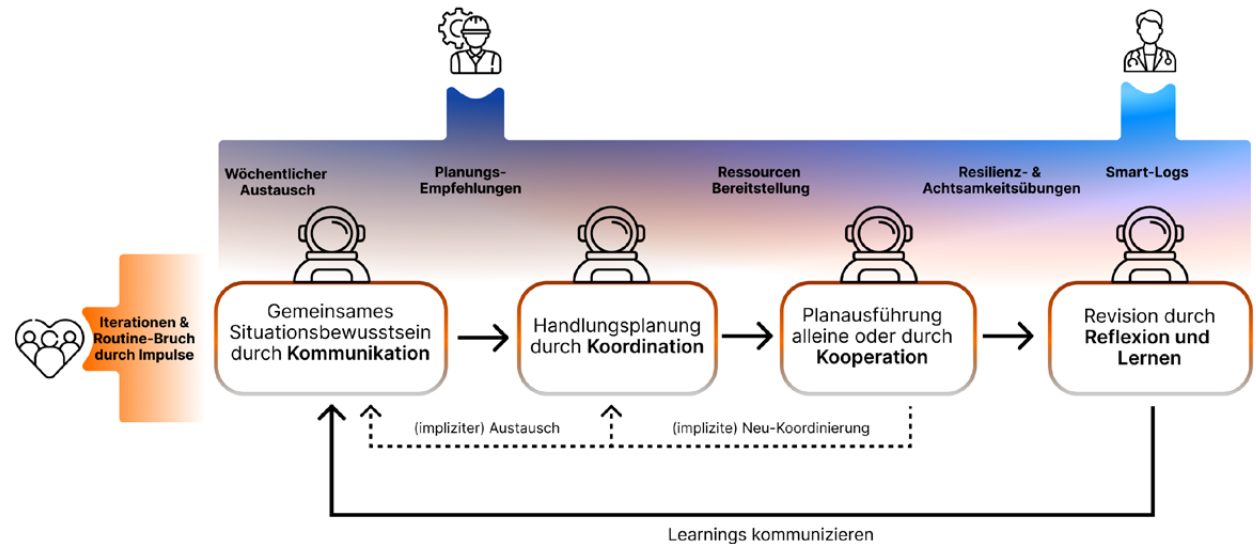
Für Astronauten-Crews, die auf einer Mars-Mission mit zunehmender Autonomie umgehen müssen, ist companionship ein interaktives Mediensystem, welches basierend auf der aktuellen Lage der Crew als Mediator gezielte Empfehlungen zum kuratieren der Autonomie und anregende Interaktionsimpulse zum vertiefen der Beziehungen bietet, um die mittel- bis langfristige Teamadaptivität zu fördern.

Im Gegensatz zu bisherigen Ansätzen von menschenähnlichen Computerelementen oder Planungs-Werkzeugen [67], agiert dieses System als unterstützendes Umfeld und arbeitet der Widerstandsfähigkeit von Astronauten-Beziehungen im Zentrum zu.

System-Funktionen

Die Smart-Logs fördern die Reflexion der Astronauten durch personalisierte Fragen, Tagebuchkomponenten, Achtsamkeits- und Resilienzübungen. Dies ist eine erweiterte Unterstützung der Raumfahrtmedizin, welche diesen Schritt durch Psychologen vorher unterstützt hat. Außerdem dient es als Input für das System, um die aktuelle Lage der Crew festzustellen.

Die gezielten Empfehlungen helfen bei der Kommuni-



kation und Planung der Woche. Alle Arbeiten werden in größeren Arbeitspaketen zusammengefasst und als flexibel oder fest eingeplant. Einmal wöchentlich wird ein Raum zum Austausch geschaffen, um das gemeinsame Situationsbewusstsein auf dem aktuellen Stand zu halten und damit die kommende Woche zu planen. Zwar entsteht dadurch ein positives Gefühl von Selbstbestimmung, doch ein übermäßiger Aufwand löst wahrgenommenen Stress aus [67]. Dieser übermäßige Aufwand der Planung wurde vorher von einem großen Expertenteam der Flugkontrolle übernommen, doch nun muss eine Crew von drei bis fünf Personen den selben Aufwand bewältigen. Hierbei unterstützen Zuteilungs-Empfehlungen, um die Überforderung zu reduzieren und den Austausch in den Vordergrund zu rücken. Die Empfehlungen sind gezielt auf die aktuelle Lage der Crew zugeschnitten und basieren auf dem Profil, dem Input der Flugkontrolle und den Smart-Logs.

Abbildung 21: Systembestandteile am Handlungsablauf visualisiert

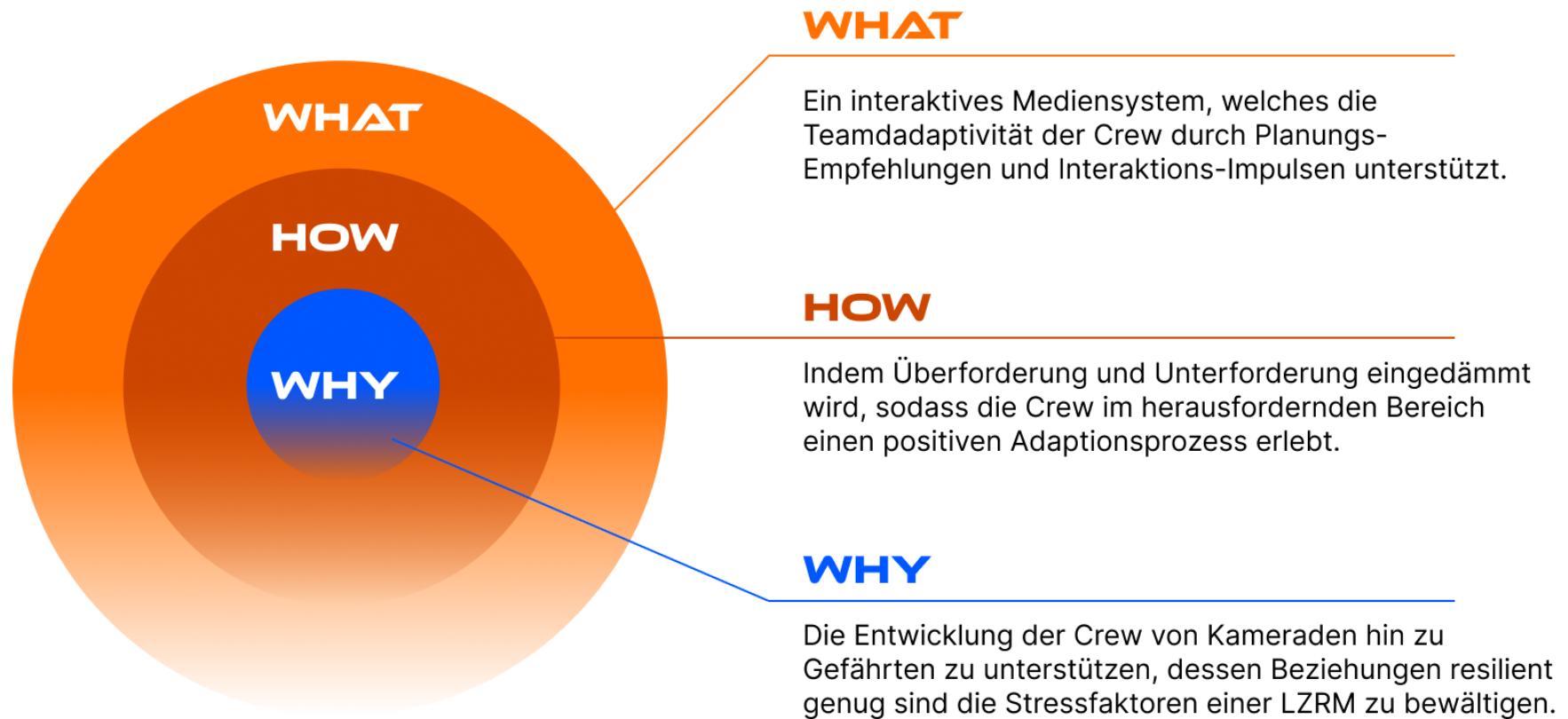
⁶⁷Lee, 2020

Die Impulse wirken der Unterforderung / Langeweile im Laufe der Mission entgegen. So treten sie z.B. vermehrt ab der Hälfte der Mission auf, um dem 3/4 Effekt entgegen zu wirken. Sie sind überraschende Gesprächsstarter oder Handlungsaufforderungen, sodass Interaktionen außerhalb der Arbeitszeit angeregt werden. Dies bricht die kameradschaftliche

Distanz innerhalb der Crew im Laufe der Zeit auf, um die Beziehung der Gefährten zu erweitern. Teilweise werden sie von der Öffentlichkeit (Community) auf der Erde mitgestaltet, um die Astronauten durch kulturelle Abwechslung aus ihrem Trott zu holen und zu verdeutlichen, dass die Menschheit hinter ihnen steht.

Abbildung 22: Golden Circle von companionship

5.5 Golden Circle



6. INTERAKTIONSDSIGN

6. Interaktionsdesign	35
6.1. Charakter der Anwendung	36
6.2. Beziehungskonzept	37
6.3. Verhaltensregeln und Interaktionstonalität	38
6.4. Interaktionswerkzeuge und Interaktionsstil	38
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

6. INTERAKTIONSDSIGN

6.1 Charakter der Anwendung

Der Charakter eines solchen Systems ist an der angestrebten Beziehung der Crew abgeleitet: Companions - ein Gefährte, welche auch in schwierigen Zeiten Unterstützung bietet.

Interne Organisation

Die Navigation und Systemarchitektur von companionship ist organisiert und konstruktiv gestaltet. Es wird einen einfachen Zugang zu Informationen und Funktionalitäten ermöglicht, sodass die Nutzungshürde so gering wie möglich ist. Trotz der simplen Struktur zeichnet sich das System auch durch Einfallsreichtum aus, denn es bietet eine breite Palette von Werkzeugen, um den verschiedenen Bedürfnissen der Astronauten gerecht zu werden. Dieser Einfallsreichtum spiegelt sich außerdem in den vielfältigen Gesprächsstartern und Handlungsaufforderungen wider.

Mentale Fähigkeiten

Die mentalen Fähigkeiten sichern die Effektivität des Systems durch Taktgefühl, Zuverlässigkeit und Kompetenz. Kompetenz zeigt sich durch Inhalt und Empfehlungen, die aus psychologischer und arbeits-technischer Perspektive tatsächlich sinnvoll sind. Das System ist auf jedem Gerät zuverlässig verfügbar, wenn es gerade benötigt wird. Das Taktgefühl zeigt sich durch die Fähigkeit auch zu stressigen Zeiten Impulse oder Empfehlungen angemessen zu präsentieren, sodass sie weder störend noch disruptiv wirken.

Abbildung 23: Charakter der Anwendung

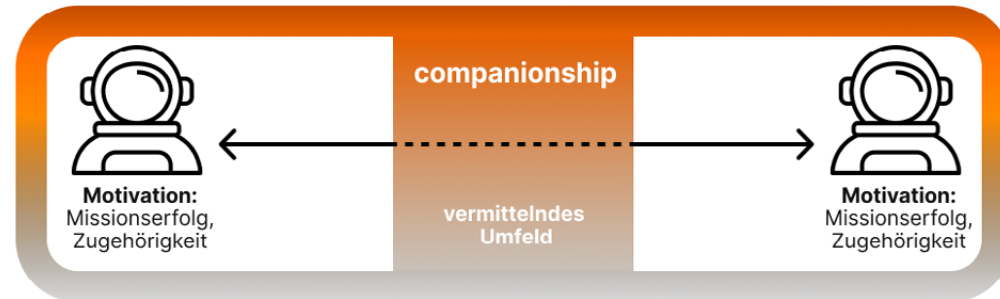
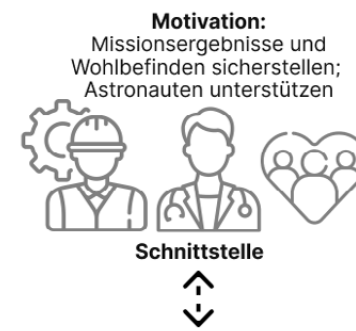


Wertesystem

Im Mittelpunkt steht ein positives Miteinander, das die Bedeutung sowohl positiver als auch negativer Aspekte der Beziehungen beachtet. So verkörpert companionship Verständnis, Effektivität und Optimismus. Diese prägen als Werte die Nutzung des Systems und des Services. Für den Optimismus wird sich auch der positiven Psychologie bedient, welche den Aufbau von Stärken, den Umgang mit Schwierigkeiten und die Pflege von Beziehungen im Fokus hat [68].

Verhalten / Präsenz

Die Benutzerfreundlichkeit und der Service des Mediensystems sind einfach zu lernen und mit einem positiven Ton gestaltet. Außerdem ist jede Aufforderung, Aktion oder Empfehlung des Systems zielgerichtet, um das Wohlbefinden und die Widerstandsfähigkeit der Crew zu stärken. Dementsprechend sind manche Impulse provokant gestaltet, um eine Reaktion hervorzurufen.



6.2 Beziehungskonzept

Das System übernimmt die Rolle als Mediator, zwischen den Astronauten. Es ist dabei keine eigene Entität, sondern ein unterstützendes Umfeld. Darüber hinaus bindet es die Missionskontrolle und die Community durch eine Schnittstelle mit ein. Konkret bedeutet das, dass companionship nicht in die Interaktion selbst eingreift. Vielmehr arbeitet es den Astronauten durch Empfehlungen und Reflexionstools zu, sodass die Qualität der Beziehung verbessert wird. Die Rolle der Astronauten ist nach wie vor den Erfolg der Missionsziele sicherstellen und dabei spielen sie sich als Crew ein. Wenn die Lage kritischer ist, wird companionship deutlich präsenter in der Interaktion. Schließlich geht es darum, diese harten Zeiten als Möglichkeit für eine engere Beziehung zu nutzen.

Abbildung 24: Beziehungskonzept von companionship als unterstützendes Umfeld im Laufe der Zeit

⁶⁸Seligman & Csikszentmihalyi, 2000, S.5-14

6.3 Verhaltensregeln & Interaktionstonalität

Das System verhält sich nicht kontrollierend, sondern die Astronauten haben immer das letzte Wort. Dementsprechend ist die Atmosphäre niemals gezwungen, sondern unterstützend und die Astronauten entscheiden selbst, ob sie das Angebot annehmen oder verändern. Die Sprache ist dabei optimistisch, um auch in stressigen Zeiten einen positiven Effekt zu haben. Außerdem ist die Sprache immer lösungsorientiert, schließlich wollen die Astronauten Erfolge erzielen und dafür kompetente Vorschläge erhalten.

Je kritischer die Lage wird, desto prägnanter wird die Tonalität von companionship. Schließlich ist es wichtig, die Astronauten im „Eustress“ zu halten. Sobald die aktuelle Lage von „Disstress“ geprägt ist, wird die Sprache dementsprechend direkter und zielstrebig. Trotzdem wird niemals eine gezwungene Atmosphäre erzeugt, denn die Astronauten haben auch hier das letzte Wort; stattdessen wird gerade in einer kritischen Situation kompetente Transparenz vermittelt, welche durch die angepasste Sprache und ausreichend Erklärung der Logik sichergestellt wird.

