

Bachelorarbeit

Systematische Analyse und Optimierung des Risikomanagements im Raketenprojekt der Akademischen Raumfahrt Initiative Schweiz (ARIS)

Eine Praxisarbeit

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften
School of Management and Law

Autor: Dominic Frehner

Matrikelnummer: 19-678-077

Betreuungsperson: Dr. Patrick Lehner
Winterthur ZH, 25. Mai 2022

Management Summary

Der Studentenverein ARIS befindet sich in einem dynamischen und innovativen Umfeld, worin sich die Umstände schnell ändern können. Dadurch entstehen neue unbekannte Risiken, welche den Projekterfolg erheblich gefährden. Davon ist auch das Raketenprojekt HELVETIA betroffen. Risiken wie die weltweite Knappheit von Halbleitern, die Pandemie, der Krieg in der Ukraine und der unerwartete Rücktritt des Project Managers traten beim diesjährigen Raketenteam bereits ein.

Die vorliegende Arbeit untersucht, welche Rahmenmodelle zu Projektrisikomanagement in der Literatur und Praxis bestehen und wie im Raketenprojekt HELVETIA Risikomanagement betrieben wird. Ausserdem wird aufgezeigt, inwiefern ein systematisches Risikomanagement für künftige Raketenprojekte mehrwertstiftend ist. Schliesslich wird in einem Konzept vorgeschlagen, wie ein Risikomanagement in jährlich stattfindenden Raketenprojekten zu führen ist.

Die Forschungsfrage wurde anhand einer Literaturanalyse und eines praktischen Teils beantwortet. Zunächst fand eine Literaturrecherche im Themenbereich des Projektrisikomanagements statt. Im praktischen Teil wurde das Risikohandbuch der NASA untersucht. Zudem wurden acht leitfadengestützte Interviews mit vier Praxisvertretenden und vier ARIS-Mitgliedern durchgeführt. Das Ziel war es, herauszufinden, wie Risikomanagement in Industrieunternehmen und in der ARIS betrieben wird und wie ein Risikokonzept für Raketenprojekte aussehen könnte.

Die Ergebnisse zeigen, dass Risiken in der Industrie mittels Excel-Listen oder Brainstorming-Workshops identifiziert und analysiert werden. Eine vorgängige Risikoplanung findet selten statt. Anschliessend werden die Risiken anhand einer Risikomatrix priorisiert, woraus Bewältigungsstrategien erarbeitet werden. In der Praxis werden Risiken mittels regelmässigen Tests gemindert. Riskante Projekte, die zu weit von der Expertise der Organisation entfernt sind, werden vermieden. Mittels internen Reviews oder Meilensteinsitzungen werden Risiken überwacht. In der ARIS wird ein starker Fokus auf technische Risiken gelegt. Ein systematisches Verfahren für Projektrisiken besteht derzeit nicht.

Die Arbeit zeigt auf, dass ein strukturiertes Risikomanagement in der ARIS benötigt wird. Dadurch könnten Risiken frühzeitig identifiziert und bewältigt werden. Dies minimiert

Verzögerungen im Zeitplan und vereinfacht die Informationsbeschaffung. Demzufolge wurde ein Risikokonzept für künftige ARIS-Raketenteams ausgearbeitet.

Der Konzeptvorschlag beinhaltet einen Workshop, worin Risiken geplant, identifiziert, analysiert, bewältigt und überwacht werden. Das Konzept soll künftigen Raketenteams dazu dienen, strategisch wichtige, nicht-technische Risiken systematisch proaktiv zu sichten und bewältigen. Eine separate Guideline führt die ARIS-Mitglieder schrittweise durch den Workshop. Das Konzept ist keine rigide Vorgabe, sondern soll künftigen Teams als Inspiration dienen. Um wettbewerbsfähig zu bleiben, müssen die Teams von morgen ihre eigenen Gedanken in Diskussionen einbringen und den Workshop stetig verbessern.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VIII
Tabellenverzeichnis	X
Abkürzungsverzeichnis	XII
1. Einleitung	1
1.1 Ausgangslage und Problemstellung	1
1.2 Forschungsfrage und Zielsetzung.....	2
1.3 Inhaltliche Abgrenzungen	3
1.4 Aufbau der Arbeit.....	4
2. Methodisches Vorgehen	5
2.1 Literaturanalyse.....	5
2.2 Empirische Erhebung.....	5
2.2.1 Erhebungsinstrumente.....	5
2.2.2 Durchführung der Befragungen.....	6
2.2.3 Auswertungsmethode.....	7
3. Stand der Forschung, Praxis und ARIS	8
3.1 Stand der Forschung.....	8
3.1.1 Definition Risikomanagement in Projekten	8
3.1.2 Risikomanagementprozess	9
3.1.3 Planung der Risiken	11
3.1.4 Identifikation der Risiken.....	13
3.1.5 Risikoarten	17
3.1.6 Risikoanalyse	19
3.1.7 Risikobewältigungsmassnahmen.....	22
3.1.8 Risikocontrolling.....	25
3.2 Stand der Praxis.....	27
3.2.1 Risikomanagement in der NASA.....	27
3.2.2 Ergebnisse qualitative Interviews mit Praxisvertretenden	34

3.3	Stand der ARIS	38
3.3.1	Risikomanagement in der ARIS.....	38
3.3.2	Ergebnisse qualitative Interviews mit ARIS-Mitgliedern	42
4.	Diskussion	47
5.	Neues Risikomanagementkonzept	61
5.1	Aufbau des Workshops	61
5.2	Inhalt des Workshops	64
5.2.1	Risikoplanung.....	64
5.2.2	Risikoidentifikation.....	65
5.2.3	Qualitative Risikoanalyse.....	67
5.2.4	Risikobewältigung.....	68
5.2.5	Risikoüberwachung.....	69
5.3	Implementierung des Workshop	71
6.	Schlussfolgerung.....	73
7.	Literaturverzeichnis.....	76
8.	Anhang	79

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Autor (ARIS, 2022).....	1
Abbildung 2: Der Autor im Showroom der Huber+Suhner AG	6
Abbildung 3: Fünf Schritte im Risikomanagement (Harrant & Hemmrich, 2004, S. 15) 9	
Abbildung 4: Der Risikoprozess (Kuster et al., 2019, S. 101)	10
Abbildung 5: Die Schritte und Zyklen des Risikomanagementprozesses (ECSS, 2008, S. 14).....	10
Abbildung 6: Risikomanagementprozess (in Anlehnung an Project Management Institute, 2017, S. 395).....	11
Abbildung 7: Risiko und Einsatzhöhe: Die Herausforderung im Risikomanagement (Pinto, 2019, S. 266).....	13
Abbildung 8: FMEA-Formblatt: Produkt-FMEA (Wälder & Wälder, 2017, S. 7).....	14
Abbildung 9: SWOT Analyse (in Anlehnung an Harrant & Hemmrich, 2004, S. 28)...	15
Abbildung 10: Risk Breakdown Structure (RBS) (Pinto, 2019, S. 271).....	15
Abbildung 11: Wahrscheinlichkeits- und Auswirkungsmatrix (in Anlehnung an Project Management Institute, 2017, S. 408).....	19
Abbildung 12: Risikomatrix (in Anlehnung an Wälder & Wälder, 2017, S. 8).....	20
Abbildung 13: Beispiel für eine S-Kurve aus einer quantitativen Kosten-Risikoanalyse (Project Management Institute, 2017, S. 433).....	21
Abbildung 14: Beispiel eines Entscheidungsbaums (in Anlehnung an Rohrschneider, 2006, S. 112).....	21
Abbildung 15: Beispiel eines Risikotrends (ECSS, 2008, S. 21).....	25
Abbildung 16: Ablauf der Leistungsanforderungen (NASA, 2011, S. 5).....	28
Abbildung 17: Der RIDM-Prozess (NASA, 2011, S. 7).....	29
Abbildung 18: Der CRM-Prozess (NASA, 2011, S. 15).....	30
Abbildung 19: Koordinierung von RIDM und CRM innerhalb der NASA-Hierarchie (NASA, 2011, S. 21)	32
Abbildung 20: SOFIA-Observatorium (Datta, 2007, S. 410)	32

Abbildung 21: V-Modell (Kirchhoff, 2020, S. 6)	38
Abbildung 22: Risikobewältigung an der PDR vom 05.11.2021 (ARIS, 2021)	39
Abbildung 23: Projektrisiken an der CDR vom 10.12.2021 (ARIS, 2021)	40
Abbildung 24: Bewältigungsstrategien der Projektrisiken an der CDR (ARIS, 2021)..	41
Abbildung 25: Risk Management Process (RUAG Space, 2021)	48
Abbildung 26: Black Swans im Kontext der Industrie und ARIS.....	53
Abbildung 27: IT-Struktur des Konzeptvorschlags.....	61
Abbildung 28: Project Risk Management Trello Board.....	62
Abbildung 29: Karte: 1. Do we know the project scope?.....	64
Abbildung 30: Step 1: Risk Brainstorming	66
Abbildung 31: Step 2: Risk Categorization.....	66
Abbildung 32: Step 3: Identify possible Black Swans	67
Abbildung 33: Step 4: Qualitative Risk Analysis.....	67
Abbildung 34: Step 5: Risk Mitigation	68
Abbildung 35: Step 6: Risk Controlling.....	69
Abbildung 36: Zeitplan für Workshop	71
Abbildung 37: Informationen zum Forschungsthema und Autor.....	80
Abbildung 38: Beispiel eines Risikoregisters (ECSS, 2008, S. 39-40).....	81
Abbildung 39: Bestandteile der Preliminary Design Review (Kirchhoff, 2020, S. 15).	82
Abbildung 40: FMECA des Structures-Teams von HELVETIA (ARIS, 2022).....	82

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Informationen zu den Befragten aus der Industrie	6
Tabelle 2: Informationen zu den ARIS-Interviewpartnern (ARIS, 2022).....	7
Tabelle 3: Beispiel eines Punktesystems	17
Tabelle 4: Typische Risiken (in Anlehnung an Harrant & Hemmrich, 2004, S. 17-19) 17	
Tabelle 5: Schwarze Schwäne (in Anlehnung an Kendrick, 2009, S. 106).....	18
Tabelle 6: Vergleich Risiko-/Chancenstrategien (in Anlehnung an Harrant & Hemmrich, 2004, S. 83).....	24
Tabelle 7: Vor- und Nachteile eines systematischen Risikomanagements	45
Tabelle 8: Beruflicher Werdegang und Aufgabenbereich des Interviewten	84
Tabelle 9: Struktur des Risikomanagementprozesses	84
Tabelle 10: Risikoplanung, -identifikation und -analyse.....	85
Tabelle 11: Risikobewältigung und -controlling	86
Tabelle 12: Risikomanagement in der ARIS – Status quo	115
Tabelle 13: Verantwortlichkeiten im Risikomanagement.....	116
Tabelle 14: Vergangene und künftigen Risiken in Raketenprojekten.....	117
Tabelle 15: Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte.....	118
Tabelle 16: Beruflicher Werdegang und Aufgabenbereich.....	144
Tabelle 17: Struktur des Risikomanagementprozesses	145
Tabelle 18: Risikoplanung.....	146
Tabelle 19: Risikoidentifikation und -analyse.....	147
Tabelle 20: Black Swans	148
Tabelle 21: Risikobewältigung.....	150
Tabelle 22: Risikoüberwachung	151
Tabelle 23: Vorschläge zur Risikooptimierung in künftigen Raketenprojekten	152
Tabelle 24: Definition von Risikomanagement in Projekten	153
Tabelle 25: Risikomanagement im Raketenprojekt.....	154

Tabelle 26: Verantwortlichkeiten im Risikomanagement.....	156
Tabelle 27: Die Rolle des SABs.....	157
Tabelle 28: Vergangene Risiken	159
Tabelle 29: Zukünftige Risiken	161
Tabelle 30: Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte.....	162
Tabelle 31: Optimierung der Risikoplanung, -identifikation und -analyse.....	163
Tabelle 32: Optimierung der Risikoüberwachung	164
Tabelle 33: Vor- und Nachteile eines systematischen Risikomanagements	165

Abkürzungsverzeichnis

ARIS	.....	Akademische Raumfahrt Initiative Schweiz
CDR	.....	Critical Design Review
CRM	.....	Continious Risk Management
D.C.	.....	District of Columbia
DLR	.....	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
ECSS	.....	European Cooperation for Space Standardization
engl.	.....	englisch
ESA	.....	European Space Agency
ESRA	.....	Experimental Sounding Rocket Association
ETH	.....	Eidegenössische Technische Hochschule
EuRoC	.....	European Rocketry Challenge
FMEA	.....	Failure Mode and Effects Analysis
HR	.....	Human Ressource
IPZ	.....	Innovation Park Switzerland
NASA	.....	National Aeronautics and Space Administration
NGT	.....	Nominale Gruppentechnik
NPR	.....	NASA Procedural Requirements
PDR	.....	Preliminary Design Review
PERIL	.....	Project Experience Risk Information Library
RBS	.....	Risk Breakdown Struture
RIDM	.....	Risk Informed Decision Making
RPN	.....	Risk Priority Number
RPZ	.....	Risikoprioritätszahl
SA Cup	.....	Space Port America Cup
SAB	.....	Safety Advisory Board
SDR	.....	System Definition Review
SOFIA	.....	Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy
SWOT	.....	Strengths, Weaknesses, Opportunities & Threats
U.S.	.....	United States
vgl.	.....	vergleiche
ZHAW	.....	Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften

1. Einleitung

Der Verein ARIS (Akademische Raumfahrt Initiative Schweiz) wurde im Jahre 2017 von ehemaligen ETH-Studierenden gegründet, mit dem Ziel, einen wertvollen Beitrag in der Schweizer Raumfahrtindustrie zu leisten. Die ARIS beschäftigt jährlich über 100 Studierende von Schweizer Universitäten und Fachhochschulen, welche in unterschiedlichen Projekten tätig sind. Das Hauptprojekt der ARIS ist das Raketenprojekt, welches aus einem interdisziplinären Team von über 40 raumfahrtbegeisterten Studierenden besteht.

Das diesjährige Raketenteam trägt den Namen «HELVETIA». Das Ziel des Teams ist die Konstruktion einer Forschungsrakete mit Hybrid-Antrieb, die eine Nutzlast auf 9.1 Kilometer fliegt und anschliessend sicher mittels eingebauten Fallschirmes geborgen wird. Mit dieser Rakete wird das Team am internationalen Ingenieurs-Wettbewerb, dem Space Port Amerika Cup (SA Cup) 2022 antreten. Das Ziel ist, in der Kategorie bis 30'000 Fuss (~ 9.1 km) den ersten Platz zu erreichen und Schweizer Ingenieursgeschichte in der Wüste von New Mexico zu schreiben.

Der Autor dieser Arbeit ist seit September 2021 als stellvertretender Projektleiter für das Raketenprojekt HELVETIA tätig (vgl. Abbildung 1). Er studiert Betriebswirtschaft mit Schwerpunkt General Management an der ZHAW School of Management and Law und befindet sich im sechsten Semester seines Studiums.



Abbildung 1: Der Autor (ARIS, 2022)

1.1 Ausgangslage und Problemstellung

Der Verein ARIS befindet sich in einem dynamischen und innovativen Umfeld, in welchem sich die Umstände schnell ändern können. Davon ist auch das Raketenprojekt HELVETIA betroffen. Risiken wie die weltweite Knappheit von Halbleitern, die COVID-19 Pandemie, der Krieg in der Ukraine und der unerwartete Rücktritt des Project Managers traten beim diesjährigen Raketenteam bereits ein. Solche Risiken können den Projekterfolg erheblich gefährden. Das vergangene Raketenprojekt «PICCARD» konnte aufgrund der Pandemie nicht am SA Cup 2021 teilnehmen und musste sämtliche Vorbereitungen abbrechen. Um mit solchen Risiken richtig umgehen zu können, benötigt ARIS ein effektives Vorgehen, welches geregelt und zielgerichtet auf Projektrisiken eingeht.

1.2 Forschungsfrage und Zielsetzung

Im Raketenprojekt der ARIS wurde bisher nicht untersucht, inwiefern bereits Ansätze des Risikomanagements angewendet werden, resp. wie mit nicht-technischen Risiken richtig umgegangen wird. Dies soll mit der vorliegenden Arbeit beantwortet werden, woraus sich folgende Fragestellungen ableiten lassen:

Forschungsfrage:

Wie ist ein Risikomanagement in jährlich stattfindenden Raketenprojekten der ARIS zu führen, um strategisch wichtige, nicht-technische Risiken systematisch proaktiv zu sichten und bewältigen?

Teilfragen:

- 1. Welche Ansätze, Standards und Rahmenmodelle zu Risikomanagement in Projekten bestehen in der Literatur und Praxis?*
- 2. Wie wird derzeit Risikomanagement im Raketenprojekt HELVETIA betrieben?*
- 3. Inwiefern ist ein systematisches Risikomanagement mehrwertstiftend für künftige Raketenprojekte der ARIS?*
- 4. Welches Risikomanagement-Konzept soll in ARIS-Raketenprojekten implementiert werden und wie ist dabei vorzugehen?*

Ziel dieser Arbeit ist es, die Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der Handhabung von Projektrisiken zwischen der ARIS und industrierwandten Unternehmen aufzuzeigen. Daraus soll ein Lösungsansatz für künftige Raketenprojekte vorgeschlagen werden, damit die neuen Teams besser auf nicht-technische Projektrisiken vorbereitet sind. Die Erkenntnisse dieser Bachelorarbeit sollen als Grundlage für weitere Bachelor- oder Masterarbeiten dienen. Künftige Deputy Project Manager des Raketenprojekts werden die Implementierung des Konzeptvorschlags im Raketenprojekt testen und auswerten können.

1.3 Inhaltliche Abgrenzungen

In dieser praxisorientierten Bachelorarbeit werden nicht-technische Projektrisiken im Raketenteam untersucht. Demzufolge richtet sich die Literaturrecherche in ihrer Gliederung nach dem Global Standard des Project Management Institutes (PMI). Die Erkenntnisse aus dieser Arbeit sind auf die jährlich stattfindenden Raketenprojekte fokussiert und für sämtliche ARIS-Projekte bestimmt.

Im Risikomanagement kommt es zu Überschneidungen mit dem Thema Chancenmanagement. So sind Harrant & Hemmrich (2004, S. 37) der Ansicht, dass es in jedem Projekt nebst Risiken auch Chancen gibt. Ein wichtiges Hilfsmittel in der qualitativen Risikoanalyse sind Wahrscheinlichkeits- und Auswirkungsmatrizen. Darin werden Bedrohungen und Chancen basierend auf deren Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkungen numerisch erfasst (Project Management Institute [PMI], 2017, S. 425). Demnach werden in dieser Arbeit auch Ansätze des Chancenmanagements behandelt.

Diese Arbeit konzentriert sich auf nicht-technische Projektrisiken wie beispielsweise die Auswirkungen der Pandemie oder der unerwartete Rücktritt eines Project Managers. Die gewählte Literatur ist somit auf nicht-technische Projektrisiken ausgelegt. Technische Risiken der Rakete, welche naturwissenschaftliche Kenntnisse voraussetzen, werden nicht detailliert behandelt und bilden keinen relevanten Bestandteil dieser Arbeit. Weiter befasst sich die Bachelorarbeit nicht mit komplizierten Risikobewertungen, welche ein hohes mathematisches Verständnis erfordern.

Risiko- und Qualitätsmanagement sind zwei verwandte Themenbereiche mit diversen Überschneidungen. Laut Madauss (2020, S. 681) haben Projektrisiken einen direkten Einfluss auf die Qualität. So können technische Risiken die vorbestimmte Leistung wie Qualität und Zuverlässigkeit gefährden (Madauss, 2020, S. 681). Diese Arbeit beschränkt sich auf die Themenbereiche des Risikomanagement. Die Ansätze des Qualitätsmanagements werden nicht behandelt.

1.4 Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit gliedert sich in acht Kapitel. Das erste Kapitel beinhaltet die Einleitung ins Forschungsthema, die Forschungsfragen und Zielsetzung sowie inhaltliche Abgrenzungen.

Im zweiten Kapitel wird das methodische Vorgehen erläutert. Darin wird aufgezeigt, wie die Literaturrecherche erfolgt und welche Erhebungsinstrumente verwendet werden. Auch wird dargelegt, wie die Befragungen durchgeführt und Ergebnisse ausgewertet werden.

Im dritten Kapitel werden die Phasen des Risikomanagementprozesses anhand relevanter Literatur erläutert. Im Nachgang wird die derzeitige Praxis des Risikomanagements aufgezeigt. Darin wird das Risikohandbuch der National Aeronautics and Space Administration (NASA) untersucht und die Ergebnisse aus den Befragungen mit Praxisvertretern dargelegt. Im letzten Teil wird das Risikomanagement im ARIS-Raketenprojekt untersucht und die Ergebnisse aus den Befragungen mit ARIS-Mitgliedern aufgeführt.

Das vierte Kapitel «Diskussion» diskutiert und interpretiert die Ergebnisse. Im darauffolgenden Kapitel wird ein Konzeptvorschlag für die ARIS ausgearbeitet. In Kapitel sechs werden Schlussfolgerungen aus dieser Arbeit gezogen. Kapitel sieben beinhaltet das Literaturverzeichnis. Sämtliche Anhänge befinden sich in Kapitel acht.

2. Methodisches Vorgehen

Im folgenden Kapitel wird das methodische Vorgehen dargelegt. Zunächst wird aufgezeigt, wie zum Thema Risikomanagement recherchiert wurde. Weiter werden die verwendeten Erhebungsinstrumente beschrieben. Anschliessend wird aufgezeigt, wie die Befragungen durchgeführt wurden und welche Methode zur Auswertung gewählt wurde.

2.1 Literaturanalyse

Die Literaturanalyse erfolgte zwischen Februar und März 2022 in drei Phasen. In einer ersten Phase wurde in der elektronischen Hochschulbibliothek der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) mit folgenden Begriffen recherchiert: «Risikomanagement in Projekten», «Risk Management», «Project Risk Management», «Project Risk», «NASA Risk Management», «Risiken in Projekten», [...]. In einer zweiten Phase wurde im Suchportal Google-Scholar mit nachgenannten Begriffspaaren gesucht: «Project AND Risk», «Risiko UND Projekt», «Projektmanagement UND Risiken», «Risk AND Management», «NASA AND Risk Management», «Risk Management AND Effectiveness», [...]. In einer letzten Phase wurde eine Literaturrecherche in den Räumlichkeiten der Hochschulbibliothek Winterthur durchgeführt.

2.2 Empirische Erhebung

2.2.1 Erhebungsinstrumente

Bei der vorgenannten Forschungsfrage soll untersucht werden, wie ein zielführendes Risikomanagement im Raketenprojekt der ARIS implementiert werden kann. Um diese Fragestellung beantworten zu können, ist Fachwissen notwendig. Gläser & Laudel (2009, S. 12) zufolge kann solches Wissen anhand von Experteninterviews untersucht werden. Folglich wurden qualitative Befragungen mit erfahrenen Praxisvertretenden der Industrie und ARIS-Mitgliedern durchgeführt. Nach Bogner, Littig & Menz (2014, S. 27 f.) werden bei Experteninterviews oftmals Interviewleitfäden verwendet. Sie dienen dem Interviewer als Gedankenstütze. Weiter ergänzen Lamnek & Krell (2016, S. 690), dass leitfadengestützte Interviews die Sichtweise der Fachperson nicht einschränken und funktionsbedingtes Spezialwissen abgefragt werden kann. Anlässlich der Befragungen mit den Praxisvertretenden und ARIS-Mitgliedern wurden zwei Interviewleitfäden erstellt.

2.2.2 Durchführung der Befragungen

Die Durchführung der Befragungen fand in zwei Phasen statt. In einer ersten Phase wurden vier erfahrene Praxisvertretende aus der Industrie interviewt. Um geeignete Interviewpartner/innen zu finden, wurde das Netzwerk von ARIS und die Plattform LinkedIn verwendet. Bei den Praxisvertretenden handelt es sich um projektleitende Personen und System Engineers mit Risikomanagementenerfahrungen in Projekten (vgl. Tabelle 1).

Person	Firma	Funktion	Abteilung
A	maxon motor ag	System Engineer & Project Manager	maxon SpaceLab
B	Huber+Suhner AG	Project Manager	Produktentwicklung
C	Siemens Schweiz AG	Project Risk Manager	Construction Services
D	RUAG AG	Technical Risk Manager	RUAG Space

Tabelle 1: Informationen zu den Befragten aus der Industrie

Aus Gründen der Anonymität werden die befragten Personen mit den Buchstaben A, B, C und D umschrieben. Die Interviewten wurden per E-Mail für ein Interview angefragt. Im Anhang des E-Mails wurden die Leitfragen sowie Informationen zum Forschungsthema und Autor angefügt (vgl. Abbildung 37 in Anhang 8.1). Dadurch konnten sich die Interviewten bereits in die Thematik einlesen. Der Interviewleitfaden richtete sich nach den Schritten des Risikomanagementprozesses gemäss PMI (vgl. Anhang 8.3). Ziel des Interviews war es zu untersuchen, wie sich der Risikomanagementprozess in Industrieunternehmen gestaltet und welche Analyseinstrumente, Methoden und Hilfsmittel verwendet werden. Weiter galt es zu klären, welche Schwierigkeiten im Risikoprozess auftreten und welche Projektrisiken besonders bedrohlich sind. Die Befragungen fanden zwischen dem 6. und 13. April 2022 statt und dauerten ungefähr 45 Minuten. Die Tonaufnahmen erfolgten mittels Mobiltelefon. Drei von vier Interviews wurden virtuell durchgeführt. Das Interview mit Person B fand in den Räumlichkeiten der Huber+Suhner AG am Hauptsitz in Pfäffikon ZH statt. Nach dem Interview wurde der Autor in den Showroom der Huber+Suhner AG eingeladen (vgl. Abbildung 2).



Abbildung 2: Der Autor im Showroom der Huber+Suhner AG

In der zweiten Phase wurden vier ARIS-Mitglieder befragt. Hierfür wurde ein Leitfaden, spezifisch auf das Risikomanagement im Raketenprojekt, erstellt (vgl. Anhang 8.5).

Ziel dieser Befragungen war es, herauszufinden, wie Risikomanagement im Raketenteam betrieben wird. Weiter galt es zu klären, welche Risiken in der Vergangenheit projektkritisch waren und welche Gefahren in künftigen Raketenprojekten zu erwarten sind. Im letzten Teil des Leitfadens wurden Optimierungsmöglichkeiten für das bestehende Risikomanagement untersucht. Bei der Auswahl der ARIS-Interviewpartner wurde darauf geachtet, dass die Mitglieder Erfahrungen aus vergangenen Raketenprojekten mitbringen (vgl. Tabelle 2).

Vor- und Nachname	Mitglied seit	Funktionen in ARIS seit Mitgliedschaft
Aaron Ehrat	August 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Project Manager DAEDALUS 2020/21 • SAGE Payload Engineer 2021/22 • HELVETIA Management Coach 2021/22 • Head of Legal/Admin (Board) 2021/22
Rick Röthlisberger	August 2021	<ul style="list-style-type: none"> • System Engineer HELVETIA 2021 • Project Manager HELVETIA 2021/22
Manuel Gerold	August 2018	<ul style="list-style-type: none"> • Project Manager HEIDI 2018/19 • Vice President 2019/20 • President 2020/21 • Advisor 2021/22
Julian Frei	August 2020	<ul style="list-style-type: none"> • Safety Officer & Injector 2020/21 • Safety Advisory Board 2021/22

Tabelle 2: Informationen zu den ARIS-Interviewpartnern (ARIS, 2022)

Die Befragungen fanden zwischen dem 18. und 19. April 2022 statt und dauerten ungefähr 60 Minuten. Die Tonaufnahmen erfolgten mittels Mobiltelefon. Drei von vier Interviews wurden virtuell durchgeführt. Das Interview mit Julian Frei fand im Innovation Park Switzerland (IPZ) statt.

2.2.3 Auswertungsmethode

Die Audioaufnahmen wurden manuell transkribiert und befinden sich in den Anhängen 8.4 und 8.6. Es wurden keine inhaltlichen Änderungen vorgenommen. Sprechpausen und nicht sprachliche Elemente bilden keinen Bestandteil der Transkripte. Die Transkripte der Praxisvertretenden und ARIS-Mitglieder wurden inhaltsanalytisch zusammengefasst und nach Mayer (2013, S. 47 ff.) in Tabellen ausgewertet (vgl. Anhänge 8.7 und 8.8).

3. Stand der Forschung, Praxis und ARIS

Im folgenden Kapitel wird zunächst der Forschungsstand zu Risikomanagement in Projekten dargelegt. Im zweiten Abschnitt wird untersucht, wie mit Risiken innerhalb der NASA umgegangen wird. Weiter werden die Ergebnisse aus den Befragungen mit erfahrenen Praxisvertretenden wiedergegeben. Der letzte Abschnitt beinhaltet die Untersuchungen des Risikomanagements im Raketenprojekt der ARIS. Anschliessend werden die Ergebnisse aus den Interviews mit den ARIS-Mitgliedern aufgeführt.

3.1 Stand der Forschung

In diesem Unterkapitel werden verschiedene Theorieansätze und Rahmenmodelle zu Risikomanagement in Projekten vorgestellt.

3.1.1 Definition Risikomanagement in Projekten

Der Begriff Risiko stammt aus dem 16. Jahrhundert und wurde vom Wort «risico» aus der italienischen Sprache abgeleitet. Der Ausdruck wurde damals für kommerzielle, ungeplante Bedrohungen verwendet (Wälder & Wälder, 2017, S. 1).

Risikomanagement lässt sich nach Madauss (2020, S. 669) in folgende drei Begriffe unterteilen: «Risiko», «Risikomanagement» und «Risikopotential».

Risiko

Risiko ist der nicht vorhersehbare Projekterfolg. Dabei können Risiken über den Projekterfolg resp. -misserfolg entscheiden (Madauss, 2020, S. 669). Dieser Ansicht ist auch das PMI (2017, S. 397), welches betont, dass der Projekterfolg direkt an die Effektivität des Risikomanagements in Projekten gekoppelt ist. Lewis (1999, S. 298) argumentiert, dass zwischen Risiko und Bedrohung differenziert werden müsse. Er beschreibt Risiken als nicht vorhersehbare Vorkommnisse, wie technische Misserfolge, wobei Konkurrenten als Bedrohungen einzustufen sind.

Risikomanagement

Laut Madauss (2020, S. 669) beinhaltet Risikomanagement das Identifizieren, Bewerten und Errichten von Risikobewältigungsmassnahmen sowie die kontinuierliche Überwachung der Risiken.

Wiederum beschreibt Pinto (2019, S. 265) Risikomanagement wie folgt: «*Risk management, [...], is defined as the art and science of identifying, analyzing, and responding to risk factors throughout the life of a project and in the best interests of its objectives.*»

Das PMI (2017, S. 397) hingegen unterteilt den Begriff «Risikomanagement» in Einzel- und Gesamtprojektrisiken. Das einzelne Projektrisiko ist ein ungewisses Ereignis, welches beim Eintritt positive oder negative Folgen auf die Projektziele hat. Das Gesamtrisiko definiert das PMI (2017, S. 397) als Auswirkung von Ungewissheit, die sich auf das gesamte Projekt auswirkt.

Risikopotential

Gemäss Madauss (2020, S. 669) beschreibt Risikopotential die Relevanz des Risikos für das jeweilige Projekt. Dabei unterscheidet Madauss zwischen grossen, mittleren und geringen Projektrisiken. Je grösser das Projektrisiko desto grösser die Wahrscheinlichkeit, dass die angestrebten Ziele nicht erreicht werden (Madauss, 2020, S. 669).

3.1.2 Risikomanagementprozess

Harrant & Hemmrich (2004, S. 14-15) zufolge beinhaltet der Risikomanagementprozess folgende fünf Schritte: Identifizierung, Analyse, Priorisierung, Massnahmenerarbeitung und Überwachung (vgl. Abbildung 3). Weiter betonen sie, dass es sich dabei um einen geschlossenen Kreislauf handelt.

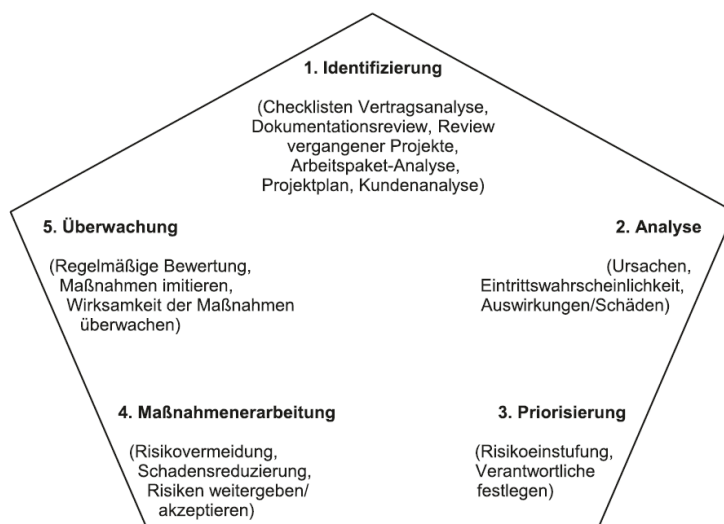


Abbildung 3: Fünf Schritte im Risikomanagement (Harrant & Hemmrich, 2004, S. 15)

Harrant & Hemmrich (2004, S. 11) zufolge findet vor der Risikoidentifizierung eine separate Risikoplanung statt, welche jedoch nicht Bestandteil des Risikokreislaufs ist.

Andererseits argumentieren Kuster et al. (2019, S. 101), dass der Risikoprozess in vier Phasen zu unterteilen ist: Identifikation, Quantifizierung, Abdeckung und Kontrolle (vgl. Abbildung 4). Dies liegt daran, dass Kuster et al. – im Gegensatz zu Harrant & Hemmrich – den Priorisierungsprozess nicht separat ausweisen. Die Priorisierung der Risiken ist Bestandteil der Quantifizierung (Kuster et al., 2019, S. 102). Zwar erwähnen Kuster et al. (2019, S. 100), dass der Risikoprozess mehrmals durchlaufen werden kann, sprechen jedoch nicht explizit von einem Kreislauf.

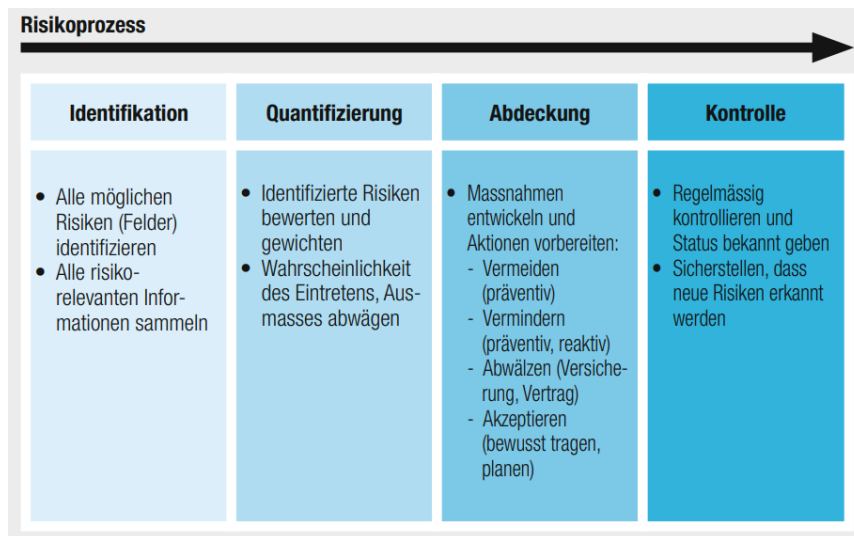


Abbildung 4: Der Risikoprozess (Kuster et al., 2019, S. 101)

Die European Cooperation for Space Standardization (ECSS) sieht Risikomanagement wiederum als iterativen vierstufigen Prozess (European Cooperation for Space Standardization [ECSS], 2008, S. 13-14). Wie in Abbildung 5 ersichtlich ist, wird im ersten Schritt die Risikomanagementpolitik festgelegt und der Risikoplan vorbereitet.

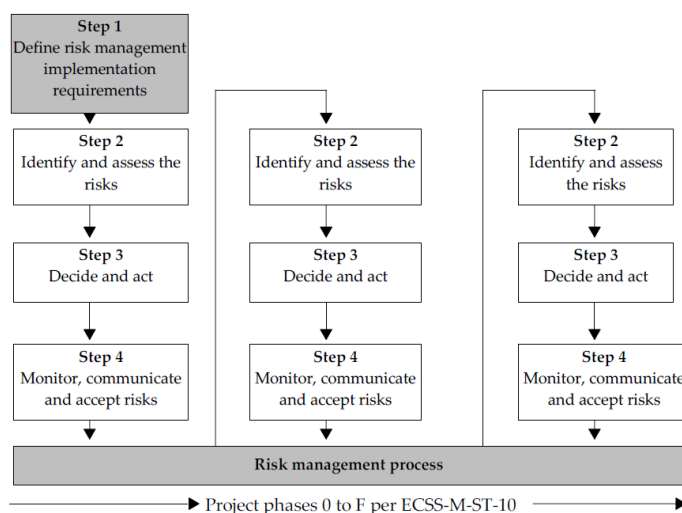


Abbildung 5: Die Schritte und Zyklen des Risikomanagementprozesses (ECSS, 2008, S. 14)

Danach werden gemäss ECSS (2008, S. 14) die Risiken identifiziert und bewertet. Im dritten Schritt wird die Akzeptanz der Risiken geprüft und Risikoreduzierungsoptionen ausgearbeitet. Der letzte Schritt beinhaltet die Überwachung, Kommunikation und Akzeptanz der Risiken. Weiter weist ECSS (2008, S. 14) daraufhin, dass ungeplante Zyklen bei einer Änderung des Projektzeitplans notwendig sind.

Das PMI (2017, S. 395) hingegen unterteilt den Risikoprozess in sechs resp. sieben Hauptschritte (vgl. Abbildung 6).

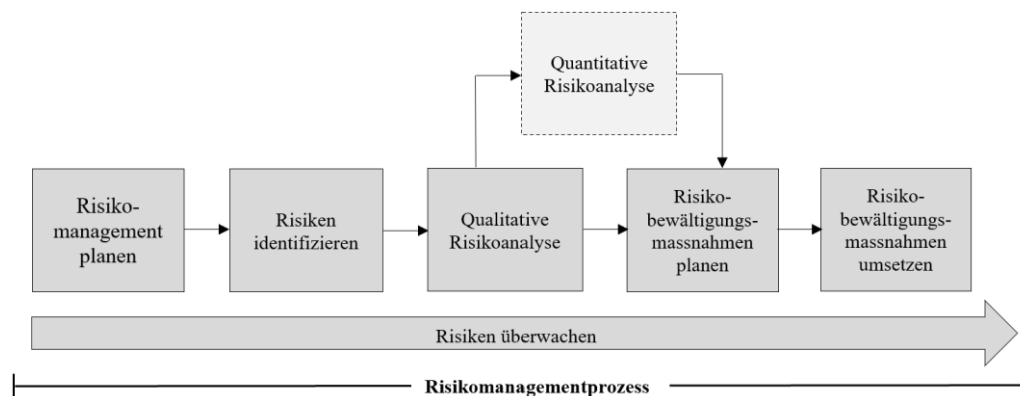


Abbildung 6: Risikomanagementprozess (in Anlehnung an Project Management Institute, 2017, S. 395)

Dabei unterscheidet das PMI (2017, S. 395) zwischen der Planung und Identifikation von Risiken. Weiter unterscheidet sich deren Analyseprozess von den oben beschriebenen Rahmenmodelle, da das PMI (2017, S. 395) zwischen qualitativer und quantitativer Risikoanalyse differenziert. Hier gilt zu beachten, dass nicht in jedem Projekt eine quantitative Analyse der Risiken notwendig ist (vgl. Kapitel 3.1.6.2). Die Risikoüberwachung findet während des gesamten Projektzyklus statt (PMI, 2017, S. 395).

Die einzelnen Schritte werden in den nachfolgenden Unterkapiteln beschrieben.

3.1.3 Planung der Risiken

Die Risikoplanung kann über den Erfolg resp. Misserfolg eines Projekts entscheiden. Zu dieser Erkenntnis kamen Zwikael & Ahn (2011, S. 2) in ihrer Studie. Sie untersuchten, wie sich die Risikoplanung auf das Projekt auswirkt. Die Autoren fanden heraus, dass bereits moderate Bemühungen in der Planungsphase ausreichend sind, um den Projekterfolg vor Risiken zu schützen (Zwikael & Ahn, 2011, S. 2).

Laut PMI (2017, S. 402) beruht eine saubere Planung auf folgenden vier Komponenten:

1) Projektauftrag

Der Projektauftrag beinhaltet die Beschreibung und Abgrenzung des Projekts sowie Basisanforderungen und Risiken (PMI, 2017, S. 402).

2) Projektmanagementplan

Der Projektmanagementplan zeigt auf, wie das Projekt durchgeführt, überprüft, gelenkt und beendet wird. Darin enthalten sind Managementpläne wie Termin-, Kosten- und Ressourcenmanagementplan (PMI, 2017, S. 86-87).

3) Projektdokumente

Das PMI (2017, S. 403) schlägt Stakeholderregister vor, worin detaillierte Informationen zu den Stakeholdern des Projekts enthalten sind. Das Register zeigt deren Aufgaben im Projekt und Einstellung zu den Risiken auf (PMI, 2017, S. 403).

4) Äussere Faktoren & internes Prozessvermögen

Die äusseren Faktoren beinhalten Vorgaben der Stakeholder wie Risikoschwellen. Bestandteil des internen Prozessvermögens sind Risikoricthlinien- und Kategorien, Aufgaben und Verantwortlichkeiten (PMI, 2017, S. 403).

PMI (2017, S. 405) zufolge ist der Risikomanagementplan ein Bestandteil des Projektmanagementplans, welcher die Risikoprozesse strukturiert. Darin enthalten sind gemäss PMI beispielsweise die Risikostrategie, Zeitplanung oder Risikobereitschaft der Stakeholder.

Rohrschneider (2006, S. 21) weist daraufhin, dass ein detaillierter Projektplan im Risikomanagement nicht immer eine zwingende Vorgabe ist. Vielmehr beinhaltet Rohrschneider zufolge die Risikoplanung noch nicht realisierte Zukunftsansichten. Die Planung beginnt laut Rohrschneider mit den Überlegungen, unter welchen Bedingungen und wie das Projekt durchgeführt werden soll. Weiter führt der Autor aus, dass Risiken und Chancen die negativen oder positiven Differenzen des Geplanten darstellen. Abweichungen haben ihren Ursprung in der Planung (Rohrschneider, 2006, S. 22). Deshalb muss gemäss Rohrschneider kontinuierlich überprüft werden, welchen Reifegrad die Planungsphase des Projekts aufweist. Rohrschneider (2006, S. 22 f.) relativiert, dass der Projektverlauf immer von der Planung abweicht.

Bei Planungsänderungen unterscheidet Rohrschneider (2006, S. 23) zwischen absehbaren und unabsehbaren Ereignissen. Bei absehbaren Abweichungen handelt es sich Rohrschneider zufolge um Schätzungsungenauigkeiten. Diese treten auf, wenn der Sachverhalt zwar richtig erkannt und kalkuliert, der Aufwand aber falsch geschätzt wurde. Unabsehbare, neue Ereignisse sind Risiken und Chancen, welche in der Planung noch nicht berücksichtigt wurden (Rohrschneider, 2006, S. 23).

Pinto (2019, S. 266) hingegen argumentiert, dass sich Risiken und Chancen im Verlaufe des Projektzyklus verändern.

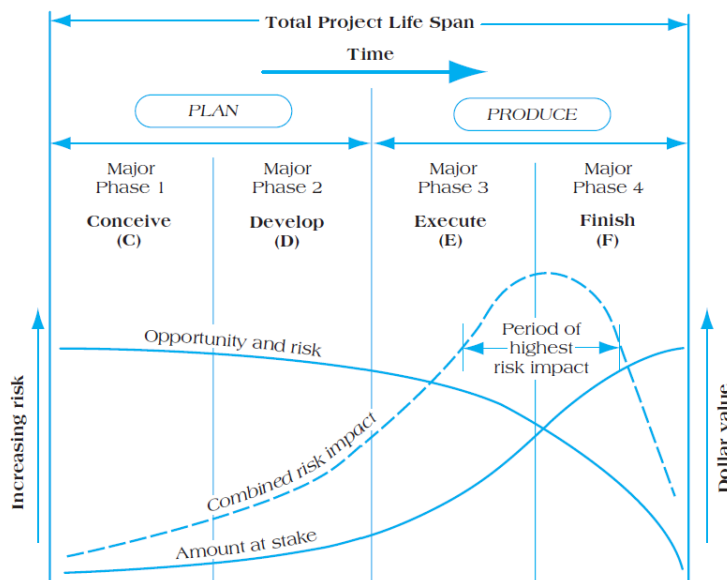


Abbildung 7: Risiko und Einsatzhöhe: Die Herausforderung im Risikomanagement (Pinto, 2019, S. 266)

Wie in Abbildung 7 ersichtlich, sind Pinto (2019, S. 266) zufolge die Chancen und Risiken während den Planungsphasen hoch und nehmen mit der Zeit zunehmend ab. Dies liegt gemäss Pinto daran, dass zu Beginn der Projektlaufzeit eine hohe Unsicherheit herrscht. Weiter betont Pinto, dass die Einsatzsumme anfangs tief ist, da wenig Ressourcen aufgewendet werden. Im Verlaufe des Projekts steigt der Einsatz an Ressourcen und somit das finanzielle Risiko. Gleichzeitig sinken jedoch Chancen und Risiken, da das Projekt konkreter wird und auf viele unbeantworteten Fragen eine Antwort gefunden werden kann (Pinto, 2019, S. 266).

3.1.4 Identifikation der Risiken

Bei der Identifikation von Risiken können unterschiedliche Modelle zur Anwendung kommen. Nachfolgend wird auf verschiedene Analysetechniken eingegangen.

FMEA

Eine etablierte Technik ist die Fehler-Ursachen-Analyse (PMI, 2017, S. 415). Diese Analyse wird gemäss PMI zur Ermittlung von Ursachen eines Problems verwendet. Wälder & Wälder (2017, S. 5) sprechen von einer Failure Mode and Effects Analysis (FMEA). Diese Analyseart zielt darauf ab, Fehler in Prozessen frühzeitig zu erkennen und Fehlerursachen zu bewerten. Um aufgetretene oder potenzielle Fehler wie eine Störung im Prozess bewerten zu können, schlagen Wälder & Wälder (2017, S. 6) folgende Formel vor:

$$RPZ = A \times B \times E.$$

Die Multiplikation mit den drei Faktoren Auftretenswahrscheinlichkeit (A), Bedeutung (B) und Entdeckungswahrscheinlichkeit (E) ergibt die Risikoprioritätszahl (RPZ) (Wälder & Wälder, 2017, S. 6). Weiter legen die Autoren fest, dass den Faktoren eine Zahl zwischen 1-10 zugeteilt wird. Kuster et al. (2018, S. 106) ergänzen, dass auch eine Skala von 1-6 verwendet werden kann. Anhand der RPZ soll laut Wälder & Wälder (2017, S. 7) die Priorität eines Fehlers beurteilt werden, um daraus Bewältigungsmassnahmen ableiten zu können. Die Vergabe der Bewertungszahlen und Interpretation der RPZ ist von Fall zu Fall verschieden. Wälder & Wälder betonen, dass Fehler mit einer $RPZ > 125$ kritisch sind. So ist beispielsweise in folgender Abbildung 8 der Fehler Nr. 2 mit einer RPZ von 160 als kritisch zu betrachten und es gilt, ihn zu vermeiden.

Nr.	Fehler	A	B	E	RPZ	Ursachen	Maßnahmen
1	Farbfehler	1	2	2	4	Mitarbeiter	Schulung
2	Ausfall der Steuerung	8	10	2	160	Software	Update
3	Oberflächenschaden	4	4	4	64	Transport	Verpackung verbessern

Abbildung 8: FMEA-Formblatt: Produkt-FMEA (Wälder & Wälder, 2017, S. 7)

SWOT

Ein weiteres etabliertes Rahmenmodell zur Risikoidentifikation ist nach PMI (2017, S. 415) die Analyse der Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken (engl. SWOT). Harrant & Hemmrich (2004, S. 27) zufolge befinden sich Stärken und Schwächen innerhalb des Projekts, welche kontrollierbar sind. Beispielsweise wird die Erfahrung als Stärke und hohe interne Kosten als Schwäche angesehen (Harrant & Hemmrich, 2004, S. 27).

Harrant & Hemmrich (2004, S. 27) zufolge entstehen Chancen und Risiken aus den Entwicklungen des äusseren Umfelds und sind nur bedingt kontrollierbar (vgl. Abbildung 9).

Eine Chance wäre beispielsweise, wenn zusätzliche Aufträge während der Projektlaufzeit aufgegeben werden. Eine Gefahr bestünde, wenn neue Projektpartnerschaften eingegangen werden müssten (Harrant & Hemmrich, 2004, S. 28).

<p>Innerhalb des Projekts</p>	<p>Strengths (Stärken)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jahrelange Erfahrung • Hohe Liquidität • Eigene Produktionsstätte 	<p>Weaknesses (Schwächen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hohe interne Kosten • Lange Entscheidungswege • Starre Hierarchien
<p>Ausserhalb des Projekts</p>	<p>Opportunities (Chancen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusatzaufträge während der Projektlaufzeit • Folgeaufträge durch erfolgreiches Projektmanagement 	<p>Threats (Risiken)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neue Projektpartnerschaften (Unterauftragsnehmende, Lieferfirma) • Problematisches externes Umfeld

Abbildung 9: SWOT Analyse (in Anlehnung an Harrant & Hemmrich, 2004, S. 28)

Ergänzend hält das PMI (2017, S. 415) fest, dass die Chancen und Risiken basierend auf den identifizierten Stärken und Schwächen entstehen.

Risk Breakdown Structure (RBS)

Laut Pinto (2019, S. 271) kann die Risk Breakdown Structure (RBS) ein wichtiges Hilfsmittel in der Identifikation und Kategorisierung von Risiken sein. Der RBS-Ansatz gruppiert Projektrisiken hierarchisch. Wie im Beispiel ersichtlich, wird auf der ersten Ebene zunächst zwischen externen und internen Risiken differenziert (vgl. Abbildung 10).

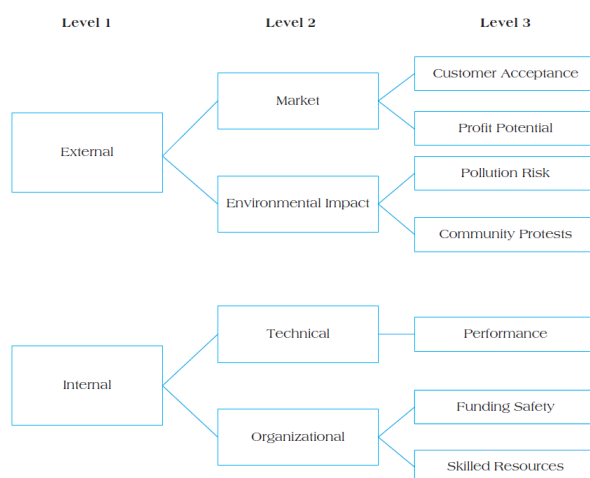


Abbildung 10: Risk Breakdown Structure (RBS) (Pinto, 2019, S. 271)

Pinto (2019, S. 271) zufolge werden in der zweiten Ebene die Projektrisiken spezifisch auf Markt- und Umweltrisiken heruntergebrochen. Auf der letzten Ebene kann beispielsweise das Marktrisiko in Kundenakzeptanz und Umsatzpotential gegliedert werden. Als Vorteil dieses Ansatzes beschreibt Pinto (2019, S. 271), dass diese Struktur dem Projektteam eine klare Sicht über die projektkritischen Risiken und deren Bestandteile vermittelt.

Risiken und Chancen können laut Rohrschneider (2006, S. 31) mit den folgenden drei, sich ergänzenden Methoden identifiziert werden:

Checklisten

Checklisten enthalten Rohrschneider (2006, S. 31) zufolge standardisierte Fragen und ermöglichen eine effiziente Bearbeitung. Es wird auf Erfahrungswerte im Unternehmen zurückgegriffen, welche mittels Checklisten systematisch bearbeitet werden können. Der Vorteil an Checklisten sieht Rohrschneider darin, dass man sie mehrmals verwenden kann. Eine Frage könnte laut Rohrschneider (2006, S. 32) lauten: *«Ist der Hauptwasserhahn im Keller abgestellt?»*

Suchfelder

Laut Rohrschneider (2006, S. 32) werden Risiken mittels Suchfeldern individuell betrachtet, wobei die Fragen offener formuliert sind als bei Checklisten. Rohrschneider (2006, S. 32) schlägt folgende Frage vor: *«Wie könnte im Keller ein Wasserschaden eintreten?»*

Kreativitätstechniken

Von den drei Methoden ist die Kreativitätstechnik laut Rohrschneider (2006, S. 39) am wenigsten standardisiert, was wiederum den Durchführungsaufwand erhöht. Rohrschneider (2006, S. 39-41) empfiehlt folgende Kreativitätstechniken:

- ***Brainstorming***

Laut Rohrschneider (2006, S. 40) werden beim Brainstorming möglichst viele Ideen vorgeschlagen. Dabei soll man auf den Ideen anderer aufbauen, um seine eigenen zu entwickeln. Er betont, dass die Ideen zunächst nicht beurteilt werden. Sie sollen lediglich für alle sichtbar sein (z.B. auf einem Flipchart). Die Beurteilung erfolgt später.

- ***Nominale Gruppentechnik (NGT)***

In einer NGT-Sitzung notieren alle Teilnehmende die acht grössten Risiken in absteigender Folge. Danach fragt die Moderationsperson der Sitzung jede beteiligte Person nach den acht grössten Risiken (Rohrschneider, 2006, S. 40).

Gemäss Rohrschneider (2006, S. 40) werden die Risiken auf einem Blatt notiert, in acht Spalten dargestellt und gewichtet. Die Gewichtung erfolgt anhand der Priorität und Anzahl Nennungen, wobei das gefährlichste Risiko mit acht Punkten und das am wenigsten gefährliche Risiko mit einem Punkt bewertet wird (Rohrschneider, 2006, S. 41). In Tabelle 3 wurde das Risiko X dreimal genannt, nämlich einmal als erste und zweimal als dritte Priorität. Die Gewichtung berechnet sich wie folgt:

$$(2 \times 6 \text{ Punkte}) + (1 \times 8 \text{ Punkte}) = \underline{20 \text{ Punkte.}}$$

	Priorität	1	2	3	4	5	6	7	8
Teilnehmende	Julian	G	T	X	E	D	C	B	S
	Anna	X	R	D	O	J	C	T	H
	Marc	T	G	X	S	V	W	E	A

Tabelle 3: Beispiel eines Punktesystems

3.1.5 Risikoarten

Gemäss Harrant & Hemmrich (2004, S. 17-19) lassen sich Risiken in Projektphasen oder Arbeitspakete unterteilen. Den Autoren zufolge hat sich in der Praxis jedoch die Unterteilung in Risikobereiche bewährt. In Tabelle 4 sind typische Projektrisiken aufgelistet.

Risikobereich	Risiko
Fachlich-technische Projektrisiken	<ul style="list-style-type: none"> • Nichterfüllung der Projektanforderungen • Schnittstellenprobleme • Produktentwicklungen entsprechen nicht den Vorgaben • Unklare Anforderungen der Kundschaft
Planungsrisiken	<ul style="list-style-type: none"> • Terminverzug • Personalausfall und Fluktuation • Zu niedriges Projektbudget • Lieferverzug • Krieg, Streik und Naturkatastrophen
Organisatorische Risiken	<ul style="list-style-type: none"> • Transportschäden & Unfälle • Änderungen im Gesetz • Informationsverluste • Wetterbedingte Risiken • Mangelnde Qualifikationen der Angestellten

Tabelle 4: Typische Risiken (in Anlehnung an Harrant & Hemmrich, 2004, S. 17-19)

Ergänzend zu den oben genannten Risiken, unterteilt Kendrick (2009, S. 101) Ressourcenrisiken in Personal-, Finanz- und Outsourcing-Risiken. Kendrick zufolge sind Risiken wie der temporäre oder permanente Verlust von Personal für das Projekt besonders schädlich. Weiter haben laut Kendrick limitierte finanzielle Mittel und wartendes Personal ebenfalls einen negativen Einfluss auf das Projekt. Die schädlichsten 20 Prozent der Risiken aus der Project Experience Risk Information Library (PERIL) Datenbasis bezeichnet Kendrick (2009, S. 105-106) als «schwarze Schwäne». Diese Risiken sind Kendrick zufolge schwer vorherzusehen, selten und besonders gefährlich.

Ressource	Ursache	Gesamtauswirkung*	Auswirkung schwarze Schwäne*	Anteil schwarzer Schwäne
Geld	Limitierung	228	174	76%
Auslagerung	Verspäteter Start	56	12	21%
	Verspätete oder unzureichende Produktion	260	152	58%
Personal	Verspätung	115	101	36%
	Verlust	277	53	77%
	Motivation	69	58	50%
	Warteschlange	117	50	43%
	Vorübergehender Verlust	128	12	9%
Total		1'250	612	49%

*in Wochen

Tabelle 5: Schwarze Schwäne (in Anlehnung an Kendrick, 2009, S. 106)

Gemäss Tabelle 5 machen die acht gravierendsten Risiken 49 Prozent der gemessenen Gesamtauswirkung des Projekts aus. Kendrick (2009, S. 106) zufolge ist die proportionale Verteilung ungleichmässig. Finanzielle Risiken haben einen grösseren Anteil am Total als Auslagerungs- oder Personalrisiken. Weiter betont Kendrick (2009, S. 107), dass der permanente Personalverlust von Schlüsselpersonen gravierend für Projekte ist.

Gemäss Madauss (2020, S. 683) werden die identifizierten Risiken und deren Auswirkungen auf das Projekt in einem Risikoregister geführt. Madauss empfiehlt das Register der European Cooperation for Space Standardization (ECSS) zu verwenden (vgl. Abbildung 38 in Anhang 8.2).

3.1.6 Risikoanalyse

Gemäss PMI (2017, S. 395) wird zwischen qualitativer und quantitativer Risikoanalyse unterschieden. In der qualitativen Analyse werden laut PMI die Risiken anhand der Eintrittswahrscheinlichkeit und Auswirkung priorisiert. Im quantitativen Vorgehen werden gemäss PMI die gemeinsamen Auswirkungen der Einzelrisiken numerisch analysiert.

3.1.6.1 Qualitative Risiken

Bevor mit der Analyse begonnen wird, sollte laut PMI (2017, S. 423) die Qualität der Risikodaten überprüft werden. Die Qualität kann gemäss PMI mit Hilfe von Befragungen der Stakeholder gemessen werden. Darin werden die Stakeholder befragt, wie relevant und vollständig die Daten sind. Zudem werden die Beteiligten auch zur Datenobjektivität und -pünktlichkeit befragt (PMI, 2017, S. 423).

Anschliessend können laut PMI (2017, S. 425) die Risiken anhand eines Risikostrukturplans gruppiert werden. Die Unterteilung der Risiken in Gruppen kann helfen, effektive Bewältigungsmassnahmen zu entwickeln. Damit wird die Aufmerksamkeit auf die gefährlichsten Risiken gelenkt (PMI, 2017, S. 425).

Das PMI (2017, S. 425) schlägt vor, Risikodaten in einer Wahrscheinlichkeits- und Auswirkungsmatrix darzustellen. Wie in Abbildung 11 ersichtlich, wird in der Matrix die Wahrscheinlichkeit dem Schadensausmass gegenübergestellt.

		Bedrohungen					Chancen						
Wahrscheinlichkeit	Sehr hoch 0.90	0.05	0.09	0.18	0.36	0.72	0.72	0.36	0.18	0.09	0.05	Sehr hoch 0.90	Wahrscheinlichkeit
	Hoch 0.70	0.04	0.07	0.14	0.28	0.56	0.56	0.28	0.14	0.07	0.04	Hoch 0.70	
	Mittel 0.50	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40	0.40	0.20	0.10	0.05	0.03	Mittel 0.50	
	Niedrig 0.30	0.02	0.03	0.06	0.12	0.24	0.24	0.12	0.06	0.03	0.02	Niedrig 0.30	
	Sehr niedrig 0.10	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.01	0.01	Sehr niedrig 0.10	
		Sehr niedrig 0.05	Niedrig 0.10	Mässig 0.20	Hoch 0.40	Sehr hoch 0.80	Sehr hoch 0.80	Hoch 0.40	Mässig 0.20	Niedrig 0.10	Sehr niedrig 0.05		
Negative Auswirkungen						Positive Auswirkungen							

Abbildung 11: Wahrscheinlichkeits- und Auswirkungsmatrix (in Anlehnung an Project Management Institute, 2017, S. 408)

PMI zufolge findet – basierend auf den beiden Parametern – eine Priorisierung der Risiken statt, welche zur späteren Planung von Bewältigungsstrategien hilfreich sein kann.

Die Theorie definiert die Risikomatrix unterschiedlich. Im Gegensatz zur oben genannten Definition gemäss PMI, bezeichnen Wälder & Wälder (2017, S. 8) die Matrix als «Risikomatrix». Wie in Abbildung 12 ersichtlich, werden auch hier dieselben beiden Parameter (Schadensausmass und Wahrscheinlichkeit) gegenübergestellt. Allerdings muss beachtet werden, dass im Gegensatz zur Matrix nach PMI, die Chancen in der Risikomatrix nicht separat ausgewiesen werden.

Schadensausmass	Wahrscheinlichkeit		
	Gering	Mittel	Hoch
Sehr hoch	4	5	5
Hoch	3	4	5
Mässig	2	3	4
Niedrig	1	2	3
Sehr niedrig	1	1	2

Abbildung 12: Risikomatrix (in Anlehnung an Wälder & Wälder, 2017, S. 8)

3.1.6.2 Quantitative Risiken

Eine quantitative Risikoanalyse ist nicht in jedem Projekt notwendig (PMI, 2017, S. 429). Wie in der qualitativen müssen auch in der quantitativen Analyse hochwertige Daten vorhanden sein. Zur Datenanalyse empfiehlt das PMI eine Risiko-Software zu verwenden. Nachfolgend werden zwei etablierte Tools beschrieben.

Simulation

Bei Simulationen kommt in der Regel die Monte-Carlo-Analyse zur Anwendung (PMI, 2017, S. 433). Dieses Analysetool wird Munier (2014, S. 22) zufolge in den meisten Fällen für die Berechnung der gesamten Projektkosten verwendet. Die Simulation stützt sich laut Munier auf geschätzte Projektkosten. Während der Simulation entwickelt das Monte-Carlo-Modell ein System, worin die Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmter Variablen berechnet wird. Dies erfolgt Munier zufolge über mathematische Formeln, welche etliche Male wiederholt werden. Mit jeder Wiederholung werden die Eingangswerte wie Kostenschätzungen per Zufallsprinzip gewählt (Munier, 2014, S. 22).

Das Resultat der Simulation kann PMI (2017, S. 433) zufolge in einer kumulativen Wahrscheinlichkeitsverteilung visualisiert werden. Die in Abbildung 13 abgebildete S-Kurve zeigt auf, wie wahrscheinlich die Ereignisse erreicht resp. verpasst werden (PMI, 2017, S. 433). Weiter ergänzt Munier (2014, S. 37), dass das Monte-Carlo-Modell aufgrund der zufällig gewählten Parametern zuverlässige Resultate liefert.

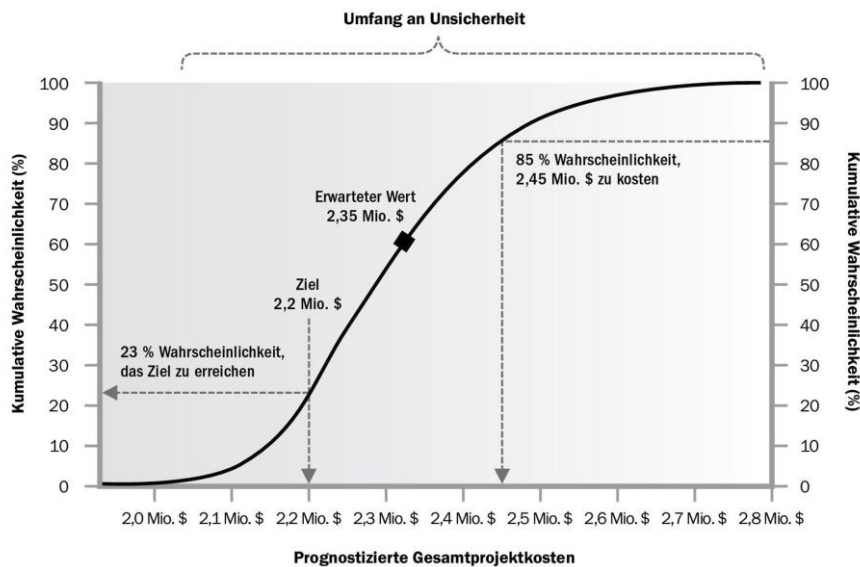


Abbildung 13: Beispiel für eine S-Kurve aus einer quantitativen Kosten-Risikoanalyse (Project Management Institute, 2017, S. 433)

Entscheidungsbaum-Analyse

Das PMI (2017, S. 435) definiert die Entscheidungsbaum-Analyse als Hilfsmittel, um die bestmögliche Entscheidung in einem Projekt zu treffen. PMI zufolge zeigt jeder Ast auf, welche Projektrisiken die jeweilige Entscheidung zur Folge hat.

Rohrschneider (2006, S. 109) bezeichnet das Entscheidungsbaumverfahren als baumstrukturartiges Diagramm. Darin werden die Entscheidungspfade eines Projekts in Form von Verzweigungen systematisch dargestellt. Entscheidungen werden in Form eines Quadrats resp. als Entscheidungsknoten abgebildet. Rohrschneider (2006, S. 110) zufolge stellen Kreise mögliche Ereignisse dar, woraus weitere Abzweigungen entstehen.

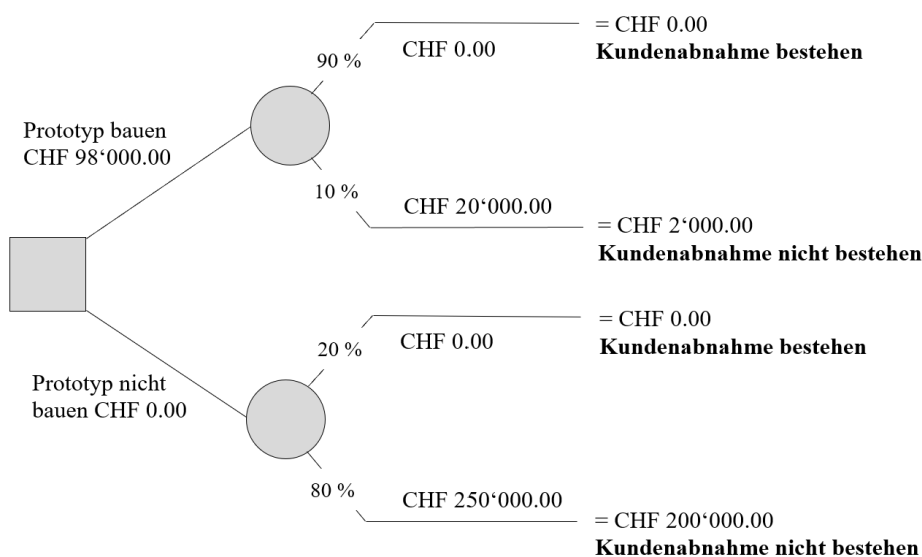


Abbildung 14: Beispiel eines Entscheidungsbaums (in Anlehnung an Rohrschneider, 2006, S. 112)

Wie in Abbildung 14 ersichtlich werden gemäss Rohrschneider (2006, S. 111) beide Entscheidungspfade bewertet. Beispielsweise die Entscheidung «Prototyp bauen» mit 98'000 Schweizer Franken. Danach werden gemäss Autor die vier Szenarien bewertet und deren Eintrittswahrscheinlichkeit definiert. Die Wahrscheinlichkeit wird mit dem Erwartungswert multipliziert. Anschliessend werden Rohrschneider (2006, S. 112) zufolge alle Werte des jeweiligen Pfades summiert. Die Rechnungswege lauten wie folgt:

- *Erwartungswert mit Prototyp: $0 + 2'000 + 98'000 = \underline{100'000 \text{ Schweizer Franken}}$*
- *Erwartungswert ohne Prototyp: $0 + 200'000 + 0 = \underline{200'000 \text{ Schweizer Franken}}$*

Rohrschneider (2006, S. 113) konkludiert, dass ein Prototyp gebaut werden soll, da diese Alternative kostengünstiger ist.

3.1.7 Risikobewältigungsmassnahmen

3.1.7.1 Planung

Das PMI (2017, S. 437) beschreibt die Planung von Bewältigungsmassnahmen als Prozess, worin Bewältigungsstrategien für Projektrisiken erarbeitet werden. Weiter führt Richardson (2010, S. 312) aus, dass in diesem Schritt die Chancen erhöht und Risiken minimiert werden. Richardson betont, dass jede Bewältigungsstrategie zum Ziel hat, den Projekterfolg mit minimalen Kosten sicherzustellen. Zwecks zukünftiger Verwendung sollten diese Strategien nach Richardson in einem Risikoregister geführt werden. Royer (2000, S. 9) zufolge beinhaltet ein solches Register eine Kurzbeschreibung der Risiken, Bewältigungsstrategien und Notfallpläne. Harrant & Hemmrich (2004, S. 59-60) empfehlen, die geeignetste Bewältigungsstrategie herauszufiltern. Dabei müssen die Massnahmen durchführbar, realistisch und effektiv sein. Insbesondere sollten die Strategien dem Projektbudget entsprechen. Weiter empfehlen Harrant & Hemmrich, dass jeder Bewältigungsmassnahme ein «Risk-Owner» zugeteilt werden sollte.

Nebst Harrant & Hemmrich ist auch Richardson (2010, S. 312) der Ansicht, dass vier unterschiedliche Risikobewältigungsstrategien bestehen: Risiken vermeiden, übertragen, mindern und akzeptieren. Diese werden nachfolgend beschrieben.

Vermeiden

Die Risikovermeidung ist Harrant & Hemmrich (2004, S. 63) zufolge die effektivste Methode und sollte den anderen Strategien vorgezogen werden. Massnahmen wie der Einsatz

von qualifizierten Fachkräften oder die Fixierung von Projektanforderungen sind Beispiele, wie Risiken gezielt vermieden werden können. Dabei betonen Harrant & Hemmrich (2004, S. 63), dass die Massnahmen frühzeitig in den Prozess integriert werden müssen. Ergänzend hält Richardson (2010, S. 312) fest, dass eine Risikovermeidung auch Änderungen am Projektplan wie die Reduktion des Projektumfangs zur Folge haben.

Übertragen

Risiken können laut Harrant & Hemmrich (2004, S. 64) an Projektbeteiligte, wie der Kundschaft oder Lieferfirma übertragen werden. Dabei werden die Verantwortung für das Risiko und mögliche Schäden übertragen. Jedoch betonen die Autoren, dass das Risiko für das Gesamtprojekt bestehen bleibt. Beispiele für Risikoübertragungen sind Versicherungen oder Bürgschaften. Weiter führt Richardson (2010, S. 312) aus, dass die Transferierung nur dann sinnvoll ist, wenn die risikonehmende besser als die risikogebende Partei mit der Bedrohung umgehen kann.

Mindern

Harrant & Hemmrich (2004, S. 65) zufolge sollte die Risikominderung erst dann angewendet werden, wenn keine Bewältigungsstrategien mehr bestehen. Laut Autoren wird bei der Minderung von Risiken das Schadenausmass und die Eintrittswahrscheinlichkeit gesenkt. Richardson (2010, S. 312) ergänzt, dass auch die Risikokonsequenzen gemildert werden können. Harrant & Hemmrich (2004, S. 66) weisen daraufhin, dass Risiken durch erfahrene Angestellte, genügend Reserven im Projektzeitplan oder regelmässige Zwischentests vermindert werden können.

Akzeptieren

Bleiben keine Strategien übrig oder ist das Risiko ungefährlich kann Harrant & Hemmrich (2004, S. 66-67) zufolge die Bedrohung akzeptiert werden. Die Autoren unterscheiden zwischen aktiver und passiver Akzeptanz. Wenn bei Risikoeintritt ein Notfallplan besteht, sprechen sie von einer aktiven Akzeptanz. Bestehen keine Massnahmen handelt es sich um eine passive Akzeptanz. Als Beispiele für Massnahmen zur Risikoakzeptanz nennen Harrant & Hemmrich die Erhöhung des Budget oder die Projektverlängerung.

Auch Pinto (2019, S. 275) nennt vier Bewältigungsstrategien. Allerdings spricht er nicht davon, Risiken zu vermeiden, sondern zu teilen. Dabei werden die Risiken den Projektmitgliedern gleichmässig zugeteilt. Pinto (2019, S. 275) verweist auf das Beispiel der

European Space Agency (ESA) und Airbus, welche sich zusammengeschlossen haben, um gemeinsam gegen Boeing zu konkurrieren. Der Zusammenschluss ermöglichte den Organisationen ihre Ressourcen zu vereinen, woraufhin diverse Partner der ESA und Airbus einer Risikoteilung zugestimmt haben (Pinto, 2019, S. 275).

Das PMI (2017, S. 442-443) hingegen spricht von fünf Strategien. Ergänzend zu den vier Strategien von Harrant & Hemmrich (2004) und Richardson (2010) können Risiken auch eskalieren. PMI (2017, S. 443) zufolge ist eine Eskalation sinnvoll, wenn die Bedrohung ausserhalb des Projekts liegt. Allerdings muss der Projektsponsor resp. das Projektteam einer Eskalation zustimmen. Weiter betont das PMI, dass die projektleitende Person lediglich für die Weiterleitung der Informationen an die zuständige Instanz verantwortlich ist. Sie selbst darf die Bewältigungsstrategie nicht ausführen.

Richardson (2010, S. 312) erwähnt, dass auch positive Risiken resp. Chancen in ähnlicher Weise kategorisiert werden können. Laut ihm können Chancen verwertet, geteilt und verbessert werden. Harrant & Hemmrich (2004, S. 83) nennen dieselben Strategien wie Richardson, allerdings sind sie der Meinung, dass Chancen auch ignoriert werden können. Diese Strategie ist vergleichbar mit dem Akzeptieren von Risiken (vgl. Tabelle 6).

Risikomanagement	Chancenmanagement
Risiken vermeiden	Chancen verwerten
Risiken übertragen	Chancen teilen
Risiken vermindern	Chancen erhöhen
Risiken akzeptieren	Chancen ignorieren
Risiken eskalieren	Chancen eskalieren

Tabelle 6: Vergleich Risiko-/Chancenstrategien (in Anlehnung an Harrant & Hemmrich, 2004, S. 83)

3.1.7.2 Umsetzung

PMI (2017, S. 449-450) zufolge werden in der Umsetzungsphase die zuvor geplanten Bewältigungsstrategien angewendet. Ziel ist es, einzelne Risiken zu minimieren und Chancen zu maximieren. Dieser Prozessschritt soll laut PMI sicherstellen, dass die Projektverantwortlichen die Massnahmen umsetzen. Weiter ergänzen Harrant & Hemmrich (2004, S. 69), dass anhand von Fragen geprüft werden kann, ob die geplanten Massnahmen umsetzbar und effizient sind. Beispielsweise könnte Harrant & Hemmrich zufolge gefragt werden, welche Kosten durch die Bewältigungsmassnahmen entstehen oder ob eine Massnahme auch in anderen Projekten positive resp. negative Folgen hat.