6.4 Interaktionswerkzeuge & Interaktionsstil

companionship ist zuverlässig auf verschiedenen Geräte verfügbar. Abgeleitet von heutigen ISS-Missionen, haben die Astronauten eigene Smartphones, Tablets, Laptops und Computer für Experimente. Diese Medien haben visuelle, auditive und taktile (Vibration) Kanäle. Dabei verkörpert die Visualisierung das optimistische Gefühl durch ein warmes Orange, den lösungsorientierten Inhalt durch ein beruhigendes Blau und der Fokus auf Wachstum durch ein angenehmes Grün [69]. Diese werden durch einen schwarzen Hintergrund betont, dessen Transparenz das unterstützende Umfeld im Gegensatz zu einer eigenen Entität verkörpert. Außerdem spiegelt das Licht in der Raumstation die aktuelle Atmosphäre der Tagesphasen wider, so ist z.B. während der Arbeit eher bläuliches direktes Licht von oben für die Professionalität und abends gelblich-oranges Licht als indirekte Beleuchtung für Intimität [70]. Die Atmosphäre wird dabei zudem taktil und auditiv unterstützt, denn es werden z.B. die Impulse als Element der Überraschung durch anregendes Sounddesign gestaltet.

Über die Geräte hinaus zeigt der Zeitpunkt der Impulse die mentalen Fähigkeiten. Die Impulse werden taktvoll zur angemessenen Tageszeit gegeben und sind angemessen für die aktuelle Stimmungslage der Crew. Das Interface der Applikation wird auf das Wesentliche reduziert und möglichst simpel gestaltet, sodass eine strukturierte und zielstrebige Navigation ermöglicht wird.



⁶⁹Böhringer et al., 2014

⁷⁰Romocean, 2022

Abbildung 25: Interface- & Farbgestaltung



7. SYSTEM-ARCHITEKTUR

7. Systemarchitektur	39
7.1. Use-Case-Diagramm	40
7.2. Algorithmus-Logik	42
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

7. SYSTEM-ARCHITEKTUR

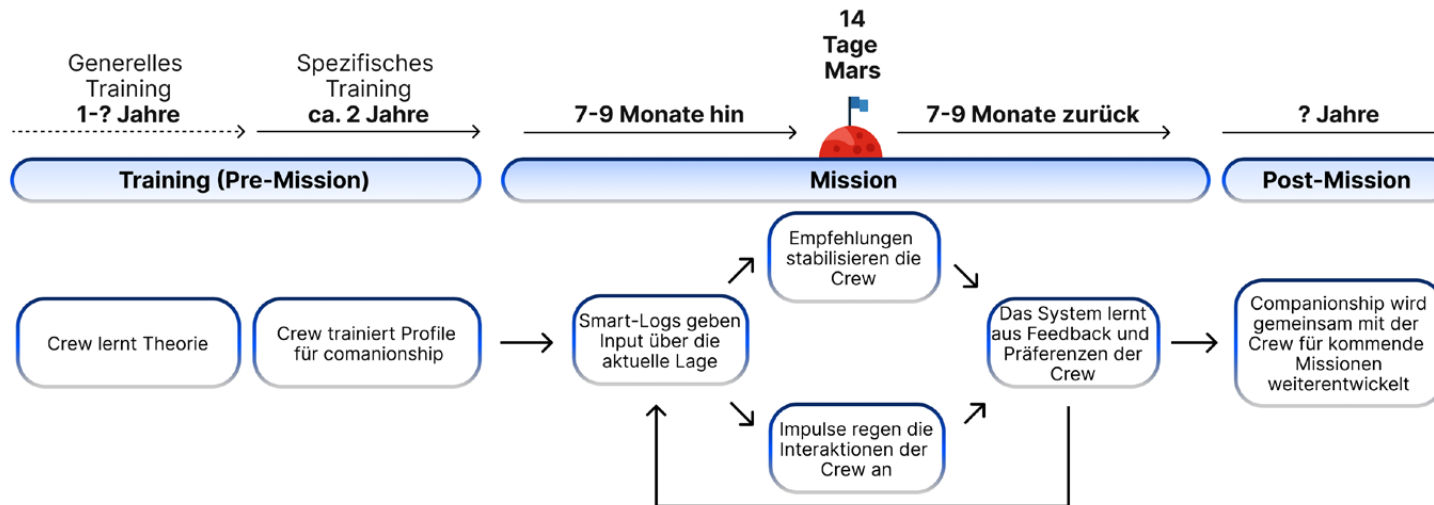


Abbildung 26: companionship während den Missions-Phasen

Wie diese Visualisierung zeigt, werden im Training für die bestimmte Mission die Astronautenprofile erstellt. Außerdem werden Missionsdaten genutzt, um den Zeitplan der Astronauten zu erstellen. Während der Mission greifen die Empfehlungen und die Impulse als System ineinander, welches durch die Smart-Logs Input für die aktuelle Lage bekommt und die Reflexion der Astronauten unterstützt. Aus Feedback und Präferenzen lernt das System im Laufe der Mission sich an die Crew anzupassen. Nach der Mission wird das ganze Mediensystem bewertet und für nachfolgende Missionen weiterentwickelt.

7.1. Use-Case-Diagramm

Dieses Use-Case-Diagramm (siehe nächste Seite) stellt dar, welche Nutzungsszenarien vom System abgedeckt werden und wie dabei die Navigationsarchitektur ineinander greift. Es gibt fünf antizipierte Use-Cases, bei denen companionship unterstützt: Timeline, Arbeitspaket, Smart-Log, Profil und Impuls.

Der Reiter „**Timeline**“ unterstützt die gesamte Crew bei der Wochenplanung, also insbesondere die Kommunikation über die aktuelle Lage, die Koordination der verschiedenen zeitlichen Abläufe und die

Planung der kommenden Arbeitspakete.

Bei der Ausführung der täglichen Arbeiten unterstützt der Reiter „**Arbeitspaket**“ mit allen relevanten Ressourcen und Informationen, die Astronaut X für die aktuelle Arbeit benötigt. Bei beiden Reitern unterstützt die Flugkontrolle die Systemfunktionalität.

Der Reiter „**Smart-Log**“ unterstützt die individuelle Reflexions-Routine von Astronaut X durch Input-Möglichkeiten oder weiteren Handlungsempfehlungen, basierend auf den eingegebenen Präferenzen und einer Sammlung von psychologischen Übungen.

Um diese Einstellungen zu verändern oder nachvollziehen zu können, gibt es den Reiter „**Profil**“, mit einem zusammenfassenden Dashboard.

Abschließend unterstützt der Reiter „**Impuls**“ die Anregung von Crew-Interaktionen. Dieser ist eher „versteckt“ im Navigationsmenü, da die Impulse als Element der Überraschung Interaktionen anregen sollen. Die Datenbank mit möglichen Impulsen wird dabei von der Community und den Psychologen

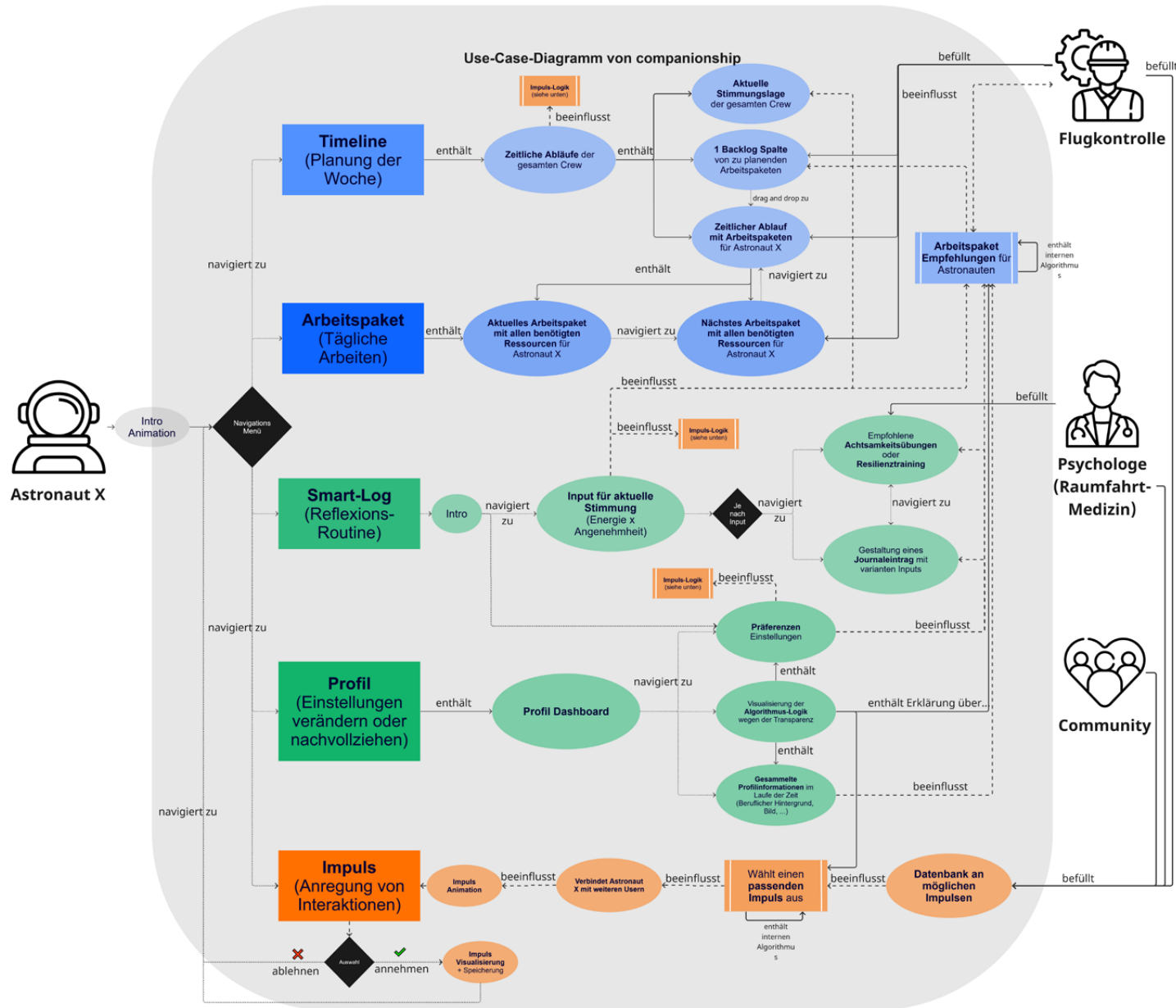


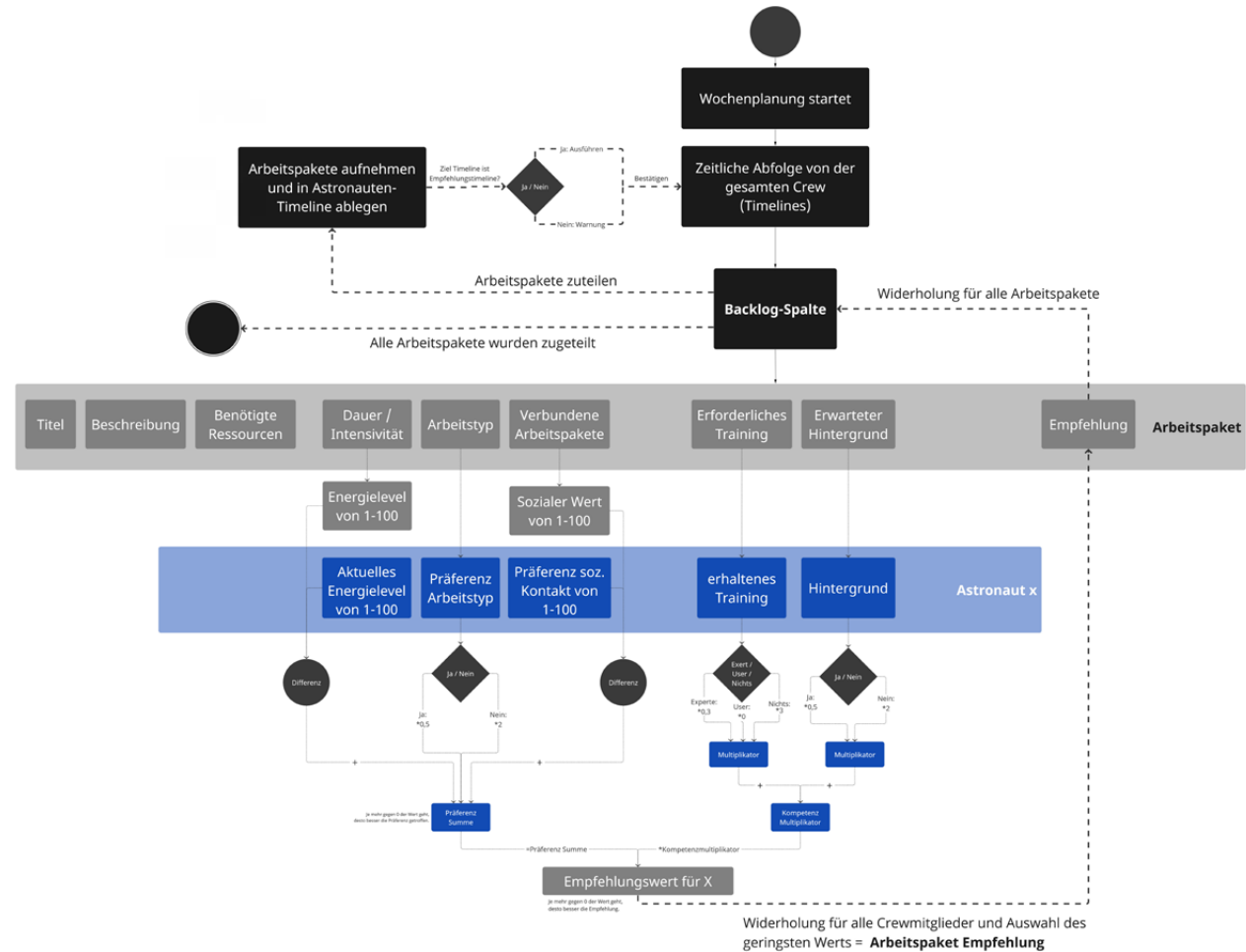
Abbildung 27: Use-Case Diagramm von companionships Navigation

befüllt. Sobald ein passender Impuls ausgewählt wurde, verbindet das System diese verschiedenen Crew-Mitglieder durch eine Pop-up Animation miteinander. Die Astronauten können den Impuls annehmen, was das Ambiente verändert oder ablehnen und wieder zum Navigationsmenü gelangen. Erfolgreiche Impulse werden über eine bestimmte Licht-Farbe und dem Sound-Design des Impuls in das Ambiente der Raumstation eingebettet, sodass während der Freizeit auch die Erinnerung an den Impuls angeregt wird.

7.2 Algorithmus-Logik

Empfehlungen

Die Planung von Arbeitspaketen der Crew wird in flexible und feste Arbeitspakete unterteilt. Die festen Arbeitspakete sind von der Flugkontrolle in den Arbeitsablauf eingebaut, da sie an zeitliche Einschränkungen geknüpft sind. Sie können nur in Absprache mit der Flugkontrolle verändert werden. Die flexiblen Arbeitspakete wiederum sind frei anpassbar für die Crew. Dabei unterstützt das System mit „Zuteilungs-Empfehlung“, die durch eine ausklappbare Ranking-Liste nachvollzogen werden können. Die Logik dieser Liste basiert auf dem Vergleich von Attributen der Arbeitspakete mit den Angaben der Astronauten. Dabei wird in zwei Kriterien unterschieden: Die Präferenz und die Kompetenz.



Präferenz vergleicht die Eingaben der Astronauten von Arbeitstyp, gewünschten sozialen Kontakt und aktuelles Energielevel mit den entsprechenden Werten des Arbeitspaket. Die Differenz aus diesen Werten ist die Präferenz-Summe.