3.1.8 Risikocontrolling

Das PMI (2017, S. 453) definiert Risikocontrolling als Vorgang, in welchem die identifizierten Risiken überwacht werden. Zudem wird im Controlling die Wirkungskraft des gesamten Risikomanagementprozesses beurteilt. Ein Risikocontrolling hat PMI zufolge den Vorteil, dass während Projektentscheiden auf aktuelle Informationen zu Projektrisiken zurückgegriffen werden kann. Das PMI (2017, S. 454) empfiehlt, Projektrisiken kontinuierlich zu überwachen, damit die Projektteilnehmenden und Stakeholder den aktuellen Stand der Risiken kennen. Für die Risikoüberwachung ist laut Madauss (2020, S. 691) die projektleitende Person zuständig. Risikoberichte und -Kontrolllisten helfen bei der Überwachung der Bewältigungsmassnahmen. Meier (2005, S. 30) schlägt hierfür folgende Risiko-Liste vor:

- Risikobenennung
- Ursache des Risikos
- Risikoziel
- Schadensausmass des Risikos und Risikoeinstufung
- Abhängigkeit des Risikos von anderen Bedrohungen

Im Gegensatz zu Meier schlägt die ECSS (2008, S. 20) einen routinierteren Ablauf vor, um Risiken zu überwachen und kommunizieren:

- 1) Kontinuierliche Prüfung der Risiken
- 2) Risikoänderungen identifizieren und Massnahmen zur Risikominderung einleiten
- 3) Bewerten, wie effektiv die Risikominderungen waren
- 4) Risikotrends mittels Chart visualisieren basierend auf Risikoveränderungen während des Projekts (vgl. Abbildung 15)
- 5) Informationen zu Risiken und Risikotrends an Management weiterleiten
- 6) Warnsystem für neue Risiken einführen

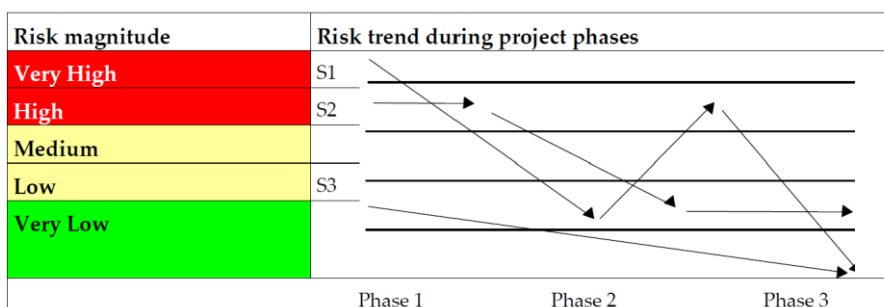


Abbildung 15: Beispiel eines Risikotrends (ECSS, 2008, S. 21)

Laut PMI (2017, S. 456-457) können auch Audits oder Meetings helfen, Risiken zu überwachen. In Risikoaudits wird geprüft, wie effektiv der Risikomanagementprozess über die gesamte Laufzeit war. Solche Audits können gemäss PMI beispielsweise in Project-Review-Meetings vorkommen. Hingegen wird in den Meetings geprüft, wie wirksam die Bewältigungsstrategien waren. Diese Prüfungen können laut PMI entweder als Teil des Projekt-Review-Meeting oder separat geführt werden.

3.2 Stand der Praxis

ARIS verfolgt das langfristige Ziel bis ins Jahr 2029 einen Satelliten ins All zu fliegen, um den Weltraum zu erforschen (ARIS, 2022). Als führendes Raumfahrtunternehmen, verzeichnete die NASA diverse Erfolge im Weltraum (NASA, 2022). Um mögliche Best-Practice-Ansätze für ARIS zu identifizieren, wird im folgenden Kapitel das Risikomanagement der NASA aufgezeigt. Dabei wird das Handbuch NASA/SP-2011-3422 untersucht, um Unterschiede und Gemeinsamkeiten zur Literatur aufzuzeigen. Anschliessend werden die Ergebnisse aus den qualitativen Interviews mit Praxisvertretenden dargelegt.

3.2.1 Risikomanagement in der NASA

Die NASA wurde als zivile Raumfahrtbehörde gegründet und hat ihren Hauptsitz in Washington, D.C. (U.S.). Mit einem jährlichen Budget von knapp 24 Milliarden US-Dollar und etwa 18'000 Bediensteten setzt sich die NASA zum Ziel, Neues zu erforschen und bestehendes Wissen zum Wohle der Menschheit zu erweitern (NASA, 2022).

Das Handbuch der NASA (2011, S. 1) dient als Anleitung für die Risikoimplementierung im NASA Procedural Requirements (NPR). Beim NPR handelt es sich laut NASA um verfahrenstechnische Anforderungen an das Risikomanagement. Das NPR legt fest, wie die Angestellten der NASA Risikomanagement innerhalb der Organisation betreiben (NASA, 2017, S. 3). Weiter dient das Handbuch als Leitfaden, um mit Risiken in Programm- und Projektlebenszyklen der NASA richtig umzugehen (NASA, 2011, S. 1).

In der NASA besteht Risikomanagement aus zwei sich ergänzenden Prozessen: Risk-Informed Decision Making (RIDM) und Continuous Risk Management (CRM). Im RIDM-Prozess werden zunächst die Risiken evaluiert, um geeignete Entscheidungsalternativen auszuwählen. Danach werden im CRM-Prozess die ausgewählten Alternativen umgesetzt (NASA, 2011, S. 3).

Die organisatorische Hierarchie in der NASA gleicht der Form einer Pyramide (vgl. Abbildung 16).

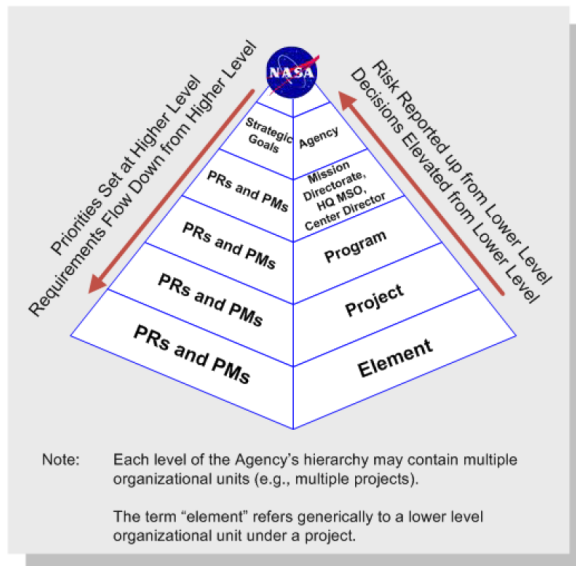


Abbildung 16: Ablauf der Leistungsanforderungen (NASA, 2011, S. 5)

Der NASA (2011, S. 3) zufolge wird der RIDM-Prozess auf der linken Seite der Pyramide illustriert. Zuoberst befinden sich die strategischen Ziele, welche Etage um Etage nach unten fließen (roter Pfeil nach unten). Mit jeder Etage werden die Ziele konkreter formuliert. Dabei handelt jede Organisationseinheit mit der nächstunteren Einheit aus, wie beispielsweise die Leistungsanforderungen, Ressourcen oder Zeitpläne zu gestalten sind. Dieses RIDM-Vorgehen stellt sicher, dass die Zielvorgaben mit den strategischen Zielen der NASA übereinstimmen (NASA, 2011, S. 3-4).

Auf der rechten Seite wird gemäss NASA (2011, S. 4) der CRM-Prozess dargestellt (roter Pfeil nach oben). Sobald die Ziele festgelegt sind, nutzt die untergeordnete Einheit diese Vorgaben, um ihre eigenen Risiken zu managen. Zudem meldet die untere der nächstoberen Einheit mögliche Risiken und trifft Entscheidungen, welche auf den vereinbarten Zielvorgaben basieren. Die CRM-Methode stellt sicher, dass Entscheidungen im Risikomanagement auf jeder Hierarchiestufe der NASA begründet sind (NASA, 2011, S. 4).

Nachfolgend werden die Prozesse RIDM und CRM und deren Anwendung erläutert.

RIDM-Prozess

Der RIDM-Prozess kann gemäss NASA (2011, S. 5) während des gesamten Projektzyklus angewendet werden. Diese Methode wird vor allem eingesetzt, um wichtige Entscheidungen wie grosse Anschaffungen oder Make-or-Buy-Entscheidungen zu treffen. In der Regel sind solche Entscheidungen laut NASA äusserst komplex, enthalten hohe Kosten und können für grosse Unsicherheit in der Organisation sorgen. Besonders die Stakeholder müssen in diesen Prozess miteingebunden werden (NASA, 2011, S. 5-6).

Im RIDM-Prozess sind laut NASA (2011, S. 7) nebst Stakeholdern auch Risikoanalytinnen und -analysten, Behörden und entscheidungsbefugte Personen involviert. Die Wechselbeziehungen zwischen den Prozessbeteiligten sorgt dafür, dass die Zielvorgaben, Werte und das Wissen in die Entscheidungsfindung miteinfließen (NASA, 2011, S. 7).

Wie in Abbildung 17 ersichtlich, besteht der RIDM-Prozess aus drei Teilen: Identifikation, Analyse und Auswahl von Alternativen (NASA, 2011, S. 6-7). Nachfolgend sind die einzelnen Schritte erklärt.

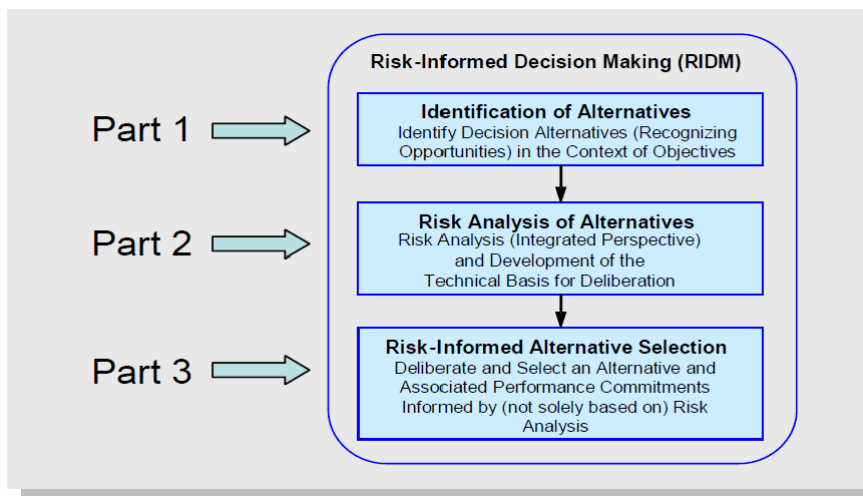


Abbildung 17: Der RIDM-Prozess (NASA, 2011, S. 7)

Um Möglichkeiten identifizieren zu können, müssen gemäss NASA (2011, S. 9) zunächst die Erwartungen der Projektbeteiligten geklärt werden. Dafür werden folgende Leistungskennzahlen benötigt: Sicherheit, Technik, Kosten und Terminplan. Anschliessend können realistische Alternativen zusammengestellt werden. Im zweiten Teil werden die Analysemethoden ausgewählt, um danach die Risikoanalyse durchzuführen und die Resultate dokumentieren zu können. Im letzten Schritt werden die Optionen abgewogen und ausgewählt (NASA, 2011, S. 9-12).

Weiter betont die NASA (2011, S. 14), dass entscheidungstragende Personen in Entscheidungsfallen geraten können. Beispiele für solche Fallen sind gemäss NASA versunkene Kosten oder die Voreingenommenheit des bisherigen Zustands. Mit versunkenen Kosten ist gemeint, bewusst in etwas zu investieren, um Verluste auszugleichen, obwohl die Investition irrational ist. Der Status Quo Bias beschreibt die Tendenz, während der Entscheidungsfindung den bisherigen Zustand beibehalten zu wollen (NASA, 2011, S. 14).

Obschon der RIDM-Prozess als lineare Abfolge visualisiert wird, weist die NASA (2011, S. 29) daraufhin, dass es in der praktischen Anwendung zu zeitlichen Überlappungen der Schritte kommen kann.

CRM-Prozess

Nachdem im RIDM-Prozess eine Alternative ausgewählt und die entsprechenden Leistungskennzahlen evaluiert wurden, werden diese im CRM-Prozess umgesetzt. Wie in Abbildung 18 ersichtlich, besteht der CRM-Prozess aus fünf zyklischen Aufgaben: Risiken identifizieren, analysieren, planen, verfolgen und kontrollieren. Während des Zyklus werden die Schritte kommuniziert und dokumentiert (NASA, 2011, S. 15).

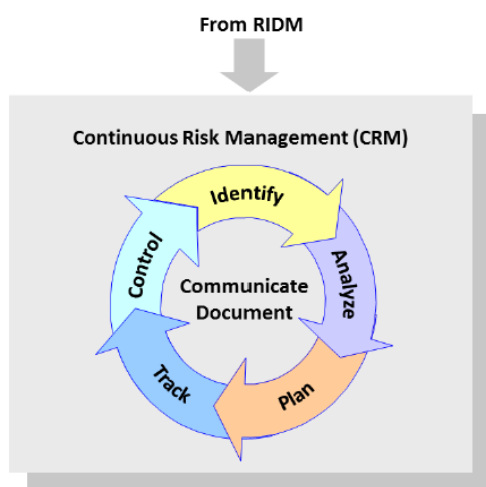


Abbildung 18: Der CRM-Prozess (NASA, 2011, S. 15)

In der Risikoidentifikation werden die Bedenken der Projektbeteiligten aufgenommen und als Individualrisiken in einer Datenbank erfasst. Individualrisiken sind unerwünschte Szenarien, welche die Projektanforderungen gefährden (NASA, 2011, S. 16-17).

Die Analysephase beschäftigt sich damit, die Individualrisiken anhand der Eintrittswahrscheinlichkeit, des Schadensausmasses und des erstmaligen Auftretens zu bestimmen. Dies kann während dem Preliminary Design Review (PDR) geschehen.

Zudem wird das Leistungsrisiko kontinuierlich angepasst, um neue Individualrisiken aufzunehmen oder Abweichungen zu sichten (NASA, 2011, S. 16-17). Das Leistungsrisiko zeigt auf, wie wahrscheinlich es ist, dass die Anforderungen nicht erfüllt werden. Um effektiv auf Risiken reagieren zu können, werden sie priorisiert (NASA, 2011, S. 18).

In der Planphase nennt die NASA (2011, S. 19) eine Reihe von Massnahmen, wie Risiken reduziert werden können:

- Risikoakzeptanz: Wenn das Risiko innerhalb Toleranzgrenze des Project Managers liegt
- Risikominderung: Positive Massnahmen zur Minderung von Leistungsrisiken
- Risikoüberwachung: Überwachen von Risiken und Erstellen von Notfallplänen
- Risikoforschung: Hilft Risiken besser zu verstehen
- Risikoübertragung: Risiken an nächsthöhere Einheit übertragen, wenn die risikoverantwortliche Person das Leistungsrisiko nicht mehr managen kann
- Risikoschliessung: Wenn das Risiko keine Gefahr mehr darstellt

In der Risikoverfolgung werden Daten gesammelt, um den Risikoentscheidungsprozess laufend überwachen zu können. Änderungen in der Risikoanalyse oder die Verschiebung der Risikoposition sind Beispiele für solche Daten (NASA, 2011, S. 19).

Der letzte Schritt im Kreislauf ist die Risikokontrolle. Zeigt die Risikomanagemententscheidung nicht die geplante Wirkung auf das Risiko, können Kontrollmassnahmen ergriffen werden (NASA, 2011, S. 19).

Obwohl der CRM-Prozess ein linearer Prozess ist, betont die NASA (2011, S. 91), dass in der praktischen Anwendung diese fünf Schritte parallel zueinander und somit unabhängig voneinander operieren können.

RIDM und CRM-Rahmenmodell

Wie in Abbildung 19 ersichtlich, werden innerhalb der NASA die beiden oben beschriebenen Prozesse in einem zusammenhängenden Risikorahmenmodell integriert. Gemäss NASA (2011, S. 21) stärkt die Kombination der beiden Prozesse das proaktive Risikomanagement und führt zu effektiveren Entscheidungsfindung, da Risikoinformationen besser genutzt werden können. Zudem können Risiken wirksamer implementiert werden. Die NASA (2011, S. 22) schreibt vor, dass ein Risikomanagementplan vor dem Start des

RIDM-Prozesses erstellt werden muss. Dieser kann als Anleitung verwendet werden. Während des gesamten Projektlebenszyklus arbeiten die RIDM- und CRM-Prozesse zusammen und sind auf jeder Organisationsebene der NASA aktiv (NASA, 2011, S. 22-23).

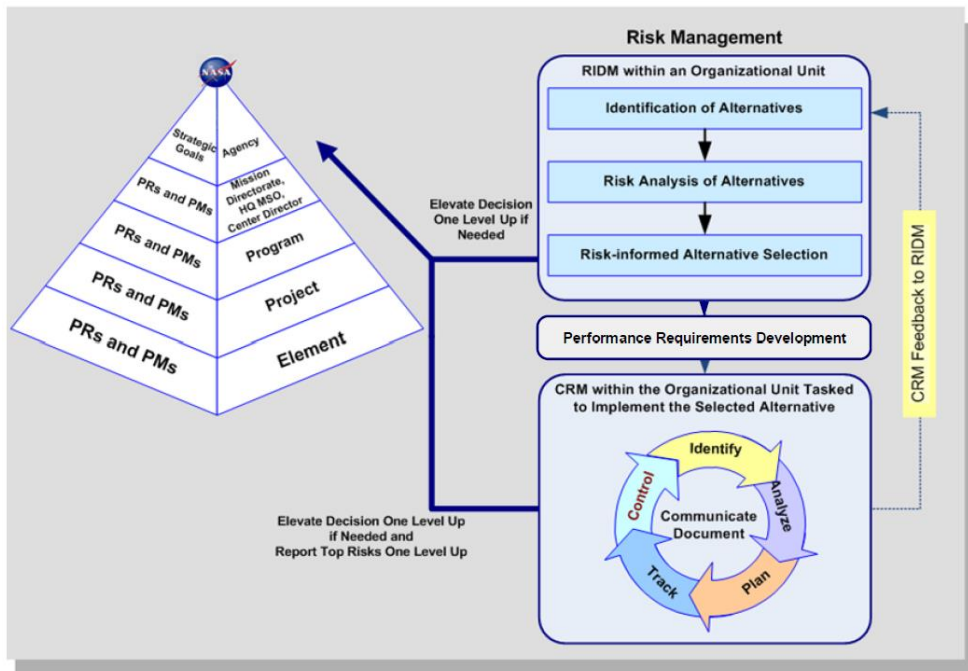


Abbildung 19: Koordinierung von RIDM und CRM innerhalb der NASA-Hierarchie (NASA, 2011, S. 21)

Anwendung des NASA-Risikomanagements

Das Risikomanagement der NASA kommt in unterschiedlichen Projekten zur Anwendung. Koushik Datta, System Safety Engineer bei der NASA, beschreibt in seinem Journal die Anwendung des NASA-Risikomanagements am Beispiel des Projekts SOFIA (engl. Stratospheric Observatory For Infrared Astronomy). SOFIA ist laut Datta (2007, S. 410) ein Projekt der NASA und DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt). Dabei handelt es sich Datta zufolge um ein modifiziertes Flugzeug mit dem Namen «Boeing 747SP» (vgl. Abbildung 20).



Abbildung 20: SOFIA-Observatorium (Datta, 2007, S. 410)

Nebst eingebautem Spiegelteleskop wurde in der Boeing auch ein Missionskontrollsystem integriert (Datta, 2007, S. 410). Ziel des luftgestützten Observatoriums ist es, die Infrarotstrahlung im Weltall zu erforschen. Dank der Anwendung des NASA-Risikomanagementprozesses konnte gemäss Datta während des Projekts eine Sicherheitslücke im Teleskopraum des Flugzeuges identifiziert werden. Datta (2007, S. 411) zufolge wurde das Risiko mittels Szenarioanalysen untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass sich ein Leck nicht vollständig verhindern lässt. Folglich wurde eine Strategie zur Risikominderung ausgearbeitet und Massnahmen zur kontinuierlichen Risikoüberwachung eingesetzt (Datta, 2007, S. 411-413).

Unterschiede und Gemeinsamkeiten zur Literatur

Die Untersuchungen in diesem Unterkapitel haben gezeigt, dass sich das Risikomanagement-Modell der NASA von den theoretischen Modellen der Literatur unterscheidet. Einzelne Fragmente des NASA-Risikomodells entsprechen der Literatur. Beispielsweise beginnt der CRM-Prozess der NASA wie das Modell von Harrant & Hemmrich (2004, S. 14-15) mit der Risikoidentifikation gefolgt von der Analysephase. Laut NASA (2011, S. 22) und Harrant & Hemmrich (2004, S. 11) findet eine vorgängige Risikoplanung statt. Im Gegensatz zum Modell von Harrant & Hemmrich werden im CRM-Prozess der NASA bereits nach der Risikoanalyse entsprechende Bewältigungsstrategien erarbeitet.

Auch der Risikomanagementprozess nach PMI (2017, S. 395 ff.) weist Ähnlichkeiten zum CRM-Prozess der NASA (2011, S. 18) auf. Beiden schlagen vor, Risiken zu planen, identifizieren, analysieren, bewältigen und überwachen. Die NASA betitelt zwar im CRM-Prozess die dritte Phase mit «Plan», aber meint damit die Risikobewältigung. Ein weiterer Unterschied besteht darin, dass im CRM-Kreislauf die Risikoüberwachung in zwei separate Phasen «Track» und «Control» aufgeteilt wird (NASA, 2011, S. 19). Nach PMI (2017, S. 395 ff.) hingegen erfolgt die Risikoüberwachung in einem Schritt.

Risiken werden vermieden, übertragen, gemindert und akzeptiert (PMI, 2017; Pinto, 2019; Richardson, 2009; Harrant & Hemmrich, 2004). Das PMI (2017, S. 442) und Pinto (2019, S. 275) ergänzen, dass Risiken eskaliert resp. geteilt werden können. Die NASA (2011, S. 19) hingegen schlägt sechs Strategien vor, wovon sich lediglich drei mit der Literatur decken: akzeptieren, mindern und übertragen. Selbst wenn die Begriffe übereinstimmen, können sich die Vorhaben innerhalb der Bewältigungsstrategie unterscheiden.

Während die Literatur bei der Risikoübertragung davon spricht, Risiken an Projektbeteiligten wie der Kundschaft zu übertragen (PMI, 2017; Pinto, 2019; Richardson, 2009; Harrant & Hemmrich, 2004), werden in der NASA (2011, S. 3) die Risiken an die nächsthöhere Ebene übergeben. Zudem spricht die NASA (2011, S. 19) von drei weiteren Risikostrategien, welche in der Literatur nicht genannt werden: überwachen, untersuchen und schliessen. Die unterschiedlichen Ansichten der NASA und der Literatur könnten darauf zurückzuführen sein, dass das NASA-Risikomanagement auf technische Risiken ausgerichtet ist, wohingegen die verwendete Literatur eher Projektrisiken ansprechen.

3.2.2 Ergebnisse qualitative Interviews mit Praxisvertretenden

Die Erkenntnisse aus den qualitativen Interviews mit vier Praxisvertretenden der Industrie wurden in folgende acht Kategorien unterteilt:

- 1) Beruflicher Werdegang und Aufgabenbereich
- 2) Struktur des Risikomanagementprozesses
- 3) Risikoplanung
- 4) Risikoidentifikation und -analyse
- 5) Black Swans
- 6) Risikobewältigung
- 7) Risikoüberwachung
- 8) Vorschläge zur Risikooptimierung in künftigen Raketenprojekten

Die transkribierten Interviews wurden aufgrund einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayer (2013) kategorisiert und die Aussagen der Praxisvertretenden den oben genannten acht Kategorien zugeteilt. Um die Ergebnisse ableiten zu können, wurden die Aussagen miteinander verglichen. Zur besseren Lesbarkeit wurden die Aussagen paraphrasiert. Die Auswertungen befinden sich im Anhang 8.7.

1. Beruflicher Werdegang und Aufgabenbereich

Die befragten Personen weisen alle mehrjährige Erfahrung im Projektmanagement in unterschiedlichen Bereichen auf. Sie vertreten Projektmanagement- und Systemingenieurpositionen in der Raumfahrtindustrie, Produktentwicklung und Smart Data Infrastructure. Die Personen betreuen Projekte der European Space Agency (ESA), Missionen zum Mars und Mond sowie Kundenprojekte in der Produktentwicklung und Gebäudetechnik.

2. Struktur des Risikomanagementprozesses

Der Risikomanagementprozess wird als integraler Bestandteil des Projektmanagements betrachtet und soll kontinuierlich, neben den übrigen Projektstätigkeiten, stattfinden. Weiter wird genannt, dass neue Kundenbeziehungen und damit verbundene Anforderungen, wie auch finanzielle Risiken, beurteilt werden müssen. Risiken können in allen Projektphasen vorkommen, weshalb ein Stage Gate Prozess zielführend ist. Bevor eine neue Projektphase startet, wird in einem Gate beurteilt, ob das notwendige Fachwissen sowie materielle und finanzielle Ressourcen vorhanden sind. Der Risikomanagementprozess wird als Abfolge von Schritten gesehen, welche ein Risiko durchläuft. Die Risiken werden identifiziert, analysiert und bewältigt. In der Praxis wird die Risikoplanung oftmals weggelassen. Wichtig ist, dass im Überwachungsprozess die Risiken regelmässig auf ihre Aktualität überprüft werden. Besteht ein Risiko-Notfalls-Budget, muss dieses ebenfalls stetig angepasst werden.

3. Risikoplanung

Die Risikoplanung wird bei neuen Produkten als schwierig erachtet, weil Vorgaben, wie Materialkombinationen, nicht bekannt sind. Die Planung der Risiken wird anhand von «Lessons Learned» vorgenommen. Dabei werden vergleichbare Risiken aus vergangenen Projekten konsultiert und auf das aktuelle Projekt adaptiert. Abhängig vom Unternehmen wird die Risikoplanung nicht als separater Prozess gesehen. In gewissen Projekten entfällt die Risikoplanung. Dies wird damit begründet, dass oftmals dieselben Risiken auftreten und nicht für jedes Projekt die Risikoplanung neu erfunden werden sollte.

4. Risikoidentifikation und -analyse

Technische Risiken werden anhand einer FMEA identifiziert, worin die Kritikalität, Wahrscheinlichkeit und vereinzelt die Nachweisbarkeit beurteilt wird. Die Risikoidentifikation findet basierend auf dem Bottom-Up-Prinzip statt. Das bedeutet, dass die Risiken von den Teammitgliedern an die Teamleitenden und Project Managers weitergegeben werden. Bei Projektrisiken wird zur Identifikation oftmals auf eigenkreierte, firmeninterne Tools wie Excel-Listen zurückgegriffen. In gewissen Unternehmen besteht kein standardisiertes Verfahren, weil von Fall zu Fall entschieden werden muss, wie Risiken identifiziert werden. In Projekten ist das Brainstorming eine bewährte Methode, um Projektrisiken qualitativ zu identifizieren und priorisieren. Das Brainstorming findet in Workshops statt, woran alle Projektbeteiligten teilnehmen sollten.

Dies wird damit begründet, dass durch solche Workshops die Interdisziplinarität gefördert wird. Weitere etablierte Analysetools sind Nutzwertanalysen und das Pro & Kontra.

5. Black Swans

Die Praxisvertretenden der Industrie bezeichnen folgende Risiken als Black Swans:

- Kundenabsprung während der Projektlaufzeit
- Materialverfügbarkeit
- Wissensmanagement
- Unternehmens- und Umweltrisiken
- Knowhow
- Rückrufaktion von Produkten
- [...]

Der Kundenabsprung mitten im Projekt kann – abhängig von der bereits geleisteten Vorarbeit – finanziell einschneidend für das Unternehmen sein. Besonders in kleinen Teams wird Wissensmanagement als Black Swan gesehen, weil der Abgang von Projektmitgliedern schwer kompensierbar ist. Weiter beschreiben die Befragten das Knowhow als gravierendes Projektrisiko. Mit Knowhow ist der Kenntnisstand über den Projektinhalt und die Projektumsetzung gemeint. Der Black Swan tritt auf, wenn das Projektteam den Projektinhalt nicht kennt und kein Vorgehen zur Projektumsetzung besteht.

6. Risikobewältigung

In der Praxis werden die Bewältigungsstrategien anhand von Wahrscheinlichkeits- und Auswirkungsmatrizen gewählt. Risiken im grünen Bereich mit geringer Wahrscheinlichkeit und Auswirkung werden akzeptiert. Aus den Interviews geht hervor, dass Risiken selten akzeptiert werden. Bei gelben Risiken wird eine Minderungsstrategie gewählt. Beispielsweise, indem das Risiko getestet wird. Bei roten Risiken ist das Management zu involvieren, weil der Projekterfolg gefährdet ist. Solche Risiken werden vermieden. Sollte beispielsweise ein neues Kundenprojekt zu weit von den Kernkompetenzen der Organisation entfernt sein, wird das Projekt abgelehnt. Bei finanziell einschneidenden Risiken empfehlen die Befragten, ein Risiko-Notfalls-Budget zu führen. Zudem wird genannt, dass Risiken an Projektbeteiligten in Form einer Kostenbeteiligung übertragen werden können. Die Risikoübertragung erfolgt oftmals vertraglich. Hierbei wird betont, dass mit der Risikoübertragung nicht automatisch auch die Haftung für das Risiko

übergeht. Weiter wird erwähnt, dass für die Umsetzung der Bewältigungsmassnahmen – ähnlich wie im Katastrophenschutz – eine Task-Force erstellt wird.

7. Risikoüberwachung

Die meistgenannte Risikoüberwachungsmethode sind teaminterne Projektreviews. Darin werden die Risikoanalysen präsentiert, die Aktualität der Risiken überprüft und neue Erkenntnisse betreffend Risiken diskutiert. Diese Reviews werden wöchentlich, monatlich oder quartalsweise durchgeführt. Ein weiteres genanntes Überwachungstool sind interne und externe Risikoaudits, welche Bestandteil der Meilensteinsitzungen wie PDR und CDR sind. In der Praxis ist es üblich, dass auch externe Projektbeteiligte wie Vertragspartner in den Meilensteinsitzungen teilnehmen. Es wird betont, dass die Risikoüberwachung in der Verantwortung des Project Managers liegt.

8. Vorschläge zur Risikooptimierung in künftigen Raketenprojekten

Drei der vier interviewten Personen empfehlen Risikomanagement anhand einer FMEA oder FMEA-basierten Excel-Liste in der ARIS zu betreiben. Es wird als sinnvoll erachtet, die Projektrisiken in einer separaten Liste zu führen. Darin sollten ausschliesslich die Kernrisiken aufgeführt werden. Es wird betont, dass technische Risiken weiterhin Aufgabe der Teamleitenden sind und der Project Manager lediglich für die Überwachung zuständig ist.

Ein weiterer Vorschlag zur Risikooptimierung ist, mit Projektbeteiligten über zukünftige oder bereits eingetretene Risiken zu sprechen und die «Lessons Learned» von vergangenen Projekten miteinzubeziehen. Insbesondere die Risikoidentifikation ist ein kreativer Prozess und muss im Austausch mit dem Team stattfinden. Nachdem die Risiken identifiziert wurden, können Risikokategorien gebildet und die Risiken zugeteilt werden. Beispiele für solche Kategorien sind: Budget, HR (Human Ressource) und Ressourcen.

3.3 Stand der ARIS

Das folgende Kapitel zeigt auf, wie Risikomanagement im Raketenprojekt betrieben wird.

3.3.1 Risikomanagement in der ARIS

Das Fundament der ARIS besteht aus dem ARIS Project Processes Handbuch, welches auf Erfahrungen von bisherigen Raketenprojekten aufbaut. Darin sind die Projektphasen detailliert erläutert. Dieses Handbuch dient als Hilfestellung, um die Projektstruktur und das systematische Vorgehen innerhalb der ARIS zu verstehen (Kirchhoff, 2020, S. 5).

Kirchhoff (2020, S. 6) zufolge richten sich die Phasen in ARIS-Projekten nach dem V-Modell. Wie in Abbildung 21 ersichtlich, bestehen ARIS-Projekte aus zwei Phasen: Projektdesign und -analyse (decomposition) sowie Produktion und Testen (integration).

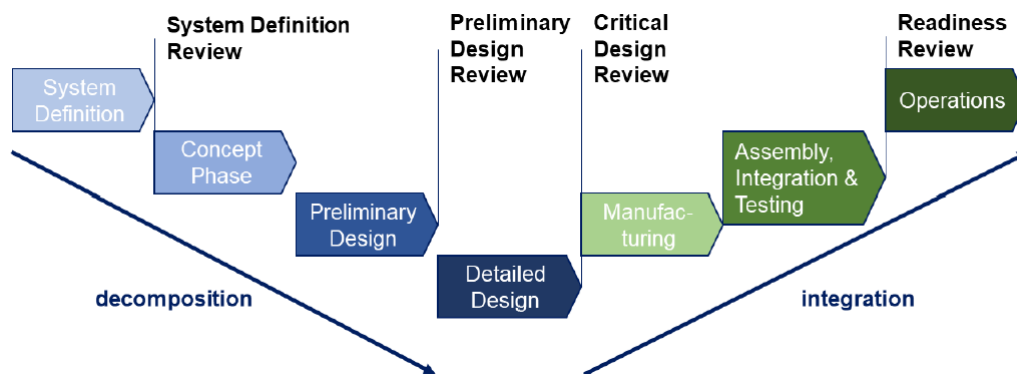


Abbildung 21: V-Modell (Kirchhoff, 2020, S. 6)

Gemäss Kirchhoff (2020, S. 7 ff.) werden Risiken besonders in der System Definition, Concept Phase und im Preliminary Design thematisiert. Wichtige Projektbestandteile der System Definition Review (SDR) sind Projekt Stakeholder- und SWOT-Analysen, Projektrisikopläne und die Auflistung von Projektrisiken (Kirchhoff, 2020, S. 9).

Anhand der Stakeholder-Analyse können relevante, interne und externe Projektbeteiligte und deren Einfluss auf das Projekt identifiziert werden. Weiter kann eine solche Analyse helfen, die Projekterwartungen und das Projektbudget festzulegen sowie schwerwiegende Projektrisiken zu identifizieren (Kirchhoff, 2020, S. 23).

Die SWOT-Analyse dient Kirchhoff (2020, S. 24) zufolge, um interne Stärken und Schwächen sowie externe Chancen und Risiken zu identifizieren und kommunizieren.

Anhand von Stärken und Schwächen können organisatorische Massnahmen ermittelt werden. Chancen und Risiken prägen das Leitbild der Organisation.

Jedoch wird im ARIS Project Processes Handbuch weder auf Projektrisikopläne noch Projektrisiken eingegangen. Eine Randnotiz des Safety Advisory Boards (SAB) lässt vermuten, dass der Projektrisikoplan und die Risikoanalyse noch pendent sind (vgl. Abbildung 39 in Anhang 8.2). Beim SAB handelt es sich um eine unabhängige Abteilung innerhalb der ARIS, welche die Schnittstelle zwischen Board und Safety Officer ist. Sie ist für grosse Systemtests und deren Sicherheit verantwortlich, evaluiert Risiken und dokumentiert die Prozesse (ARIS, 2022).

In vergangenen Raketenprojekte zeigte sich, dass die Vorgaben des Project Processes Handbuch nicht vollumfänglich in der Praxis adaptiert wurden. Während das Handbuch vorgibt, die Risikobewältigung in der PDR durchzuführen, werden in der Praxis auch Bewältigungsstrategien in anderen Phasen thematisiert. So wurden im Projekt HELVETIA auch in der CDR (Critical Design Review) Bewältigungsstrategien vorgestellt. Dabei handelte es sich ausschliesslich um die Bewältigung von technischen Risiken.

Risks	Effect	Mitigation
The rocket becomes unstable	Rocket will lose trajectory	Analyse static and dynamic stability
Transonic simulations are not accurate	Drags are wrong and expected apogee is not reached	Use multiple programs to simulate drag
State Estimation does not detect launch	No signal to avionics/recovery	Implement reliable lift off detection

Abbildung 22: Risikobewältigung an der PDR vom 05.11.2021 (ARIS, 2021)

In der PDR-Präsentation wurden die Bewältigungsstrategien in einer Matrix präsentiert. Links die Risiken, in der Mitte die Folgen und rechts die Vermeidungsstrategien. Die in Abbildung 22 aufgelisteten Risiken wurden vom Simulations-Team präsentiert. Dieses Team berechnet die Raketenfluglinie anhand von Parametern wie Geschwindigkeit, Gewicht und Stabilität der Rakete sowie Wettereinflüsse zum Startzeitpunkt. Wird die Rakete während des Fluges instabil, kann sie aus der Flugbahn geraten. Um dies zu verhindern, müssen die statische und dynamische Stabilität analysiert werden (ARIS, 2022).

Basierend auf dem Feedback von Praxisvertretenden der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) und Industrieunternehmen, entwickelte sich das Risikomanagement im Raketenteam HELVETA weiter. Derzeit werden technische Risiken anhand einer FMECA-Excel-Liste aufgelistet, analysiert und bewältigt (vgl. Abbildung 40 in Anhang

8.2). Jedes Subteam führt eine eigene Excel-Mappe (ARIS, 2022). Nachfolgend sind die einzelnen Schritte der ARIS-FMECA aufgeführt.

In einem ersten Schritt werden die Risiken identifiziert und der Missionsphase zugeteilt. Danach werden mögliche Folgen für das System und die Mission bestimmt. Wie in der FMEA üblich werden auch in der FMECA von HELVETIA die Risikogewichtung und Risk Priority Number (RPN; deutsch RPZ) evaluiert. Die Risikogewichtung wird anhand des Schweregrads und der Eintrittswahrscheinlichkeit bestimmt. Abhängig davon wie schwerwiegend und wahrscheinlich das Risiko ist, entsteht eine Gewichtung zwischen tief bis hoch. Ergänzend zu den beiden genannten Parametern wird bei der Ermittlung der RPN die Nachweisbarkeit hinzugezogen. Damit ist die Wahrscheinlichkeit gemeint, das Risiko rechtzeitig zu entdecken (ARIS, 2022).

In einem letzten Schritt werden Bewältigungsmassnahmen festgelegt und die RPN erneut berechnet. In den meisten Fällen sinkt der RPN-Wert, weil der Schweregrad oder die Eintrittswahrscheinlichkeit durch die Bewältigungsmassnahmen deutlich abnehmen. Des Weiteren wird die verantwortliche Person (engl. Risk Owner) festgelegt (ARIS, 2022).

Erste Nachforschungen in der ARIS-Datenbank lassen vermuten, dass derzeit kein Tool für Projektrisiken besteht. Allerdings wurden Projektrisiken in der CDR des Jahres 2021 aufgeführt (vgl. Abbildung 23).

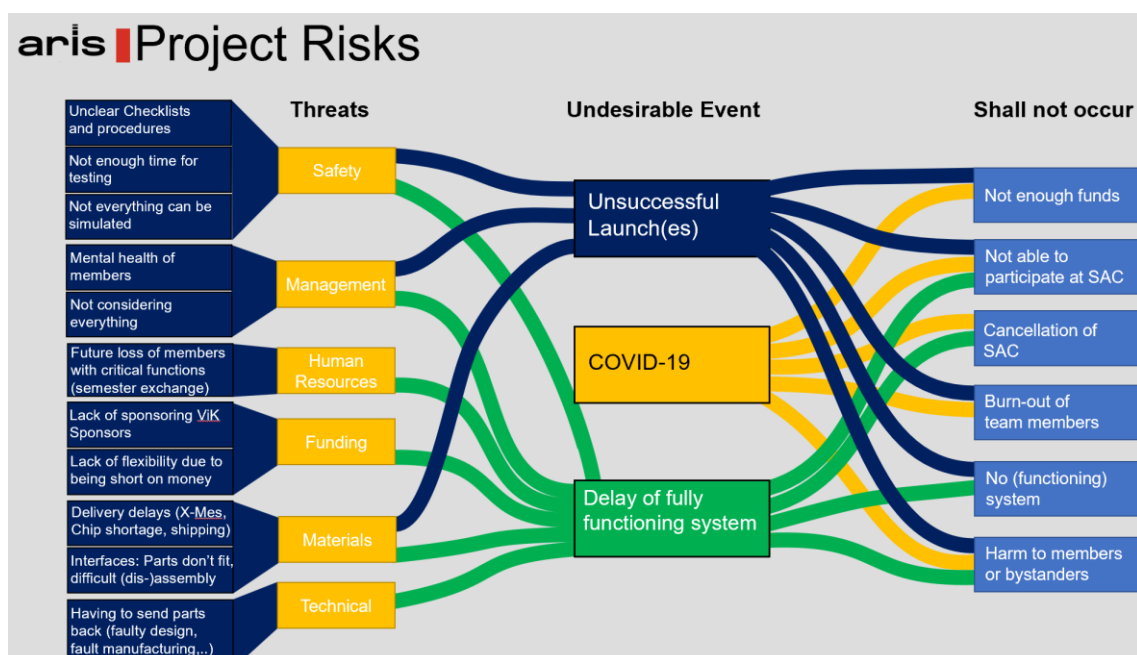


Abbildung 23: Projektrisiken an der CDR vom 10.12.2021 (ARIS, 2021)

Die Risiken auf der linken Seite werden gruppiert und der zugehörigen Bedrohung zugewiesen. Diese Bedrohungen führen zu unerwünschten Ereignissen, woraus Konsequenzen auf der rechten Seite entstehen. Auch nicht-technische Risiken, wie die mentale Gesundheit der Mitglieder, können zu einem Fehlstart der Rakete führen. Wie in grüner Farbe ersichtlich, kann jedes aufgeführte Risiko die Verspätung eines funktionierenden Systems herbeiführen. So können beispielsweise Lieferverzögerungen von Halbleitern aufgrund der weltweiten Knappheit dazu führen, dass das System nicht rechtzeitig entwickelt werden kann. Dies wiederum führt dazu, dass das Raketenteam nicht am internationalen Raketen-Wettbewerb teilnehmen kann, kein funktionierendes System existiert und Mitglieder oder Zuschauer bei Tests verletzt werden könnten.

Das Ereignis «COVID-19» hingegen, weist keine Verbindungen zu den Risiken auf der linken Seite auf, zumal das Virus ohnehin besteht und nicht durch Projektrisiken hervorgerufen wird. Jedoch hat die Pandemie weitreichende negative Einflüsse auf das Projekt.

Für jedes der drei Ereignisse werden verschiedene Bewältigungsstrategien präsentiert. Wie in Abbildung 24 ersichtlich wird in der ARIS zwischen Bewältigung und Wiederherstellung unterschieden.

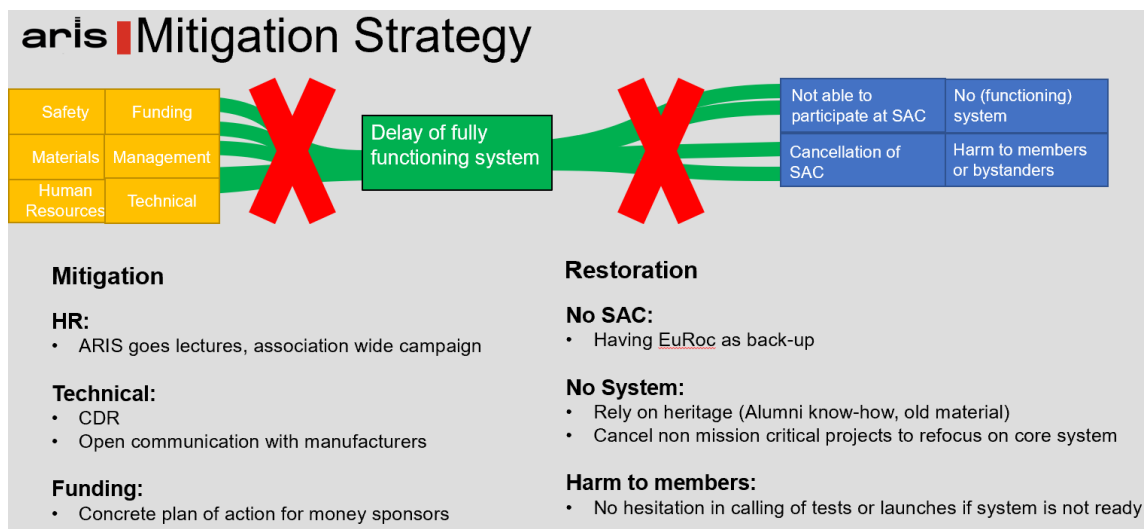


Abbildung 24: Bewältigungsstrategien der Projektrisiken an der CDR (ARIS, 2021)

Um die Mitgliederfluktuation zu bewältigen, wird die HR-Abteilung in Schweizer Universitäten und Fachhochschulen Gastvorträge halten und HR-Kampagnen veranstaltet. Sollte das Raketensystem nicht rechtzeitig fertiggebaut sein, wird eine Teilnahme am SA Cup nicht möglich sein. Damit das Raketenteam dennoch an einer Competition teilnehmen kann, wird die Teilnahme an der European Rocketry Challenge (EuRoC) eingeplant.

3.3.2 Ergebnisse qualitative Interviews mit ARIS-Mitgliedern

Die Erkenntnisse aus den qualitativen Interviews mit vier ARIS-Mitgliedern wurden in folgende zehn Kategorien unterteilt:

- 1) Definition von Risikomanagement in Projekten
- 2) Risikomanagement im Raketenprojekt
- 3) Verantwortlichkeiten im Risikomanagement
- 4) Die Rolle des SABs
- 5) Vergangene Risiken
- 6) Zukünftige Risiken
- 7) Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte
- 8) Optimierung der Risikoplanung, -identifikation und -analyse
- 9) Optimierung der Risikoüberwachung
- 10) Vor- und Nachteile eines systematischen Risikomanagements

Die transkribierten Interviews wurden aufgrund einer qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayer (2013) kategorisiert und die Aussagen der ARIS-Mitglieder den oben genannten zehn Kategorien zugeteilt. Um die Ergebnisse ableiten zu können, wurden die Aussagen miteinander verglichen. Zur besseren Lesbarkeit wurden die Aussagen paraphrasiert. Die Auswertungen befinden sich im Anhang 8.8.

1) Definition von Risikomanagement in Projekten

Sämtliche ARIS-Mitglieder verfügen über ein allgemeines Verständnis zum Thema Risikomanagement in Projekten. Gemäss den Befragten gehört das Erkennen, Beurteilen, Priorisieren und Bewältigen von Risiken zum Projektrisikomanagement.

2) Risikomanagement im Raketenprojekt

Alle Befragten sind der Ansicht, dass ein Risikomanagement im Raketenprojekt – auf technischer Ebene – besteht. Drei der vier Befragten nennen die FMECA als Analysetool, womit technische Risiken aufgelistet, beurteilt und bewältigt werden. Das blinde Kopieren der Risikoliste vom Vorjahr wird als problematisch angesehen, weil dadurch die Risiken nicht neu beurteilt werden. Eine Herausforderung wird auch in der Motivation der ARIS-Mitglieder gesehen. Anstatt grosse und träge FMECA-Listen auszufüllen, arbeiten die ARIS-Mitglieder lieber an der Rakete. Weiter wird genannt, dass das Projektrisiko-

management unzureichend aufgestellt ist, weil keine Tools für eine Identifikation oder Bewältigung von Risiken bestehen.

3) Verantwortlichkeiten im Risikomanagement

Alle Befragten sind der Ansicht, dass der Project Manager für die Gesamtüberwachung im Risikomanagement zuständig ist. Das operative, technische Risikomanagement ist Aufgabe der System Engineers, Team Leaders und Safety Officers. Es wird betont, dass das Risikomanagement auf dem Bottom-up-Prinzip basiert. Dabei werden die Risiken von den Teammitgliedern, über den Teamleader and den Project Manager kommuniziert.

Weiter sind sich die Befragten einig, dass Projektrisiken zu den Aufgaben des Project Managers gehören. Zwei von vier ARIS-Mitgliedern zufolge könnten die Deputies optional für Projektrisiken eingesetzt werden. Die Auswertungen ergeben zudem, dass alle Befragten eine Trennung von technischen Risiken und Projektrisiken als sinnvoll erachten. Auch wird genannt, dass die Trennung der beiden Risikoarten in der Praxis oftmals undeutlich ist. So könnten technische Risiken auch Auswirkungen auf Projektrisiken haben und umgekehrt. Zudem hat eine getrennte Sichtweise auf die Risiken auch eine getrennte Dokumentation zur Folge.

4) Die Rolle des SABs

Die Befragten beschreiben das SAB als unabhängige, unbeeinflusste Einheit, welche auf Board-Stufe agiert und eine unterstützende Funktion einnimmt. Das SAB prüft die Testprotokolle und Sicherheitskonzepte bei anstehenden Tests von sämtlichen ARIS-Projekten. Weiter prüfen sie, ob die in der FMECA eingetragenen Risiken und Bewältigungsmassnahmen nachvollziehbar sind. Anschliessend gibt das SAB eine Empfehlung an das Board ab, ob der Test durchgeführt werden sollte oder nicht. Die Entscheidung trifft jedoch das Board. Auch die Krisenkommunikation mit der Presse und ETH-Sicherheitsabteilung gehört in deren Aufgabenbereich.

5) Vergangene Risiken

Auf die Frage, welche gravierenden Risiken in vergangenen Projekten eintraten, nennen drei von vier Mitgliedern die Pandemie. Der Gasimport in Portugal für den Raketenstart, die weltweite Knappheit von Halbleitern oder die Teilnahme am SA Cup sind Risiken, die aufgrund der Pandemie eingetreten sind.

Auch Produktions- und Zeitplanverzögerungen sowie das unzureichende Prüfen von Systemanforderungen werden genannt. Aus den Befragungen geht hervor, dass der Umgang mit Projektrisiken in der Praxis herausfordernd ist. Dies begründen die ARIS-Mitglieder damit, dass die Risiken nur schwer erkennbar sind und oftmals keine Bewältigung besteht. Die Befragten sind sich zudem uneinig, ob der Mitgliederabgang ein hohes Risiko für ARIS darstellt.

6) Zukünftige Risiken

Die ARIS-Mitglieder sehen folgende Risiken in künftigen Raketenprojekten:

- Knappheit von Halbleitern
- Weltwirtschaftskrisen
- Kriege
- Personalplanung
- Abgang von Sponsoren
- Positionierung der ARIS
- Wissensmanagement
- [...]

Die Knappheit von Halbleitern wird auch für künftige Raketenprojekte eine Herausforderung. Hinzukommen Weltwirtschaftskrisen und Kriege, die negative Auswirkungen auf die Raumfahrtindustrie haben und den Projekterfolg künftiger Teams gefährden könnten. Zwei der vier Befragten sehen die Personalplanung als Risiko. Einerseits wächst das Angebot von ETH-Projekten und somit auch die Konkurrenz für ARIS. Andererseits verzeichnet ARIS einen Mangel an Elektroingenieurinnen und -ingenieuren. Ein weiteres Risiko wird in der künftigen Positionierung der ARIS gesehen.

7) Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte

Die Interviews ergeben, dass für ein funktionierendes Risikomanagement ein offener Austausch im Team essenziell ist. Darin soll auf «Lessons Learned» aus bisherigen Teams eingegangen werden. Weiter wird genannt, dass die wichtigsten Projektrisiken auf ein Whiteboard notiert werden könnten, sodass sich die ARIS-Mitglieder aktiv mit den wichtigsten Risiken auseinandersetzen. Diese Risiken könnten in regelmässigen Teammeetings, beispielsweise alle zwei Monate, überarbeitet werden. Es wird betont, dass Risikomanagement nicht als ein «Must-Do» gesehen werden sollte.

Hierfür muss in der ARIS die Kultur geschaffen werden, dass Risikomanagement ein zentraler und spannender Bestandteil des Projektes ist.

8) Optimierung der Risikoplanung, -identifikation und -analyse

Alle Befragten sind der Ansicht, dass die Risikoplanung, -identifikation und -analyse im Austausch stattfinden sollten. Sie schlagen vor, gezielte Meetings oder Risikoworkshops einzuführen. Darin könnte Risikomanagement auf eine qualitative Weise – in Form eines Brainstormings – betrieben werden. Geeignete Tools wären Trello oder Miro. Ähnlich wie im Consulting, könnten verschiedene Ansätze von unterschiedlichen Perspektiven betrachtet und diskutiert werden. Solche Workshops gestalten das Risikomanagement spannend und erhöhen den Spassfaktor am Projekt. Weiter erachten drei von vier Mitgliedern die FMECA-Liste für die Risikoidentifikation und -analyse als ungeeignet.

9) Optimierung der Risikoüberwachung

Die befragten ARIS-Mitglieder empfehlen Risiken anhand von Risikomeetings zu überwachen. Solche Meetings können teamintern, mit allen Teamleadern oder in separaten Workshops stattfinden. Hierfür kann dasselbe Tool, wie bei der Risikoidentifikation, verwendet werden. Es wird ein System benötigt, welches die Leute dazu bewegt, das Tool regelmässig zu nutzen. Auch Expertinnen und Experten können zu Risiko-Meetings eingeladen werden. Die Risikoworkshops sollten kurz vor oder nach wichtigen Reviews oder Raketentests durchgeführt werden.

10) Vor- und Nachteile eines systematischen Risikomanagements

Tabelle 7 beinhaltet genannte Vor- und Nachteile eines systematischen Risikomanagements.

Vorteile	Nachteile
Strukturierte & standardisierte Prozesse	Zeitintensiv
Voraussicht in der Risikoidentifikation	Mehrbelastung der Teams
Weniger Verzögerungen in der Timeline	Motivation
Frühzeitige Risikobewältigung	Verlangsamung des Projekts
Vereinfachte Informationsbeschaffung	Unverhältnismässige Bürokratie

Tabelle 7: Vor- und Nachteile eines systematischen Risikomanagements

Die ARIS-Mitglieder sehen Vorteile in der Strukturierung und Standardisierung von Prozessen, wodurch Risiken früher gesichtet und bewältigt werden können. Dies minimiert Verzögerungen und vereinfacht die Informationsbeschaffung. Allerdings besteht die Gefahr, dass das Risikomanagement zeitintensiv ist und dadurch zu einer Mehrbelastung der Teams werden könnte. Finden die Workshops zu oft statt, könnte die Motivation darunter leiden, was wiederum zu einer Verlangsamung des Projekts führen könnte.

4. Diskussion

Im Rahmen dieser Arbeit wurde untersucht, welche Ansätze, Standards und Rahmenmodelle betreffend Projektrisikomanagement in der Literatur bestehen. Anhand von qualitativen Interviews mit vier Praxisvertretenden konnte herausgefunden werden, wie Risikomanagement in der Industrie betrieben wird. Zudem wurde das Handbook der NASA untersucht, um eine differenzierte Sichtweise auf das Risikomanagement in der Raumfahrtbranche zu erhalten und mögliche Best-Practice-Ansätze zu identifizieren.

Im Weiteren wurde der Stand der ARIS mittels Recherchen im internen Ablagesystem und vier Interviews mit ARIS-Mitgliedern ermittelt. Ziel war es, herauszufinden, wie derzeit Risikomanagement betrieben wird und inwiefern ein systematisches Risikomanagement in Raketenprojekten mehrwertstiftend ist. Anhand der Interviews resultierten Anhaltspunkte für ein mögliches Risikomanagement-Konzept.

Um die Ansichten der Praxisvertretenden und ARIS-Mitglieder miteinander in Kontext zu setzen, wurden die insgesamt 18 Kategorien in vier Hauptkategorien zusammengefasst. Die Diskussion gliedert sich in folgende Themen:

- 1) Struktur des Risikomanagementprozesses
- 2) Verantwortlichkeiten im Risikomanagement
- 3) Black Swans im Kontext der Industrie und ARIS
- 4) Risikooptimierung in der ARIS
 - a) Risikoplanung
 - b) Risikoidentifikation und -analyse
 - c) Risikobewältigung
 - d) Risikoüberwachung
 - e) Vorschläge der Praxisvertretenden
 - f) Vor- und Nachteile

Nachfolgend werden die Ergebnisse aus der Literatur und Praxis interpretiert und diskutiert.

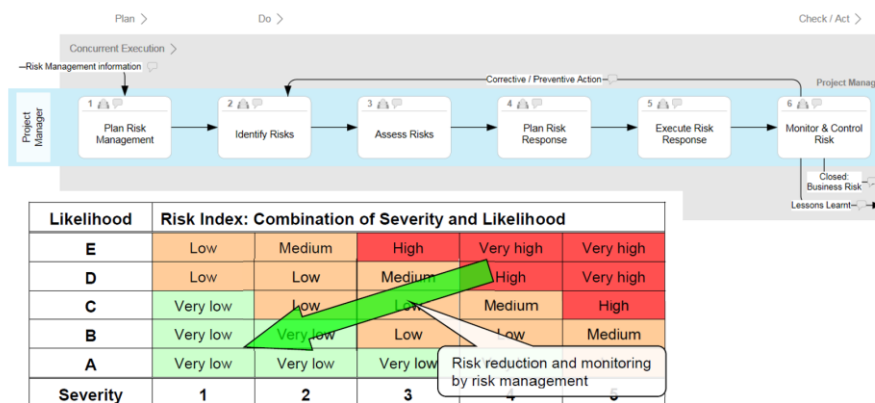
1) Struktur des Risikomanagementprozesses

Der Risikomanagementprozess der befragten Unternehmen ist unterschiedlich. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Unternehmen eigens entwickelte Risikotools anwenden.

In der Firma von Person A werden Risiken in drei Themen unterteilt: Projektrisiken, technische Risiken und Prozessrisiken. Person B zufolge durchlaufen in der Huber+Suhner die Risiken – ähnlich wie im ARIS-Raketenprojekt – folgende Projektphasen: Scoping, Concept, Prototyp, Pre-Launch, Production und Face-Out. Person C hingegen gab an, dass der Risikomanagementprozess der Siemens mit der Theorie übereinstimmt. In der Siemens werden die Risiken identifiziert, beurteilt und bewältigt. Die Überwachung findet anhand von Reviews statt. Diese Abfolge entspricht dem Risikoprozess von Kuster et al. (2019). Person C nannte als Einzige, dass in Projekten ein Risiko-Notfalls-Budget geführt wird. Person D der RUAG wiederum gab an, dass Risiken geplant, identifiziert, mit Analysetools beurteilt und anschliessend Bewältigungsmassnahmen geplant und umgesetzt werden. Der letzte Schritt beinhaltet die Risikoüberwachung. Der Risikomanagementprozess der RUAG und des PMIs (2017) sind identisch (vgl. Abbildung 25).

Risk Management Process Overview 1/2

- Goal: identification, assessment, reduction, acceptance, and feedback of risks



SWOT Analysis



1 | RUAG Space | 19.07.2021

Together ahead. RUAG

Abbildung 25: Risk Management Process (RUAG Space, 2021)

So geben die RUAG und das PMI vor, dass Risiken zunächst geplant, identifiziert und analysiert werden. Auch die darauffolgende Planung und Umsetzung der Bewältigungsstrategien sind in beiden Rahmenmodellen identisch. Im Diskussionsteil 4 a) widerlegt jedoch Person D die Aussage, dass mit der Risikoplanung begonnen wird. Person D zufolge wird in der RUAG mit der Identifikation begonnen. Aus einer theoretischen Perspektive sind die Rahmenmodelle der RUAG und des PMIs jedoch identisch.

Die Auswertung der ARIS-Interviews hat gezeigt, dass die Risikomanagementstruktur im Raketenprojekt nicht optimal ist. Alle Mitglieder sind sich zwar einig, dass ein

technisches Risikomanagement im Raketenprojekt existiert. Allerdings betont Rick, dass das Risikomanagement für Projektrisiken derzeit schlecht aufgestellt ist. Diese Problematik wurde nur von Rick angesprochen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die übrigen Befragten derzeit nicht in den operativen Tätigkeiten des Raketenprojekts involviert sind. Folglich können sie weniger über Projektrisiken im Raketenprojekt aussagen. Die Problematik sieht Rick darin, dass keine Tools zur Identifikation oder Bewältigung von Projektrisiken bestehen. Somit bestätigt sich die Annahme des Autors, dass für Projektrisiken kein strukturiertes Vorgehen im Raketenprojekt besteht.

Julian betont, dass das derzeitige Risikomanagement stark auf technische Risiken ausgerichtet ist. Die Ergebnisse geben Aufschluss darüber, dass auch Problemfelder im technischen Risikomanagement bestehen. Es besteht zwar eine FMECA, worin die Risiken kategorisiert und klassiert werden, jedoch sind die Mitglieder zu wenig motiviert, um dieses Tool zu benutzen. Sie arbeiten lieber an der Rakete. Rick und Aaron erachten die fehlende Motivation der Mitglieder – ausgelöst durch die Grösse und Trägheit der FMECA-Liste – als Gefahr für das Projekt.

2) Verantwortlichkeiten im Risikomanagement

Die Befragten sind sich einig, dass der Project Manager für die Gesamtverantwortung des Risikomanagements zuständig ist. Aaron und Manuel zufolge können optional auch die Deputies für Projektrisiken eingesetzt werden. Im Weiteren herrscht Einigkeit darüber, dass die Ausführung der technischen Risiken nicht in der Verantwortung des Project Managers liegt. Aaron sieht hierfür die Safety Officers und Team Leader in der Pflicht. Rick hingegen sieht die Verantwortung in bei System Engineers. Der Safety Officer sollte sowohl für technische Risiken als auch für Projektrisiken – welche die Gesundheit der Mitglieder betreffen – verantwortlich sein. Julian wiederum vertritt die Meinung, dass der Safety Officer und der System Engineer für technische Risiken zuständig sind. Die verschiedenen Ansichten sind darauf zurückzuführen, dass die Befragten zu unterschiedlichen Zeiten im Raketenprojekt aktiv waren und dabei nicht dieselben Rollen einnahmen.

Obschon alle Befragten einer Trennung von technischen Risiken und Projektrisiken zustimmen, werden auch Bedenken geäussert. So ist Rick der Meinung, dass in der Praxis die Trennlinie zwischen den Risikoarten oftmals undeutlich ist, weil ein Projektrisiko auch technische Auswirkungen haben kann und umgekehrt. Deshalb betont er, dass die Verantwortlichkeiten im Risikomanagement stark davon abhängig sind, wie technische

Risiken und Projektrisiken definiert werden. Auch Manuel ist der Meinung, dass es zu Überlappungen zwischen den beiden Risikoarten kommen kann.

Ob die Risiken separat betrachtet werden können, ist davon abhängig, wie die Verantwortlichkeiten im Team verteilt sind. Die separate Betrachtungsweise erfordert auch eine getrennte Dokumentation.

Im Weiteren herrscht Einigkeit darüber, dass es sich beim SAB um eine unabhängige, unbeeinflusste Einheit auf Board-Stufe handelt, welche Tests und Prozeduren sämtlicher Teams prüft und Empfehlungen an das Board abgibt. Manuel und Julian ergänzen, dass das SAB auch in Kontakt zu Sicherheitsabteilungen der ETH und den Behörden steht. Aaron und Julian wiesen daraufhin, dass das SAB derzeit bloss aus zwei Personen besteht. Im Vorjahr waren sie sechs Personen. Diesen Personalmangel erachten beide als problematisch. Julian zufolge sei dies auch der Grund, weshalb die Risikopläne und Projektrisiken im Project Processes Handbuch immer noch pendent sind. Somit bestätigt sich die Vermutung des Autors, dass die im Anhang 8.2 (vgl. Abbildung 39) gelb markierten Dokumente noch nicht fertiggestellt wurden.

3) Black Swans im Kontext der Industrie und ARIS

Unter den Praxisvertretenden herrscht Uneinigkeit darüber, welche Risiken als Black Swans zu bezeichnen sind. Die Meinungsverschiedenheiten könnten darauf zurückzuführen sein, dass die Befragten aus unterschiedlichen Branchen stammen. Weiter nehmen sie unterschiedliche Positionen im Projektmanagement ein und verfügen nicht über dieselbe Berufserfahrung.

Während Person A den Kundenabsprung mitten im Projekt nannte, erachtet Person B die Materialverfügbarkeit als Black Swan. Im Weiteren wertet Person B das Wissensmanagement resp. der Abgang von Projektmitgliedern als kritisch. Dies begründet Person B damit, dass sie ein kleines Team sind und ein Abgang schwer kompensierbar ist. Diese Aussage deckt sich mit der Theorie von Kendrick (2009, S. 106), welcher den vorübergehenden und permanenten Personalverlust als Black Swan bezeichnet. Person C widerspricht der Aussage von B. Der Abgang von Projektmitgliedern sollte nicht den Projekterfolg gefährden. Damit der Mitgliederabgang nicht zum Black Swan wird, muss das Wissen im Team gestreut werden. Weiter gibt Person C an, dass Risiken ausserhalb des Projekts, wie Unternehmens- und Umweltrisiken, als Black Swans zu werten sind.

Sollte das Projektteam den Projektinhalt nicht kennen oder verstehen, wertet Person C dies als Black Swan. Person D hingegen ist der Meinung, dass keine Black Swans entstehen, wenn die Risikoidentifikation und -analyse seriös durchgeführt wurde. Im Nachgang relativiert Person D ihre Aussage und gibt an, dass Rückrufaktionen von Produkten einen Black Swan darstellen. Dies ist der Fall, wenn ein Produkt bereits an die Kundschaft versandt wurde, obwohl die Produktlebenszeit noch nicht getestet wurde. Entgegen den Erwartungen des Autors, wurde weder die Pandemie noch die weltweite Halbleiterknappheit von den Praxisvertretenden als gravierendes Risiko genannt.

Die Antworten der ARIS-Mitglieder in Bezug auf vergangene und künftige Risiken variierten. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Befragten nicht zur selben Zeit im Raketentprojekt aktiv und somit unterschiedlichen Risiken ausgesetzt waren. Auf die Frage, welche vergangenen Risiken eintraten, nannten drei der vier Befragten die Pandemie, wenn auch mit unterschiedlichen Begründungen. So ist Aaron der Ansicht, dass die Pandemie neue Umstände schaffte, wie die erstmalige Teilnahme am EuRoC im Jahre 2021. Am Zoll in Portugal angekommen, realisierte das Team, dass Restriktionen bezüglich Gasimport herrschten. Aaron betonte, dass solche Risiken schwer erkennbar sind.

Rick nannte die Pandemie und die damit verbundene weltweite Knappheit von Halbleitern als Risiko. Er sieht die Problematik darin, dass dieses Risiko derzeit nicht bewältigt werden kann. Im Gegensatz zu den Praxismeinungen bezeichnet Kendrick (2009) weder Restriktionen noch Produktknappheiten explizit als Black Swan. Allerdings sind Harrant und Hemmrich (2004, S. 18-19) der Ansicht, dass Änderungen von Importvorschriften resp. Zollprobleme organisatorische Risiken darstellen. Die Autoren sprechen nicht von Black Swans, sondern von typischen Projektrisiken (Harrant & Hemmrich, 2004, S. 17). Manuel hingegen erachtet die Pandemie als gravierend, weil innert kürzester Zeit keine Infrastrukturen mehr zur Verfügung standen, keine Treffen vor Ort mehr möglich waren und die Teilnahme am SA Cup 2020 in Frage gestellt wurde. Die Abhängigkeit von Infrastrukturen wertet auch Kendrick (2009, S. 75) als Black Swan.

Rick bezeichnete den Mitgliederabgang als Black Swan. Dies entspricht der Meinung von Kendrick (2009, S. 106), welcher den vorübergehenden und permanenten Mitgliederabgang als gravierend wertet. Auch Manuel erachtet HR-Risiken, wie der Abgang des ehemaligen HELVETIA-Project Managers, als gravierend. Er betont jedoch, dass HR-Risiken nicht den Projekterfolg gefährden, weil in der ARIS agile Strukturen herrschen.

Dadurch können die Mitglieder verschiedene Rollen und Aufgaben im Raketenteam einnehmen.

Risiken in künftigen Raketenprojekten sind gemäss Aaron die langen Lieferfristen und Produktionsfehler der Hersteller. Dieser Meinung sind auch Harrant & Hemmrich (2004, S. 18) sowie Kendrick (2009, S. 75), welche den Lieferverzug als Planungsrisiko sehen. Aaron und Manuel erachten die Halbleiterknappheit auch in künftigen Projekten als problematisch. Jedoch relativiert Manuel, dass die Knappheit von Halbleitern oder der Krieg in der Ukraine keinen «Showstopper» für ARIS darstellt, weil ARIS solche Risiken bisher immer meistern konnte.

Als Black Swan bezeichnet Manuel die künftige Positionierung der ARIS. Dies begründet er damit, dass ein Grossteil der Menschen die Raumfahrt als unnötig, teuer und nicht nachhaltig empfinden. Die ARIS muss die positiven Aspekte an der Raumfahrt aufzeigen und die Begeisterung in den Leuten wecken. Andernfalls könnte dies ein «Showstopper» für ARIS sein.

Julian sieht das Problem in der Software, weil zu wenig Erfahrung in der ARIS vorhanden ist. Rick spricht ein ähnliches Thema an, nämlich den Personalmangel von Elektroingenieurinnen und -ingenieuren. Hierbei sieht er das HR in der Pflicht, frühzeitig mit der Rekrutierung zu beginnen. Zudem sind sich Aaron und Rick einig, dass der Wissenstransfer für künftige Raketenprojekte ein zentraler Bestandteil sein wird. Auch Harrant & Hemmrich (2004, S. 18) unterstützen diese Aussage und bezeichnen Informationsverluste als organisatorische Risiken. Aaron und Rick betonen, dass die Dokumentation essenziell ist, um den weiteren Wissenstransfer sicherstellen zu können.

Rick erachtet den künftigen Sponsorenabgang für kommende Raketenprojekte als problematisch. Weiter argumentiert er, dass irgendwann alle relevanten Unternehmen angefragt wurden und keine Ausweichmöglichkeiten mehr bestehen.

In der nachfolgenden Abbildung 26 sind die relevantesten Black Swans aus der Industrie mit den vergangenen und künftigen Risiken der ARIS aufgelistet.

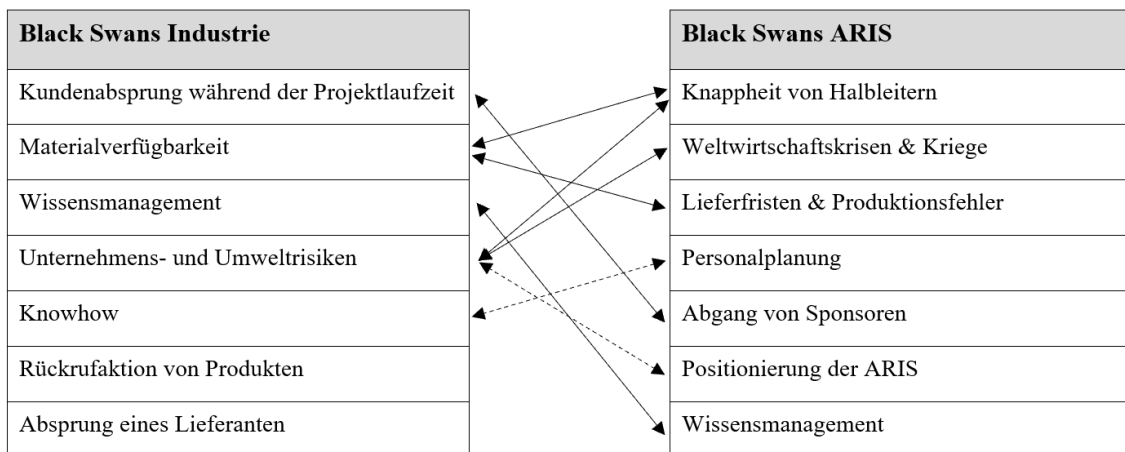


Abbildung 26: Black Swans im Kontext der Industrie und ARIS

In der Abbildung ist ersichtlich, dass gewisse Risiken sowohl in der Industrie als auch in der ARIS auftreten können. So bezeichnet Person A den Kundenabsprache während der Projektlaufzeit als Black Swan. Diese Problematik gleicht dem Sponsorenabgang in der ARIS. In beiden Fällen sind die Organisationen von der gegenüberstehenden Partei – der Kundschaft oder den Sponsoren – abhängig. Der Rücktritt der Vertragspartei wäre für beide Organisationen fatal. Auch das Wissensmanagement wird sowohl von der Industrie wie auch von einigen ARIS-Befragten als Black Swan bezeichnet.

Person C zufolge sind Unternehmens- und Umweltrisiken – also jene Risiken, die außerhalb der Einflussphäre des Projekts liegen – Black Swans. Diese Ansicht stützen auch die ARIS-Mitglieder, welche die Knappheit von Halbleitern, Weltwirtschaftskrisen und Kriege als Black Swans bezeichnen.

Zudem könnte argumentiert werden, dass die Positionierung der ARIS ein Unternehmens- resp. Vereinsrisiko darstellt. Auch sprechen Person C und Rick davon, dass ein unverständlicher oder unbekannter Projektinhalt einen Black Swan darstellt. Hierbei betont Person C, dass in der Gebäudetechnik das Knowhow besonders wichtig ist. Rick hingegen bezog sein Argument auf das HR. Damit das HR nicht zu wenig Leute rekrutiert, muss der Projektinhalt bereits zu Beginn des Projekts bekannt sein.

4) Risikooptimierung in der ARIS

a) Risikoplanung

Aus den Ergebnissen der Interviews mit Praxisvertretenden geht hervor, dass die Risikoplanung in der Praxis oftmals weggelassen wird. Die Personen C und D gaben an, dass die Risikoplanung kein separater Schritt ist.

In beiden Fällen wird mit der Risikoidentifikation begonnen. Obschon die RUAG vorgibt, dass Risiken zunächst geplant werden müssen, betont Person D, dass die Planung nicht für jedes Projekt erneut durchgeführt werden muss. Gemäss Person A werden die Risiken geplant, indem das Kundendossier mit den Produktspezifikationen vor Projektbeginn konsultiert wird. Hingegen bezieht sich Person B auf «Lessons Learned» aus bisherigen Projekten. Hierfür stellt eine Stabstelle den Projektteams ein Tool zur Verfügung, worin Beispiele aus der Theorie und Praxis enthalten sind.

Die bisherigen Untersuchungen innerhalb der ARIS und Interviews mit vier ARIS-Mitgliedern haben ergeben, dass derzeit kein strukturiertes Vorgehen für die Planung von Risiken im Raketenprojekt besteht. Allerdings lässt sich aus den Interviews schliessen, dass das Wissensmanagement ein wichtiger Bestandteil der Risikoplanung ist. Rick zufolge wurde im Projektzyklus 2021/22 erstmals erkannt, dass der Wissenstransfer für künftige Raketenprojekte essenziell ist und bei unsorgfältiger Dokumentation ein hohes Risiko für künftige Projekte entsteht.

b) Risikoidentifikation und -analyse

Die Auswertung der Ergebnisse hat gezeigt, dass eine Vielfalt von Identifikations- und Analyseinstrumenten in der Praxis zur Anwendung kommen. Personen B und D zufolge werden technische Risiken in einer FMEA identifiziert. Auch das PMI (2017, S. 415) und Wälder & Wälder (2017, S. 5) empfehlen zur Ermittlung der Risiken die FMEA zu verwenden. In der ARIS werden technische Risiken derzeit in einer FMECA eingetragen. Gemäss Person D besteht der Unterschied darin, dass in der FMECA die Kritikalität (engl. Criticality) in die Berechnung miteinfliesst. Person D empfiehlt – wie auch das ARIS Handbuch (Kirchhoff, 2020, S. 24) – die Risikoinformationen anhand einer SWOT-Analyse auszuwerten.