Abbildung 28: Ablaufdiagramm der Arbeitspaket-Empfehlung

Kompetenz ist abhängig vom beruflichen Hintergrund und dem erhaltenen Training, denn die Flugkontrolle hat Vorschriften, wer an welchem Paket arbeiten darf. Hier werden Booleans, also „Ja oder Nein“ Entscheidungen genutzt. Diese beeinflussen als Multiplikation oder Teilungen die Präferenz Summe.

Das Endergebnis davon stellt den Empfehlungswert dar: Je mehr gegen 0 der Wert geht, desto passender ist der individuelle Astronaut für das Paket. Diese Berechnung wird für alle Arbeitspakete mit allen Astronauten durchgeführt, sodass jedes Arbeitspaket eine Ranking-Liste mit Empfehlungen enthält. Dies ist vom Prinzip „Multi-Criteria-Decision-Making“ abgeleitet, welches eine Form von algorithmischer Entscheidungsfindung ist. Dies funktioniert auf Basis von Daten, die anhand von unterschiedlich gewichteten Kriterien bewertet werden [71].

Diese Arbeitspakete können die Astronauten während der Planung aufnehmen und in eine beliebige Timeline einfügen. Wenn eine Timeline ausgewählt wird, die nicht eine Empfehlung ist, wird ein Hinweis gegeben. Dieser Hinweis darf aber ignoriert werden, da diese Empfehlungen den Entscheidungen der Crew zuarbeiten sollen. Sie vermeiden das endlose Puzzeln von Anforderungen und Präferenzen, sodass mehr Raum zum konstruktiven Austausch geschaffen wird.

Impulse

Das Impuls-Ablaufdiagramm definiert, zu welcher Zeit Impulse auftreten können und welche Crew-Mitglieder miteinander verbunden werden. Dabei liegt der Fokus darauf, taktvoll zu sein und nicht während der Arbeitszeit zu stören. Außerdem wird darauf geachtet, soweit möglich, mindestens einen Astronauten mit positiver Stimmung und einen Astronauten mit negativer Stimmung zu verbinden. Schließlich ist soziale Unterstützung am erfolgreichsten, wenn der wahrgenommene Stress unterschiedlich ist. Falls der Impuls fehlschlägt und die Stimmung anschließend schlechter ist als vorher, lernt das System daraus. Dementsprechend wird der Match zwischen diesen Astronauten in Zukunft vermieden, wenn die Differenz zwischen den Stimmungen zu groß ist.

Die Impulse werden generell in „Ice-Breakern“ und „Call-To-Actions“ unterteilt. Ice-Breaker sind kontroverser oder interessanter Gesprächsstarter, die eher private Themen beinhalten. So lernen sich die Crew-Mitglieder auch privat besser kennen, sodass sie als Gefährten zusammenwachsen. Dabei werden die kritischen Themen, wie z.B. Politik, Religion, etc., eher vermieden. Vielmehr liegt der Fokus auf offenen Themen, wie z.B. emotionale Erfahrungen, persönliche Geschichten, Kulturaustausch, etc..

⁷¹Thakkar, 2021

Die Call-To-Actions sind Handlungs-aufforderungen, die den unterfor-dernden Alltag durch neue Aktivitäten aufbrechen. Dabei liegt der Fokus z.B. auf Handlungen in Schwerelosigkeit, spielerische Freizeitaktivitäten, Verän-derung der Bewohnbarkeit, etc. Beide Impulse werden von der Community mitgestaltet und involvieren somit auch die Menschen auf der Erde als externe Handlungspartner. So werden neue Kulturen oder Gesichter miteinge-bracht, sodass die Astronauten spüren, dass die Menschheit hinter ihnen steht.

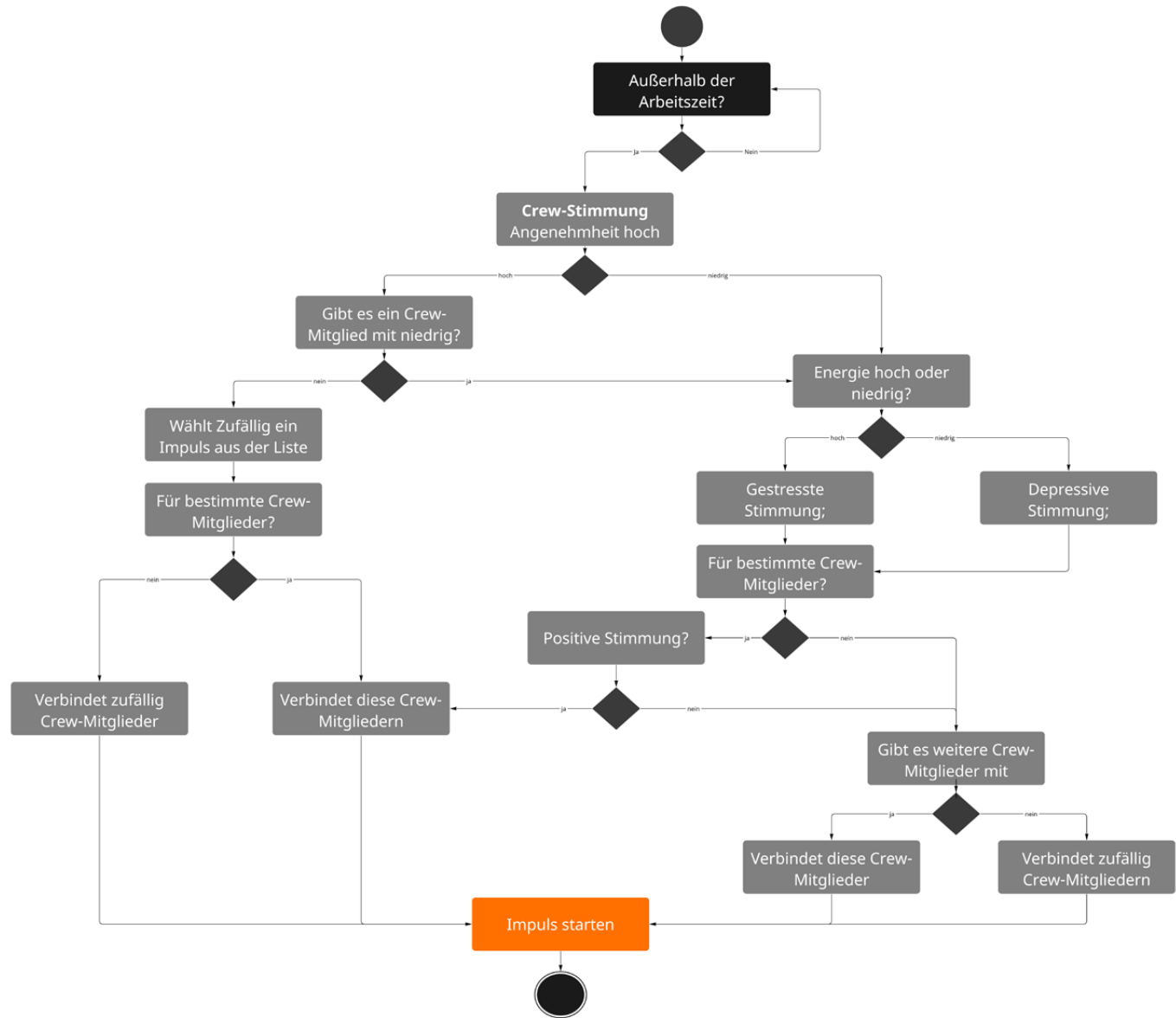


Abbildung 29: Ablaufdia-gramm der Impuls-Logik

8. REALISIERBARKEIT

8. Realisierbarkeit	45
8.1. Businessplan	46
8.2. Businessmodell.	49
8.3. Full Life Cycle Use Case	50
8.4. SWOT-Analyse & Konkurren.	52
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

8. REALISIERBARKEIT



Abbildung 30: Businessplan

8.1 Businessplan

8.1.1. Forschungsphase (2 Jahre)

Das Konzept basiert auf valider Forschung, doch trotzdem muss es zur Realisierbarkeit wissenschaftlich erprobt werden. Daher wird eine Forschungsphase eingeplant, um companionship als psychologisches / psychosoziales Experiment zu testen. Daher ist geplant, es als Forschungs- und Entwicklungsprojekt im Gebiet „Mediensysteme“ des Instituts für Kommunikation und Medien an der Hochschule Darmstadt (IKUM) oder dem Forschungszentrum Digitale Kommunikation und Medien-Innovation (dkmi) einzureichen [71]. Das IKUM befasst sich mit der Entwicklung und konstruktiven Gestaltung von zukunftsorientierten Informationssystemen mit medialen Inhalten während das DKMI mehr ein Thinktank und Experimentallabor ist. Außerdem ist die Kooperation (durch ein Letter of Interest des Astronautencenters) mit der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) ein entscheidender Schritt, um es im Rahmen von folgenden Szenarien testen zu können:

Asclepios

Eine von Studenten geleitete analoge Weltraummission, welche in isolierenden und einschließenden extremen Umgebungen durchgeführt wird. Beispielsweise hat Asclepios III (Start Sommer 2023) das Ziel, sechs Astronauten zwei Wochen isoliert in einer simulierten Mondbasis in der Schweiz einzuschließen. Passende Forschungsbereiche sind hier menschliches Verhalten in Isolation und die geistige Gesundheit der Astronauten. Die Einreichung für Experimente kostet kein Geld, bedarf aber eigener Aufbereitung und Planung des Experiments [72].

Concordia

Die Französisch-Italienische Forschungsstation Concordia liegt in der Antarktis isoliert auf einem Plateau von 3200 m über dem Meeresspiegel, mit Temperaturen im Winter bis zu -80 °C [73]. Besonders die Überwinterung auf Concordia kommt einer Mars-Mission sehr nahe,



Abbildung 31: Asclepios Logo (Asclepios, 2023)

⁷¹IKUM, 2023, Institut; Nordhausen, o.D.

⁷³Asclepios, 2023, The Project / Call for Projects

⁷⁴Concordia, 2018, Dome C



Abbildung 32: Gruppenfoto & Antarktis Position (ESA, 2023 & Byrd 2020)

da die Crew im Winter vier Monate ohne Sonnenlicht auskommen muss und wegen der Kälte vollständig eingeschlossen ist [73]. Viele Experimente werden von ESA Psychologen betrieben, weshalb companionship als Experiment zur Gegenmaßnahme das Überwinterungssyndrom vorgeschlagen wird. Auch hier kostet die Einreichung für Experimente kein Geld, aber fordert eigenes Experiment-Design [74].

Internationale Raumstation

An Bord der internationalen Raumstation werden bei jeder Mission eine Vielzahl von Experimenten aus den unterschiedlichsten Bereichen durchgeführt, die von jedem Raumstationspartner



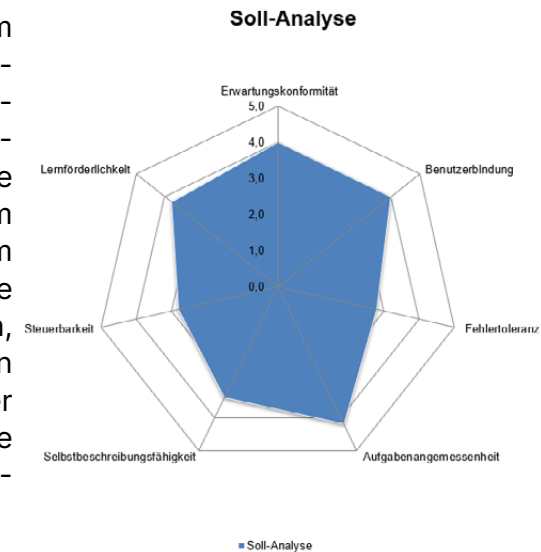
Abbildung 33: ISS (ESA, 2013)

ausgewählt werden [74]. Hierfür würde companionship als Experiment mit Forschungsschwerpunkt auf Gestaltung der Crew-Dynamik und vor allem zum Testen der Technologie für künftige LZRM [75]. Die Kosten halten sich bei companionship gering, da es eine Software-Lösung ist und keine Lieferung per Rakete zur ISS erfordert. Außerdem werden so Over-the-Air Updates ermöglicht. Die ESA unterstützt auch in der Implementierung der Technologie auf der ISS, fordert aber ein ausgereiftes Experiment-Design.

Diese drei Forschungs-Szenarien liefern durch Umfragen, Beobachtungsdaten und psychologische Beurteilungen alle unterschiedliche Erkenntnisse hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit der Beziehungen, des wahrgenommenen Stress und der Usability. Die Usability-Tests erproben das System auf Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Erwartungskonformität, Erlernbarkeit, Steuerbarkeit, Fehlertoleranz und Benutzerbindung (siehe Abb.34). Die Crew wird für alle Beurteilungen während der Szenarien nach dem Zufallsprinzip entweder der Versuchsgruppe mit dem interaktiven Mediensystem oder einer Kontrollgruppe ohne das System zugeordnet. Ethische Erwägungen, wie die informierte Zustimmung der Astronauten und Geheimhaltungserklärung, werden während der gesamten Studie berücksichtigt. Der Kern ist die weiterentwickelte Forschungsfrage dieser Bachelorarbeit.

Um dieses Experiment umzusetzen, werden im Rahmen der Forschungsphase von Januar 2024 bis September 2024 zwei Vollzeitstellen (1 Designer Position und 1 Entwickler Position) das System Implementierungsfähig machen. Dabei unterstützen zwei halbe Stellen als Verwaltung und Psychologe. Ab dem Oktober 2024, geht es in die Experimentplanung, wobei auf zwei Halbezeitstellen (0,5 Designer Position, 0,5 Psychologen-Position) reduziert wird, da es um die Vorbereitung der Datenerhebung geht. Im zweiten Jahr wird ab März 2025 die Testphase beginnen, wobei die Psychologen-Position die Expe-

Abbildung 34: Soll-Analyse nach DIN-ISO-9241-110: Interaktionsprinzipien (DIN-Institut, 2020)



⁷⁵ESA, 2013, The remotest base on Earth

⁷⁶NASA, 2018, Space Station Research Experiments

rimente auf der ISS, der Concordia und bei Asclepios begleiten wird. Abschließend kommt die Designer- und Psychologen-Position wieder als zwei Halbzeitstellen zusammen, um das Abschlusspaper zu schreiben.

Die Kostenrechnung beläuft sich auf 108.360€ für die Forschungsphase mit einem durchschnittlichen Gehalt eines wissenschaftlichen Mitarbeiters der Hochschule Darmstadt (siehe Anhang). Für die Einnahmen sind drei mögliche Quellen angestrebt:

- Die **Deutschen Luft- und Raumfahrtbehörde** mit ihrer Förderung zu Informations- und Kommunikationstechnologien (bis zu 50% Erstattung der Forschungskosten -> ca. 50.000€) [76].
- Die **Europäische Raumfahrtagentur** mit ihrer Förderung für Forschung im Bereich „Human Spaceflight, Microgravity and Exploration“ oder „Scientific Programme“ (bis zu 100.000€). Hierfür sind Kontakte aus dem IKUM mit bereits bestehender Förderung der ESA als professorale Unterstützung geplant [77].
- **Telespazio Germany**, welche das Forschungsprojekt mit Drittmitteln unterstützen würde (ca. 10.000€). Hierfür sind bereits etablierte persönliche Kontakte in das Unternehmen und dem CESAH (als Unterstützung des Business Incubation Center in Darmstadt) wertvoll.