Person B hingegen verwendet Nutzwertanalysen, um Risiken mit verschiedenen Kriterien und Gewichtungen zu bewerten. Zudem kommt das Pro & Kontra zur Anwendung, um Risiken besser abschätzen zu können. Im Gegensatz zu den übrigen Praxisvertretenden, verfügt die Unternehmung der Person A nicht über ein standardisiertes Verfahren zur Risikoidentifikation und -analyse. Aufgrund der Produktkomplexität muss von Fall zu Fall entschieden werden, wie Risiken zu identifizieren und analysieren sind.

Person D zufolge werden Risiken mittels Bottom-up-Prinzip identifiziert. Diese Ansicht vertritt auch ARIS-Mitglied Julian. Er ergänzt, dass die Risiken von den Teammitgliedern, über die Teamleaders an den Project Manager kommuniziert werden. Dieses Vorgehen wendet auch die NASA (2011, S. 6) in ihrem Continuous Risk Management an. Die NASA schreibt vor, dass die Risiken an die nächstobere Einheit weitergeleitet werden. Es zeigt sich, dass gewisse Merkmale des Risikomanagements der RUAG Space und der ARIS mit jenen der NASA kongruent sind. Das NASA-Handbuch ist aber stark auf technische Risiken ausgerichtet. Deshalb lässt sich das CRM-Modell nicht direkt auf Projektrisiken implizieren, weil projektbezogene Risiken nicht von einzelnen Mitgliedern, sondern im Projektteam identifiziert werden sollten.

Im Gegensatz zu den quantitativen Risikotools der Personen B und D verwendet Person C qualitative Ansätze, wie Brainstorming-Sessions, um Risiken zu identifizieren und priorisieren. Diesen Ansatz empfiehlt auch Rohrschneider (2006, S. 39) als eine von drei Kreativitätstechniken, um Risiken qualitativ beurteilen zu können. Person C führt aus, dass in solchen Risikoworkshops die Projektleitung, technische Fachleute, Vertragsexperten und die Finanzabteilung teilnehmen sollten. Dies entspricht den Empfehlungen von Harrant & Hemmrich (2004, S. 21). Ergänzend nennen die Autoren, dass auch Personen der Qualitätssicherung in solchen Meetings teilnehmen sollten. Person C betont, dass Interdisziplinarität in Workshops wichtig ist, weil Risiken in einem Bereich, mit einer Massnahme in einem anderen Bereich, bewältigt werden können. Ebenso schliessen Harrant & Hemmrich (2004, S. 69) nicht aus, dass gewisse Massnahmen auch in anderen Projekten positive resp. negative Folgen haben können.

Die ARIS-Mitglieder sind sich einig, dass die Risikoplanung und -identifikation im Austausch mit dem Team stattfinden sollte. Wie Person C der Siemens sind auch Aaron, Rick und Julian der Ansicht, dass ein Brainstorming zielführend wäre. Rick führt weiter aus, dass ein Risikoworkshop, worin die Risiken qualitativ identifiziert werden, die optimale Lösung wäre. Hierfür schlägt er Tools wie Trello oder Miro vor. Ähnlich wie im Consulting könnten verschiedene Ansätze von unterschiedlichen Perspektiven betrachtet werden. Dadurch bleibt der Spassfaktor hoch, was in einem Studentenprojekt enorm wichtig ist. Aaron ergänzt, dass in solchen Workshops auf «Lessons Learned» aus bisherigen Teams zurückgegriffen werden muss.

Julian zufolge sollten drei bis vier Personen teilnehmen. Er erwähnt, dass die ETH dem letztjährigen Raketenprojekt auch die Brainstorming-Methode zur Risikoplanung und -identifikation empfohlen hat.

Die Befragten sind sich einig, dass Risikomanagement ein essenzieller Bestandteil des Projekts ist und Risiken kontinuierlich aktualisiert werden müssen. Dies muss den Teilnehmenden des Raketenprojekts bewusst werden. Julian betont, dass die ARIS-Mitglieder das Risikomanagement nicht als Hürde oder Pflicht sehen sollten. Deshalb muss in der ARIS die Kultur geschaffen werden, dass das Risikomanagement ein zentraler und spannender Bestandteil des Projektes ist.

Manuel hingegen schlägt die SWOT- oder Fish-Bone-Analyse zur Risikoidentifikation vor. Auch Person B der Huber+Suhner nannte das Ursache-Wirkungs-Diagramm (engl. Fish-Bone-Analysis). Manuel ist der Ansicht, dass extensive Risikolisten wie eine FMECA in Zukunft unvermeidbar sind, weil ARIS sich den Standards der Industrie anpassen muss. Er betont, dass bereits im Recruiting angesprochen werden muss, dass auch administrative Aufgaben wie Risikomanagement – nebst dem Bau der Rakete – ins Aufgabenportfolio gehören.

Aus den Interviews geht hervor, dass sich insbesondere Rick, gegen eine weitere FMECA Excel-Liste für Projektrisiken ausspricht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass er als Project Manager – im Gegensatz zu den übrigen ARIS-Befragten – einen detaillierteren Einblick in die internen Prozesse und Probleme des Raketenteams erhält. Er ist davon überzeugt, dass eine weitere FMECA Liste der falsche Ansatz ist, um Projektrisiken zu identifizieren und sich kontraproduktiv auf das Projekt auswirkt.

c) Risikobewältigung

Risiken werden – abhängig vom Unternehmen – unterschiedlich bewältigt. Personen A und D zufolge lassen sich technische Risiken mindern, indem sie getestet werden. Dies bestätigt die Aussage von Harrant & Hemmrich (2004, S. 66), wonach Risiken mittels regelmässigen Tests vermindert werden können. In der RUAG wird gemäss Person D eine Risikomatrix nach Wälder & Wälder (2017) verwendet, um die Risiken den Kategorien grün, gelb und rot zuteilen zu können. Risiken, die gemindert werden, befinden sich laut Person D im gelben Bereich der Risikomatrix. Grüne Risiken werden akzeptiert, weil sie eine geringe Wahrscheinlichkeit und Auswirkung aufweisen. Risiken in der roten Kategorie gefährden den Projekterfolg.

Deshalb wird gemäss Person D, in solchen Fällen das Management involviert. Diese Risiken müssen vermieden werden. Personen A, C und D nannten dasselbe Beispiel zur Risikovermeidung. Sollte ein neues Kundenprojekt zu riskant oder zu weit weg von der Expertise der Organisation sein, wird das Projekt nicht durchgeführt. Person C ergänzt, dass bei finanziell einschneidenden Risiken, ein Risiko-Notfalls-Budget geführt werden sollte.

Aus den Auswertungen geht hervor, dass die Risikoübertragung in der Industrie eine weitverbreitete Bewältigungsstrategie ist. So geben Personen A, C und D an, dass Risiken an andere Projektbeteiligte wie Lieferfirmen oder der Kundschaft übertragen werden können, um die Risikolast zu reduzieren. In der Praxis erfolgt dies oftmals in Form einer Kostenbeteiligung. Person C betont jedoch, dass mit der Risikotransferierung nicht automatisch die Risikoverantwortung erlischt. Sollte die risikonehmende Organisation ihren Pflichten nicht nachkommen, kommt das Risiko wieder zurück. Die Verantwortung, das Projekt umzusetzen, bleibt also bestehen. Dieser Aussage stimmen auch Harrant & Hemmrich (2004, S. 64) zu, welche betonen, dass das Risiko für das Gesamtprojekt weiterhin bestehen bleibt. Für die Umsetzung der Bewältigungsmassnahmen wird gemäss Angaben von Person B eine Task-Force erstellt.

Die Untersuchungen in der ARIS (vgl. Kapitel 3.3.1) und Auswertungen der Interviews mit ARIS-Mitgliedern geben Aufschluss darüber, dass Bewältigungsstrategien stark auf technische Risiken ausgerichtet sind. Zwar wurden an der Critical Design Review auch Projektrisiken inklusive Bewältigungsstrategien präsentiert. Allerdings besteht derzeit weder ein Tool noch ein strukturiertes Vorgehen, worin diese Strategien kontinuierlich überwacht und die Projektrisiken angepasst werden. Laut Aussage von Rick wurden – ausser den drei Folien der CDR-Präsentation vom 10.12.2021 – keine Projektrisiken dokumentiert. Rick empfiehlt auch für die Risikobewältigung dasselbe Tool wie bei der Identifikation zu verwenden.

d) Risikoüberwachung

Aus den Ergebnissen der Interviews mit Praxisvertretenden zeigt sich, dass die Risikoüberwachung anhand von teaminternen Projektreviews und Meilensteinsitzungen mit externen Stakeholdern vorgenommen wird. Personen B und D nennen solche Meetings «Risikoaudits». Mit Risikoaudits sind die Meilensteinsitzungen gemeint, erklärt Person D.

Abhängig von der Vorgabe des Unternehmens finden solche Sitzungen wöchentlich, monatlich oder quartalsweise statt. Person C gibt an, dass der Project Manager für die Risikoüberwachung im Projekt verantwortlich ist. Dieser Ansicht ist auch Madauss (2020, S. 691). In solchen Reviews werden, Person A zufolge, Risikoanalysen präsentiert und die Aktualität der Risiken überprüft. Dies entspricht den Empfehlungen gemäss PMI (2017, S. 453 ff.).

Weiter geht aus den Interviews hervor, dass keine der befragten Personen ein separates Risikoregister führt oder einem routinierten Ablauf folgt, um Risiken zu überwachen. Somit kann nicht bestätigt werden, dass Risiko-Listen nach Meier (2005) oder mehrstufige Verfahren nach der ECSS (2008) in der Praxis zur Anwendung kommen. Person D benutzt die FMEA als Überwachungstool. Allerdings wird die FMEA von Person D auch in der Risikoidentifikation verwendet. Somit handelt es sich nicht um ein separates Überwachungstool.

Die Auswertungen haben ergeben, dass die ARIS-Mitglieder ebenfalls Meetings zur Risikoüberwachung vorschlagen. Konkret empfiehlt Aaron teaminterne Meetings, Risikoworkshops oder die Überwachung im wöchentlichen Koordinationsmeeting zu integrieren. Aaron zufolge müssen solche Meetings nicht wöchentlich stattfinden. Der Fokus sollte darauf liegen, dass die Mitglieder die Risiken im Austausch aufbringen und diskutieren. Deshalb wird gemäss Rick ein System benötigt, welches die Mitglieder dazu auffordert, das Tool regelmässig zu nutzen. Rick ergänzt, dass man sich nicht im Detail verlieren darf. Ansonsten dauern die Meetings drei Stunden. Dies wäre kontraproduktiv. Manuel und Julian schlagen vor, die Meetings vor und nach den relevanten Meilensteinsitzungen oder kritischen Events wie Raketentests zu halten.

e) Vorschläge der Praxisvertretenden

Die Mehrheit der Praxisvertretenden empfehlen ein Risikoregister in Form einer FMEA, um eine Struktur für Projektrisiken in der ARIS zu etablieren. Person A bezieht sich in seiner Argumentation jedoch auf technische Risiken. Person B ist der Ansicht, dass zu Beginn eine Excel-Liste – basierend auf einer FMEA – ausreichen sollte. Im Gegensatz dazu empfiehlt Person D ein Risikoregister einzuführen. Person C betont, dass die Risikoidentifikation ein kreativer Prozess ist. Sie empfiehlt, sich mit Projektbeteiligten auszutauschen, um vergangene und künftige Risiken aufzudecken. Dabei sollten «Lessons Learned» aus bisherigen Projekten betrachtet werden.

Anschliessend kann man die Risiken in Kategorien wie beispielweise Vertrags-, Budget-, HR- und Ressourcen-Risiken unterteilen.

f) Vor- und Nachteile

Aaron und Julian sind der Meinung, dass ein systematisches Risikomanagement, strukturiertere Risikoprozesse zur Folge hat. Im Weiteren sind sich die Befragten einig, dass Risiken früher erkannt und minimiert werden könnten. Aaron und Rick sehen dadurch eine Entlastung der Mitglieder. Die Gefahr, dass in gewisse Risiken zu viel Zeit investiert wird, erachtet Aaron als Nachteil. Rick zufolge würde das Projekt langsamer werden und unverhältnismässige Bürokratie sei nicht auszuschliessen. Manuel hingegen sieht keine Nachteile. Ergänzend sieht er die einfachere Informationsbeschaffung für die Teams als Vorteil. Julian warnt davor, die Risikoaudits nicht zu oft durchzuführen. Andernfalls wird es schwierig, die Mitglieder für die Meetings zu motivieren. Auch eine mögliche Mehrbelastung der Teams durch die Einführung eines Risikomanagements erachtet er als nachteilig.

Aus den interpretierten Ergebnissen geht hervor, dass ein systematisches Risikomanagement im Raketenprojekt einzuführen, von allen befürwortet wird und ein hoher Bedarf besteht. Die Mehrheit der Praxisvertretenden schlägt quantitative Tools vor. Person C hingegen empfiehlt ein qualitatives Vorgehen in Form eines Brainstorming-Workshops und begründet dies wie folgt:

«Bezüglich der Risikostruktur in ARIS empfehle ich mit Projektbeteiligten darüber zu sprechen. Mögliche Risiken zu identifizieren ist ein kreativer Prozess. Das kann man nicht allein im stillen Kämmerlein erarbeiten.»

Aaron und Rick befürworten ebenfalls die qualitative Methode während Julian beiden Methoden gegenüber offensteht. Manuel hingegen spricht klar für quantitative Tools und argumentiert:

«Je komplexer die Systeme, desto umfassender die Dokumentation. Deshalb sind extensive Listen unvermeidbar, denn wir müssen uns den Industriestandards anpassen.»

Das Gegenargument von Manuel träfe jedoch eher auf technische Risiken zu, zumal er von «komplexen Systemen» spricht. Beispielsweise wird von den Teilnehmenden am SA Cup ein über 500-seitiger technischer Report an das Komitee des SA Cups eingereicht, worin sämtliche Systeme, Tests und damit verbundene Risiken detailliert beschrieben

werden (ESRA, 2022). Hierfür wären professionell geführte FMECA-Listen womöglich zielführend.

Die Argumente der qualitativen Methode sind stichhaltiger. Ein quantitatives Vorgehen im Studentenprojekt wird derzeit nicht als zielführend erachtet, weil es das Projekt träge macht und die Motivation der ARIS-Mitglieder negativ beeinflussen könnte. Das Risikomanagement sollte nicht als Hürde oder Belastung, sondern als zentraler und spannender Bestandteil des Projektmanagement wahrgenommen werden. Deshalb wird für die Erarbeitung des neuen Risikomanagementkonzepts ein qualitativer Ansatz als mehrwertstiftend erachtet.

5. Neues Risikomanagementkonzept

Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit zeigen auf, inwiefern ein systematisches Risikomanagement für künftige Raketenprojekte der ARIS mehrwertstiftend ist. Nachfolgend wird das erarbeitete Risikomanagementkonzept erläutert. Im Weiteren wird aufgezeigt, wie dieses Konzept in Raketenprojekten der ARIS zu implementieren ist.

5.1 Aufbau des Workshops

Aus dem Diskussionsteil geht hervor, dass ein qualitativer Ansatz zielführend ist. Deshalb wird ein Project Risk Management Workshop vorgeschlagen. Der Workshop soll künftigen ARIS-Mitgliedern ermöglichen, Risikomanagement auf eine effiziente und spannende Weise zu betreiben. Zudem soll der Vorschlag den Raketenteams ermöglichen, strategisch wichtige, nicht-technische Risiken systematisch proaktiv zu sichten und bewältigen. Daher wurden benutzerfreundliche Tools in den Workshop integriert.

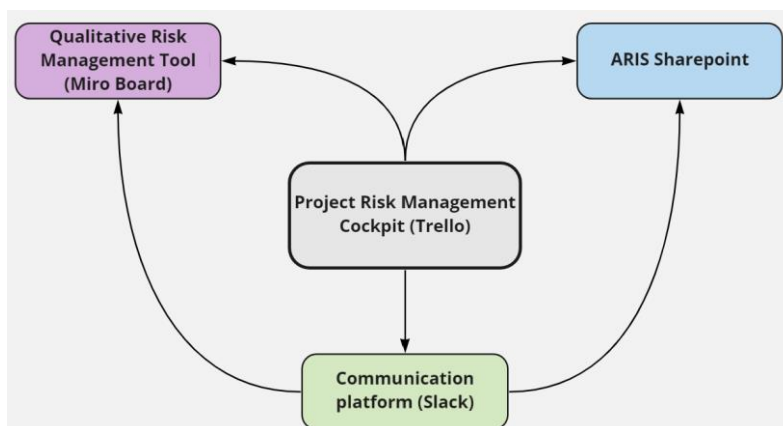


Abbildung 27: IT-Struktur des Konzeptvorschlags

Wie in Abbildung 27 ersichtlich, besteht der Workshop aus vier verknüpften Systemen, wobei Trello das zentrale Tool darstellt. Trello ist eine agile Projektmanagement-Plattform, worin sogenannte Trello-Boards erstellt werden können. Ein Trello-Board besteht aus mehreren verschiebbaren Listen, welche wiederum aus mehreren Karten bestehen (Trello, 2022). Innerhalb einer Karte können folgende Aktionen vorgenommen werden:

- Aufgaben an spezifische Personen zuteilen
- Checklisten und Dokumente integrieren
- Links zu anderen Plattformen einfügen
- Aufgaben zeitlich beschränken
- [...]

Der Vorteil von Trello – im Vergleich zu ähnlichen Plattformen – ist das intuitive Interface. Dieses ermöglicht den Projektteams das individuelle Zusammenstellen von Aufgaben. Auf der Plattform Trello befindet sich die Struktur des Workshops. Von dort aus kann auf Dokumente aus dem ARIS Sharepoint zugegriffen werden. Das ARIS Sharepoint ist die Datenablage des Vereins. Zudem kann Trello mit der Kommunikationsplattform Slack verbunden werden (Trello, 2022).

Der Risikoworkshop findet auf Miro statt. Miro ist ein bekanntes Brainstorming-Tool, welches Vorlagen für Mindmaps, Kanban Frameworks und Flowcharts zur Verfügung stellt. Miro wird als geeignetes Tool erachtet, weil es einfach bedienbar ist und kollaboratives Arbeiten ermöglicht. Es funktioniert wie ein physisches Whiteboard mit Klebezetteln, bloss virtuell (Miro, 2022).

In Abbildung 28 ist das für den Workshop konzipierte Trello Board ersichtlich.

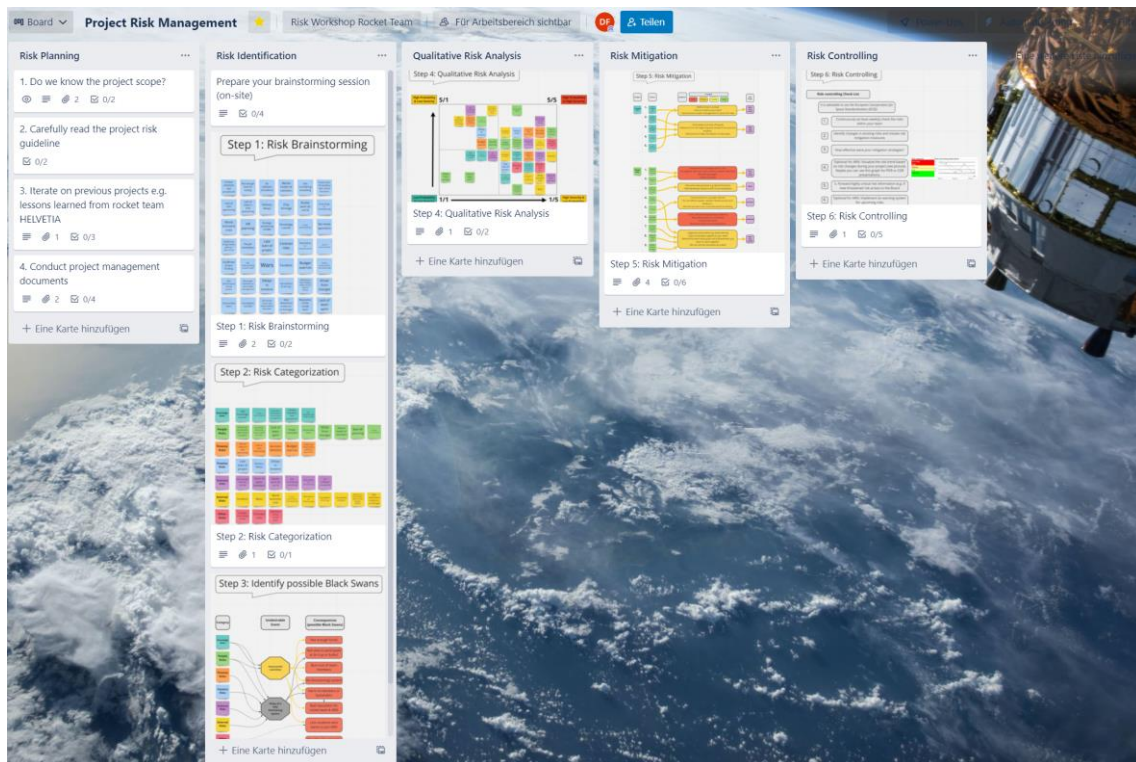


Abbildung 28: Project Risk Management Trello Board

Das Board besteht aus fünf Listen:

- 1) Risk Planning
- 2) Risk Identification
- 3) Qualitative Risk Analysis
- 4) Risk Mitigation
- 5) Risk Controlling

Bei der Festlegung der Risikoabfolge wurde darauf geachtet, dass das Konzept keine redundanten Schritte enthält, die den Workshop träge machen. Die Abfolge soll nachvollziehbar und praktisch umsetzbar sein. Die Risikoabfolge des Workshops basiert auf dem Risikomanagementprozess von PMI (2017). Das Rahmenmodell wurde jedoch auf das Raketenprojekt der ARIS angepasst. So wird beispielsweise keine quantitative Risikoanalyse durchgeführt. Ausserdem wird die Planung und Umsetzung der Risikobewältigung nicht separat betrachtet, sondern in einem Prozessschritt (Risk Controlling) zusammengefasst.

Beim Workshop liegt der Hauptfokus auf qualitativen Arbeitsschritten wie dem Brainstorming, welches Rohrschneider (2006) sowie vier der acht Befragten vorgeschlagen haben. Der Workshop wurde so konzipiert, dass künftige Raketenteams bereits zu Beginn des Projektzyklus eine strukturierte Vorlage haben, um systematisches Risikomanagement zu betreiben. Hierfür wurde eine Guideline (vgl. Anhang 8.9) für die ARIS-Mitglieder ausgearbeitet, worin der gesamte Aufbau und die einzelnen Schritte des Workshops erklärt werden.

Die Guideline wurde nach den ARIS-internen Formatvorlagen erstellt. In den ersten beiden Kapiteln wird der Zweck des Dokuments und die IT-Struktur des Workshops erläutert. Im dritten Kapitel wird das Projektteam schrittweise durch den Workshop geführt – von der Risikoplanung bis zur Überwachung. Das vierte Kapitel beinhaltet einen Zeitplan. Darin wird aufgezeigt, wann und wie oft die Workshops durchgeführt werden sollten. Im fünften Kapitel der Guideline befindet sich der Anhang.

Im nachfolgenden Unterkapitel werden die einzelnen Schritte des Workshops erklärt.

5.2 Inhalt des Workshops

5.2.1 Risikoplanung

Bevor der Workshop beginnt, sollen sich die ARIS-Teams einen Überblick über den Projektinhalt verschaffen. Dies kann im Team oder individuell geschehen. Besonders zu Beginn herrscht bei den Teams oftmals Unsicherheit, welche internen ARIS-Dokumente relevant sind und wo diese abgelegt sind. Person C der Siemens äussert sich zur Relevanz des Projektinhalts wie folgt:

«Ein projektspezifischer Black Swan in meiner Branche ist das Knowhow. Das kommt vor, wenn man den Projektinhalt nicht kennt und demnach nicht weiss, wie das Projekt umgesetzt werden kann.»

Die Risikoplanung soll dem Projektteam einen strukturierten Einstieg ermöglichen, sodass der Projektinhalt bereits zu Beginn bekannt ist. Die Risikoplanung besteht aus vier Trello-Karten. Jede Karte enthält verschiedene Aufgaben und Dokumente. In der ersten Karte sind die beiden ARIS-Handbücher elektronisch abgelegt (vgl. Abbildung 29).

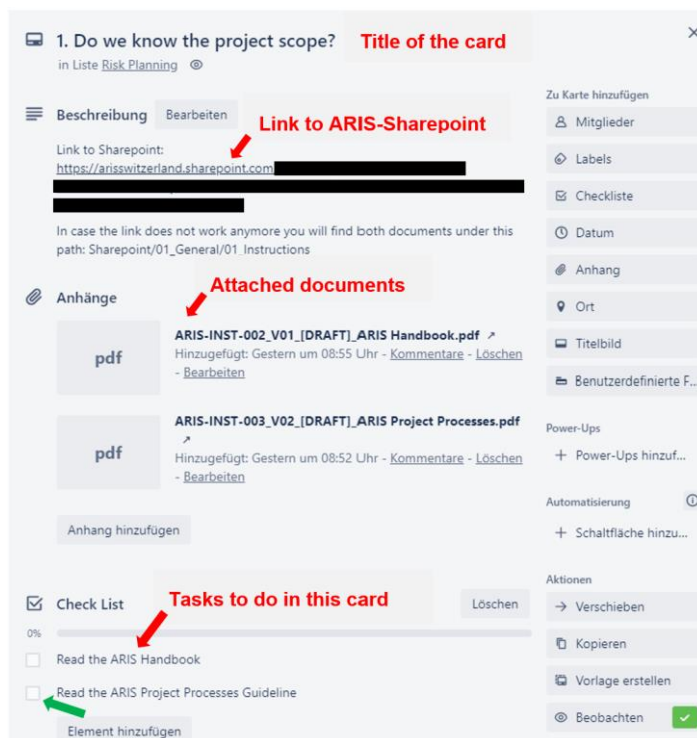


Abbildung 29: Karte: 1. Do we know the project scope?

Diese Handbücher sind für die neuen Mitglieder hilfreich, weil darin Organisationsstrukturen und interne Prozesse des Vereins dargelegt werden. Aus Datenschutzgründen ist der Internetpfad ins ARIS Sharepoint geschwärzt.

Im Weiteren soll in der Risikoplanung auf die «Lessons Learned» von bisherigen Projekten zurückgegriffen werden und einen Austausch mit Alumni stattfinden. Hierfür wurden die Präsentationsfolien der externen CDR vom 10.12.2021 in der dritten Karte angehängt.

In der letzten Trello-Karte sollen Projektdokumente wie Budgetpläne und Kaufrichtlinien von früheren Projekten betrachtet und im Team diskutiert werden. Mit Kaufrichtlinien ist gemeint, ab welcher Betragshöhe die Teammitglieder beim Kauf eines Produktes eine Bewilligung des Team Leaders oder Project Managers einholen müssen.

In der Guideline wird mehrfach darauf hingewiesen, dass die Vorlagen im Trello-Board als Inspiration dienen und nicht kopiert werden sollen.

5.2.2 Risikoidentifikation

Die erste Trello-Karte bereitet die Mitglieder auf den Workshop vor. Es wird ein Brainstorming vor Ort empfohlen, weil dies angeregte Diskussionen im Team ermöglicht. Für die Durchführung des Workshops eignen sich die Räumlichkeiten im Innovation Park Switzerland (IPZ).

Projektrisiken lassen sich – wie aus dem Diskussionsteil hervorging – nicht in jedem Fall von technischen Risiken trennen. Die Trennlinie ist oftmals undeutlich. Deshalb richtet sich der Workshop nicht nur an Project Managers und Deputies, sondern auch an System Engineers. Dadurch können auch technische Risiken – welche in Verbindung zu Projektrisiken stehen – thematisiert werden. Optional können auch die Safety Officers und Team Leaders teilnehmen.

Der Workshop beginnt mit einem Brainstorming im Team. Darin sollen sich die Teilnehmenden überlegen, welche Risiken zu erwarten sind. Hierfür kann ein Mindmap erstellt werden. Um die Informationen künftigen Projekten zugänglich zu machen, können die Daten wie in Abbildung 30 auf einem Miro-Board gespeichert werden.

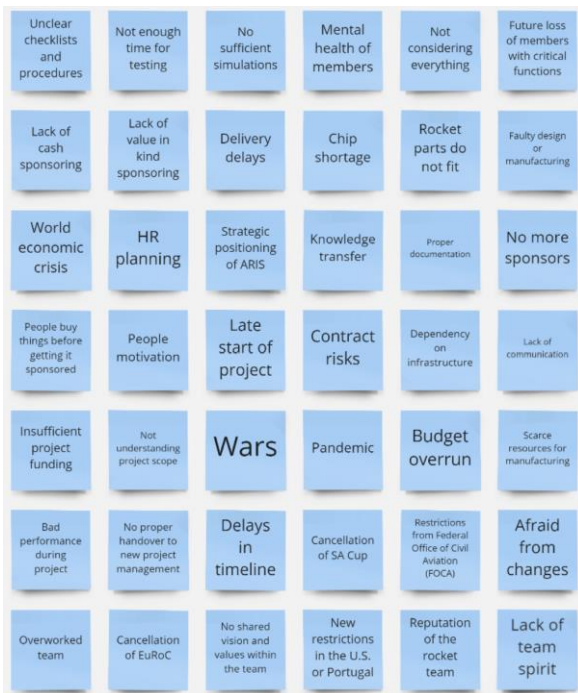


Abbildung 30: Step 1: Risk Brainstorming

Anschliessend werden Risikokategorien gebildet und die Risiken zugeteilt. Die Kategorien sind farblich zu unterteilen. Dadurch werden die Daten lesbarer. Eine mögliche Kategorisierung wird in Abbildung 31 vorgeschlagen.



Abbildung 31: Step 2: Risk Categorization

Im dritten Schritt des Workshops werden Konsequenzen identifiziert. Zunächst sollen zwei bis drei unerwünschte Vorkommnisse identifiziert werden.

Wie in Abbildung 32 ersichtlich stellen der erfolglose Raketenstart und die Verzögerung eines voll funktionsfähigen Systems zwei unerwünschte Ereignisse dar.

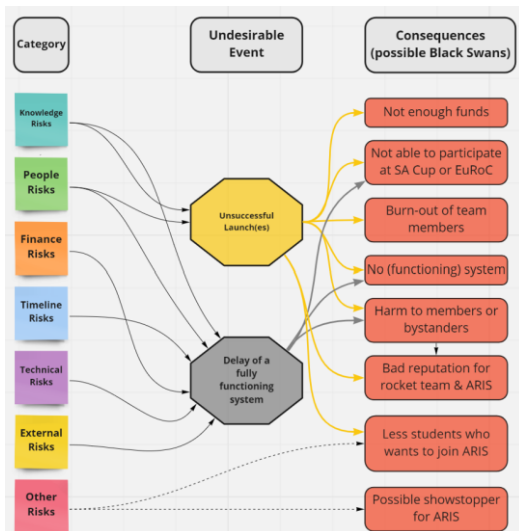


Abbildung 32: Step 3: Identify possible Black Swans

Es soll im Team diskutiert werden, welche Risikokategorie zu welchem Ereignis gehört. Anschliessend muss sich das Team überlegen, welche (schwerwiegenden) Konsequenzen entstehen, sollte ein unerwünschtes Ereignis eintreten. Solche Darstellungen eignen sich beispielsweise auch für PDR- oder CDR-Präsentationen.

5.2.3 Qualitative Risikoanalyse

In einem nächsten Schritt gilt es die identifizierten Risiken basierend auf der Wahrscheinlichkeit und des Schweregrads in einer Risikomatrix zu analysieren (vgl. Abbildung 33).

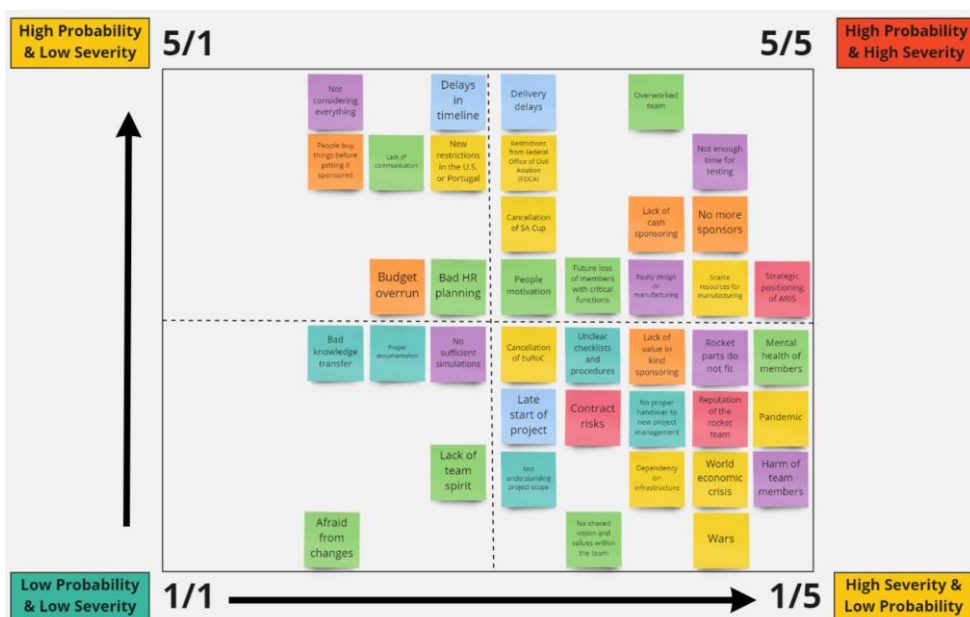


Abbildung 33: Step 4: Qualitative Risk Analysis

Damit wird der Empfehlung der NASA gefolgt. Laut NASA (2011, S. 18) wird mittels einer Priorisierung effektiv auf Risiken reagiert und der Projekterfolg gefördert.

Die Risiken sollen im Team analysiert werden, um subjektive Ansichten minimieren zu können. In Abbildung 33 (unten links) befinden sich die Risiken mit einer tiefen Wahrscheinlichkeit und geringen Auswirkungen. Beispielsweis die Angst vor Veränderungen. Ein Risiko mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit und geringen Folgen wäre beispielsweise, wenn ARIS-Mitglieder Artikel einkaufen, ohne vorab ein Sponsoring zu prüfen. Unrealistische Risiken, die einen hohen Schaden bewirken sind Kriege, Weltwirtschaftskrisen oder Verletzungen von Teammitgliedern. Risiken in der oberen rechten Ecke sind besonders gravierend und haben eine hohe Eintrittswahrscheinlichkeit. Beispiele sind die Überlastung der Teams oder zu wenig Zeit für Systemtests.

5.2.4 Risikobewältigung

Basierend auf der Risikoanalyse werden die Risiken innerhalb der Kategorien priorisiert. Je höher der Schweregrad und die Wahrscheinlichkeit des Risikos, desto höher die Priorität. So hat beispielsweise die mentale Gesundheit der ARIS-Mitglieder eine höhere Priorität als die Angst vor Veränderungen. Anschliessend werden Bewältigungsstrategien im Team ausgearbeitet. In der Abbildung 34 wird zwischen Risikovermeidung, -minderung, -übertragung und -akzeptanz unterschieden.

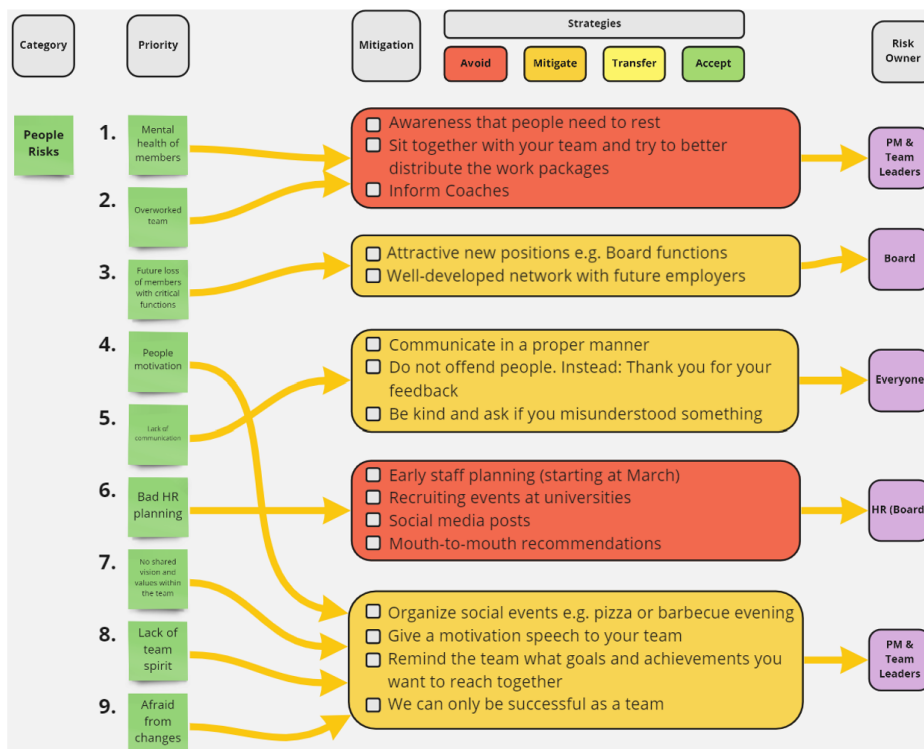


Abbildung 34: Step 5: Risk Mitigation

Es steht den Workshopteilnehmenden frei, weitere Bewältigungsarten wie die Risikofreisetzung oder -eskalation zu ergänzen. Dem Team wird empfohlen, die Strategien, anhand der Bewältigungsart, farblich zu unterscheiden. Danach sind die Risiken mit den dazugehörigen Bewältigungsstrategien zu verbinden. Zuletzt werden die Verantwortlichen (engl. Risk Owner) für das Risiko definiert.

5.2.5 Risikoüberwachung

Der sechste und letzte Schritt des Workshops ist die Risikoüberwachung. In der Guideline wird das Projektteam darauf hingewiesen, dass die Überwachung ein kontinuierlicher Prozess ist und während des gesamten Projekts erfolgen muss. Deshalb wird in der Guideline betont, dass das Risikomanagement nicht zu vernachlässigen ist.