8.1.2. Übergangsphase (1 Jahr)

Zwischen der Forschungs- und Gründungsphase ist ein Vorbereitungsjahr (2026) eingeplant, wobei eine Masterarbeit den Grundstein für die Gründungsphase legen soll. Außerdem wird geplant Förderungstöpfe für die Gründung zu akquirieren:

- **Exist**; Für die Dauer von 12 Monaten das EXIST-Gründungsstipendium, um aus einem Forschungsvorhaben mit bis zu 35.000€ bei drei Mitarbeitern zu gründen. [79]
- **BIC**; Die Europäische Raumfahrtagentur fördert innovative Idee, die auf die Raumfahrttechnologie transferiert werden können mit bis zu 50.000€ und Office-Orte für die Gründung [80].

8.1.3. Gründungsphase (2 Jahre)

Die Gründungsphase startet mit drei Vollzeitstellen (1 Designer Position, 1 Entwickler Position, 0,5 Psychologen Position & 0,5 Verwaltungs Position). Der Einstiegsmarkt und „Window of Opportunity“ sind hierbei kommerzielle Raumstationen von privaten Raumfahrtunternehmen (z.B. Axiom Orbital Segment, Nanoracks, Northrop Grumman und Blue Origin). Außerdem sind die NASA und

⁷⁷DLR, o.D., Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme

⁷⁸ESA, o.D., Funding

⁷⁹Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, 2023, EXIST

⁸⁰CESAH, o.D., ESA BIC Hessen

Abbildung 35: Kommerzielle Raumstationen (Guzman, 2022)



die ESA als Hauptkunden bei der IV Artemis-Mondmission angestrebt (Mission mit ersten ESA-Astronauten). Schließlich wird der Markt zu einer spekulativen Mars-Mission erweitert, die voraussichtlich zwischen 2033-2036 stattfinden wird. Für eine volle Kostenrechnung der ersten zwei Jahre siehe Anhang.



Abbildung 36: Artemis (NASA, o.D.)

8.2. Businessmodell

Stakeholder

Um alle Beteiligten im Blick zu behalten, wurde eine Stakeholder-Analyse durchgeführt. Das Kernteam besteht aus den Astronauten und der Missionskontrolle. Die Wissenschaft ist dabei durch die Experimente während den Missionen und über die Astronauten involviert. Die Industrie (also Raumfahrtunternehmen oder involvierte Firmen) ist zwar meist involviert, wird oft aber auch nur über den Status der Mission informiert. Genauso ist das persönliche Umfeld der Astronauten (also Familie und Freunde) auf heutigen Missionen zwar manchmal involviert

[81], aber im Regelfall werden sie nur über das Wohlbefinden der Astronauten informiert. Die Nationalpolitik wird zwar durch die Agenturen mit einbezogen, aber meist werden sie als Investoren über den Erfolg der Missionen informiert. Die Öffentlichkeit wird oft informiert und wird sogar durch companionship involviert, welche als Community bezeichnet wird. Diese Analyse verdeutlicht, dass alle Stakeholder zwei übergeordnete Ziele verfolgen: Das Wohlbefinden der Astronauten und der Missionserfolg.

Unique Selling Point

companionship ist ein interaktives Mediensystem für Raumfahrtagenturen und -unternehmen, die den Erfolg von immer länger werdenden Raumfahrtmissionen sicherstellen wollen. Basierend auf der aktuellen Lage der Crew wird durch gezielte Empfehlungen und anregende Interaktionsimpulse die Crew-Autonomie gefördert, um die Teamresilienz zu trainieren. Dies verbessert den Planungsaufwand für die Missionskontrolle, das Wohlbefinden der Astronauten und sogar das Engagement der Community. Dieses Konzept kann auf jegliche Raumfahrtmissionen adaptiert werden und ist als Software-Lösung in jeder technischen Umgebung implementierbar.

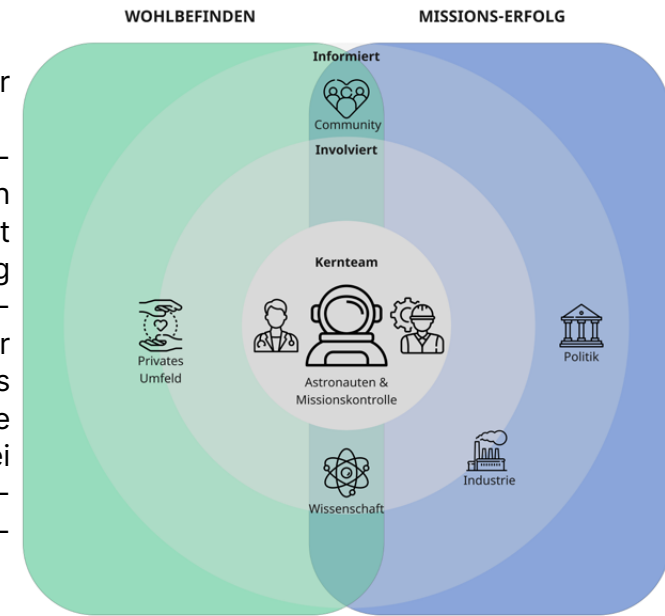


Abbildung 37: Stakeholder-Analyse

⁸¹Grünewald, 2023, Fokusgruppe

Lizenzen

Durch den Kauf einer Lizenz für 6.000€ / pro Quartal wird eine reibungslose Implementierung, Wartung und Nutzung von companionship auf der gewünschten Mission des Kundens ermöglicht.

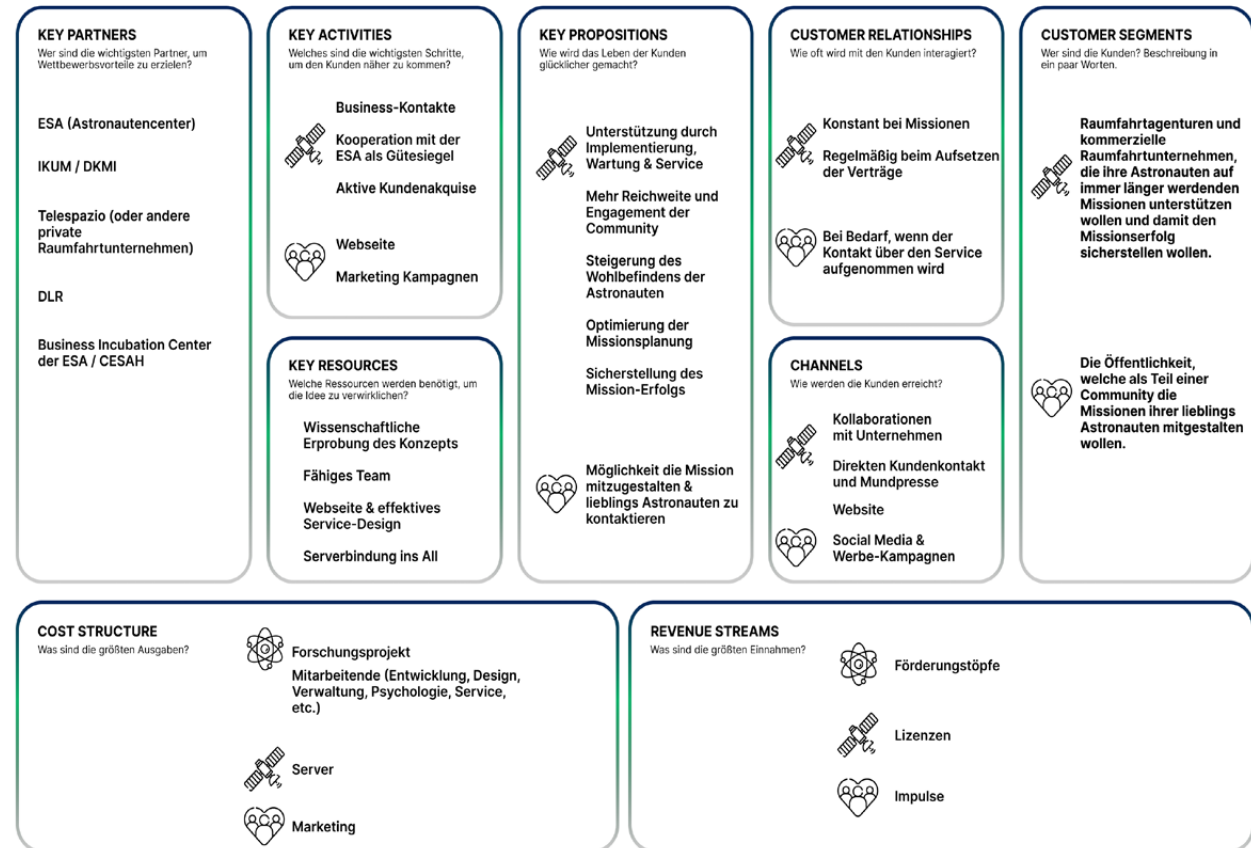
Mitgliedschaft

Die Mitgliedschaft für ca. 10€ / Monat pro Person ermöglicht das Gestalten von unbegrenzten Impulsen von der Community. Hier können Impulse an spezifische Astronauten mit Stimmenaufnahme oder Bild gesendet werden. Welche Impulse ausgewählt werden, wird gemeinsam mit dem Missions-Kontrollzentrum moderiert. Eingesetzte Impulse geben den Astronauten die Möglichkeit eine Antwort exklusiv an den Account des Senders zurückzuschicken. Dieser Service wird durch Marketing-Kampagnen beworben.

8.3. Full Life Cycle Use Case

1. Wie die Endnutzenden feststellen, dass sie einen Bedarf und/oder eine Gelegenheit haben, etwas anders zu machen:

Raumfahrtmissionen werden zukünftig immer länger, wobei das Training der Astronauten durch die Kommerzialisierung immer kompakter wird. Dies erfordert von den Raumfahrtunternehmen und -agenturen (die Kunden) neue Lösungen zu imple-



mentieren, die Astronauten auf ihren Missionen unterstützen.

Die Community verfolgt diese Missionen und stellt fest, dass es eine ganz neue Möglichkeit gibt, sich an der Mission zu beteiligen.

2. Wie sie von dem Produkt erfahren werden:

Durch Empfehlungen in der Raumfahrt und direkte Kontaktaufnahme erfahren die Kunden von companionship, eine Software Lösung für genau ihren

Abbildung 38: Business-Model-Canvas

Anwendungsfall.

Über Marketing Kampagnen auf Social Media wird die Community zur Webseite geführt.

3. Wie sie das Produkt analysieren werden:

Durch die Kooperation mit der ESA erhält companionship einen Vertrauensvorschuss bei den Kunden, welche schließlich durch die wissenschaftliche Erprobung im Forschungsprojekt überzeugt werden. Die Community ist begeistert, dass sie ihren Lieblingsastronauten spezifisch mit Impulsen ansprechen kann oder sogar die Crew-Interaktionen mitgestalten kann. Eine Probe-Mitgliedschaft mit Account ermöglicht das Ausprobieren.

4. Wie sie das Produkt erwerben werden:

Die Kunden kaufen sich eine Lizenz und schließen einen Missionsvertrag für die gewünschte Nutzung ab.

Nachdem für die Community die Probe-Mitgliedschaft abgelaufen ist, kann sie für 10€/ Monat verlängert werden.

5. Wie sie das Produkt installieren werden:

Die Lizenz beinhaltet die Implementierung, Wartung und den Service, sodass companionship für die Kunden im individuellen Rahmen der Mission installiert wird.

Die Community kann jederzeit auf die Webseite zurückkehren und sich in den Account einloggen.

6. Wie sie das Produkt verwenden werden:

Der Service von companionship arbeitet mit den

Mitarbeitern der Kunden zusammen, um individuelle Profile für die Astronauten zu erstellen und so die Nutzererfahrung zu optimieren. Außerdem moderiert der Service gemeinsam mit den Kunden die Impulse, um sie effektiv und zum richtigen Zeitpunkt einzusetzen.

Auch wenn nicht alle Impulse von der Community ausgewählt werden, können sie jederzeit neue einreichen.

7. Wie sie den Wert, den sie aus dem Produkt bekommen, bestimmen werden:

Durch Feedback zeigen die Astronauten ein gesteigertes Wohlbefinden und die Planung der Mission wird für die Kunden vereinfacht. Zudem spricht die wachsende Community durch das Engagement und die erhöhte Reichweite für sich selbst.

Sobald ein Impuls von der Community ausgewählt wird, erhält der verantwortliche Account eine Rückmeldung mit Bonus-Content.

8. Wie sie für das Produkt bezahlen werden:

Die Lizenz für die Kunden wird pro Quartal abgerechnet, solange der Missionsvertrag läuft.

Die Community zahlt einen monatlichen Beitrag für die Mitgliedschaft, der jederzeit gekündigt werden kann.

9. Wie sie Unterstützung für das Produkt erhalten werden:

Der Service unterstützt die Kunden kontinuierlich in der Implementierung, Wartung und Nutzung. Bei

Fragen oder Änderungswünschen wird gemeinsam eine Lösung gesucht.

Die Community kann jederzeit über die Webseite Hilfe anfragen oder Fragen einreichen.

10. Wie sie weitere Produkte kaufen werden und/oder Bewusstsein verbreiten werden:

Die Lizenz läuft bis zum Ende der Mission und wird bei neuen Missionen aktualisiert. Die Konkurrenz der Kunden wird durch die wachsende Community aufmerksam und durchläuft so ihren eigenen Zyklus. Die Mitgliedschaft der Community läuft kontinuierlich bis zum Ende der Mission weiter. Eine einfache Integration von Social Media ermöglicht leichtes und schnelles Teilen, insbesondere wenn ein Impuls eine Antwort erhält.

Durch Kooperationen und Partnerschaften mit externen Firmen (z.B. Social-Media, Sport, Essen, Software, etc.) kann die Community erweitert werden. Außerdem bieten sich gemischte Impulse an, um z.B. ein Produkt durch die Raumfahrt zu vermarkten oder die Community der Firma zu involvieren. Die Kombinationsmöglichkeiten bieten hier endlosen Spielraum, um companionship zu verbreiten.

8.6 SWOT-Analyse & Konkurrenz

Stärken:

- Die Unterstützung der mentalen Gesundheit & Crew-Dynamik ist eine notwendige Sicherheitsbedingung für Langzeit-Raumfahrtmission.
- Das Engagement und die Reichweite der Öffentlichkeit

/ Community kann extrem erhöht werden.

- Die Kooperation mit der ESA ist wie ein Gütesiegel in der Industrie.
- Der Fokus auf Interaktion ist einmalig verglichen mit der Konkurrenz.

Schwächen:

- Das System muss wissenschaftlich erprobt werden, um von dem pragmatischen Raumfahrtsektor angenommen zu werden.
- Der Aufbau von einem Unternehmen in der Raumfahrt kostet viel Geld und Förderung, bevor es Einkommen generiert.

Risiken:

- Wenn die Forschungsphase die Hypothese widerlegt, ist der restliche Businessplan gestorben.
- Schwierigkeiten, erste große Kunden bei der Gründung zu akquirieren.
- Das erste Engagement der Community ist abhängig vom Bekanntheitsgrad der Mission.
- Viel Konkurrenz von großen Trägern.

Chancen:

- Das Projekt hat abgeschätzt, wo sich der Raumfahrtsektor hin entwickeln wird und hat daher die Vorbereitung.
- Das Prinzip ist in vielen isolierenden und einschließenden extremen Umgebungen einsetzbar.
- Die Raumfahrtbranche in Europa weist eine Marktlücke im UX-Research & -Development Bereich auf.

Konkurrenz-Analyse



PLAYBOOK von NASA

BESCHREIBUNG

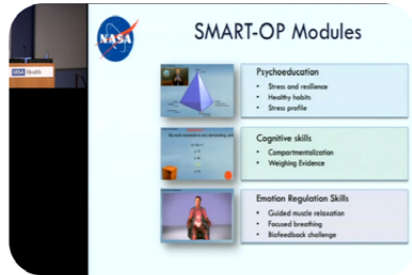
Selbst-Planungswerkzeug für Astronauten

STÄRKEN

- Weiter Entwicklungsstand
- Großer Träger
- Bereits Erprobt (mit positiven Ergebnissen)

SCHWÄCHEN

- Transferiert Planung von der Flugkontrolle 1 zu 1 auf Astronauten
- Komplizierte Nutzung und hoher Aufwand
- An Amerika gebunden



SMART-OP von NASA

BESCHREIBUNG

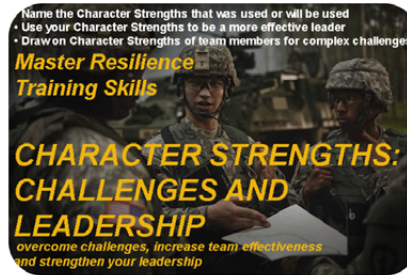
Eigenständiges Multimedia Stress- & Resilienztraining für die Flugkontrolle

STÄRKEN

- Weiter Entwicklungsstand
- Großer Träger
- Bereits Erprobt (mit positiven Ergebnissen)

SCHWÄCHEN

- Transferiert Planung von der Flugkontrolle 1 zu 1 auf Astronauten
- Komplizierte Nutzung und hoher Aufwand
- An Amerika gebunden



MRT-KURS von US-Army

BESCHREIBUNG

10-tägiges Master-Resilienztraining als Teil des umfassenden Fitnessprogramms für Soldaten

STÄRKEN

- Ist Teil der Ausbildung
- Langfristige Kompetenztrainings
- Viel Forschung (mit positiven Ergebnissen)

SCHWÄCHEN

- An den militärischen Kontext gebunden
- Face-To-Face Ausbildung mit wenig medialer Unterstützung
- Transfer auf die Raumfahrt ist ein hoher Aufwand



AI4U von ESA (Frankreich)

BESCHREIBUNG

Künstliche Intelligenz zur Automatisierung der Basis und Unterstützung der geistigen Gesundheit

STÄRKEN

- Ist immer verfügbar
- Nutzt Gesichts- & Stimmenanalyse zur Lage Analyse
- Wird gerade getestet

SCHWÄCHEN

- Nimmt die Rolle eines Crew-Mitglieds ein und versucht die Empathie einer echten Person zu imitieren
- Hohe Benutzungshürde
- Benötigt eine hohe Fehlertoleranz



ERKENNTISSE

STÄRKEN

- Die meisten Lösungen nutzen Resilienz als Kernkompetenz, die es zu trainieren gilt
- Bereits viel Erprobung in eine ähnliche Richtung, was meine Idee untermauert

SCHWÄCHEN

- Deren ganzheitlicher Ansatz fehlt, meistens wird eine Sache rausgepickt und die optimiert
- Der Fokus auf Interaktion fehlt, es geht entweder ums Individuum oder um die Technologie

Abbildung 39: Konkurrenz-analyse (Quellen siehe Abbildungsverzeichnis)

9. PRODUKT-DEMO

9. Produkt-Demo	54
9.1. Rapid-Prototyping	55
9.2. Finale Produkt-Demo	57
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

9. PRODUKT-DEMO

9.1 Rapid-Prototyping

Im Laufe der Zeit wurde das Konzept durch Rapid-Prototyping ausprobiert und weiterentwickelt. Als die Idee und erste Knackpunkte des Konzepts standen, wurde ein Paper-Prototyp gebaut (siehe Abb.40):

Die Smart-Logs waren anfangs Slider mit Magneten und Fragen auf einem kleinen Whiteboard, was einen privaten Laptop oder Tablet der Astronauten darstellt. Je nach Angaben des Nutzers hat sich dadurch die Stimmungs-Anzeige verändert. Dies wurde mit echten Mission-Patches und farbigen Papieren umgesetzt (oder als Alternative ein Formgebungs-Modell). Sie repräsentierten ein smartes Wearable als Steuerungseinheit und Stimmungsanzeige. Durch diese Umsetzung hat sich schnell ergeben, dass es befremdlich ist, die Stimmung permanent und für alle sichtbar mit sich herumzutragen. Für die Kommunikation über und die Planung von den Arbeitspaketen wurde ein großes Whiteboard ausgefüllt. Dieses Whiteboard stellt einen gemeinsamen Screen dar (z.B. ein TV), dessen Interface mit Whiteboard-Markern aufgemalt wurden. Die Arbeitspakete wurden mit Papp-Karten und Magneten umgesetzt, sodass diese durch Verschieben getestet werden konnte. Durch das Testen ist hier die Frage aufgekomen, was das Wesentliche an diesem Schritt



ist - die Handlungsplanung oder doch der Raum für den Austausch untereinander? Des Weiteren wurde im Laufe der Zeit klar, dass ein „planen“ von Freizeitaktivitäten gezwungen wirkt und daher von der Arbeitsplanung getrennt werden sollte. Peer-Reviews haben auch gezeigt, dass eine übergeordnete Struktur fehlt, die eine einfache Navigation ermöglicht.

Weitergeführt wurde es dann mit HTML, CSS und Javascript. Hier wurde das Zusammenspiel von mehreren Geräten getestet und wie die Smart-Logs die Empfehlungen beeinflussen. Außerdem wurde weiter ausgearbeitet, wie die wöchentliche Planung aussehen könnte (siehe Abbildung 40) und das Interface als Klick-Dummy weiter ausgearbeitet. Durch Diskussionen mit Kommilitoninnen, Professoren, erstes Konzept-Testing mit der Astronautin Samantha Cristoforetti als Zielgruppe und Feedback der Instruktoren sind viele Erkenntnisse aufgekomen:

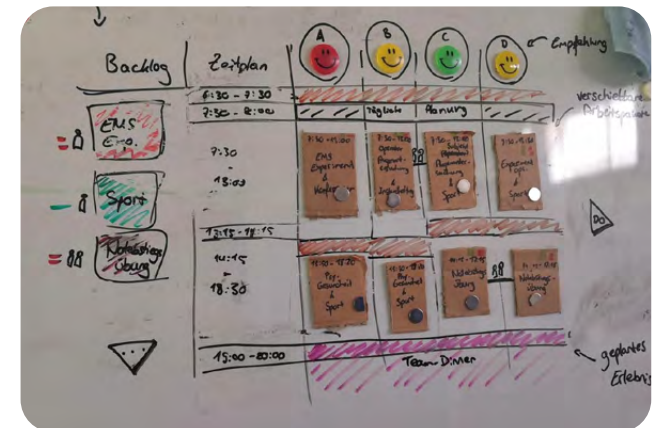
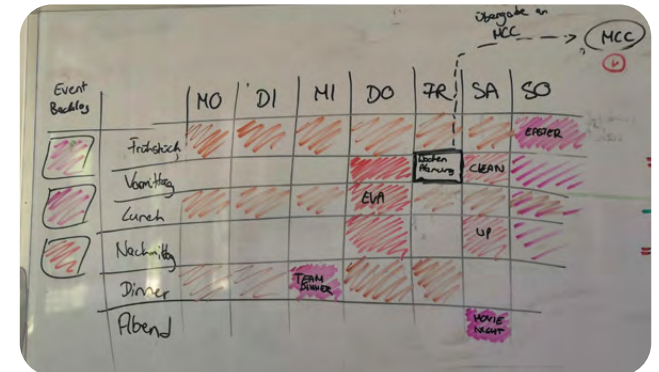
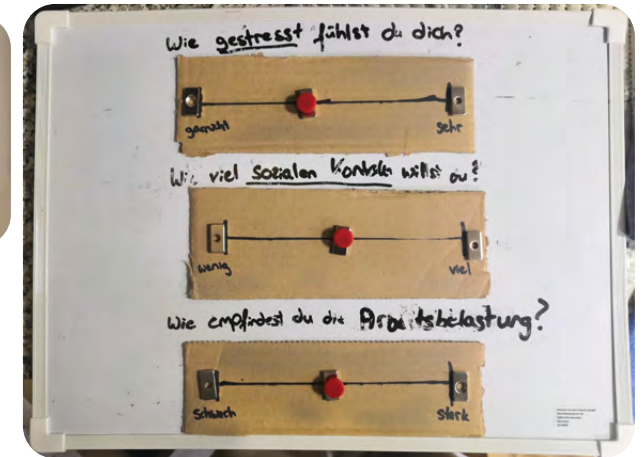


Abbildung 40: Fotos der Paper-Prototypen Smart-Log, Wöchentlicher Kalender, Tägliche Planung

- Die Smart-Logs wirken zu sehr wie ein psychologischer Test. Vielmehr sollte es eine Art Safe-Space für die Astronauten sein oder anders betitelt werden.
- Zusätzlich sollte die Timeline der Planung horizontal sein (so wie es die Astronauten gewohnt sind). Zudem ist es wichtig, zwischen flexiblen und festen Arbeitspaketen zu unterscheiden - nicht alle Arbeitspaketen lassen sich beliebig herumschieben und planen.
- Die tägliche Planung wurde zu einer wöchentlichen Planung geändert, da eine ständige Neuorientierung lästig wird.
- Am effektivsten sind flexible Arbeitspakete gegen Feierabend, da dies einen positiven Effekt für die Selbstbestimmung der Astronauten haben wird und einen Übergang hin zur privaten Interaktion ermöglicht.
- Kritisch ist, dass bisher kein Raumschiff für eine Mars-Mission bekannt ist. Daher ist es schwierig abzuschätzen, ob es überhaupt einen großen Screen geben wird. Deshalb wurde der Fokus von Produktgestaltung mehr auf die Umgebungsgestaltung und das Netzwerk zwischen den Handlungspartnern gelegt.
- Insgesamt war das Feedback der ESA überwiegend positiv, da die Lösungen fundiert waren und Anreize geschaffen haben, die internen Prozesse für künftige LZRM zu überdenken.

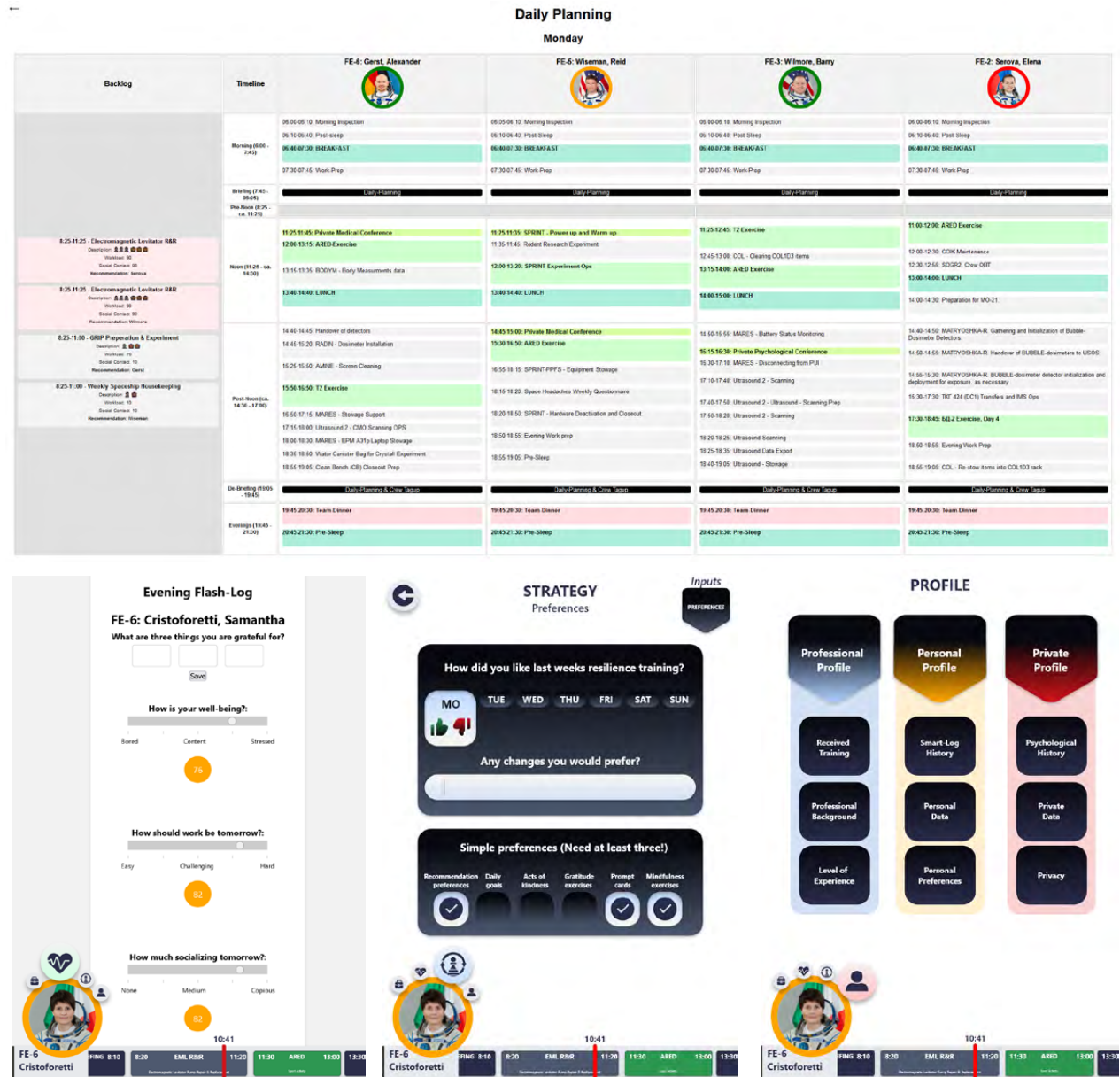


Abbildung 41: Screenshots von einem Click-Dummy und der Webseite für User-Tests

9.2 Finale Produkt-Demo

Für die finale Produkt-Demo wird eine React-Applikation aufgesetzt und programmiert, welche die Schnittstelle von companionship auf Geräten während der Crew-Organisation repräsentiert. Die Interaktionen über die Umgebungsschnittstelle wird anhand des Produkt-Videos durch eine 3D-Animation visualisiert.

Für die Produkt-Demo werden zwei (oder mehr) Geräte in einem lokalen Netzwerk miteinander verbunden. Die Nutzer können dann über die Profilseite den Astronauten auswählen, dessen Rolle sie übernehmen. Über die Smart-Logs können die Nutzer dann ihre Präferenzen und Stimmung eintragen. Über die Timeline kommen alle Nutzer zusammen und handeln aus, wer welches Arbeitspaket bekommt. Basierend auf den eingetragenen Werten, verändern sich die Empfehlungen vom System für die Arbeitspakete dynamisch. Trotzdem wird sichergestellt, dass jeder Nutzer eine Empfehlung erhält.

Der dahinterstehende Algorithmus wurde in Zusammenarbeit mit dem Alumni Leander Schmidt programmiert. Das Briefing ist dabei auf Basis der Systemarchitektur mündlich geschehen und während parallelen Arbeitssessions ergänzt worden. Mit dieser Produkt-Demonstration ist erlebbar, wie companionship der Crew zuarbeitet, um die Autonomie zu kuratieren und den Fokus auf den wesentlichen Austausch zur Planung zu legen.