Dem Projektteam wird empfohlen, die Risikoüberwachungscheckliste der European Cooperation for Space Standardization (ECSS) anzuwenden. Das sechs-stufige Modell führt das Team schrittweise durch den Überwachungsprozess (vgl. Abbildung 35).

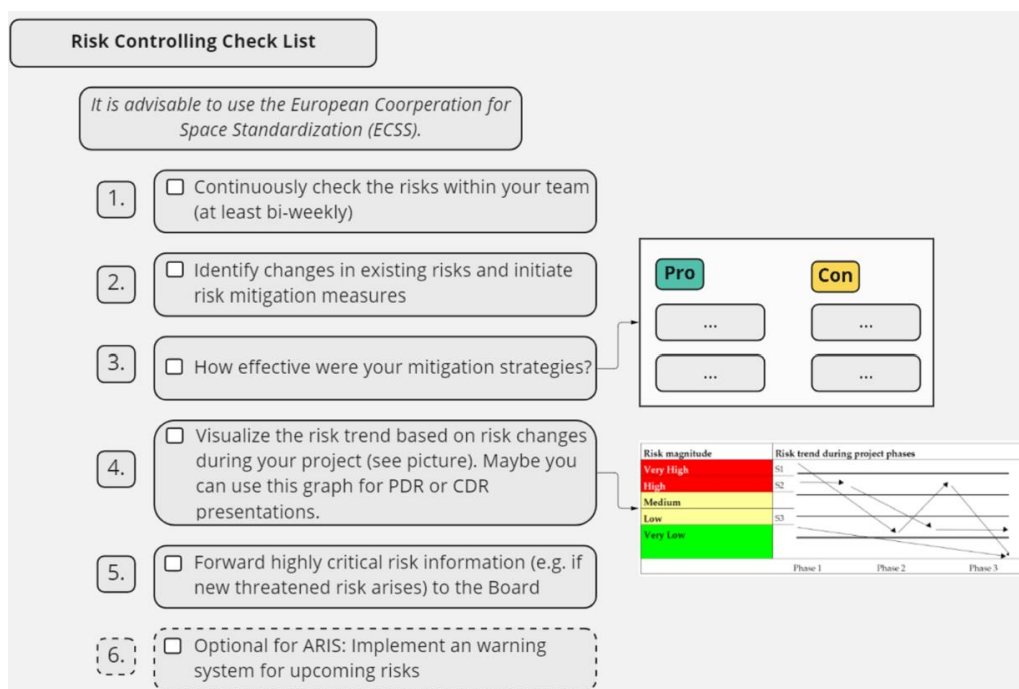


Abbildung 35: Step 6: Risk Controlling

In der Guideline wird darauf hingewiesen, dass es dem Projektteam freisteht, weitere Schritte zu ergänzen. Im ersten Schritt gilt es neue Risiken zu sichten. Dies soll wöchentlich geschehen. Die Mitglieder des Projektteams sollen neuauftkommende Risiken individuell sichten und ins Miro Board eintragen.

Diese Risiken werden im zweiwöchentlichen Workshop analysiert, priorisiert und bewältigt. Die Auswertung der Interviews mit Praxisvertretenden hat gezeigt, dass die Risikoplanung lediglich zu Beginn eines neuen Projekts stattfindet. Die Planung für jedes neuauftretende Risiko erneut durchzuführen, ist nicht zielführend. Um redundante Schritte im Workshop zu minimieren, kann die Risikoplanung nach Ermessen des Projektteams ausgelassen werden. Sollte sich der Projektinhalt im Verlaufe des Projekts erheblich ändern, weist die Guideline daraufhin, die Risikoplanung erneut durchzuführen.

Der zweite Schritt beinhaltet die Überwachung der bestehenden Risiken. Die ARIS bewegt sich in einem dynamischen und innovativen Umfeld. Darin können sich Risiken schnell ändern. Solche Risikoänderungen soll das Projektteam identifizieren und falls nötig die Priorisierung und Bewältigungsstrategien anpassen.

Anschliessend prüfen die Teilnehmenden des Workshops, wie effektiv die umgesetzten Bewältigungsstrategien waren. Anhand einer Pro & Kontra Argumentation kann schnell und unkompliziert beurteilt werden, welche Strategien das Risiko angemessen bewältigt haben und wo Optimierungsbedarf besteht.

Um den Verlauf des Risikos seit Projektbeginn visuell aufzeigen zu können, eignet sich die Grafik der ECSS. Dadurch kann schnell erkannt werden, wie sich das Risiko über die verschiedenen Projektphasen entwickelt hat. Solche Darstellungen eignen sich auch für Meilensteinsitzungen wie PDR und CDR.

Der fünfte Schritt beinhaltet das Weiterleiten von kritischen Risikoinformationen an das ARIS-Board. Beispielsweise wenn ein Risiko mit einem hohen potenziellen Schadensausmass auftritt.

Der letzte Schritt ist optional. Die Projektteams sollen nach eigenem Ermessen entscheiden, ob ein Warnsystem im Raketenprojekt der ARIS mehrwertstiftend ist.

5.3 Implementierung des Workshop

Nach vorgängiger Rücksprache mit dem ARIS-Board, wird der Workshop inklusive IT-Infrastrukturen vom Projektmanagementteam HELVETIA in die ARIS implementiert. Sämtliche Zugangscodes für Trello und Miro werden dem neuen Raketenteam vor Projektbeginn übergeben. Es wird empfohlen den Workshop im Projektzyklus 2022/23 einzuführen.

Es wurde ein Zeitplan ausgearbeitet, um künftigen Projektteams den Zeitpunkt und die als optimal erachtete Dauer der Workshopphasen aufzeigen zu können. Der Zeitplan ist als Empfehlung zu verstehen und nicht als rigide Vorgabe, zumal sich gewisse Phasen überschneiden und Meilensteine verschieben können. Künftige Teams sollen den bestehenden Plan als Grundlage verwenden und an deren Projekt anpassen (vgl. Abbildung 36). Der Autor empfiehlt den Risikoworkshop jede zweite Woche durchzuführen. Der Workshop sollte nicht länger als 60 Minuten dauern.

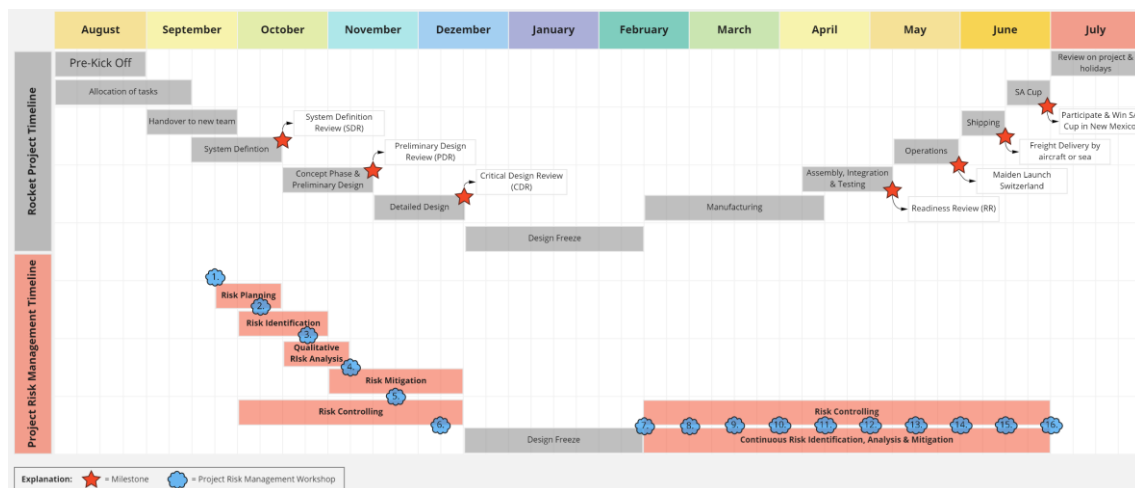


Abbildung 36: Zeitplan für Workshop

Der erste Workshop beginnt Mitte September, damit sich das Team bereits in den Projekttinhalt einlesen kann. Der zweite Workshop sollte vor der System Definition Review stattfinden, um bereits erste Risiken an SDR-Review präsentieren zu können. Dadurch erhält das Projektteam erste Feedbacks von Dozierenden und ARIS-Alumni.

Der nächste Meilenstein ist die PDR-Review Mitte November. Bis dahin sollten die Risiken analysiert und erste Bewältigungsstrategien ausgearbeitet sein. Damit wird der Empfehlung von Kirchhoff (2020) aus dem ARIS-Handbuch gefolgt. Kirchhoff (2020, S. 17) schlägt vor, bereits während der Preliminary Design Phase die Risiken anhand der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadensausmasses zu analysieren.

Im Weiteren empfiehlt Kirchhoff (2020, S. 17) eine detaillierte FMECA bis zur CDR erstellt zu haben. Wie aus Kapitel 3.3.1 hervorging, inkludiert die FMECA auch Bewältigungsstrategien von technischen Risiken. Dem Projektteam wird empfohlen, die Bewältigungsstrategien bis zur CDR-Review Mitte Dezember ausgearbeitet zu haben. Dadurch hat das Raketenteam sowohl technische Risiken als auch Projektrisiken bewältigt und kann dem Board und externen Fachleuten sämtliche Risikostrategien präsentieren.

Die Risikoüberwachung beginnt mit der Identifikation des ersten Risikos und endet mit dem Projektabschluss im Juni. Der Design Freeze kann genutzt werden, um das Feedback des CDR-Reviews aufzuarbeiten und falls nötig Anpassungen im Projektrisikomanagement vorzunehmen.

In der zweiten Hälfte des Projektzyklus sollen – wie in der Guideline empfohlen – neu auftretende Risiken identifiziert, analysiert und überwacht werden. Es empfiehlt sich, den Risikoworkshop auch im zweiten Projektteil zweimal im Monat durchzuführen. Bisherige Raketenprojekte haben gezeigt, dass kurz vor den Meilensteinen, wie dem Readiness Review und Maiden Launch Switzerland, neue Risiken aufkommen, die kurzfristig bewältigt werden müssen.

6. Schlussfolgerung

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, welche Ansätze, Standards und Rahmenmodelle zu Projektrisikomanagement in der Literatur und Praxis bestehen. Weiter zeigt die Arbeit auf, wie im derzeitigen Raketenprojekt HELVETIA mit Risiken umgegangen wird und inwiefern ein systematisches Risikomanagement für künftige Raketenprojekte mehrwertstiftend ist. Zudem beantwortet die Arbeit, welches Risikomanagement-Konzept in ARIS-Raketenprojekten zu implementieren ist. Der erarbeitete Konzeptvorschlag zeigt auf, wie das Risikomanagement in der ARIS einzuführen ist, um strategisch wichtige, nicht-technische Risiken systematisch proaktiv zu sichten und bewältigen.

Um die Forschungsfragen beantworten zu können, wurde zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt. Weiter wurde der Stand der Praxis anhand des NASA Risk Management Handbuches und vier qualitativen Interviews mit Praxisvertretenden untersucht. Anschliessend wurde mittels Recherchen im ARIS-internen Ablagesystem und vier qualitativen Interviews mit ARIS-Mitgliedern, der Stand des Vereins aufgezeigt.

Die Literaturrecherche gab Aufschluss darüber, dass keine Einigkeit herrscht, welche Phasen ein Risiko durchläuft. Obschon Zwickel & Ahn (2011) in ihrer Studie aufgezeigt haben, dass die Planung über den Erfolg eines Projekts entscheiden kann, beginnen Kuster et al. (2019) mit der Risikoidentifikation. Auch das PMI (2017) und die ECSS (2019) geben vor, dass mit der Risikoplanung begonnen wird. Diese Diskrepanz widerspiegelt sich auch in den Interviews mit Praxisvertretenden. Zwei der vier Befragten bestätigten, dass die Risikoplanung nicht als separater Prozess gesehen und direkt mit der Identifikation begonnen wird. Letzteres wurde damit begründet, dass die Planung nicht in jedem Projekt neu erfunden werden sollte, sondern auf bestehende Strukturen von bisherigen Projekten aufgebaut werden kann. Im Übrigen sind sich die Autorinnen und Autoren einig, dass Risiken identifiziert, analysiert, bewältigt und überwacht werden (PMI, 2017; ECSS, 2019; Harrant & Hemmrich, 2004; Kuster et al., 2019).

Im Weiteren zeigte sich, dass Unterschiede zwischen dem Risikomanagement Handbuch der NASA und theoretischen Modellen der verwendeten Literatur bestehen. Die Unterschiede könnten darauf zurückzuführen sein, dass das NASA Handbuch auf technische Risiken ausgerichtet ist, während die Literatur vermehrt Projektrisiken anspricht. Demzufolge wurde der CRM und RIDM-Prozess nicht in den Konzeptvorschlag eingebaut.

Jedoch konnte je ein Best-Practice-Ansatz der NASA und ECSS identifiziert werden, welche ins Konzept miteinfließen.

Die Erkenntnisse geben Aufschluss darüber, dass Risiken unterschiedlich identifiziert und analysiert werden, weil die Unternehmen verschiedene Ressourcen verwenden. Weiter ging hervor, dass technische Risiken – wie das PMI (2017) und Wälder & Wälder (2017) vorgeben – in der Praxis ebenfalls mit einer FMEA identifiziert werden. Projektrisiken hingegen werden anhand von Brainstorming-Workshops identifiziert. In der Praxis werden riskante Projekte oftmals vermieden und finanzielle Risiken an Projektbeteiligte übertragen. Weiter zeigte sich, dass die Risikoüberwachung über teaminterne Projektreviews und Meilensteinsitzungen mit externen Stakeholdern erfolgt. Abhängig vom Unternehmen finden solche Reviews wöchentlich, monatlich oder quartalsweise statt.

Die ARIS ist als Studentenverein ähnlichen Risiken wie ein Industrieunternehmen ausgesetzt. Während Unternehmen den Kundenabsprung mitten im Projekt als Black Swan erachten, nennt die ARIS den Abgang eines Sponsors. Beide Risiken beschreiben dieselbe Problematik, weil in beiden Fällen die Organisationen von der Kundschaft resp. dem Sponsoren abhängig ist. Auch die Materialverfügbarkeit und das Wissensmanagement wird von beiden Seiten als kritisch erachtet.

In der ARIS wird ein starker Fokus auf technische Risiken gelegt. Ein systematisches Vorgehen für Projektrisiken besteht derzeit nicht. Aus den ARIS-Interviews ging hervor, dass ein strukturiertes Projektrisikomanagement wünschenswert wäre.

Für das neue Risikokzept im Raketenprojekt empfehlen die Mehrheit der Praxisvertreter ein quantitatives Tool wie eine Excel-Liste. Die Mehrheit der ARIS-Befragten hingegen, empfehlen ein Brainstorming-Workshop, worin Risiken qualitativ identifiziert werden. Die Argumente der Befürworter des qualitativen Vorgehens sind stichhaltiger, zumal die Risikoidentifikation von Projektrisiken ein kreativer Prozess ist, welcher im Team stattfinden sollte. Ein quantitatives Vorgehen könnte die Motivation der ARIS-Mitglieder negativ beeinflussen und sich kontraproduktiv auf das Projekt auswirken. Eine wichtige Erkenntnis dieser Arbeit war, dass die Passion im Raketenprojekt ein wichtiger Erfolgsfaktor für ARIS ist und nicht vernachlässigt werden darf.

Das ausgearbeitete Konzept soll künftigen Raketenteams helfen, Projektrisiken systematisch proaktiv zu sichten und bewältigen. Eine für das Risikokzept erstellte Guideline

(vgl. Additional Material) führt die Projektmitglieder schrittweise durch den Workshop. Das Risikokzept ist als Vorschlag zu verstehen und stellt keine rigide Vorgabe dar.

Diese Arbeit dient als Grundlage, um auf den gewonnenen Erkenntnissen aufzubauen und weitere Forschungen und Optimierungen im Risikomanagement der ARIS anzustreben. Künftige Deputy Project Manager könnten im Projektzyklus 2022/23 das vorgeschlagene Konzept im neuen Raketenteam testen und ein Fazit ziehen, inwiefern sich das Projektrisikomanagement verbessert hat und wo Optimierungspotential besteht. Zudem besteht die Möglichkeit, das erarbeitete Konzept auch in anderen Projekten der ARIS zu implementieren, testen und auszuwerten. Das entworfene Konzept ist für Projekte oder Organisationen ausserhalb der ARIS nicht ausnahmslos anwendbar.

Die ARIS befindet sich in einem dynamischen Umfeld, worin sich die Umstände schnell ändern. Künftige Projektteams werden sich diesen Gegebenheiten anpassen müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Deshalb ist es wichtig, dass die Teams von morgen ihre eigenen Gedanken in den Diskussionen einbringen und den Workshop stetig verbessern.

7. Literaturverzeichnis

- ARIS (2022a). *About ARIS*. Abgerufen von <https://aris-space.ch/team-2021-22/>.
- ARIS (2022b). *CDR_Ext.pptx*. Abgerufen am 2. April 2022 aus der ARIS-Datenbank.
- ARIS (2022c). *Helvetia_FMECA_V001.xlsx*. Abgerufen am 11. April 2022 aus der ARIS-Datenbank.
- ARIS (2022d). *PDR_Ext.pptx*. Abgerufen am 2. April 2022 aus der ARIS-Datenbank.
- Bogner, A., Littig, B., & Menz, W. (2014). *Interviews mit Experten: Eine praxisorientierte Einführung*. Wiesbaden: Springer VS. DOI.10.1007/978-3-531-19416-5.
- Datta, K. (2007). The Application of NASA Risk Management to the SOFIA Program. *2007 Annual Reliability and Maintainability Symposium*. 2007(1), S. 410-413. DOI:10.1109/RAMS.2007.328077
- European Cooperation for Space Standardization (ECSS). (2008). *Space project management*. Noordwijk: ESA Requirements and Standards Division.
- Experimental Sounding Rocket Association (2022). *IREC Rules & Requirements Document*. Abgerufen von <https://www.soundingrocket.org/sa-cup-documents--forms.html>.
- Gläser, J., & Laudel, G. (2010). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*. 4. Auflage. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Harrant, H., & Hemmrich, A. (2004). *Risikomanagement in Projekten*. München: Hanser.
- Kendrick, T. (2009). *Identifying and Managing Project Risk*. 2. Auflage. New York: American Management Association.
- Kirchhoff, O. (2020). *ARIS-INST-003-V01_ARIS Project Processes*. Zürich: ARIS.
- Kuster, J., Bachmann, C., Huber, E., Hubmann, M., Lippmann, R., Schneider, E., Schneider, P., Witschi, U. & Wüst, R. (2019). *Handbuch Projektmanagement*. 4. Auflage. Berlin: Springer Gabler. DOI:10.1007/978-3-662-57878-0.

- Lamnek, S., & Krell, C. (2016). *Qualitative Sozialforschung*. 6. Auflage. Weinheim: Beltz.
- Lewis, J. P. (1999). *The Project Managers Desk Reference*. Boston: McGraw Hill.
- Madauss, B.-J. (2020). *Projektmanagement*. 8. Auflage. Berlin: Springer.
DOI:10.1007/978-3-662-59384-4.
- Mayer, H. O. (2013). *Interview und schriftliche Befragung: Grundlagen und Methoden empirischer Sozialforschung*. 6. Auflage. München: Oldenbourg.
- Meier, P. (2005). *Risikomanagement in Technologieunternehmen*. Weinheim: Wiley.
- Miro (2022). *Templates*. Abgerufen von <https://miro.com/de/templates/>.
- Munier, N. (2014). *Risk Management for Engineering Projects*. Cham: Springer.
DOI:10.1007/978-3-319-05251-9.
- NASA (2011). *NASA Risk Management Handbook*. Abgerufen von <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20120000033/downloads/20120000033.pdf>.
- NASA ONLINE DIRECTIVES INFORMATION SYSTEM (2022). *Agency Risk Management Procedural Requirements*. Abgerufen von https://no-dis3.gsfc.nasa.gov/search_ft.cfm.
- NASA (2022a). *About*. Abgerufen von <https://www.nasa.gov/about/index.html>.
- NASA (2022b). *NASA Headquarters*. Abgerufen von <https://www.nasa.gov/centers/hq/about/map.html>.
- NASA (2022c). *NASA Visitor Centers*. Abgerufen von <https://www.visitnasa.com/>.
- Pinto, J. K. (2019). *Project Management: Achieving competitive advantage*. 5. Auflage. Harlow: Pearson Education, Limited.
- Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. 6. Auflage. Pennsylvania: Project Management Institute.
- Richardson, G. L. (2010). *Project Management Theory and Practice*. Boca Raton: Auerbach Publications.

- Rohrschneider, U. (2006). *Risikomanagement in Projekten*. München: Haufe.
- Royer, P. S. (2000). Risk Management: The Undiscovered Dimension of Project Management. *Project Management Journal*, 2000(1), S. 6-13.
- RUAG Space (2021). *Risk Management Process*. Präsentation der RUAG vom 19.07.2021. Abgerufen von: Elektronische Übermittlung von Person D während des Interviews vom 13.04.2022.
- Space Port America Cup (2022). *Home*. Abgerufen von <https://spaceportamericacup.com/>.
- Trello (2022). *Home*. Abgerufen von <https://trello.com/home>.
- Wälder, K. & Wälder, O. (2017). *Methoden zur Risikomodellierung und des Risikomanagements*. Wiesbaden: Springer. DOI10.1007/978-3-658-13973-5.
- Zwikael, O., & Ahn, M. (2011). The Effectiveness of Risk Management: An Analysis of Project Risk Planning Across Industries and Countries. *Risk Analysis*, 2011(1), S. 35-37. DOI:10.1111/j.1539-6924.2010.01470.x.

8. Anhang

8.1	Informationen zum Forschungsthema und Autor.....	80
8.2	Zusätzliche Abbildungen.....	81
8.3	Interviewleitfaden (Praxisvertretende).....	83
8.4	Interviews mit Praxisvertretenden.....	87
8.4.1	Interview Person A (maxon motor ag)	87
8.4.2	Interview Person B (Huber+Suhner AG).....	94
8.4.3	Interview Person C (Siemens AG).....	100
8.4.4	Interview Person D (RUAG AG).....	107
8.5	Interviewleitfaden (ARIS-Mitglieder)	114
8.6	Interviews mit ARIS-Mitgliedern	119
8.6.1	Interview Aaron Ehrat	119
8.6.2	Interview Rick Röthlisberger	125
8.6.3	Interview Manuel Gerold.....	132
8.6.4	Interview Julian Frei.....	138
8.7	Auswertungen (Praxisvertretende)	143
8.8	Auswertungen (ARIS-Mitglieder).....	153
8.9	Additional Material	166

8.1 Informationen zum Forschungsthema und Autor

Titel der Bachelorarbeit:

Systematische Analyse und Optimierung des Risikomanagements im Raketenprojekt der Akademischen Raumfahrt Initiative Schweiz (ARIS)

Der Autor:

Mein Name ist Dominic Frehner und ich bin stellvertretender Projektleiter im Studentenverein Akademische Raumfahrt Initiative Schweiz (ARIS). Zeitgleich studiere ich im letzten Semester Betriebswirtschaft (Major General Management) an der ZHAW School of Management and Law.



Themenbeschreibung:

Im Rahmen meiner Bachelorarbeit untersuche ich das Risikomanagement im Raketenprojekt HELVETIA der ARIS. Dabei wird insbesondere Fokus auf den Risikomanagementprozess (Risiken planen, identifizieren, analysieren, bewältigen und überwachen) aus einer Projektmanagementperspektive gelegt. Ziel des Interviews ist zu untersuchen, wie sich der Risikomanagementprozess in Industrieunternehmen gestaltet und welche (Analyse)Instrumente, Methoden und Hilfsmittel verwendet werden. Weiter gilt es zu klären, welche Schwierigkeiten im Risikoprozess auftreten und welche (Projekt)Risiken besonders bedrohlich sind. Die gewonnenen Erkenntnisse aus der Praxis werden verwendet, um das bestehende Risikomanagement in ARIS zu optimieren.

Kurze Erläuterung zum Projekt:

HELVETIA ist das diesjährige Raketenprojekt, welches aus einem interdisziplinären Team von 50 hoch motivierten Studierenden unterschiedlicher Fachrichtungen wie Ingenieurwesen, Naturwissenschaften und Betriebswirtschaft besteht. Unser Ziel ist der Bau und erfolgreiche Flug einer Forschungsrakete, welche eine Nutzlast auf 30'000 Fuss (9.1 km) fliegt und anschliessend mittels Fallschirmes sicher geborgen werden kann. Mit dieser Rakete werden wir am internationalen Ingenieurs-Wettbewerb, dem Spaceport America Cup (SA Cup) 2022 antreten und Schweizer Ingenieurskunst in der Wüste von New Mexico repräsentieren. Die Erfolge von ARIS haben auch beim Schweizer Fernsehen für Aufsehen gesorgt. Hier finden Sie den Link (<https://www.srf.ch/play/tv/einstein/video/new-space-das-weltall-fuer-alle?urn=urn:srf:video:9d761497-9a22-4428-a190-42db3f06cda6>) zur Reportage des Wissensmagazins Einstein (SRF) über das Thema «Generation New Space».

Abbildung 37: Informationen zum Forschungsthema und Autor

Bestandteile der Preliminary Design Review

SYSTEM / PROJECT LEVEL		SUBSYSTEM / SUBTEAM LEVEL	
PM / SE / TEST ENGINEER / SAFETY OFFICER	REFERENCE	TL / SUBTEAM	REFERENCE
Mission objectives	B.3	Subsystem mission	B.3
System Requirements	B.7	Subsystem Requirements	B.7
System Operations: ConOps (updated & detailed)	B.4.1	Mission Phases Breakdown	B.4.1, B.4.2
System Design and Architecture Changes to previous projects	B.5	Subsystem Design and Architecture Changes to previous projects	B.5
*System Performance and Technical Budgets		*Subsystem Performance and Technical Budgets	
System Validation & Verification / Test Principles & Test Flow	B.8	Subsystem Validation & Verification / Test Principles & Test Flow	B.8
**Project Safety and Risk Mitigation		[TL] Subteam Work Package Breakdown	B.9.1
Project Work Package Breakdown	B.9.1	[TL] Subteam Project Plan / Outlook	B.9
Project Plan / Outlook	B.9		
Project Budget	B.10		

*The Relevant Performance Parameters and Technical Budgets depend on the nature of each project / system. Typical Budgets contain data, power and mass budgets. Consult the documentation of similar projects.

** the Project Safety and Risk Analysis baseline is yet to be defined by the ARIS Safety Board.

Abbildung 39: Bestandteile der Preliminary Design Review (Kirchhoff, 2020, S. 15)

FMECA des Structures-Teams von HELVETIA

Step 1: System specification and failure identification									
Mission Phase	Subteam	Subsystem	Subphase	Failure Mode					
Packing & Shipping & storage & Delivery	Fin section	Fins	Packing	Damaging fins					
	NC-UF-Coupl.	Couplers	Packing	Damaging clamp rings / field joints					
	HRE integration	HRE Fairing	Packaging	Damaging of the fairings					

Step 2: Failure effect prediction and classification									
Mission Phase	Potential Effects			Potential Cause	Severity	Occurrence	Criticality	Detectability	RPN
	on Subsystem	on Mission							
Packing & Shipping & storage & Delivery	Fin fluttering, fins ripping off		unstable flight	careless handling, impacts while shipping	Critical	Occasional	HIGH	Good	24
	couplers are difficult to assemble / cannot be assembled		rocket segments cannot be joined	careless handling	Critical	Seldom	MEDIUM	Certain	8
	damage can decrease the strength of the structure		buckling/ catastrophic failure	too little protection/ damage of transport box	Critical	Occasional	HIGH	Good	24

Step 3: Mitigation identification and failure reclassification										
Mission Phase	Mitigation			Severity	Occurrence	Criticality	Detectability	RPN	Responsible Person	Target Completion Date
	cause	effect								
Packing & Shipping & storage & Delivery	being extra careful while packing, putting the CC Section in foam	less impact on the fins		Critical	Unlikely	LOW	Good	8	Adria and Matthias	a week before SPAC
	provide extra care when handling clamp rings, create a protective case	high tolerance surfaces & edges cannot be deformed		Critical	Unlikely	LOW	Good	8	Andreas	a week before SPAC
	make sure to protect (bubble wrap) and fix the fairing in the transport box	no damage		Critical	Unlikely	LOW	Good	8	Rob, Sam, Yannis	a week before shipping

Abbildung 40: FMECA des Structures-Teams von HELVETIA (ARIS, 2022)

8.3 Interviewleitfaden (Praxisvertretende)

Interviewleitfaden erfahrene Praxisvertretende

Begrüßung und Einleitung (3')

- Ziel der Interviews ist zu untersuchen, wie sich der Risikomanagementprozess in Industrieunternehmen gestaltet und welche Methoden, Rahmenmodelle und Hilfsmittel verwendet werden. Weiter gilt es zu klären, welche Schwierigkeiten im Risikoprozess auftreten und welche Risiken besonders bedrohlich sind.
- Definition Risikomanagementprozess:
«Risikomanagement ist ein fortlaufender Prozess, worin Risiken geplant, identifiziert und analysiert werden. In der Analysephase ist zwischen qualitativer und quantitativer Risikoanalyse zu differenzieren, wobei die quantitative Untersuchung optional ist. Daraus werden entsprechende Strategien zur Risikobewältigung geplant und umgesetzt. Während des gesamten Prozesses werden die Risiken mittels Kontrollmassnahmen überwacht.»
- Die Interviews sind wie folgt aufgeteilt:
 - Beruflicher Werdegang und Aufgabenbereich des Interviewpartners
 - Struktur des Risikomanagementprozesses im Unternehmen
 - Risikoplanung, -identifikation & -analyse
 - Risikobewältigung und -controlling
- Verwendung Personenangaben und Tonaufnahme: Im Vorfeld des Interviews wurde eine Bewilligung für die Verwendung der Personenangaben und Tonaufnahme eingeholt.

1. Beruflicher Werdegang und Aufgabenbereich des Interviewten (5')

Zunächst möchte ich in Erfahrung bringen, wie Ihr beruflicher Werdegang aussieht und was Ihr aktueller Aufgabenbereich im Unternehmen ist.

Nr.	Leitfrage	Memo	Aufrechterhaltungsfragen
1.1	Wie sieht Ihr beruflicher Werdegang aus?	Relevante Positionen im Projektmanagement	Wie lange sind Sie im Projektmanagement tätig?
1.2	Was sind tägliche Aufgaben in Ihrem Unternehmen? Nennen Sie einige Beispiele.	Aufgabenprofil, Eingliederung im Organigramm	Welche Verantwortungsbereiche decken Sie ab?

Tabelle 8: Beruflicher Werdegang und Aufgabenbereich des Interviewten

2. Struktur des Risikomanagementprozesses (5')

In diesem Abschnitt soll geklärt werden, was Sie unter «Risikomanagementprozess» verstehen. Danach wird Ihnen die Definition aus der Literaturrecherche vorgetragen. Anschliessend wird untersucht, wie der Risikomanagementprozess in Ihrem Unternehmen strukturiert ist und weshalb die entsprechende Struktur gewählt wurde.

Nr.	Leitfrage	Memo	Aufrechterhaltungsfragen
2.1	Was verstehen Sie unter Risikomanagementprozess?	Vgl. Definition	
2.2	Wie ist der Risikomanagementprozess in Ihrem Unternehmen strukturiert?	Risikomanagementprozessmodellierungen einblenden (falls mehrwertstiftend)	Welche Schritte sind im Prozess enthalten? Welche Phasen durchläuft ein Risiko? Weshalb haben Sie/Ihr Unternehmen sich für die jetzige Struktur entschieden? Vor – und Nachteile?

Tabelle 9: Struktur des Risikomanagementprozesses

3. Risikoplanung, -identifikation und -analyse (15')

Hierbei soll geklärt werden, welche Analyseinstrumente und Rahmenmodelle verwendet werden, um Projektrisiken zu planen, identifizieren und analysieren. Insbesondere soll aufgezeigt werden, welche Risiken besonders bedrohlich sind und welche Systeme zur Analyse verwendet werden.

Nr.	Leitfrage	Memo	Aufrechterhaltungsfragen
3.1	Wie planen Sie Risiken in Projekten?		Worauf stützen Sie sich in der Planung (z.B. welche Dokumente)? Wie werden die Planvorbereitungen z.B. Notizen dokumentiert?
3.2	Wie identifizieren Sie Risiken in Projekten?	FMEA, SWOT, RBS, Checklisten, Kreativitätstechniken usw.	Welche Analyseinstrumente und Rahmenmodelle verwenden Sie und weshalb?
3.3	Wie werden Risiken qualitativ und quantitativ analysiert?	Qualitativ: Priorisierung einzelner Risiken (Matrizen) Quantitativ: Numerische Analyse (Simulation oder Entscheidungsbaum-Analyse)	Welche Analyseinstrumente und Rahmenmodelle verwenden Sie? Welche Form von Daten werden für diesen Prozess benötigt? Welches System verwenden Sie zur Analyse?
3.4	Welche Projektrisiken gilt es besonders zu beachten in ihrer Unternehmung?	Black Swans (Limitierte finanzielle Mittel, verspäteter Projektstart, Rücktritt von Projektmitglieder usw.)	Welche Risiken sind besonders gefährlich? Wie oft treten diese auf?

Tabelle 10: Risikoplanung, -identifikation und -analyse

4. Risikobewältigung und -controlling (5')

Im letzten Themenschwerpunkt soll geklärt werden, wie Risikobewältigungsstrategien geplant und umgesetzt werden. Weiter soll herausgefunden werden, was es bei der Umsetzungsphase von Risikobewältigungsstrategien besonders zu beachten gilt. Anschliessend sollen unterschiedliche Methoden zur Risikoüberwachung ermittelt werden. Zuletzt sollen Tipps abgegeben werden, mit welchen Hilfsmittel eine Risikomanagementstruktur in ARIS zu etablieren ist.

Nr.	Leitfrage	Memo	Aufrechterhaltungsfragen
4.1	Wie werden in Ihrem Unternehmen Risiken bewältigt?	Vermeiden, Übertragen, Mindern, Akzeptieren	Welche Massnahmen zur Bewältigung von Risiken gibt es? Wie werden Risikobewältigungsstrategien in Ihrem Unternehmen umgesetzt?
4.2	Wie überwachen Sie die Risiken in Ihrem Unternehmen?	Audits, Meetings, Risikoregister	Wann findet dieser Prozess im Projektverlauf statt? Welche Hilfsmittel verwenden Sie?
4.3	Welche Hilfsmittel oder Tools sind nützlich, um eine Risikomanagementstruktur für Projektrisiken zu etablieren?		Wie würden Sie vorgehen? Womit soll in einer Anfangsphase Risikomanagement betrieben werden?

Tabelle 11: Risikobewältigung und -controlling

Abschluss & Danksagung (2')

- Abklärung, ob Interesse an der Arbeit nach deren Vollendung besteht.
- Bedankung für die Zusammenarbeit.

8.4 Interviews mit Praxisvertretenden

8.4.1 Interview Person A (maxon motor ag)

Autor: Gut dann starten wir doch gleich. Wie sieht dein beruflicher Werdegang aus, also welche Positionen hast Du in Projekten besetzt?

Interviewpartner: Zurzeit bin ich System Engineer und Projekt Manager bei Maxon Space Lab und arbeite mittlerweile seit 10 Jahren bei Maxon. Angefangen habe ich im Testlabor und war dort vier Jahre lang und bin danach ins Projekt Management Aerospace gewechselt. Seit zwei Jahren bin ich jetzt im Space Lab und ausschliesslich für Space-Produkte und Projekte zuständig. Vom beruflichen Werdegang her habe ich keinen klassischen Berufsweg. Ich bin gelernter Elektroinstallateur und war danach für eine gewisse Zeit beim deutschen Militär. Währenddessen habe ich meine Matura nachgeholt und beim Militär in der Hubschrauber- und später in der Flug- und Navigationsabteilung als Elektriker gearbeitet. Danach studierte ich Micro System Engineering auf Bachelorstufe und arbeite nun seit meinem Studium bei Maxon.

Autor: Besten Dank für die Ausführungen. Vielleicht könntest Du noch kurz darauf eingehen, welche täglichen Aufgaben Du in Maxon nachgehst?

Interviewpartner: Gerne. Ich bin jetzt kein klassischer Projektleiter. Ich betreue vor allem technische Anfragen von Kunden und bestimme welche Antriebe wir wem verkaufen können. Auf der anderen Seite bin ich auch Projektleiter, wo ich für die Abwicklung von Kundenprojekte verantwortlich bin. Ich unterstütze auch in anderen Projekten die Technologieentwicklung und helfe auch in einem Space-Projekt der ETH aus. Zudem habe ich auch mit dem EPFL Explore und EPFL Rocket Team zu tun und unterstütze dort die Teams.

Autor: Klingt spannend. Dann lass uns mit dem Hauptteil fortfahren. Was verstehtst Du unter dem Begriff Risikomanagementprozess, losgelöst von der theoretischen Bedeutung?

Interviewpartner: Der Kernpunkt ist, dass man sich überlegen muss, was ich für Risiken habe und wie ich die verteilen kann. Bei uns ist Risikomanagement in drei Kernthemen aufgeteilt: Risiken in Projekten, Risiken aus einer technologischen Perspektive, also auf

Seiten des Designs und zuletzt Risiken innerhalb des Prozesses. Vielleicht ist Dir der Begriff FMEA bekannt. Das würde jetzt Technologierisiken betreffen.

Autor: Genau, das ist ein wichtiger Bestandteil des Risikomanagements. Das hat auch gleich meine zweite Frage bzgl. der Struktur beantwortet. Jetzt verstehe ich, wie dieser Prozesse ungefähr strukturiert ist in der Maxon.