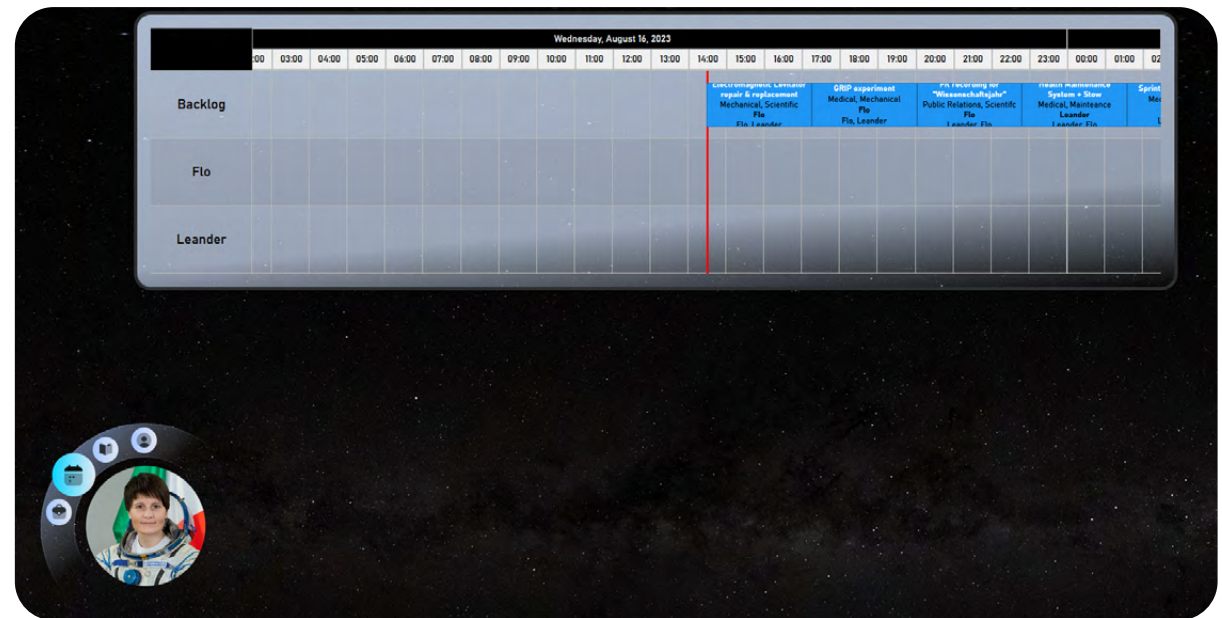


Abbildung 42: Erste screenshots von der funktionsfähigen Demo-Timeline

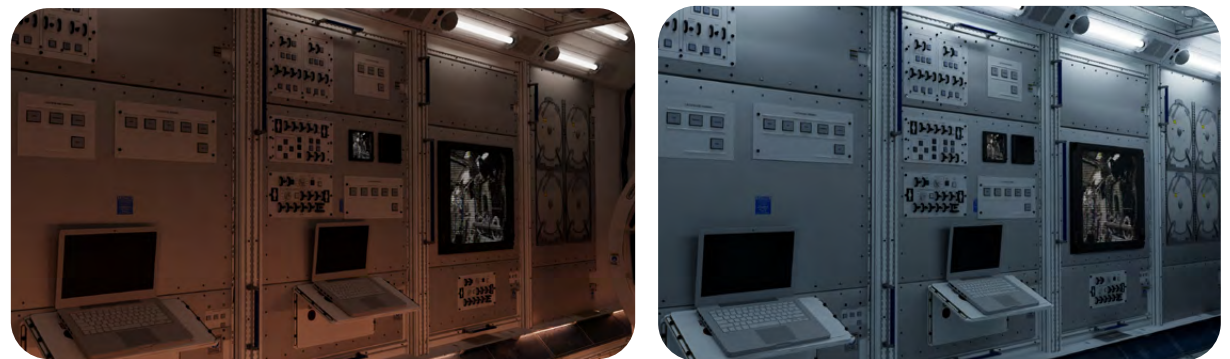


Abbildung 43: Erste Renderings zum Testen der Umgebung des Produkt-Videos

10. FAZIT & DANKSAGUNG

10. Fazit und Danksagung	58
10.1. Fazit	59
10.2. Projektarbeit	60
10.3. Danksagung	60
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

10. FAZIT & DANKSAGUNG

10.1 Fazit

Diese Bachelorarbeit hat zu Beginn die Ausgangslage von LZRM analysiert und Erkenntnisse für die Anwendung auf einer Mars-Mission abgeleitet. Da die Umgebung wie ein Brennglas vor allem soziale Probleme verstärkt, muss der Gruppenkern durch resiliente Beziehungen stabilisiert werden. Das Kernkonzept schlägt vor, die steigende Intimität und das distanzierte soziale Umfeld der Astronauten nicht als Problematik, sondern als Gestaltungsmöglichkeit auf engere Crew-Beziehungen zu sehen. Schließlich fördert das gemeinsame durchleben von harten Zeiten die Widerstandsfähigkeit des sozialen Kerns und ermöglicht eine effektive Teamadaptivität. Diese Teamadaptivität wird als iterativer Handlungsablauf durch ein interaktives Mediensystem geleitet, welches der Crew nach Human-Autonomy-Teaming zuarbeitet. Gezielte Empfehlungen für Arbeitspakete kuratieren die zunehmende Autonomie einer Mars-Mission und fördern den Austausch für ein aktuelles geteiltes mentales Modell. Die Unterforderung, insbesondere im dritten Quartal der Mission, wird durch überraschende Impulse gerochen. Diese minimieren die kollegiale Distanz und regen die Interaktion zu wahren Gefährten an. Das Interaktionsdesign und

die Systemarchitektur wird im Laufe dieser Bachelorarbeit ausgearbeitet und mündet in einer Abschätzung der Realisierbarkeit, sowie der Umsetzung.

Stärken und Schwächen

companionship sieht die Intimität der Crew nicht nur als Problematik, sondern als Möglichkeit, die Crew-Beziehungen zu fördern und wirft somit einen frischen Blickwinkel auf die bemannte Raumfahrt. Dieser Blickwinkel wurde von vielen Forschern theoretisch angedeutet, da die Gruppendynamik und positive Entwicklungen als Knackpunkt für künftige LZRM gesehen. Dieses Projekt stellt daher eine wertvolle Schnittstelle zwischen den Fachgebieten der interaktiven Medien und der Raumfahrt-Forschung dar. Schließlich wurden die theoretischen Überlegungen der Forscher genutzt, um ein sicherheitsrelevantes Thema mit dem Fokus auf die Beziehungsgestaltung als großes Ganzes zu kombinieren.

Trotzdem ist eine Schwäche dieses Projekts die Zielgruppe. Astronauten sind schwierig zu erreichen oder gar zu befragen und erschweren deshalb einen Crew-zentrierten Gestaltungsprozess. Außerdem ist

die tatsächliche Zielgruppe einer Mars-Mission noch gar nicht bekannt, weswegen viel von ISS-Missionen und ICE-Umgebungen abgeleitet werden musste. Aus diesem Grund wurden vor allem in der Research-Phase so viele qualitative und quantitative Ergebnisse wie möglich zusammengetragen.

Die Leitfrage legt hierbei auch bewusst den Fokus auf die Gestaltung von Interaktion für den Umgang mit Stressfaktoren, da dieses Thema die beiden Fachgebiete vereint. Allerdings ist die Folge davon, dass die Beantwortung auch psychologisches Fachwissen erfordert, was die Forschung dieses Projekts nur teilweise abdecken konnte. Abschließend war die Leitfrage für dieses Projekt trotzdem sinnvoll gewählt, obwohl dies erst der Anfang eines spannenden Erkundungsgebiet ist.

10.2. Persönliches und Projektarbeit

Die Projektarbeit alleine war für mich persönlich vorteilhaft, da ich frei Entscheidungen treffen konnte, ohne mich mit anderen koordinieren zu müssen. Dies hat mir ermöglicht, meinen Zeitplan effektiv einzuhalten. Außerdem war ich flexibel, um schnell Änderungen einzubauen oder mich mit der ESA für Feedback oder erstes Konzept-Testing zu organisieren. Allerdings hat die Einzelarbeit auch dazu geführt, dass ich nur meinen eigenen Blickwinkel auf die Projektarbeit hatte. Dies hatte zur Folge, dass ich mir immer bewusst Leute suchen musste, um

meine Perspektive zu erweitern oder Anregungen zu bekommen. Rückblickend hätte ich mir daher mehr Zeit nehmen sollen, um die spekulative Ader dieses Projekts intensiver während der Ideenphase zu erkunden. Ein futuristischer Ansatz wäre auch im Konzept als Kombination mit Science-Fiction-Prototyping spannend gewesen. Abschließend hat mir die Projektarbeit aber auch gerade wegen der Einschränkungen des Szenarios sehr viel Spaß gemacht.

10.3 Danksagung

Ich danke herzlichst Prof. Andrea Krajewski und Prof. Tsunemitsu Tanaka, da ich mit ihnen als Sparringspartner anregende und spannende Diskussionen hatte. Zudem standen sie mir beide als Referenten mit wertvollem Input zur Seite, um dieses Projekt voranzubringen. Des Weiteren danke ich meinen Kommilitonen und Freunden, mit denen der intensive Austausch sehr wertvoll war. Darüber hinaus haben wir so oft es ging gemeinsam gearbeitet oder Kaffee getrunken, um einander zu unterstützen - Das hat mir die Zeit wirklich versüßt. Nicht zuletzt danke ich Rüdiger Seine, Elisabeth Jambor, Serena Bertone & Samantha Cristoforetti für die spannende Zusammenarbeit in diesem Projekt und das wertvolle Feedback aus Sicht der Europäischen Raumfahrtagentur.

11. QUELLEN, CDS & ANHANG

11. Quellen, CDs & Anhang	61
11.1. Literaturverzeichnis	62
11.2. Abbildungsverzeichnis	65
11.3. DOR & NVS.	69
11.4. CDs.	70
11.5. Anhang.	71
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

11.1 LITERATURVERZEICHNIS

- Almon, A. 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>
- Ambrosio, A. D. & Adiletta, V. (2021). The Resilience training: Experimental evaluation of a group psycho-educational training on the development of resilience. *International journal of psychological and brain sciences*, 6(4), 52. <https://doi.org/10.11648/j.ijpbs.20210604.11>
- Asclepios. (2023). The project. (zul. 05.08.2023) <https://asclepios.ch/asclepios-en/the-project/>
- 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, T. & Pangaro, P. (2017). The Emerging Roles of the observer on human space missions: curated autonomy through boundary objects. *ResearchGate*. (zul. 04.08.2023) https://www.researchgate.net/publication/320224483_The_Emerging_Roles_of_the_Observer_on_Human_Space_Missions_Curated_Autonomy_through_Boundary_Objects
- Behymer, K. & Flach, J. M. (2016). From autonomous systems to sociotechnical systems: Designing effective collaborations. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation*. <https://doi.org/10.1016/j.sheji.2016.09.001>
- Brcic, J. (2010). Motivational profile of astronauts at the International Space Station. *Acta Astronautica*, 67(9–10), 1110–1115. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2010.06.044>
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2023). EXIST business start-up grant. (zul. 05.08.2023) <https://www.exist.de/EXIST/Navigation/EN/Start-upFunding/EXIST-Business-Start-up-Grant/exist-business-start-up-grant.html>
- Böhringer, J., Bühler, P., Schlaich, P. & Sinner, D. (2014). *Kompodium der Mediengestaltung Digital und Print: Konzeption und Gestaltung, Produktion und Technik für Digital- und Printmedien*. Springer Vieweg.
- Cambridge Dictionary. (2023a). Companion. (zul. 06.08.2023) <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/companion>
- Cambridge Dictionary. (2023b). Companionship. (zul. 06.08.2023) <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/companionship>
- CESAH. (o. D.). ESA BIC Hessen: Apply. (zul. 05.08.2023) <https://cesah.com/index.php/benefits>
- Concordia Dome C. (2018). Home – Concordia Station. (zul. 05.08.2023) <http://www.concordiastation.aq/home-1/>
- DLR. (o. D.). *KMU-Innovativ Informations- und Kommunikationstechnologien: Datenwissenschaften / Software-intensive Systeme | DLR Projekt-*

- träger. (zul. 05.08.2023) https://projektraeger.dlr.de/de/foerderung/foerderangebote-und-programme/kmu-innovativ-informations-und-kommunikationstechnologien-datenwissenschaften-software?combine=&field_funding_programm_target_id=All&field_division_target_id=55&field_funding_client_target_id=All&pt_website_funding_filter=All
- Duden.de. (2023). Gefährte. Duden. (zul. 06.08.2023) <https://www.duden.de/node/54101/revision/1449778>
- Dunbar, Brian. (2004.). NASA - Mission control gets us into space. (zul. 08.08.2023) https://www.nasa.gov/audience/forstudents/9-12/features/F_Mission_Control_Gets_Us_Into_Space.html
- ESA. (2013). The remotest base on Earth. (zul. 05.08.2023) https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Concordia/The_remotest_base_on_Earth
- ESA. (o. D.). Funding. (zul. 05.08.2023) https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/Funding
- Frey, D. (2015). Psychologie der Werte: Von Achtsamkeit bis Zivilcourage – Basiswissen aus Psychologie und Philosophie. Springer.
- Garcia, M. (2019). How the mission is controlled: inside NASA and Boeing joint operations. NASA. (zul. 04.08.2023) <https://www.nasa.gov/feature/how-the-mission-is-controlled-inside-nasa-and-boeing-joint-operations>
- Goemaere, S., Van Caelenberg, T., Beyers, W., Binsted, K. & Vansteenkiste, M. (2019). Life on Mars from a Self-Determination Theory perspective: How astronauts' needs for autonomy, competence and relatedness go hand in hand with crew health and mission success - Results from HI-SEAS IV. *Acta Astronautica*, 159, 273–285. <https://doi.org/10.1016/j.actastro.2019.03.059>
- Grünewald (2023) P7R Forschungsarbeit: "Wie müsste Interaktion gestaltet werden, um mit Stressfaktoren von Langzeit-Raumfahrtmissionen umzugehen?"
- Guzman, A. (2022). Next-Gen commercial stations serious NASA business. NASA. (zul. 05.08.2023) <https://www.nasa.gov/leo-economy/low-earth-orbit-economy/next-gen-commercial-stations-nasa-serious-business>
- Harrison, Albert A., Yvonne A. Clearwater, and Christopher P. McKay (1991) eds. *From Antarctica to Outer Space: Life in Isolation and Confinement*. New York, NY: Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4612-3012-0>
- Holzner, S. (2016). What is impulse in physics dummies. dummies. (zul. 04.08.2023) <https://www.dummies.com/article/academics-the-arts/science/physics/what-is-impulse-in-physics-148584/>
- IKUM. (2023). Institut für Kommunikation und Medien der Hochschule Darmstadt. IKUM. (zul. 05.08.2023) <https://ikum.medien-campus.h-da.de/>
- Korsmeyer, D. J. (2005, 1. Januar). Crew-Centered Operations: What HAL 9000 should have been. NASA Technical Reports Server (NTRS). (zul. 05.08.2023) <https://ntrs.nasa.gov/citations/20050182116>
- Lee, C. N. (2020). Crew Autonomy Through Self-Scheduling: Scheduling Performance Pilot Study. NASA Technical Reports Server (NTRS). (zul. 05.08.2023) <https://ntrs.nasa.gov/citations/20205010691>
- Lewis, R. (2017). Human health and performance. NASA. (zul. 04.08.2023) <https://www.nasa.gov/hhp/mission-and-goals>
- Liapi, M., Oungrinis, K., Gkologkina, E. & Mairopoulos, D. (2013). The astronaut's playscape: supporting creativity through play in long-term missions beyond Earth orbit. ResearchGate. (zul. 05.08.2023) <https://www.researchgate.net/>

publication/280646196_The_astronaut%27s_playscape_Supporting_creativity_through_play_in_long-term_missions_beyond_earth_orbit

Lyons, J. B., Sycara, K., Lewis, M. & Capiola, A. (2021). Human–Autonomy Teaming: Definitions, debates, and directions. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.589585>

Marquez, J. (2022). Promoting astronaut autonomy in human spaceflight missions. NASA. (zul. 05.08.2023) <https://www.nasa.gov/summerseries/2022/jessica-marquez>

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>

NASA. (2017). Space station research experiments. (zul. 05.08.2023) https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments_category

Nordhausen, I. (o. D.). Forschungszentrum DKMI - Dafür stehen wir – Forschungszentrum Digitale Kommunikation und Medien-Innovation. T3AC. (zul. 05.08.2023) <https://fzdkmi.h-da.de/ueber-uns/fz-dkmi-dafuer-stehen-wir#c132>

O’Neill, T. A., McNeese, N. J., Barron, A. E. & Schelble, B. G. (2020). Human–Autonomy Teaming: A Review and Analysis of the Empirical Literature. *Sage Journals*, 64(5), 904–938. <https://doi.org/10.1177/0018720820960865>

Rolfe, M. (2018). *Positive Psychologie und organisationale Resilienz: Stürmische Zeiten besser meistern*. Springer-Verlag.