Interviewpartner: Um vielleicht noch etwas genauer auf Projektrisiken einzugehen... Wir betrachten zuallererst die Verkaufssituation, also wie stehen wir zu den Kunden, was können wir von den Kunden erwarten, wie war die vergangene Zusammenarbeit, welche Anforderungen bestehen und welche finanzielle Risiken müssen wir eingehen. Wichtig ist auch festzulegen, in welche Richtung das Projekt geht, weil Maxon nicht nur Motoren baut sondern auch beispielsweise in der Medizinbranche und klassischer Industriebranche ein wichtiger Player ist, wo Risikoklassifizierungen eingehalten werden müssen. Dann geht es auch darum, was für ein Produkt wir verkaufen. Ist es eine vollständige Neuentwicklung oder lediglich eine Weiterentwicklung und welche Technologierisiken spielen welche Rolle. Auch interne Risiken werden hier thematisiert wie zum Beispiel verfügbare Kapazität.

Autor: Perfekt, danke für die Ausführungen. Dann gehen wir gleich zur Risikoplanung, -identifikation und -analyse. Hier möchte ich herausfinden, wie plant ihr solche Risiken innerhalb von Projekten? Weil bevor Risiken identifiziert werden, besagt zumindest die Theorie von PMI, dass diese zunächst geplant werden müssen.

Interviewpartner: Ja, ich glaube da ist die Theorie etwas zu definitiv. Zu Beginn bekommt man in der Regel eine Kundenanfrage. Es ist ein Unterschied, ob man ein fertiges Produkt kauft oder ob eines in einem Projekt spezifiziert wird. Im Projekt bin ich also in direkten Kontakt zum Kunden. Von den Kunden bekommen wir jeweils eine ganze Ladung an Dokumenten wie Produktspezifikationen und Normen, die eingehalten werden müssen. Anhand dessen, also noch vor Projektbeginn eigentlich, kann ich die Projektrisiken betrachten und mir einen Überblick verschaffen. Ich schreibe jeweils einen Projektantrag, worin die Risikoanalyse bereits Bestandteil ist. Das heisst, indem Moment wo ich mit dem Kunden in Kontakt stehe, wird eine Projektrisikoanalyse durchgeführt. Dieser Schritt ist jetzt nicht ungeplant, aber ich folge keinem strikten Plan. Spätestens mit der Freigabe des Projektes, wird weniger auf das Projektrisiko fokussiert, weil es bis dahin bereits analysiert wurde. Allerdings bestehen zu Beginn eines Projektes oftmals viele

Unsicherheiten. Mit jedem Meilenstein wird deshalb ein Review dieses Risikos durchgeführt. Ein Beispiel: Wir gewinnen einen Neukunden und wissen nicht, wie er agiert. Also ist das ein gewisses Risiko für uns, weil wir nicht wissen, wie zahlungskräftig der Kunde ist. Deshalb erstellen wir zu Beginn einen Zahlungsplan für die gesamte Projektlaufzeit, um das Risiko zu mindern. Hingegen werden beispielsweise Technologierisiken reduziert, indem man das Risiko testet. Wichtig ist, dass sich diese Risiken in Projekten von Meilenstein zu Meilenstein verändern können. Deshalb denke ich, dass besonders die Risikoplanung jeder Project Manager auf seine Weise handhabt. Beispielsweise wird ein Project Manager bei Designrisiken eher mal noch sogenannten Sitzungsserien generieren, wo Risiken viel häufiger diskutiert und aktualisiert werden. Der Grund ist auch, dass andere Personen in solchen Projekten dabei sind. Man hat einen Design- und Qualitätsingenieur, Projektleiter usw. Das wird der Prozess von der Design- und Materialwahl, über Produktion bis hin zur Präsentation durchgegangen, wobei immer wieder Risiken entstehen können. Beim Design muss man sich überlegen, was kann man falsch machen und wie kann man sich dagegen absichern. Beispielsweise mittels Toleranzzeichnungen und anhand Berechnungen, um sicherzugehen, dass das Produkt auch wirklich die notwendigen Spezifikationen des Kunden erfüllt. Bei wiederkehrenden Produkten können oftmals triviale Lösungen gefunden werden. Schwieriger wird es aber bei Produkten, die noch nie produziert wurden, weil dort nicht zu Beginn klar ist, welche Materialkombination sinnvoll ist. Dadurch sind die Risiken deutlich höher bei Neuprodukten und es ist schwierig diese Risiken im vorab sauber zu planen.

Autor: Was würdest Du dann sagen, sind die gravierende Projektrisiken, die in solchen Phasen auftreten können? In der Theorie werden solche Risiken als «Black-Swan» bezeichnet.

Interviewpartner: Ärgerlich ist beispielsweise, wenn ein Kunde drei- bis viermal zu uns gekommen ist, immer pünktlich zahlte, wir eigentlich ein gutes Gefühl haben und dann der Kunde plötzlich nicht mehr zahlt. Es gab einige Momente, wo wir mitten in einem Projekt mit einem Kunden waren und auch Vorarbeit leisteten, um den Projektfluss nicht zu unterbrechen und dann der Kunde plötzlich abspringt, weil sie nicht zahlen können. Aus finanzieller Sicht ist das für die Maxon ein enormes Risiko. Besonders wenn man die Teile bereits einkauft resp. im schlimmsten Fall die Flugteile bereits gebaut hat, befindet man sich schnell im fünf- bis sechststelligen Bereich. Das würde ich jetzt als ein Black-Swan Risiko bezeichnen. Bei den technischen Risiken ist die Vorarbeit und die

Erfahrung, die man mitbringt, das Entscheidende. Je nach Projekt kann fehlende Erfahrung ebenfalls als Black-Swan bei uns bezeichnet werden. Deshalb muss man in solchen Fällen das Risiko bereits im vorab klar benennen. Ich kann dir ein konkretes Beispiel nennen. In einem Projekt merkten wir, dass das verlangte Material des Kunden korrodiert und mussten feststellen, dass eine Änderung des Materials einen viel zu grossen Einfluss auf das Projekt und insbesondere die Kosten hätte. Theoretisch war dieses Risiko erwartbar, weil es kein korrosionsbeständiges Material war, aber es wurde zunächst ausgeklammert. Ungünstige Umstände wie falsche Materialpflege und -Lagerung haben dann dazu geführt, dass es zu einer Korrosion kam. Eigentlich wäre das Risiko vermeidbar gewesen. Man muss sich als Project Manager grundsätzlich bewusst sein, dass es immer wieder Risiken gibt, die man nicht direkt sieht und dann einfach mitten im Projektverlauf auftreten können.

Autor: Gerade wenn jetzt solche Risiken auftreten oder ihr euch bewusst seid, dass solche Risiken eintreten können, habt ihr ein bestimmtes Vorgehen, wie solche Risiken analysiert werden können?

Interviewpartner: Da bin ich jetzt weniger der Theoretiker. Was ich weiss ist, dass wir kein standardisiertes Verfahren haben, weil unsere Produkte eine hohe Komplexität aufweisen. Es wird von Fall zu Fall entschieden wie vorgegangen wird. Man muss sich immer auch Alternativen überlegen. Beispielsweise haben wir planetengelagerte Getriebe, die hoch effizient sind. Im Unterschied zu gewöhnlichen Getrieben muss besonders genau geprüft werden, ob die Kräfte übertragbar sind. Ein Risiko im Vorfeld wäre also, dass der Kunde ein hoch-effizientes Getriebe haben möchte aber wir ein solches Getriebe zurzeit nicht anbieten resp. es nicht im Katalog ist. Das heisst wir wissen nicht, ob das gewünschte Produkt des Kunden realisierbar ist.

Autor: Könntest Du den Begriff Planetengetriebe noch etwas genauer erläutern?

Interviewpartner: Ja klar. Grundsätzlich kannst Du das mit einem Zahnradgetriebe vergleichen. Warte, ich zeige dir ein Bild.

Autor: Ja, das wäre hilfreich.

Interviewpartner: Man unterscheidet zwischen Sonnen- und Planetenrädern und beide sind achsengelagert. Die Sonnenräder sind fixiert und die Planetenräder drehen sich um die Sonnenränder. Du kannst dir es eigentlich vorstellen wie bei Planeten, die die Sonne

umkreisen. Genau gleich ist das bei solchen Getrieben. Hier siehst Du beispielsweise, wie die Planetenräder um die Sonnenräder drehen. Und dann muss man sich halt Fragen, ob man die Kräfte mechanisch auf diese Planetengetriebe übertragen kann oder ob man ein Risiko eingeht. Wie gesagt ist das Risiko umso grösser, wenn man noch nie ein solcher Getriebe gebaut hat, welches den Kundenanforderungen eins-zu-eins entspricht. Hier muss man mit einem gewissen Risiko leben resp. sollte man schauen, dass man das Risiko, wenn möglich minimieren kann. Beispielsweise könnte man sich im Vorfeld Alternativen überlegen, die dann auch mit Kunden diskutiert werden. Eine andere Möglichkeit wäre das Risiko zu testen, indem Fertigungsversuche durchgeführt werden.

Autor: Spannend, du hast vorhin erwähnt, dass Risiken auch gemindert werden. Gab es dann auch Fälle, wo ihr Risiken vermeiden musstet, weil sie zu schwerwiegend waren für das Projekt?

Interviewpartner: Das wird eigentlich gemacht, wenn man sich die Kundenspezifikationen anschaut. Ich sag mal was gerne versucht wird ist, wenn der Kunde selbst nicht liefert oder liefern kann, dass die Lieferanten eine Kostenbeteiligung übernehmen. Dadurch entsteht aber schnell ein erheblich finanzielles Risiko. Es gab auch schon Fälle, wo wir sagten, dass wir das Risiko nicht eingehen möchten und uns zurückzogen, also das Risiko vermieden haben. Bei solchen Verzügen kann pro Woche schnell mal 50 Tausend Franken an Schaden entstehen. Das heisst nach 10 Wochen entstünde bereits einen Schaden einer halben Million. Gerade in Projekten wie beispielsweise ARIS, könnt ihr sicherlich auch nicht vermeiden, dass es zu Lieferverzügen kommt. Der weltweite Zuliefermarkt hat sich in letzter Zeit stark verschlechtert. Ich meine man sieht das auch anhand der weltweiten Knappheit nach Computerchips. Wenn man jetzt eine solche Kostenbeteiligung eingeht und es zu Lieferverzügen kommt, bist du der, der die Strafe letztendlich zahlen muss. Das sind dann Fälle, wo wir typischerweise sagen, nein dieses Risiko möchten wir nicht eingehen. Natürlich gibt es auch Fälle, in welchen wir dieses Risiko akzeptieren. Im Space-Bereich ist das aber eher atypisch.

Autor: Okay, danke für die Ausführungen, Ja, die derzeitige Computerchipknappheit spürt auch das Raketenteam. Noch eine letzte Frage. Wir haben jetzt viel über Risiken gesprochen. Auch verschiedene Risikoarten wurden genannt. Habt ihr innerhalb eures Projektteams eine Art Überwachungsmethode, wie Risiken während des Projektzyklus kontrolliert werden?

Interviewpartner: Einerseits machen wir mehrere Sitzungen im Team, also sogenannte Reviews. Zudem haben wir Meilensteinsitzungen, wo die Risikoanalysen präsentiert werden. In diesen Meetings wird geprüft, ob die Risiken aktualisiert wurden. Auch werden die neuen Erkenntnisse zu den Risiken diskutiert. In der Regel werden die Analysen bereits eine Woche vor dem Meilensteinmeeting an die Projektbeteiligten weitergeleitet, damit diese sich ein genaues Bild über die aktuelle Lage machen können. Solche Projektbeteiligte sind in der Regel der Kunde, Vertrags- und Untervertragspartner, Project Manager und Systemengineers der Maxon usw. Also einerseits werden Risiken durch die Meeting und andererseits durch die Meilensteine getrackt.

Autor: Also führt ihr kein Risikoregister?

Interviewpartner: Nein nicht wirklich. Es kann sein, dass in anderen Abteilungen beispielsweise FMECAs durchgeführt werden. Ich kann mir vorstellen, dass dort wo mit Menschen oder Tieren gearbeitet und experimentiert wird, unglaublich hohe Anforderungen bestehen und folglich auch mehr mit Analysetools gearbeitet wird. Da kann ich mir auch gut vorstellen, dass ein solches Risikoregister zwingend geführt werden muss.

Autor: Spannend, das wusste ich nicht.

Interviewpartner: Das wäre meiner Meinung nach am plausibelsten. Beispielsweise hatte ich für ein ESA-Projekt ein Manufacturing-Readiness-Review gehabt. Allein dort hatte ich über 100 Dokumente, welche ich überwachen musste. Also sämtliche Fertigungsprozesse und eben auch Risikoanalysen. Da muss man sich überlegen, ob man sich noch einen Zusatzaufwand im Sinne eines solchen Risikoregisters führen möchte und kann. Beispielsweise ARIS hat viele sogenannte Untergruppen, also Subsystems. Da kann ich mir vorstellen, dass diejenigen, die das Ganze überwachen, ein Risikoregister führen. Also, dass nebst den detaillierten Risikoanalysen der Subsystemen, eine ganzheitliche Risikotabelle auf Top Level geführt wird in welcher nur die Kernrisiken aufgelistet sind. Das gibt dem Projektmanagement die Möglichkeit, sämtliche Hauptrisiken aller Subteams jederzeit zu kennen und wenn notwendig Massnahmen zu ergreifen. Das ist für uns nicht so relevant, denn wir produzieren den Motor und das Getriebe an zwei verschiedenen Standorten. Das ist bei weitem nicht so aufwändig wie euere Rakete, weil wir nicht so viele Subsysteme haben und dadurch automatisch auch weniger Risiken, die das Projekt gefährden. Es ist immer die Frage, aus wie vielen Untergruppen das System besteht. Ich meine ihr habt eine Payload-Team, ein Structures und Recovery-Team, ein Team für

die Simulations, usw. Da ist es wichtig, dass ihr jederzeit die jeweiligen Risiken der Subsystems kennt, denn letztendlich werden die Untersysteme zusammengeführt und bilden eine Rakete. Funktioniert ein Subsystem nicht, kann und wird es womöglich den gesamten Projekterfolg und somit alle Teams belasten. Für das Raketenprojekt ist es also sicher sinnvoll, ein Risikoregister zu führen. Auf technischer Ebene und Projektebene.

Autor: Wertvolle Inputs, vielen Dank für Deine Ausführungen. Ich sehe das auch so. Gerade weil der Projekterfolg von jedem einzelnen Subteam abhängig ist.

Interviewpartner: Ich gab bei euren Reviews auch schon Feedback, wie ihr euer Risikomanagement effizienter gestalten könnt. Letztendlich ist es wichtig, dass der Project Manager, also derjenige der das gesamte Raketenteam leitet, Zugang zu einem Risikoregister hat, denn dieser ist verantwortlich, dass die Subteams richtig mit solchen Risiken umgehen können. Er soll die Risiken nicht selbst lösen, sondern auf die Leute zugehen und sie daran erinnern, dass Risiko xy noch nicht gelöst wurde. Die Risiken zu managen resp. beheben soll weiterhin Aufgabe der Teamleader sein.

Autor: Ja, das ergibt Sinn. Von meiner Seite her wären wir am Ende. Ich danke Dir vielmals für die wertvollen Inputs.

Interviewpartner: Nichts zu danken.

8.4.2 Interview Person B (Huber+Suhner AG)

Autor: Dann lass und mit dem Interview beginnen. Was haben Sie für berufliche Erfahrungen im Projektmanagement resp. wie sieht ihr beruflicher Werdegang aus?

Interviewpartner: Ich bin gelernter Maschinenmechaniker mit der Fachrichtung Elektrotechnik. Damals habe ich einen kleinen Roboter-Messstand konstruiert und das war Jahr Ende der 90er Jahre. Später habe im Aussendienst als Verkaufstechniker gearbeitet. Dort habe ich hautnah erlebt, was passiert, wenn Risiken nicht ausreichend geplant wurden. Beispielsweise ungenügende Vorbereitungsmaßnahmen. In diesem Zusammenhang bin ich auch in Risikoländer gereist, wo ich feststellen musste, dass dort nicht alles so reibungslos funktioniert. Ich habe mich bewusst gegen das Studium entschieden, weil ich direkt berufliche Erfahrungen sammeln wollte. Deshalb habe ich dann eine berufsbegleitende höhere Fachausbildung zum HF Betriebstechniker abgeschlossen. Beruflich war ich bei grösseren und kleineren Industrieunternehmen gearbeitet. Bei Huber + Suhner startete ich als Prozessingenieur und habe mich in diverse Projekte eingearbeitet. Kurz darauf durfte ich ein grosses Mandat im Projektmanagement übernehmen. Dabei musste ich eine Abteilung wieder in die Huber + Suhner «insourcen», um auch die Kosten und Risiken zu reduzieren. Seit fünf Jahren bin ich im Projektmanagement in der Produktentwicklung. Zudem habe ich noch ein CAS-Nachdiplom im industriellen Projektmanagement 4.0 gemacht.

Autor: Danke für die Ausführungen. Die nächste Frage lautet: Was sind tägliche Aufgaben die sie bei der Huber + Suhner erledigen?

Interviewpartner: Projektmanagement ist wie ein Unternehmen. Man hat Führungsaufgaben, muss sich die Arbeit selbst einteilen, wissen wo die Mitarbeiter und man selbst steht. Dann muss ich die Risiken im Auge behalten, weil der Mitarbeiter diese womöglich nicht in jedem Fall sieht. Zudem bin ich für die Projektplanung, also insbesondere für den Projektstrukturplan und den sauberen Umgang mit Risiken verantwortlich. Hinzukommen nicht planbare resp. reaktive Aufgaben.

Autor: Was verstehen Sie unter dem Begriff Risikomanagementprozess?

Interviewpartner: Wir haben bei Huber + Suhner verschiedene Risikomanagement-Stufen und auch entsprechende Tools, wie Bewertungen gemacht werden. Unsere Firma hat ein sogenanntes Global Management System. Darin sind die Rechte und Pflichten

aufgelistet. Wir sind aber nicht verpflichtet zwingend dieses Risikotool zu verwenden. Mit entsprechenden Begründungen können wir beispielsweise bei der Produktentwicklung auch das Risikotool vom Markt, also vom Verkauf nehmen. Dort sind weitere Kriterien aufgelistet, welche im GMS nicht enthalten sind.

Autor: Ich möchte noch etwas mehr auf den Prozess eingehen. Wie ist dann ein solcher Prozess in ihrem Unternehmen strukturiert? Also, gibt es bestimmte Phasen, die ein Risiko durchläuft?

Interviewpartner: Ja, wir haben einen sogenannten Stage Gate Prozess. Bevor eine Phase gestartet wird, gibt es ein Gate. Dort wird beurteilt, ob man die Voraussetzungen wie beispielsweise Knowhow, materielle und finanzielle Ressourcen hat und ob das Projekt oder Produkt der Firma überhaupt einen Mehrwert generiert. Zudem wird beurteilt, welche Risiken mit der jeweiligen Phase verbunden sind. Da die Kostenschere immer grösser wird, steigt auch der Projektaufwand. Bei Huber + Suhner durchläuft ein Projekt folgende Phasen: Scoping, Concept, Prototyp, Pre-Launch, Production und Face-Out.

Autor: Könnten Sie noch etwas genauer auf die einzelnen Phasen eingehen?

Interviewpartner: Gerne. Im Scoping wird zunächst betrachtet, in welche Richtung wir uns bewegen, welche Projektziele wir haben aber auch was mögliche Risiken sind. In den meisten Fällen wird, das in einem oder mehreren Projektmanagement Meetings diskutiert. Im Concept geht es darum, das Produkt zu konzipieren, also Skizzen und weitere graphische Hilfsmittel zu verwenden. Dort stehen wir in einem engen Kontakt zum Kunden. In dieser Phase sind die Risiken eher noch gering, da noch nichts produziert wurde und sich demnach unsere Kosten noch moderat gestalten. Im Prototyp werden erste Grobentwürfe dem Kunden vorgestellt. Hier kann es vorkommen, dass gewisse Risiken, ob geplant oder ungeplant, eintreten können. Beispielsweise wenn gewisse Spezifikationen nicht stimmen oder wenn der Kunde Änderungswünsche hat. Im Pre-Launch wird das Produkt das erste Mal getestet. Da ist bei uns die Übergabe in eine andere Abteilung. Aber auch im Pre-Launch können diverse Risiken eintreten. Beispielsweise wenn das Produkt nicht die erwartete Leistung oder den erwarteten Schutz mit sich bringt. In der Produktion sind die Risiken meines Erachtens eher gering, weil dort alle Tests durchgeführt wurden und keine Anpassungen erfolgen. Im Face-Out wird das Produkt dann auf den Markt gebracht.

Autor: Vom Aufbau her ähnelt das der Projektstruktur von ARIS. Danke für die Erläuterungen. Dann gehen wir doch gleich in den Hauptteil des Interviews. Wie Sie anhand der Frameworks erkennen können, sind viele Autoren der Ansicht, dass der Risikomanagementprozess mit der Identifikation beginnt. Das PMI hingegen schlägt vor, die Risiken zunächst zu planen. Wie sieht das bei der Huber + Suhner aus? Planen Sie Risiken in Projekten und wenn ja, wie?

Interviewpartner: Was wir kennen ist das «Lessons Learned», wo wir das Wissen von vorherigen Projekten konsolidieren und auch gewisse Risiken aus diesem Tool übernehmen. Beispielsweise konnten wir das COVID-Risiko in China gut planen. Natürlich gibt es auch ungeplante Risiken wie die Ukraine-Krise. Mit einem solchen Risiko haben die wenigsten gerechnet. Die Risikoplanung ist ein Prozess der kontinuierlich verbessert werden muss, weil man sieht, erst im Nachhinein, wie gut die Planung funktioniert hat. Wir haben eine Stabsstelle, die eine Risikoplanung macht, welche Beispiele aus der Theorie und Praxis nehmen. Diese können wir dann auf unser Projekt adaptieren.

Autor: Ja, ich kann mir vorstellen, dass insbesondere die Ukraine-Krise viele Industriebranchen überraschte. Noch kurz zur Stabsstelle. Plant diese Stabsstelle auch die Risiken oder gibt die mehr Vorlagen für die Projekte?

Interviewpartner: Die schreiben das sehr generisch, also anhand von Beispielen. Aufgrund von diesen Beispielen versuchen wir dann herauszufinden, ob wir das Risiko auf dieselbe Weise planen können oder nicht.

Autor: Ich verstehe. Können Sie ein konkretes Beispiel nennen?

Interviewpartner: Ja gerne. Ich habe vorhin schon was angesprochen. Beispielsweise Materialbestimmungen. Es kommt immer wieder vor, dass die Bestimmungen aktualisiert werden müssen, weil gewisse Materialien nicht mehr erlaubt sind wie beispielsweise Giftstoffe. Ein anderes Beispiel ist der Flammschutz. Hier spreche ich mehr vom Risiko der Verfügbarkeit. Materialbestimmungen und Flammschutz haben nicht denselben Risikoauslöser aber dieselbe Auswirkung. In beiden Fällen müssen wir Ersatzmaterial beschaffen.

Autor: Um noch etwas tiefer ins Thema zu gehen, welche Massnahmen treffen Sie, um Risiken in Projekten zu identifizieren? Beziehungsweise, welche Tools verwenden Sie dazu?

Interviewpartner: Technische Risiken werden anhand eines FMEA-Tools identifiziert. Für Projektrisiken haben wir eigenkonstruierte Tools in Form von Excel-Listen. In Zukunft möchte man diese Tools effizienter gestalten. Da sind wir aber noch nicht so weit.

Autor: Wissen Sie, ob bei diesen eigenkonstruierten Tools sich auf die Theorie gestützt wurde? Wie Sie hier auf den Bildern sehen, schlägt das PMI unterschiedliche Frameworks vor, wie beispielsweise die Fehlerbaumanalyse, Monte Carlo Simulation oder Auswirkungsmatrix.

Interviewpartner: Wir haben auch solche Systeme in den Bereichen Automobilindustrie und Space & Defense. Wir haben auch Tools der Sales-Abteilung. Dort werden vor allem Vertragsrisiken identifiziert.

Autor: Und welche Analysetools nutzen Sie spezifisch?

Interviewpartner: Wir nutzen das Ishikawa diagram oder auch Fishbone diagram genannt. Wenn der Fehler bereits eingetreten ist, haben wir noch Qualitätsmassnahmen. Dieses System heisst «House of Quality».

Autor: Klingt spannend. Was wären für Sie besonders schwerwiegende Risiken? In der Theorie wird auch von Black Swans gesprochen.

Interviewpartner: Die Materialverfügbarkeit oder das Künden von Lieferanten. Das führt dazu, dass man in kurzer Zeit Ersatz auftreiben muss. Ein weiterer Black Swan ist bei uns das Wissensmanagement, also der Abgang eines Projektmanagement-Mitglieds. Wir sind ein eher kleines Team und deshalb ist ein Abgang besonders schwer zu kompensieren.

Autor: Ja mit diesem Thema beschäftigt sich ARIS auch ständig, weil jedes Jahr wieder ein neuer Projektzyklus startet und die bisherigen Mitglieder in die Arbeitswelt eintauschen und oftmals nicht mehr verfügbar sind für einen Wissenstransfer. Jetzt zur Risikoanalyse. Inwiefern unterscheiden Sie zwischen qualitativer und quantitativer Analyse? Vielleicht ein Beispiel aus der Theorie: Quantitativ wäre mittels Fehlerbaum und qualitativ mittels Befragungen oder Meetings.

Interviewpartner: In der Analyse ist in der Produktentwicklung besonders die Nutzwertanalyse ein verbreitetes Tools, um entscheiden zu können, welche Materialien benötigt werden. Darin werden verschiedene qualitative Kriterien bewertet mit unterschiedlichen Gewichtungen. Wir nutzen auch «Pros & Cons». Das ist eine einfachere Methode,

um ein Risiko besser abschätzen zu können. Es kommt auch vor, dass wir Szenarien kreieren, also ähnlich wie beim Entscheidungsbaum. Dies hilft uns bestimmen zu können, wie stark das Risiko Faktoren wie Kosten und Zeit eines Projekts beeinflusst. Das wäre eine quantitative Analyse.

Autor: Um vielleicht noch etwas tiefer zu gehen. Welche quantitativen Analysetools verwenden Sie? Beispielsweise Monte Carlo Simulationen oder Programmiersprachen wie Python, R usw.?

Interviewpartner: Da sind wir noch nicht so weit. Zurzeit verwenden wir lediglich Excel. Gewisse Sachen sind in Evaluation. Da kann ich aber noch nichts Konkretes nennen.

Autor: Dann fahren wir fort mit der Risikobewältigung und Controlling. Wenn solche Risiken, die Sie genannt haben, eintreten, wie gehen Sie in der Risikobewältigung vor?

Interviewpartner: Für das haben wir auch ein Tool, um zu bestimmen, ob wir die Risiken akzeptieren, vermeiden, mindern oder akzeptieren. Die Risiken innerhalb des Projekts können wir direkt selbst lösen. Bei Risiken ausserhalb des Projekts werden sogenannte Gatekeeper miteinbezogen. Je nach Wahrscheinlichkeit und Auswirkung des Risikos ist auch die Geschäftsleitung miteinzubeziehen. Um die Bewältigungsstrategien umzusetzen, wird in der Regel eine Task-Force erstellt. Ähnlich wie im Katastrophenschutz. Es werden Meetings festgelegt, in welchem Gate Keepers und Management teilnehmen. Anhand der Meetings können die Risiken dann überwacht werden.

Autor: Ja, das geht dann auch gleich in das Risiko Controlling über. Gibt es auch noch weitere Mittel, wie Risiken in solchen Projekten überwacht werden? Beispielsweise Audits oder Risikoregister?

Interviewpartner: Sie sprechen etwas Wichtiges an. Wir haben interne und externe Audits. In diesem Audits werden auch schon potenzielle Risiken identifiziert. Daraus können Massnahmen abgeleitet werden, die je nach Situation, sofort oder aufs nächste Audit umgesetzt werden müssen.

Autor: Alles klar. Wird auch ein Risikoregister geführt, um jederzeit eine aktuelle Übersicht über alle möglichen Risiken zu haben?

Interviewpartner: Da sind wir noch nicht so durchgängig. Man findet's, aber man muss sich auf die Suche machen. In Zukunft wird das systemtechnisch besser aufgestellt sein. Zurzeit sind wir aber noch nicht so weit.

Autor: Noch eine letzte Frage. Haben Sie irgendwelche Tipps, wie man in ARIS ein funktionierendes Risikomanagement etablieren könnte?

Interviewpartner: Technische Risiken sicher in einer FMEA. Bei Projektrisiken reicht zu Beginn sicherlich eine Excel-Liste mit entsprechenden Formeln, ähnlich wie in einer FMEA.

Autor: Gut, dann wären wir bereits am Ende. Ich bedanke mich für die spannenden Ausführungen.

Interviewpartner: Gerne.

8.4.3 Interview Person C (Siemens AG)

Autor: Gut dann beginnen wir mit dem Interviews. Wie sieht Ihr beruflicher Werdegang aus resp. wo konnten Sie Erfahrungen im Projektmanagement sammeln?

Interviewpartnerin: Ursprüngliche machte ich das KV und danach berufsbegleitend die höhere Fachschule. Damals war ich kurz in der Marketing-Abteilung einer PR-Agentur und wechselte dann zu Siemens. Mittlerweile bin ich seit über 20 Jahren bei Siemens und konnte auch Auslandsfahrungen in Kanada und Singapur sammeln. Projektmanagement Erfahrungen konnte ich früh sammeln. Zu Beginn arbeitete ich an einem grösseren SAP-Projekt. Dort war der Projektablauf sehr strukturiert. In Kanada arbeite ich als Finanzchef einer Zweigniederlassung, wobei ich erstmals mit Projektmanagement auf Kundenseite in Berührung kam. Dort sah ich, welche Folgen eine ungenügende Risikoplanung in der Verkaufsphase mit sich bringen kann. Es traten oftmals Risiken auf, die man eigentlich im Voraus hätte sehen müssen. Dabei kam das erstmals der Gedanke, dass ich mich mit Risk Management vertieft beschäftigen möchte. Als ich zurück in die Schweiz kam, erhielt ich bald darauf eine Stelle im Projektrisikomanagement. Seither bin ich im Projektrisikomanagement und arbeite zurzeit in der Abteilung Smart Data Infrastructure, ehemals Gebäudetechnik. Meine Projekte sind vor allem im Construction Bereich angesiedelt. Meine Aufgabe ist es zusammen mit dem Projektteam herauszufinden, wo liegen Projektrisiken, wie werden diese Risiken identifiziert und wie wird das Team die Projektrisiken adressieren. Insbesondere beurteilen wir, ob die Siemens das entsprechende Risiko eingehen kann resp. welche Bewältigungsmöglichkeiten bestehen und geben eine Empfehlung an das Management ab. Wir Risk Manager begleiten die Teams den gesamten Projektverlauf.

Autor: Klingt spannend, danke für die Ausführungen. Sie haben mir auch gleich die nächste Frage beantwortet, was Ihre täglichen Aufgaben sind. Besten Dank. Dann gehen wir doch gleich in den Hauptteil. Zunächst möchte ich in Erfahrung bringen, was verstehen Sie unter dem Begriff Risikomanagementprozess, losgelöst von der theoretischen Bedeutung?

Interviewpartnerin: Also die Theorie umschreibt den Prozess zwar korrekt, allerdings bin ich der Ansicht, dass der Risikomanagementprozess nicht losgelöst, sondern als integraler Bestandteil des Projektmanagements betrachtet werden sollte. Dieser Prozess sollte kontinuierlich neben den allgemeinen Projektaktivitäten ablaufen. Auch wichtig ist, welche

Auswirkungen das Risiko auf mein Projekt hat, positiv wie auch negativ. Ich muss versuchen die Unsicherheit zu reduzieren, um den Effekt auf das Projekt zu reduzieren. Das muss kontinuierlich stattfinden. Insbesondere im Sales-Bereich muss so früh wie möglich mit der Risikoplanung und -identifikation begonnen werden. Wenn ich mir solche Überlegungen erst nach Vertragsabschluss mache, bin ich nur noch am Reagieren und kann nicht mehr aktiv etwas verbessern.

Autor: Klingt spannend, besten Dank. Ich möchte da gleich anknüpfen, und zwar: Wie gestaltet sich die Grobstruktur des Risikomanagementprozesses in der Siemens resp. welche Phasen durchläuft ein Risiko in einem Kundenprojekt?

Interviewpartnerin: Eigentlich ziemlich so wie in der Theorie. Zuerst werden die Risiken identifiziert, beurteilt und dann muss man sich überlegen, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist und was mögliche Auswirkungen sind. Danach wird bestimmt, wie mit den Risiken umgegangen wird, also welche Strategie verfolgt werden sollte. Darauf folgt eigentlich die Umsetzungsphase. Es klingt banal, aber darin soll die Strategie umgesetzt werden, die auch im Risikoregister evaluiert wurde. Das wird oftmals vernachlässigt oder es geht vergessen, dass eine Strategie besteht. Der Grund dafür ist oftmals, dass die Risk Manager von allen Seiten belagert werden und zu wenig Zeit haben oder vergessen, das Risikoregister erneut zu prüfen. Dann gibt es einen Reviewprozess, worin regelmässig geprüft wird, ob man überhaupt noch die aktuellen Risiken verfolgt. Weiter wird in diesem Prozess geprüft, ob gewisse Risiken gelöscht werden können, weil diese nicht aufgetaucht sind oder weil sie gar nicht mehr auftreten können. Dazu gehört auch zu prüfen, welche neue Risiken bestehen und diese entsprechend aufzunehmen. In der Regel hat man auch ein Risiko-Notfalls-Budget, welches ebenfalls stetig angepasst werden muss. Erst dann kann man von einem kontinuierlichen Risikomanagementprozess sprechen.

Autor: Danke für die detaillierte Beschreibung. Wie ich raushören konnte, ähnelt der Prozess der Siemens demjenigen der Theorie. Dies bringt mich gleich zum nächsten Interviewabschnitt, und zwar der Risikoplanung, Identifikation und Analyse. Wie planen Sie Risiken in Projekten resp. welche Dokumente und Methoden verwenden Sie?

Interviewpartnerin: Also, im Construction Bereich beginnt man eigentlich mit der Risikoidentifikation. Die Risikoplanung ist kein separater Prozess bei uns. Klar hat man Risiken, die sind inhärent, welche immer wieder vorkommen. Beispielsweise die Zeitplanung war bisher in jedem Projekt problematisch. In meinem Bereich ist man auch stark

von der Erfüllung eines anderen Werks der Projektstakeholdern abhängig, weil im Construction Bereich sehr viele Projektbeteiligte involviert sind. Daher weiss man bereits zu Beginn, auf was besonders geachtet werden muss. Wichtig ist aber, dass man den Inhalt des Projektes kennt, damit klar ist, welche Risiken, bis wann geprüft werden müssen und wer die wichtigsten Stakeholder sind. Dann muss geprüft werden, welche Abhängigkeiten bestehen und ob es Umgebungsrisiken gibt. Beispielsweise wie gut ist das Bauobjekt erschlossen und gibt es logistische Probleme bei der Zulieferung. Ein Objekt mitten in der Stadt ist womöglich schwieriger erreichbar als eines mitten auf dem Land. Arbeitet man im Hochsicherheitsbereich entstehen andere Risiken. Abhängig vom Projekt können die Risikoarten variieren. Da kann ein Brainstorming helfen, um die Risiken sauber zu priorisieren. Wichtig ist, dass in solchen Workshops alle Projektstakeholder involviert sind. Also, die Projektleitung, technische Fachleute, Vertragsexperten und Finanzabteilung. Der Grund ist, dass oftmals die Tendenz entsteht, dass jeder nur innerhalb seiner Abteilung denkt und demnach nur seine Risiken kennt. Oftmals kann man Risiken in einem Bereich, mit einer Massnahme in einem anderen Bereich bewältigen. Deshalb ist die Interdisziplinarität so wichtig.

Autor: Ja, ist auch spannend, dass Sie die Brainstorming-Sessions erwähnt haben. In der Theorie sind sich die Autoren auch nicht immer einig, ob das in die Planung, Identifikation oder qualitative Auswertung gehört.

Interviewpartnerin: Ich bin der Ansicht, das gehört in die Identifikation, weil mir zuerst eine Risikoliste vorliegen muss, bevor ich mit der Risikobeurteilung wie Wahrscheinlichkeit, Auswirkung und Priorisierung starte.

Autor: Wenn wir gleich von der Identifikation sprechen, welche Analyseinstrumente werden in Ihren Projekten verwendet?

Interviewpartnerin: Idealerweise ein Brainstorming mit dem gesamten Team während mehreren Tagen. Oftmals ist es schwierig, die Zeit dafür zu finden, weil in dieser und auch anderen Branchen ein immenser Zeitdruck herrscht, bis ein Angebot abgegeben werden kann.

Autor: Also verstehe ich das richtig, dass in der Siemens oder zumindest in Ihrer Abteilung vermehrt auf qualitative Methode gesetzt wird und Risiken weniger quantifiziert werden?

Interviewpartnerin: Ja gut, die Quantifizierung ist dann der nächste Schritt. Darin wird beurteilt, welche Kosten anfallen können. Beispielsweise für Ressourcen oder Vertragsstrafen, falls das Risiko eintritt. Anhand davon gibt es eine Berechnung. Sobald die Risiken bestimmt sind, werden sie in eine riesige Excel-Liste implementiert, wo dann auch die Berechnungen stattfinden. Da ich nicht in den Risiko-Workshops dabei bin, habe ich keine Einsicht in die detaillierten Berechnungen der Risiken, sondern sehe nur das Resultat.

Autor: Alles klar, danke für die Erklärung. Die Theorie spricht von Black Swans, also sehr gravierende Risiken die den Projekterfolg erheblich gefährdenden. Was sind Ihrer Meinung nach typische Black Swan Risiken in Projekten?

Interviewpartnerin: Wenn es wirklich den Projekterfolg gefährdet, ist es oftmals ein Risiko ausserhalb des Projekts respektive ausserhalb der Einflussphäre wie zum Beispiel ein Unternehmensrisiko oder Umweltrisiko. Ein projektspezifischer Black Swan in meiner Branche ist das Knowhow. Das kommt vor, wenn man den Projektinhalt nicht kennt und demnach nicht weiss, wie das Projekt umgesetzt werden kann.