Romocean, M. (2022, 18. März). The Psychological Impact of Light & Color | TCP Lighting Solutions. TCP Lighting. (zul. 05.08.2023) <https://www.tcpi.com/psychological-impact-light-color/>

Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2017). *Self-Determination Theory: Basic Psychological Needs in Motivation, Development, and Wellness*. Guilford Publications.

Seligman, M. E. P., & Csikszentmihalyi, M. (2000). Positive Psychology: An Introduction. *American Psychologist*, 55(1), 5-14. <https://doi.org/10.1037//0003-066x.55.1.5>

Semling, C. & Ellwart, T. (2016). Entwicklung eines Modells zur Teamresilienz in kritischen Ausnahmesituationen. *Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift Für Angewandte Organisationspsychologie (gio)*, 47(2), 119–129. <https://doi.org/10.1007/s11612-016-0322-x>

Suedfeld, P. (2001). Applying positive psychology in the study of extreme environments. *Journal of Human Performance in Extreme Environments*, 6(1), 21–25. <https://doi.org/10.7771/2327-2937.1020>

Tasca, G. A. (2020). What is group dynamics?[Editorial]. *Group Dynamics: Theory, Research, and Practice*, 24(1), 1–5. <https://doi.org/10.1037/gdn0000115>

Thakkar, J. J. (2021). Multi-Criteria decision making. In Springer eBooks. <https://doi.org/10.1007/978-981-33-4745-8>

Wu, S.C., Vera, A.H., (2019). Supporting crew autonomy in deep space exploration: preliminary onboard capability requirements and proposed research questions. NASA Technical Report. (zul. 05.08.2023) <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20190032086>

11.2 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 0

Hintergrund Bilder für die Kapitel: SVS & Wright, E. (2023, 30. April). NASA Scientific Visualization Studio | Deep Star Maps 2020. SVS. (zul. 04.08.2023) <https://svs.gsfc.nasa.gov/4851>

Abbildung 1

Almon, A. J. (2019). Developing predictive models: individual and group breakdowns in long-term space travel. *Acta Astronautica*, 154, 295–300. S.10 <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.04.036>

Abbildung 2

Siegel, E. (2020, 5. Oktober). Watch Mars make its closest approach to Earth until 2035. *Forbes*. (zul. 04.08.2023) <https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2020/10/05/watch-mars-make-its-closest-approach-to-earth-until-2035/>

Originale Daten: NASA. (o. D.). A propitious Alignment of Planets | Science Mission Directorate. (zul. 04.08.2023) https://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2001/ast19jul_1/

Abbildung 3

Bobmoler. (2018, 26. Juli). July 26, 2018 – Bob Moler’s Ephemeris blog. A Hohmann lowest energy transfer orbit to Mars. Launched in 2003, arrived in 2004. Original Credit NASA/JPL (zul. 12.08.2023) <https://bobmoler.wordpress.com/2018/07/26/>

Abbildung 4

Balint, T. & Pangaro, P. (2017). The Emerging Roles of the observer on human space missions: curated autonomy through boundary objects. *ResearchGate*. (zul. 10.08.2023) <https://www.researchgate.net/publica->

[tion/320224483_The_Emerging_Roles_of_the_Observer_on_Human_Space_Missions_Curated_Autonomy_through_Boundary_Objects](https://doi.org/10.1007/s11612-016-0322-x)

Abbildung 5

Persona von Samantha Cristoforetti aus:

- Grünewald (2023) P7R Forschungsarbeit: “Wie müsste Interaktion gestaltet werden, um mit Stressfaktoren von Langzeit-Raumfahrtmissionen umzugehen?” S. 112-11
- Samantha Cristoforetti. (o. D.). (zul. 12.08.2023) https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Astronauts/Samantha_Cristoforetti

Abbildung 6

Gruppenentwicklung nach Tuckman & Jensen, (1977) “Stages of Small-Group Development Revisited.” *Group & Organization Studies* 2, no. 4: 419–27. <https://doi.org/10.1177/105960117700200404>

Abbildung 7

ESA (2015) Group-photo expedition 42 (zul.12.08.2023) https://www.esa.int/var/esa/storage/images/esa_multimedia/images/2015/09/expedition_42_group_photo/15616219-1-eng-GB/Expedition_42_group_photo_pillars.jpg

Abbildung 8

Semling und Ellwart, (2016), S.124; Entwicklung eines Modells zur Teamresilienz in kritischen Ausnahmesituationen. *Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift Für Angewandte Organisationspsychologie (gio)*, 47(2), 119–129. <https://doi.org/10.1007/s11612-016-0322-x>

Abbildung 9

Gruppenhandeln als Kombination aus:

- ESA - Bessone & Seine, 2017, Effektive und sichere Gruppenperformance
- 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,
- Hofinger, G. (2019). S. 160 Elemente gemeinsamer mentaler Modelle aus: Handbuch Stabsarbeit: Führungs- und Krisenstäbe in Einsatzorganisationen, Behörden und Unternehmen.

Abbildung 10

User-Journey abgeleitet aus: Garcia, 2014, International Space Station Timelines vom 26.06.2014 (zul. 04.08.2023) https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/062614_tl.pdf von: <https://www.nasa.gov/content/international-space-station-timelines-november-2014/>

Abbildung 11

System-Map analysiert aus der Ausgangslage, von Grünewald (2023) P7R Forschungsarbeit: "Wie müsste Interaktion gestaltet werden, um mit Stressfaktoren von Langzeit-Raumfahrtmissionen umzugehen?"

Abbildung 12

Playscape - Twister; Smart surface visualization aus: Liapi, M., Oungrinis, K., Gkologkina, E. & Mairopoulos, D. (2013b). The astronaut's playscape: supporting creativity through play in long-term missions beyond Earth orbit. ResearchGate. (zul. 12.08.2023) https://www.researchgate.net/publication/280646196_The_astronaut%27s_playscape_Supporting_creativity_through_play_in_long-term_missions_beyond_earth_orbit

Abbildung 13

Screenshots aus dem Videospiel ADR1FT von:

- Solarpunk Aesthetic. (2017). Game: ADR1FT; Solar Punk Aesthetic.

Tumblr. (zul. 04.08.2023) <https://solarpunk-aesthetic.tumblr.com/image/166683424839>

- Paras, A. (2015, 9. März). AdR1ft – 9 minutes of the breathtakingly beautiful Unreal Engine 4 Exploration adventure. Wccfttech. (zul. 04.08.2023) <https://wccfttech.com/adr1ft-9-minutes-breathtakingly-beautiful-unreal-engine-4-exploration-adventure/>

Abbildung 14

Holo-Map von: Bercea, O. (2018). Holo-Map. ArtStation. (zul. 04.08.2023) <https://www.artstation.com/artwork/VmXON>

Abbildung 15

Playbook von NASA aus: Albery, M. (2017). Areas of Ames Ingenuity: Human Systems Integration. NASA. (zul. 04.08.2023) <https://www.nasa.gov/centers/ames/areas-of-ames-ingenuity-human-systems-integration>

Abbildung 16

Projektzielscheibe nach Coverdale vgl. nach: Ferz-Steinbauer, W. (2020). AIMING. Coverdale Austria. (zul. 04.08.2023) <https://www.coverdale.at/en/formulate-goals-correctly/>

Abbildung 17

Crew-Interaktion und externe Handlungspartner. Icons von Flaticon: (zul. 04.08.2023) <https://www.flaticon.com/>

Abbildung 18

Teamdaptivität in iterativen Prozessschritten angewandt auf LZRM vgl. nach: Semling und Ellwart, (2016), S.121-122; Entwicklung eines Modells zur Teamresilienz in kritischen Ausnahmesituationen. Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift Für Angewandte Organisationspsychologie (gio), 47(2), 119–129. <https://doi.org/10.1007/s11612-016-0322-x>

Icons von Flaticon: (zul. 04.08.2023) <https://www.flaticon.com/>

Abbildung 19

Yerkes-Dodson Gesetz aus: 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>

Abbildung 20

Human-Autonomy-Teaming Ansätze visualisiert im Habitability-System-Diagramm vgl. nach: Häuplik-Meusburger, S. und Bishop, S.. 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/10.1007/978-303069740-2>

Abbildung 21

Systembestandteile am Handlungsablauf visualisiert. Icons von Flaticon: (zul. 04.08.2023) <https://www.flaticon.com/>

Abbildung 22

Golden Circle von companionship

Abbildung 23

Charakter der Anwendung

Abbildung 24

Beziehungskonzept von companionship als unterstützendes Umfeld im Laufe der Zeit.

- Icons von Flaticon: (zul. 04.08.2023) <https://www.flaticon.com/>
- Bild von Samantha: Pistone, V. (2019). Laurea ad honorem A Samantha Cristoforetti. CUENEWS | Space. <https://aerospacecue.it/laurea-ad-honorem-cristoforetti/13254/>

Abbildung 25

Interface & Farbgestaltung. Icons von Flaticon: (zul. 04.08.2023) <https://www.flaticon.com/>

Abbildung 26

companionship während den Missions-Phasen

Abbildung 27

Use-Case-Diagramm von companionships Navigation. Icons von Flaticon:

(zul. 04.08.2023) <https://www.flaticon.com/>

Abbildung 28

Ablaufdiagramm der Arbeitspaket-Empfehlungen

Abbildung 29

Ablaufdiagramm der Impulse-Logik

Abbildung 30

Businessplan

Abbildung 31

Asclepios. (2023). The project. (zul. 05.08.2023) <https://asclepios.ch/asclepios-en/the-project/>

Abbildung 32

Gruppenfoto & Antarktis Position von:

- ESA Science in a Space Environment. (2023, 25. April). CONCORDIA - SCISPaCE. SciSpace. (zul. 05.08.2023) <https://scispace.esa.int/scispace-platforms/concordia/>
- Byrd, D. (2020). Hello, Sunrise! | Today's Image | EarthSky. EarthSky | Updates on your cosmos and world. (zul. 05.08.2023) <https://earthsky.org/todays-image/sunrise-concordia-research-station-antarctica-aug-2020/>

Abbildung 33

ISS von: ESA. (2013). ESA - Space for Kids - The International Space Station. (zul. 08.08.2023), von https://www.esa.int/kids/en/learn/Life_in_Space/Space_Stations/The_International_Space_Station

Abbildung 34

Soll-Analyse nach DIN-ISO-110: Interaktionsprinzipien: DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (2020) Ergonomie der Mensch-System-Interaktion — Teil 110: Interaktionsprinzipien

Abbildung 35

Kommerzielle Raumstationen von: Guzman, A. (2022). Next-Gen

commercial stations serious NASA business. NASA. (zul. 05.08.2023) <https://www.nasa.gov/leo-economy/low-earth-orbit-economy/next-gen-commercial-stations-nasa-serious-business>

Abbildung 36

Artemis-Home-Poster von: NASA (o.D.) Artemis Mission; Humanity's return to the moon (zul. 12.08.2023) <https://www.nasa.gov/specials/artemis/img/home-art.jpg>

Abbildung 37

Stakeholder-Analyse. Icons von Flaticon: (zul. 04.08.2023) <https://www.flaticon.com/>

Abbildung 38

Business-Model-Canvas. Icons von Flaticon: (zul. 04.08.2023) <https://www.flaticon.com/>

Abbildung 39

Konkurrenzanalyse mit Informationen von:

Playbook von NASA:

- ESA-Blog. (2015, 9. September). Playing with Playbook – Iriss Mission blog.(zul. 05.08.2023) <https://blogs.esa.int/iriss/2015/09/09/playing-with-playbook/>
- Ngan, I. (2021). NASA Playbook. (zul. 05.08.2023) <https://www.isabelngan.com/design-work/nasa-playbook>

Smart-Ops von NASA:

- UCLA Health. (2022, 12. Mai). "Houston we don't have a problem: Self-Guided Stress Management & Resilience Training for NASA | UCLA Health Staff Grand Rou [Video]. Vimeo. (zul. 05.08.2023) <https://vimeo.com/167774399>
- Rose, R. D. (2016, 8. Februar). Self-Guided multimedia stress management and resilience training for flight controllers. NASA

Technical Reports Server (NTRS). (zul. 05.08.2023) <https://ntrs.nasa.gov/citations/20150022860>

MRT-KURS der US-Army:

- Reivich, K., Seligman, M. E. P. & McBride, S. (2011). Master Resilience training in the U.S. Army. American Psychologist, 66(1), 25–34. <https://doi.org/10.1037/a0021897>
- U.S. Army Reserve. (o. D.). Master Resilience training. (zul. 05.08.2023) <https://www.usar.army.mil/MRT/>

AI4U von ESA (Frankreich):

- Asclepios Instagram. (2023). AI4U: Instagram. (zul. 05.08.2023) https://www.instagram.com/p/CvPG-JiN2wE/?img_index=1
- Shashkova, E., Navarro, G., Roy, R. N., Paillet, A., & Truntzler, L. (2022.). Study and development of an AI assistant for future Moon and Mars stations.(zul. 05.08.2023) https://oatao.univ-toulouse.fr/29451/1/Shashkova_29451.pdf

Abbildung 40

Abbildung 40: Fotos der Paper-Prototypen Smart-Log, Wöchentlicher Kalender, Tägliche Planung

Abbildung 41

Erste screenshots von der funktionsfähigen Demo-Timeline

Abbildung 42

Erste Renderings zum Testen der Umgebung des Produkt-Videos

11.3 DOR & NVS

„Die Gestaltung von Crew-Interaktion auf Langzeit-Raumfahrtmissionen“ 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 „Die Gestaltung von Crew-Interaktion auf Langzeit-Raumfahrtmissionen“ 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.



Florian Grünewald

11.4 CDS

1

11.5 ANHANG

11.5. Anhang	71
11.5.1 Businessplan	72
11.5.2 Entscheidungsmatrix	75
 Zurück zum Inhaltsverzeichnis	 4

FORSCHUNGSPHASE

		1. Jahr (2024)												
	Insgesamt	1. Monat	2. Monat	3. Monat	4. Monat	5. Monat	6. Monat	7. Monat	8. Monat	9. Monat	10. Monat	11. Monat	12. Monat	
Einnahmen	0		110.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ausgaben	0		13.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €
Einnahmen	0													
Forschungsgelder	100.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sponsoren	10.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Einnahmen Ingsesan	110.000		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anfallende Kosten														
2.720,00 € Designer / Projektmanager			1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	0,5
2.720,00 € Entwickler			1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
2.720,00 € Psychologe			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
2.720,00 € Verwaltungsstelle			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0
5.000,00 € Experimentkosten			1											
Personal insgesamt			3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1
Personal Kosten pro Monat			13.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €
Monate			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kosten Ingsesamt			13.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	8.160,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €

Wiss. Mitarbeiter bei hda / Monatsgehalt BA

17 € / h x 160 std / Monat = 2720€

		2. Jahr (2025)												
		1. Monat	2. Monat	3. Monat	4. Monat	5. Monat	6. Monat	7. Monat	8. Monat	9. Monat	10. Monat	11. Monat	12. Monat	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1
			1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €
			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
			1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	1.360,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €	2.720,00 €

GRÜNDUNGSPHASE

		Kunden: Haven-1				Kunden: Artemis IV, Orbital Reef, Haven-1			
		4. Jahr (2026)				5. Jahr (2027)			
	Insgesamt	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal
Einnahmen	308.000	14.000	18.000	21.000	28.000	76.000	86.000	96.000	106.000
Ausgaben	0	17.000,00 €	12.000,00 €	12.000,00 €	12.000,00 €	29.000,00 €	24.000,00 €	24.000,00 €	24.000,00 €
	0								
Einnahmen									
Exist	35.000								
BIC	50.000								
Lizenzen	96.000	6.000	6.000	6.000	6.000	18.000	18.000	18.000	18.000
Businessmodell	127.000	1.000	3.000	5.000	8.000	20.000	25.000	30.000	35.000
Einnahmen Insg	308.000	7.000	9.000	10.000	14.000	38.000	43.000	48.000	53.000
Anfallende Kosten									
4.000,00 € Designer / Projektmanager		1	1	1	1	2	2	2	2
4.000,00 € Entwickler		1	1	1	1	2	2	2	2
4.000,00 € Psychologe		0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1
4.000,00 € Verwaltungsstelle		0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1
5.000,00 € Puffer		1	0	0	0	1	0	0	0
Personal insgesamt		3	2	2	2	5	4	4	4
Personal Kosten pro Monat		17.000,00 €	12.000,00 €	12.000,00 €	12.000,00 €	29.000,00 €	24.000,00 €	24.000,00 €	24.000,00 €
Monate		1	1	1	1	1	1	1	1
Kosten Insgesamt		17.000,00 €	12.000,00 €	12.000,00 €	12.000,00 €	29.000,00 €	24.000,00 €	24.000,00 €	24.000,00 €

ENTSCHEIDUNGSMATRIX

Ansatz	Die Gruppentwicklung fördern und die Astronauten durch einen spielerischen Ansatz zusammenzubringen.
Pitch	Durch den Einsatz von Spielmechaniken unterstützt dieser Ansatz die Entwicklungsphasen der Gruppe, fördert die Interaktion zwischen den Besatzungsmitgliedern und bringt die individuellen Perspektiven in eine kollektive Gruppenperspektive zusammen. Dies wird durch spielerische Anregungen für Diskussionen in den Gruppenphasen, der Festlegung von Meilensteinen, der Umgestaltung von Stressfaktoren als Herausforderungen und das Gestalten einer fesselnden Missions-Narrative erreicht. Der Schwerpunkt liegt auf der Schaffung eines ansprechenden und dynamischen Umfelds, welches die Teamarbeit, die Widerstandsfähigkeit und die gemeinsame Zielsetzung der Besatzungsmitglieder während ihrer gesamten Mission fördert.
Ansatz	Selbständigkeit als Herausforderung und als Bedürfnis kombiniert in einem Crew-Autonomie Ansatz.
Pitch	Die stressigen Herausforderung der zunehmenden Autonomie und Isolation von der Bodenunterstützung bei tiefen Weltraummissionen werden angegangen (z. B. einer Marsmission), indem die Selbständigkeit der Crew unterstützt wird. Hierfür werden problemorientierte Werkzeuge zur Kooperation und Koordination gestaltet. Desweiteren wird das Suedfeld'sche Leitbild miteinbezogen, Wohlbefinden als Puffer gegen Stressfaktoren zu nutzen. Daher wird Autonomie als ein grundlegendes Bedürfnis nach Ryan und Deci definiert und durch die Gestaltung von Auswahloptionen und Anpassbarkeit unterstützt. Dieser Kombinations-Ansatz gestaltet ein unterstütztes Umfeld, um Selbständigkeit, Wohlbefinden und Zusammenhalt der Crew zu fördern, sowie das Bedürfnis nach Autonomie zu befriedigen.
Ansatz	Individuelle Erfahrungen der Astronauten sammeln und die Überschneidung in einem geteilten Wissensstand-Ansatz greifbar machen.
Pitch	Das individuelle Wissen, die Lektionen und Erfahrungen der Astronauten werden im Laufe ihres Trainings gesammelt. Dieses Wissen wird in der Mission zusammengetragen und einem geteilten Wissensstand kombiniert. Das Konzept von gemeinsamen mentalen Modellen steht hierbei im Fokus, um den Überschneidungsbereich des Wissens von Individuen vergrößert wird. Dies fördert den Informationsfluss innerhalb der Gruppe, was Kommunikation in Stresssituationen erleichtert. So kann die betriebliche Interaktion der Besatzung, die Widerstandsfähigkeit und den Gesamterfolg der Mission für die aktuelle und nachfolgende Crews verbessert werden.
Ansatz	“Lebendes” Schiff - Pflanzen als Spiegelung der menschlichen Interaktionen
Pitch	Dieser Ansatz bricht die Grenzen zwischen Technologie und Natur auf, indem soziale Interaktionen der Crew das Wachstum der Pflanzen im Raumschiff beeinflussen. Je mehr positive und harmonische Interaktionen die Crew hat, desto mehr gedeiht die Umgebung des Schiffes mit einer lebendigen und üppigen Pflanzenwelt. Basierend auf dem positiven Gefühl von Astronauten das Wachstum der Pflanzen zu begleiten (siehe P7R), reflektiert die Umgebung die Crew-Beziehungen. Dies fördert die Crew darin, engere Beziehungen zu knüpfen und steigert das Gefühl der Kameradschaft und des Zusammenhalts.

De Bono Sechs-H Fokus		Spielerischer Ansatz	Crew-Autonomie Ansatz	Geteilter Wissensstand Ansatz	"Lebendes" Schiff
Der weiße Denkhut: Analytisch	Fakten, Objektiv	Wenig getestet und erforscht. Aber: Ein spielerischer Ansatz vermischt Freizeit mit Arbeit, was grundsätzlich zeitsparender ist und die Leute zusammenbringt.	Viel getestet und erforscht. Aber: Autonomie ist ein großes Thema mit unterschiedlichen Definitionen und Selbständigkeit muss ausgeglichen sein, ansonsten führt es zu mehr Stress.	Mittelmäßig getestet, aber bereits etwas erforscht. Aber: Wissen greifbar und austauschbar zu machen ist ein schwieriges Thema, weil vieles auf Erfahrung basiert und eine große Menge an gesammelten Wissen erfordert.	Garnicht getestet, aber basiert auf solider Forschung. Trotzdem ist es sehr experimentell und fraglich, ob alleine die Reflexion von Beziehungen die pragmatischen Astronauten anregen würde. Außerdem ist die Frage, wie man mit negativen Interaktionen umgehen würde schwierig zu testen.
Der rote Denkhut: Emotional	Gefühle, Persönlich	Mir macht ein spielerischer Ansatz am Meisten Spaß. Aber ich habe auch die Angst, dass es zu verspielt wirkt oder garnicht erst akzeptiert wird (weder von Nutzern, Professoren oder Stakeholdern)	Autonomie zu gestalten könnte für gefährlich sein, wenn ich es nicht greifbar genug gestalten kann. Aber wenn ich es als Herausforderung sehe, ist es schon weniger gruselig.	Das Thema ist so groß, dass ich mir nicht sicher bin ob ich es im Rahmen eines Bachelor-Projekts überhaupt anständig ausarbeiten kann. Außerdem ist das Thema etwas trocken, doch der Nutzen wäre groß.	Persönlich finde ich die Idee sehr cool, weil es ein Ansatz outside of the box ist. Trotzdem finde ich mit Pflanzen oder technischen Pflanzen zu arbeiten schwierig, da die Akzeptanz schwierig abzuschätzen ist.
Der gelbe Denkhut: Optimistisch	Chancen, Positiv	Der spielerische Ansatz ist mal was neues und wenn man es mit Spielmechaniken und sowas wie Milestones rüberbringt, erfüllt es auch die Leitfrage und könnte alle überraschen.	Autonomie ist ein schönes Thema, weil es die Stressbewältigung und positive Entwicklungen in einem verbindet. Es ist ein valides Problem im Szenario Mars Mission und ist dementsprechend wertvoll auszuarbeiten.	Wenn man mit offensichtlichem Wissen anfängt und zeigt, was der Grundgedanke ist wird schnell das Potenzial klar. Es unterstützt außerdem das Training zu kodensieren und ist dementsprechend interessant.	Es regt auf jedenfall Gespräche an und wäre mal was anderes. Außerdem ist das Bedürfniss Pflanzen wachsen zu sehen ein "hard-wired" Bedürfniss in unseren Köpfen und würde die graue Metallbox deutlich verbessern.
Der schwarze Denkhut: Kritisch	Risiko, Pessimistisch	Dieser Ansatz kann schnell nach hinten losgehen, wenn das ganze Leitbild den Leuten nicht zusagt. Erste Kritik kam auch von den Professoren und es ist von z.B. der NASA sowie als "Nice-To-Have" angesehen. Die Effektivität gegen Stress kann sicherlich auch stark diskutiert werden, da manche Astronauten nichts mit einem spielerischen Ansatz anfangen könnten. Es ist also eher ein sehr spekulativer statt fundierter Ansatz.	Autonomie und deren Auswirkungen ist gut positiv wie negativ erforscht. Nur durch vieles Testen, kann herausgefunden was die perfekte Mitte für die individuellen Nutzer ist - dafür bleibt im P7B nicht wirklich viel Zeit. Außerdem ist Selbstbestimmung ein abstraktes Thema und es besteht die Gefahr, dass das Design schwierig verstanden wird.	Dieser Ansatz kann schnell gefährlich werden, weil geteiltes Wissen schwierig messbar ist. Außerdem muss hier sehr viel zusätzliches Wissen in Erfahrung gebracht werden, um überhaupt das Medium nutzbar zu machen. Kleine Fehler stechen direkt ins Auge stechen und untergraben die Legitimität der Gestaltung.	Auch wenn es die Umgebung verbessert, ist es fraglich ob die Pflanzen überhaupt den gewollten Effekt haben oder die Astronauten einfach tatsächliche Pflanzen auf der Erde vermissen würden. Mal ganz davon abgesehen, ist es kostentechisch und Platztechnisch sehr unrealistisch, dass es auf einem Raumschiff eingebaut werden würde.
Der grüne Denkhut: Kreativ	Ideen, Offenheit	Hier ist einfach viel Spielraum. Man kann die Konfliktphase wie ein Spiel gestalten und dadurch mal einen anderen Blickwinkel bieten. Außerdem sind Milestones und Gruppenziele sowieso wichtig, also wieso sie nicht in eine Narrative verpacken? Das Thema ist auch sofort greifbar und das Benutzen macht einfach Spaß.	Der (physische und digitale) Raum bietet viele Möglichkeiten einfach mal auszuprobieren. Egal ob Boden, Hand, Wand, Rücken oder Decke - durch die Schwerelosigkeit kann eine kreative Lösung die Gestaltungsmöglichkeiten sofort ausnutzen und auch mit Formgebung verbunden werden.	Der Ansatz muss nicht trocken sein, sondern wenn man den Austausch von Wissen anregt kann es ein Selbstläufer werden und sogar revolutionär für die Raumfahrt sein. Außerdem ist das ein Ansatz, der viel von Science Fiction inspiriert wird und demnach viel Potenzial für eine coole Gestaltung bietet.	Es ist auf jedenfall ein Hingucker. Die Pflanzen könnten auch synthetisch sein, wodurch Kosten, Ernährung und Platz gespart werden könnte. Außerdem hat es ökologisch gesehen sehr viele positive Argumente.
Der blaue Denkhut: Überblickend	Big Picture, Struktur	Mit Blick auf das große Ganze ist der spielerische Ansatz Spaßig (für mich und andere), greifbar und überraschend. Trotzdem ist der generelle Forschungsstand eher spekulativ, als wirklich fundiert. Am Ende muss es vor allem für die Benutzer funktionieren und hier ist die Gefahr am Größten, dass es das nicht tut.	Mit Blick auf das große Ganze ist Crew-Autonomie der fundierteste und effektivste Ansatz. Trotzdem könnte es zu mehr Stress in der Crew führen und generell zu abstrakt sein. Am Ende hängt das aber von der Gestaltung ab und ist deswegen eher eine reizende Herausforderung, die beiden Perspektiven Stress und Wohlbefinden in einem Ansatz zu verbinden.	Mit Blick auf das große Ganze ist geteiltes Wissen der wertvollste Ansatz. Trotzdem ist die Messbarkeit und der Aufwand für P7B ein Hindernis. Am Ende könnte der Ansatz zwar revolutionär sein, aber schwierig umzusetzen und deshalb mit Vorsicht bewertet werden.	Mit Blick auf das große Ganze ist diese Idee definitiv ein innovativer Ansatz, aber eben auch nur eine Idee. Die Umsetzung wäre risikoreich und unrealistisch für die pragmatische Raumfahrt, selbst wenn der positive Effekt bewiesen werden könnte. Außerdem ist die Erprobung in diesem Gebiet nicht vorhanden.

Entscheidungsmatrix

Idee Bewertung (B) & Gewichtung (G)	Spielerischer Ansatz			Crew-Autonomie Ansatz			Geteilter Wissensstand Ansatz			"Lebendes" Schiff		
	B: 1-10	G:1-10	B x G	B: 1-10	G:1-10	B x G	B: 1-10	G:1-10	B x G	B: 1-10	G:1-10	B x G
Kriterien												
Hauptkriterien (zählen 2x)												
Effektivität Stress-Umgang	6	10	120	8	10	160	7	10	140	8	10	160
Gruppeninteraktion	8	8	128	6	8	96	7	8	112	9	8	144
Forschungsstand des Ansatzes	4	7	56	9	7	126	6	7	84	4	7	56
Nebenkriterien												
Umsetzbarkeit im Bachelor	9	7	63	6	7	42	5	7	35	6	7	42
Spaß am Thema	9	5	45	7	5	35	5	5	25	9	5	45
Akzeptanz Stakeholder	5	4	20	9	4	36	8	4	32	5	4	20
Heutige technologische Umsetzbarkeit	9	2	18	8	2	16	6	2	12	6	2	12
Summe Hauptkriterium			304			382			336			360
Summe Nebenkriterium			146			129			104			119
Gesamtsumme			450			511			440			479

... one giant leap of passion.

h_da hochschule
darmstadt

member of
eut+
EUROPEAN UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

esa
Mit Unterstützung der