Autor: Gab es bisher noch weitere Black Swans, wie der Wissenstransfer? Beispielsweise, wenn ein Project Manager das Projekt unerwartet verlässt?

Interviewpartnerin: Es sollte eigentlich nicht den Projekterfolg gefährden. Nichtsdestotrotz ist es ein Risiko, das gerade in grösseren Projekten gemanagt werden muss. Die Fluktuationsrate oder Treue zum Unternehmen ist stark von der Branche abhängig. Ich bemerkte, dass oftmals Leute zu anderen Unternehmen wechselten, um etwas mehr Lohn zu erhalten. Deshalb ist es wichtig, dass man erstens die Leute gut bindet und zweitens, dass man nicht das gesamte Wissen an eine Person konzentriert. Das Wissen muss innerhalb des Projekts verteilt sein, damit es einfacher an neuen Mitgliedern weitergegeben werden kann. Dafür ist eine saubere und zeitnahe Dokumentation essenziell. Andernfalls können sich neue Mitglieder nicht in das Projekt einlesen und kennen den derzeitigen Stand nicht. Ich machte die Erfahrung, dass es sehr schwierig ist, die Projektmitglieder dazu zu bringen, den Projektverlauf kontinuierlich zu dokumentieren.

Autor: Spannende Punkte, besten Dank. Dann gehen wir noch zum letzten Teil, und zwar der Risikobewältigung und -controlling. Zunächst möchte ich in Erfahrung bringen, wie Sie mit Risiken in Projekten umgehen.

Interviewpartnerin: Es gibt unterschiedliche Arten wie man mit Risiken umgehen kann. Man kann versuchen das Risiko auszuschliessen, sodass das Risiko gar nicht auftreten kann. Man kann versuchen das Risiko zu transferieren, das ist dann meistens vertraglich, wobei das Risiko jemanden übertragen wird. Oder man kann das Risiko auch akzeptieren, wenn es eine geringe Wahrscheinlichkeit oder Auswirkung hat. Dann gibt es die Risiken, die höchstwahrscheinlich auftreten und uns etwas kosten werden. Hierfür plant man Kosten im Voraus ein, damit Negativfolgen auf das Projekt verhindert werden können. Dafür ist der Risikotopf vorgesehen, den ich zu Beginn angesprochen habe.

Autor: Können Sie konkrete Beispiele nennen, in welchen Fällen welche Bewältigungsstrategie verfolgt wird?

Interviewpartnerin: Das kann man generell nicht so sagen. Es zeichnet sich aber ein Muster ab. Die Risikoübertragung ist oftmals eine Verhandlungssache mit Projektstakeholdern wie dem Kunden oder Lieferanten. Ähnlich ist es bei der Risikovermeidung. Dort werden Risiken gezielt ausgeschlossen, sodass ich entweder einen anderen Ansatz wählen muss oder einen Teil des Projektumfanges nicht durchführe. Es gibt oftmals Risiken, die wir gerne transferieren oder ausschliessen möchte. In der Praxis ist dies aber oftmals nicht möglich.

Autor: Noch eine Verständnisfrage. Was gibt es bei der Risikoübertragung besonders zu beachten?

Interviewpartnerin: Wichtig zu beachten ist, dass Risiken wieder zurückkehren können. Wenn beispielsweise ein Risiko an den Subunternehmer übertragen wurde, er aber den Bau nicht hinkriegt, dann kommt das Risiko automatisch wieder an uns zurück. Obwohl das Risiko transferiert wurde, heisst das nicht, dass wir keine Verantwortung gegenüber dem Kunden mehr tragen. Dem Kunde ist es egal, wenn der Subunternehmer das Projekt nicht umsetzt, weil wir als Projektumsetzer im Vertrag des Kunden stehen. Umso wichtiger ist es, dass die Verträge stimmig sind, um Vertragsrisiken zu vermeiden. Beispielsweise wäre es nicht zielführend, wenn der Subunternehmer beliebig Kosten nachverrechnen kann, obwohl man ein Kostendach vereinbart. Leider sind aber versteckte Vertragsklauseln in Verträgen im Baugewerbe sehr verbreitet. Deshalb müssen nicht nur die Anwälte, sondern auch der Project Manager von möglichen Vertragsrisiken Kenntnis haben.

Autor: Ich verstehe. Was für Fälle gab es, wo Sie Risiken akzeptierten?

Interviewpartnerin: In Projekten werden viele kleine Risiken mit geringer Auswirkung akzeptiert. Das gesamte Projektmanagement ist Risikomanagement, weil das Projekt selten so abläuft, wie man es geplant hat. Beispielsweise ein Zugang funktioniert nicht, sodass man sich einen anderen Weg sucht, wie man ans Ziel kommt.

Autor: Dann zur letzten Teilfrage. Was sind Tools oder Methoden, die Sie für die Risikoüberwachung nutzen?

Interviewpartnerin: Innerhalb des Projekts liegt die Verantwortung der Risikoüberwachung beim Project Manager. Für die Überwachung werden bei uns Projektreviews quartalsweise oder öfters durchgeführt. Je nach Grösse gibt es auch noch einen Lenkungsausschuss. Zu Beginn des Projekts vereinbart der Projektleiter mit dem Kunden ein Project Target Agreement. Darin werden die Projektziele definiert und wie der Projektstatus resp. Projekterfolg überwacht wird.

Autor: Nutzen Sie weitere Tools wie beispielsweise ein Risikoregister?

Interviewpartnerin: Genau. Der Projektleiter führt für jedes Projekt eine Liste. In meiner Abteilung werden die Projektrisiken nicht aggregiert, weil es zu viele kleine Risiken gibt. Ich glaube aber in der Abteilung Siemens Mobility wird sicherlich eine solche Liste geführt.

Autor: Das wusste ich nicht. Dann noch eine letzte Frage. Wie Sie wissen, bin ich als stellvertretender Projektleiter im Raketenprojekt von ARIS tätig. Das Ziel meiner Bachelorarbeit ist es, das Risikomanagement im Raketenprojekt von Projektrisiken zu optimieren. Haben Sie Tipps, wie eine solche Risikomanagementstruktur aussehen könnte, die auch spätere Raketenprojekte nutzen könnten?

Interviewpartnerin: Ich würde mir zuerst einmal überlegen, welche Risiken überhaupt eintreten können oder bereits eingetreten sind. Hier kann man frei überlegen und auch auf vergangene Projekte zurückblicken. Dann würde ich die Risiken notieren und versuchen in grössere Risikokategorien zu unterteilen. Beispielsweise Vertrags- und Budgetrisiken, HR- und Ressourcen-Risiken. Danach würde ich versuchen die Risiken zu bewerten. Eigentlich kann man dem Risikoprozess folgen.

Autor: So etwas in der Art habe ich mir auch überlegt.

Interviewpartnerin: Im Prinzip läuft es immer nach demselben Schema ab. Sei es beim Bau einer Küche oder des eigenen Hauses. Man überlegt sich immer, was kann schief gehen. Ein wichtiger Punkt, welchen wir noch nicht besprochen haben, sind die «Lessons Learned» aus den Projekten. Gerade weil es praktisch unmöglich ist, jedes Risiko vorherzusagen ist es umso wichtiger, dass man nach Projektvollendung zurückblickt und überlegt, was war gut und was hätte man anders machen können. Ziel ist es aus den Projekten zu lernen, sodass man nicht immer dieselben Fehler macht.

Autor: Wichtiger Punkt.

Interviewpartnerin: Abschliessend möchte ich noch darauf eingehen, dass jeder Stakeholder innerhalb des Projektes seine eigenen Ziele und Motive verfolgen. Diese Ziele und Motive müssen nicht zwingend deckungsgleich sein. Genau dadurch können unterschiedliche Risiken entstehen.

Autor: Ja, das fiel mir auch auf in ARIS. Insbesondere Misskommunikation aufgrund sprachlicher Barrieren oder anderen Werten, da wir sehr international sind.

Interviewpartnerin: Ja genau. Das kann ein Risiko aber gleichzeitig auch eine Chance sein. Gerade im internationalen Umfeld, kann es vorkommen, dass man A sagt und die Person gegenüber B versteht. Misskommunikation ist ein häufiges Risiko in internationalen Projekten. Bezüglich der Risikostruktur in ARIS empfehle mit Projektbeteiligten darüber zu sprechen. Mögliche Risiken zu identifizieren ist ein kreativer Prozess. Das kann man nicht allein im stillen Kämmerlein erarbeiten.

Autor: Auf jeden Fall. Ich werde auch noch mit ARIS-Mitgliedern Interviews diesbezüglich führen. Dann wären wir am Ende. Ich bedanke mich für den spannenden Austausch.

Interviewpartnerin: Ich danke Ihnen, war sehr spannend.

8.4.4 Interview Person D (RUAG AG)

Author: Let's start with the first question. Maybe you can give us an overview about your career and achievements during your role as a project manager in the industry.

Interview partner: Yes. I started 17 years ago at RUAG system engineer. In that time, I worked mainly on robotic projects and ESA programs for feasibility study. Then I was involved in bigger projects for high precision space mechanism. For 15 years I am in project management of space robotic projects for the European Space Agency. I am also responsible for the mission on Mars, concept study for the moon and the International Space Station. For three years I am a technical risk manager at 50% that allow me to have a broader overview what other project are doing and how they are managing risks.

Author: Perfect, thank you so much. What are your daily tasks in RUAG?

Interview partner: I have two positions. One position is engineering lead. I have the lead over a bigger team where I decide how many people do I need for which task, how can do what and based on meetings we decide which problems we have and how we can solve them. For example, now we are in production phase where I have to decide how to handle risks, do we start with the production although the qualification is not finished or shall we wait. So, those are those decisions where a lot of information are needed by the management, and I try to bring this information. At the same time I am also a risk manager. As a risk manager I do two things. First, I provide a service for my company. If people do not know how to handle with risks, they can involve me in their projects, and I take care of the risk management. I also provide a service how to better share knowledge, because sometimes people are becoming expert on a topic and this knowledge needs to be shared within the whole teams. This is also a way how to minimize risks. Plus, I try to harmonize how to handle risk. So, if we have 50 different projects that people do risk management in a similar way.

Author: Alright, let's continue to the second part. First. What do you understand by the word risk management process?

Interview partner: Well, in my opinion, risk management process is a process where a risk undergoes a row of steps from planning or identification until closing.

Author: Short and precise answer. How is the risk management process structured at RUAG?

Interview partner: First, we identify and assess risks. Sometimes there is also a planning phase before. Then we plan how to respond to those risks and execute the risk response afterwards. During the monitoring and controlling phase we decide if corrective or preventive action is needed. If yes, we start again at identification phase. If no, we close the risk, sit together, and discuss the «Lessons Learned».

Author: Alright, very similar to the process in theory. Let's continue to the main part. First, I want to find out how you plan risks at RUAG during a project?

Interview partner: It depends on what you mean with planning. Let me share my screen. Can you see it?

Author: Yes.

Interview partner: So, this is a standard process how to manage risks. As you said, the first step is the plan the risks. Not every project should reinvent the planning. The planning should be kind of an awareness that you have to run the process. But for me the process is from step 2 to 6. In the daily business the point 1 is not skipped but it exists in the company. However, projects start with identifying risks.

Author: Okay, I see. So, you are saying that planning risks isn't a very essential part of risk management at RUAG?

Interview partner: It was maybe one point of time but now the risk management plan exists, and it don't have to be redone for new projects except if the plan doesn't work. Since all projects have different risks, you have to identify them, so the work starts here.

Author: Makes sense, thanks for the explanation. This leads me to my second question. How do you identify risks during projects and which tools do you use?

Interview partner: We have two approaches. One is the FMEA. The idea is that we make a meeting with all the experts, and we ask all those experts which risks exists. Also, during the project, we can reevaluate for example if somebody says: "The door in the cleaning room isn't closing well." Maybe there is a risk of contamination. In this case we put the risk in the FMEA. In the FMEA we evaluate a criticality, probability and sometimes

detectability. The FMEA is only the tool to take decisions. Every risk that is in green part of the risk matrix will be accepted. Everything that is in the yellow category we will make an action to reduce the risk for example we need an additional sensor to detect a risk or an extra test. If the risk is in the red part, we need to involve management because it's a threat for the project. During the project we ask the engineers every week what problems and risks are currently ongoing. The information we get will be analyzed in a SWOT-analysis. Since people usually don't like risks, because risks have negative impact on the project, they often forget to take risks. As a risk manager I often have to remind them to take risk because it can also have a benefit. For example, we have to accept the risk of trying a new motor which is more efficient. If the motor works in our system, we have a new well-functioning and very efficient motor which we can propose to our customers. Therefore, we have to balance the threat and benefit in order to decide what to do. So, risk identification is bottom up which means its coming from the team. Everyone has to contribute and has to fill in the risk register or FMEA.

Author: I see. In ARIS we have a FMECA for the technical risks. In which case do you use FMEA and when FMECA?

Interview partner: There is sometimes a confusion. Normally, in the ESA standard the FMECA is done for the product at delivery. This is helpful for the customer. However, we use it in a different way. What we want to see is, what risks we have during the project not in the product. We use FMEA template and modify it that it fit during the project. In the FMECA you have to assess the criticality because the risk already exists and therefore you cannot reduce the risk anymore. However, the project FMEA is different. The work is in progress and if you see a risk you can try to reduce it. Therefore, we assess the criticality seldom.

Author: I understand, thanks for showing me the difference how you use these tools at RUAG. What would say are risks which are very severe and have a high negative impact on the project success? Theory calls such risks "Black Swans".

Interview partner: In my experience, if you identify the risks and weight it properly you eliminate all those. However, sometimes what can occur is something that nobody has thinking about it. Then we have a problem, because we don't have a mitigation plan or a plan B which can lead to project delays and high costs. During development, qualification and recurring phase where we deliver flight models to a customer, risks are usually low.

If a risk occurs, we detect it. Therefore, we sometimes assess the detectability in the FMEA. Big problems occur when we deliver a lot of hardware to the customer, but the qualification phase is not finished and then we realize that the lifetime of the product is not successful. The consequence is you have to call back the material from the customer you have to find a solution. This can be very severe.

Author: Interesting point. How do you assess risks in a quantitative and qualitative way? Quantitative would be for example numerical analysis like Monte Carlo simulations or decision trees. Qualitative risk assessment could be with a creative brain storming sessions, meetings or prioritization.

Interview partner: Sometimes we use Monte Carlo if there is a mathematical way to assess the risk. It's a well tool to see for example how many products of 100 produced entities are problematic. Like a tolerance analysis. Usually, we use Monte Carlo to do the weighting properly. However, in the FMEA there is always a probability which either can be assessed mathematically or by engineering judgment. Most of the time we assess the probability by engineering judgment. People have a different feeling about how critical is a risk and how to weight it properly. Therefore, my task is to harmonize these numbers companywide in all projects.

Author: Interesting. Were there also cases where you had to assess risks in a qualitative way?

Interview partner: Well, the FMEA is doing a pareto and automatically makes a prioritization of the risks. We don't rediscuss prioritization since the work is done properly through the FMEA.

Author: Makes sense to not do the work twice. This leads me to the second part: risk mitigation and controlling. How do you mitigate risks during projects and how do you come up with new mitigation strategies?

Interview partner: Normally you have a nice excel sheet with all the risk. The most difficult part, however, is the put the strategy into action. First, you have to find ideas, how to mitigate the risk. This is normally coming from an expert or the team. If I go back to my example. You have a cheap motor from a supplier with no space experience. One risk mitigation plan could be to look at other supplier with space experience and make the interface such that you easily eject the motor. In case the cheap motor failed you have an

expensive motor, but you know it worked. Having a plan B can be a risk mitigation strategy. Another way how to mitigate risk is to test the product or hire an analysis team which analyze potential mitigation strategies. However, it is very important that people are actually working at the risk mitigation. Often in this phase we have conflicts because the project manager has more interest in running the project than mitigating risks or doesn't see the advantage of mitigating risks. At the start of the project, you can provision money and use this money to mitigate the risk. Its better to spend now 10'000 CHF to mitigate the risk as paying a million afterwards.

Author: Okay, I see the difficulty in actually executing mitigation strategies. And how do you avoid risks at RUAG?

Interview partner: It depends. Normally, risks in the red category we don't want to take. It can be also other risks where we see that the threat in the SWOT-analysis is too high compared to the advantage. In this case we discuss it in the team and decide not to go for it. Then you select another option. That's the best way to avoid a big risk.

Author: Could you give me an example when you avoided a risk?

Interview partner: Sure. When we receive request form a customer for a new project. Then we have to decide if we want to work in this new field or not. If this field is too far away from our expertise or if we don't have the right or enough people we decide to not take the project and avoid the risk.

Author: Okay, didn't know that. Thanks for the example. At the beginning you mentioned that risk which are in the green category will be accepted. Could you give me an example?

Interview partner: Yes. For example, use of material. If we go to the limit of the material. You can have a very high criticality, because if material breaks in space that would be disastrous and at the same time a very low probability per analysis. In this case we accept the risk and don't want to do a test, because it would take to much time. A lot of risks that we have to accept are related to lifetime, because you cannot test any failures.

Author: Where there also cases where you had to share risks with other projects stakeholders?

Interview partner: Yes, it happened. Not that often but at least I know one example from an ESA project where we had very little time to develop the product. We told them that

the price will be very high since we had a lot of risks to take. So, you can determine the amount of money we need in order to feel confident taking all those risks. If the risk doesn't occur the customer can keep the money. If it does, you can use it to mitigate the risks. This means the customer is paying a percentage of the weighted risk in advance plus to the costs of the product.

Author: Alright. Thank you. Quick question: Do you use the ESA or NASA risk management handbook at RUAG?

Interview partner: Well, in general we use the ESA handbook due to geographical reasons. However, there are also projects coming from U.S. customers. In that case we use the one of NASA. But the logic behind these two handbooks is very similar with little difference.

Author: This brings me to my last questions which is: How do you monitor risks during a project cycle?

Interview partner: We have two tools. One is the FMEA and then we link it to action because the action has to be placed with people working on it. Then we keep them at deadline. Usually, all risks have to be mitigated until CDR, the critical design review before we qualify a unit. At the CDR we review all the risks. The second tool is our weekly meeting where we evaluate the risks. Every risk has a cockpit. Normally, the system engineer reports the ongoing risks. If I see a red risk, I call them and intervene.

Author: Very practical approach, I see. Do you also have audits or additional meetings in order to track risks?

Interview partner: Yes, we have. The risk audit is done at the milestone meeting. We review the risks at our milestone meetings PDR, CDR & qualification review. And of course, as said, the weekly reporting.

Author: Okay. But in which specific reviews do you present or discuss risks?

Interview partner: Normally, risks occur until qualification review. After this review there shouldn't be any risks since the product will be delivered to the customer. Normally, we push that most of the risks are mitigated up to CDR.

Author: I understand. So, I have one final question. As you may know, my goal is to optimize risk management at ARIS in the rocket project. Do you have any inputs how to establish a structure or template for project risk management?

Interview partner: From what I know is that project risks are being managed by a risk register. It is working very similar like an FMEA with the difference that the inputs are coming from project management and not from system engineers. For project management risks a risk register is advisable. They measure the impact of schedule, impact due to the people or supplier availability. The weighting and impact are a bit different.

Author: Would it be advisable to copy the excel formula from the current FMECA list?

Interview partner: Yes, the risk register at RUAG is also an excel sheet. These risks are more linked to money whereas the risks from the FMECA or FMEA are more linked to mitigation action.

Author: Alright, thanks. In this case I have no further questions and I would like to thank you for your time. Do you have any questions?

Interview partner: Actually, yes, I have one. What severe risks did you face since you are part of the rocket team?

Author: Interesting questions. Well, in my opinion people availability is a black swan. In the beginning of October 2021, three weeks after the project started, my project manager decided to leave the team from one day to another. This was very critical for the project since we were two deputies with no technical experience and had to run a rocket project. Also, money limitations and the worldwide scarce of computer chips were risks which delayed our project.

Interview partner: Yeah, people availability can be very tricky. I am also improving on knowledge transfer at RUAG by reminding the people to do a proper documentation.

Author: Yes, documentation is key. Alright, in this case I have no further questions and I would like to thank you for your time.

Interview partner: Thanks for your questions and I wish you all the luck for your project and launch at SA Cup in New Mexico.

8.5 Interviewleitfaden (ARIS-Mitglieder)

Interviewleitfaden ARIS-Mitglieder

Begrüßung und Einleitung (3')

- Ziel der Interviews ist zu untersuchen, wie Risikomanagement bisher in Raketenprojekten gehandhabt wurde und welche Risiken besonders zu beachten sind. Weiter gilt es zu klären, wer für das Risikomanagement innerhalb des Raketenprojekts verantwortlich ist und inwiefern das Safety Advisory Board (SAB) in ARIS einzugliedern ist. Letztendlich sollen Ansätze für die Optimierung des jetzigen Risikomanagements aufgenommen werden.
- Definition Risikomanagementprozess:
«Risikomanagement ist ein fortlaufender Prozess, worin Risiken geplant, identifiziert und analysiert werden. In der Analysephase ist zwischen qualitativer und quantitativer Risikoanalyse zu differenzieren, wobei die quantitative Untersuchung optional ist. Daraus werden entsprechende Strategien zur Risikobewältigung geplant und umgesetzt. Während des gesamten Prozesses werden die Risiken mittels Kontrollmassnahmen überwacht.»
- Die Interviews sind wie folgt aufgeteilt:
 - Risikomanagement in ARIS – Status quo
 - Verantwortlichkeiten im Risikomanagement
 - Vergangene und künftige Risiken im Raketenprojekt
 - Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte
- Verwendung Personenangaben und Tonaufnahme: Im Vorfeld des Interviews wurde eine Bewilligung für die Verwendung der Personenangaben und Tonaufnahme eingeholt.

1. Risikomanagement in der ARIS – Status quo (9’)

Zunächst möchte ich in Erfahrung bringen, wie zurzeit Risikomanagement betrieben wird.

Nr.	Leitfrage	Memo	Aufrechterhaltungsfragen
1.1	Was verstehst Du unter Risikomanagement in Projekten?		
1.2	Inwiefern besteht im Raketenprojekt ein Risikomanagement?		Wie hat sich das Risikomanagement über die Jahre in den Raketenprojekten entwickelt? Wer legte die Grundstrukturen des Risikomanagements fest?
1.3	Wie wird derzeit Risikomanagement im Raketenprojekt betrieben resp. wie wurde damals Risikomanagement betrieben?		Welche Ansätze des Risikomanagementprozesses siehst Du im derzeitigen oder bisherigen Raketenprojekten?

Tabelle 12: Risikomanagement in der ARIS – Status quo

2. Verantwortlichkeiten im Risikomanagement (6')

In diesem Abschnitt soll geklärt werden, wer für das Risikomanagement von technischen Risiken und Projektrisiken verantwortlich ist und wie die Rolle des SAB innerhalb von ARIS zu verstehen ist.

Nr.	Leitfrage	Memo	Aufrechterhaltungsfragen
2.1	Wie sollten die Verantwortlichkeiten im Risikomanagement im Raketenprojekt geregelt sein?		<p>Wer sollte für technische Risiken und wer für Projektrisiken verantwortlich sein?</p> <p>Sollten technische Risiken und Projektrisiken separat betrachtet werden?</p> <p>Wie wurden die Verantwortlichkeiten in bisherigen Projekten geregelt?</p>
2.2	Was ist die Rolle des SABs im Risikomanagement?	Unvollständiges Risikoregister und -Analyse gemäss Project Processes Handbook	<p>Welche Verantwortlichkeiten hat das SAB?</p> <p>Inwiefern gehört das Risikomanagement in den Verantwortungsbereich des SAB?</p> <p>Weshalb gibt es ein SAB auf Board-Stufe?</p>

Tabelle 13: Verantwortlichkeiten im Risikomanagement

3. Vergangene und künftige Risiken in Raketenprojekten (6')

Hierbei soll geklärt werden, welche vergangene Risiken auftraten und wie man damit umging. Weiter soll geklärt werden, welche Risiken in Zukunft auf das Raketenprojekt zukommen können.

Nr.	Leitfrage	Memo	Aufrechterhaltungsfragen
3.1	Welche (gravierende) Risiken traten in vergangenen Raketenprojekten ein und wie wurde damit umgegangen?	Bewältigungsstrategien	
3.2	Welche (gravierende) Risiken könnten auf künftige Raketenprojekte zukommen?		

Tabelle 14: Vergangene und künftigen Risiken in Raketenprojekten

4. Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte (15')

Im letzten Themenschwerpunkt soll geklärt werden, wie das Risikomanagement in künftigen Projekten optimiert werden kann. Dabei wird insbesondere auf die benötigten Tools zur Planung, Identifikation und Analyse eingegangen. Weiter soll geklärt werden, wer und wie viele für das Risikomanagement im Raketenprojekt verantwortlich sein sollen. Zudem soll herausgefunden werden, was zielführende Tools zur Risikoüberwachung wären und inwiefern die Einführung eines systematischen Risikomanagements für ARIS mehrwertstiftend ist.

Nr.	Leitfrage	Memo	Aufrechterhaltungsfragen
4.1	Wie sieht ein funktionierendes Risikomanagement im Raketenprojekt aus?		Sollten technische Risiken und Projektrisiken getrennt betrachtet/betrieben werden?
4.2	Welche Tools, Hilfsmittel oder Methoden würden benötigt werden, um Risiken im Raketenprojekt zu planen, identifizieren und analysieren?	FMEA, FMECA, Fehlerbaumanalysen, Meetings	
4.3	Wie könnte man Risiken während des Projektzyklus überwachen?	Risikoregister, Meetings, Audits	
4.4	Welche Vor- und Nachteile siehst Du in einem systematisch geführten Risikomanagement?		

Tabelle 15: Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte

Abschluss & Danksagung (2')

- Abklärung, ob Interesse an der Arbeit nach deren Vollendung besteht.
- Bedankung für die Zusammenarbeit.

8.6 Interviews mit ARIS-Mitgliedern

8.6.1 Interview Aaron Ehrat

Dominic: Dann lass und mit dem Interview beginnen. Zunächst möchte ich von Dir wissen, was Du unter Risikomanagement in Projekten verstehst.

Aaron: Darunter verstehe ich das Erkennen und Beurteilen von bestehenden und potenziellen Risiken und diese systematisch zu erfassen.

Dominic: Besten Dank. Inwiefern besteht Deiner Meinung nach ein Risikomanagement im derzeitigen oder früheren Raketenprojekt(en)?

Aaron: Zurzeit wird ein Risikomanagement anhand einer FMECA betrieben und wird auf verschiedenen Stufen ausgefüllt. Meines Wissens wird in Raketenprojekten seit drei Jahren mit der FMECA Risikomanagement betrieben. Über die Jahre hat sich dieses Tool jedoch weiterentwickelt. Bisher sah ich die Problematik, dass die Teams oftmals zu wenig motiviert sind, eine grosse Excel Liste auszufüllen und Risiken, die sehr hypothetisch sind, zu beurteilen.

Dominic: Ja, das FMECA habe ich auch bereits konsultiert. Dann eine etwas schwierigere Frage. Wie hat sich das Risikomanagement seit vergangenem Jahr entwickelt hat?

Aaron: Ein wichtiger Schritt war, dass man in diesem Zyklus nicht einfach die bestehenden Risiken kopiert hat. Vor allem in vergangenen Raketenprojekten herrschte die Praxis, die Risiken eins zu eins zu übernehmen. In diesem Zyklus haben die Teams die Risiken neu beurteilt und auch neue Risiken identifiziert. Das blinde Übernehmen von Risiken sehe ich als grosse Gefahr, weil man zwar eine Risikobeurteilung hat, die aber möglicherweise nicht mehr aktuell ist. Das derzeitige Team zwar auch die alte Risikoliste konsultiert, allerdings nicht punktuell übernommen. Sie haben jedes Risiko neu beurteilt.

Dominic: Ja das Copy-Pasting erachte ich auch als problematisch. Du hast die FMECA genannt. Sahst Du noch weitere Anhaltspunkte, wo Risikomanagement betrieben wurde? Beispielsweise Meetings oder Hilfstoos.

Aaron: Letztes Jahr gab es Workshops zu Risikomanagement. Mir ist nur das FMECA als Tool innerhalb der ARIS bekannt. Wertvolle Inputs kommen jedoch auch aus Team internen Meetings, worin die einzelnen technischen Risiken diskutiert und

Bewältigungsstrategien erarbeitet werden. Letztes Jahr hatten wir noch ein extra Meeting vor dem EUROOC mit allen Mitgliedern, die an der Competition teilnehmen. Darin wurden spezifische Risiken auf die Competition bezogen diskutiert und eingestuft. Dies war sehr hilfreich.

Dominic: Alles klar. Wer war dann alles in den Risikoworkshops beteiligt?

Aaron: Dazumal lag die Verantwortung bei den System Engineers und Testing Officer, weil es sich um technische Risiken handelte.

Dominic: Besten Dank. Dann gehen wir in den zweiten Teil. Wie sollten Deiner Meinung nach die Verantwortlichkeiten im Risikomanagement geregelt sein?

Aaron: Ich sehe das Risikomanagement in der Verantwortung des Projekt Managers. Dabei sollte der Projekt Manager nicht das ausführende Organ sein, sondern die Team Leaders, System Engineers und Safety Officers. Diese müssen die technischen Risiken in der FMECA eintragen und Lösungsvorschläge erarbeiten. Der Project Manager ist lediglich für das Controlling zuständig. Anders sieht es bei den Projektrisiken aus. Dort sollte der Project Manager den Lead haben.

Dominic: Alles klar. Verstehe ich das richtig, dass es sinnvoll wäre, die technischen Risiken von den Projektrisiken zu trennen resp. separiert zu managen?

Aaron: Gute Frage. Ich finde das Trennen und separate Beurteilen einen sinnvollen Vorschlag. Allerdings bin ich mir nicht sicher, ob die FMECA das geeignete Tools ist für Projektrisiken.

Dominic: Aus den Interviews mit Praxisvertreter der Industrie konnte ich raus hören, dass die Grundstruktur der FMECA sinnvoll sei, allerdings ohne den Criticality Index, also eine FMEA.

Aaron: Ja, das ergibt Sinn. Der Criticality Index wird auch in den Raketenprojekten eher beiläufig betrachtet.

Dominic: Alles klar. Wie siehst Du dann die Rolle des Safety Advisory Boards in Bezug auf das Risikomanagement im Raketenprojekt?

Aaron: Schwierige Frage, denn das SAB wurde im Verlaufe des letzten Projektzyklus aufgesetzt. Diesen Projektzyklus haben zum ersten Mal ein SAB, das während des

gesamten Projektzyklus besteht. Mittlerweile hat das SAB auch bereits einige Anpassungen durchlaufen. Da aber derzeit nur zwei Mitglieder – statt sechs wie im Vorjahr – tätig sind, ist es schwierig Risikomanagement zu betreiben. Im Optimalfall hat das SAB eine unterstützende Funktion, da die Verantwortung der Risiken auf Projektseite liegt. Sie helfen im Aufsetzen von Risiken, was besonders zu Beginn des Projektzyklus stattfindet. Weitere Funktionen wie Risikobeurteilungen von technischen Risiken oder Projektrisiken sehe ich angesichts der Tatsache, dass sie zu zweit sind, derzeit nicht.

Dominic: Also unterstützt das SAB die Projekte bei den Vorbereitungsmaßnahmen von technischen Risiken?

Aaron: Genau.

Dominic: Alles klar. Weshalb ist das SAB auf Board Stufe angegliedert?

Aaron: Das hat damit zu tun, weil wir sechs Projekte haben und das SAB als übergeordnete Einheit allen Projekten dienen soll. Man könnte sich auch überlegen, ein SAB in jedem Projekt zu integrieren. Dann müsste man sich allerdings fragen, was der Safety und Testing Officer noch zu tun hätte.

Dominic: Ich verstehe. Lass uns mit dem nächsten Teil fortfahren. Welche Risiken traten in vergangenen Raketenprojekten ein und wie wurde damit umgegangen?

Aaron: Technische Risiken in Bezug auf den Motor konnte mein Team und ich früh erkennen, weil wir auch von Coaches betreut wurden. Daher konnten wir Risiken bereits vor ihrem Eintritt vermeiden. Auf Projektebene gibt es noch grösseres Potenzial. Gerade Risiken die mit der Pandemie zu tun haben.

Dominic: Hast Du konkrete Beispiele?

Aaron: Oftmals waren das Risiken, welche wir nicht im Voraus planen konnten, weil die Umstände neu waren. Beispielsweise als wir letztes Jahr mit einer Hybrid-Rakete das erste Mal am EuRoC teilnahmen, gab es plötzlich Risiken wie Gasimport in Portugal. Solche Risiken sind sehr schwer zu erkennen. Man wird schlauere indem man die Fehler macht, so wie wir damals.

Dominic: Und bezogen auf künftige Raketenprojekte, wo siehst Du da Risiken?

Aaron: Ich würde sagen sicherlich Lieferfristen und Produktionsfehler auf Seiten der Hersteller sind und werden weiterhin Risiken bleiben, die den Projekterfolg erheblich gefährden. Man sieht es am Beispiel des Engine-Teams von diesem Jahr. Die gaben ein schwer herzustellendes Teil mehrmals in die Produktion bei einem Sponsors, weil während den Tests es immer wieder kaputt ging. Solche Risiken werden auch in Zukunft problematisch sein, weil wir im Raketenteam mit einer sehr engen Timeline arbeiten. Ich sehe Risiken in der Logistik, weil diese jedes Jahr anders durchgeführt wird. Da ist der Wissenstransfer enorm wichtig. Natürlich ist auch die weltweite Knappheit von Halbleitern ein grosses Risiko für das Raketenprojekt. Allerdings wurde in diesem Projektzyklus das Problem frühzeitig erkannt, sodass man bereits Wochen im Voraus mit der Bestellung angefangen hat.

Dominic: Siehst Du auch das HR als Risiko? Der kontinuierliche Nachwuchs ist ja keine Garantie.

Aaron: Gute Frage. Es kann resp. wurde zu einem Risiko dieses Jahr. Wir hatten in diesem Zyklus bei einigen Projekten Schwierigkeiten gewisse Positionen zu besetzen. Hierfür braucht es genügend Planung, um das Risiko zu minimieren. Da auch das Angebot an Projekten an der ETH wächst, wächst auch die Konkurrenz für ARIS. Deshalb wäre es zielführend die Studenten in ARIS möglichst lange zu binden, um den Wissenstransfer und auch die benötigten Kapazitäten sicherstellen zu können.

Dominic: Genau, je höher die Fluktuationsrate desto schwieriger das Wissensmanagement.

Aaron: Gut formuliert. Deshalb ist die Dokumentation sämtlicher Prozesse so wichtig. Genauso wichtig ist, dass diese Dokumente auch in den Ablagen gefunden und gelesen werden. Das ist zurzeit noch nicht optimal. Das wird auch in Zukunft problematisch bleiben, wenn die Übergabe nicht sauber erfolgt.

Dominic: Besten Dank. Dann noch zum letzten Teil, und zwar der Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte. Wie sieht für Dich ein funktionierendes Risikomanagement aus?

Aaron: Hierfür ist ein offener Austausch essenziell der immer im Dialog stattfindet. Risikomanagement muss im Team geschehen und möglichst viele Leute inkludieren. Zudem müssen Erfahrungen aus früheren Projekten inkludiert werden, weil ARIS ein

schnelllebiger Verein ist und viele Leute nach einem Jahr wieder gehen. Das Risikomanagement muss frühzeitig geschehen, Erfahrungen mitbeziehen und möglichst viele Leute inkludieren.

Dominic: Das bringt mich gleich zur nächsten Frage. Mit welchen Hilfsmittel könnte man Risiken in künftigen Raketenprojekten planen, identifizieren und überwachen? Ich meine, gerade die Identifikation entsteht ja nicht, indem man lediglich die FMECA ausfüllt, sondern ist eher ein kreativer Prozess.

Aaron: Ja, guter Punkt. Gerade die Planung und Identifikation der Risiken sollte meiner Meinung nach im Austausch passieren. Hierfür braucht es gezielte Meetings, worin die Risiken diskutiert resp. identifiziert werden. Danach kann man die Risiken in ein entsprechendes Tools integriert werden. Das muss nicht zwingend eine FMECA oder FMEA sein. Ich habe die Erfahrung gemacht, grosse Excel-Listen nicht sehr beliebt sind in ARIS, weil es einfach bereits zu viele gibt. Sie machen das Projekt schwerfällig und träge.

Dominic: Ja, das fiel mir auch auf. Bis wann sollten dann die Risiken bewältigt sein? Das Project Processes Handbuch empfiehlt bis spätestens zur CDR.

Aaron: Ja, das wäre der Optimalfall. Da Risikomanagement ein kontinuierlicher Prozess ist, kann es vorkommen, dass gewisse Risiken auch erst nach der CDR noch bewältigt werden müssen, weil diese erst nach der CDR auftraten. Wir werden es diese Woche beim Dry-Launch sehen. Auch da werden neue Risiken auftreten. Risiken können vom ersten bis zum letzten Tag des Projekts auftreten und müssen individuell beurteilt werden. Der grösste Teil wird aber bis zur CDR bewältigt und entsprechend präsentiert.

Dominic: Alles klar. Wer und wie viele Personen sollten für das Risikomanagement verantwortlich sein?

Aaron: Hauptverantwortlich für die Überwachung ist der Project Manager. Dies gilt für technische Risiken wie auch Projektrisiken. Optional können auch die Deputy Project Managers bei den Projektrisiken mitwirken. Die Ausführung der technischen Risiken liegt in der Verantwortung des Safety Officers und den Team Leadern.

Dominic: Ich möchte hier gleich anknüpfen. Wie würdest Du Dir dann eine effiziente Risikoüberwachung während des gesamten Projektzyklus vorstellen?

Aaron: Ich denke auch hier ist der Austausch wichtig. Wenn man es schafft, dass Leute, die Risiken im Kopf haben, diese im Austausch aufbringen, ist ein grosser Schritt getan. Dies kann in Team internen Meetings, im Coordination-Meeting oder in Risikoworkshops geschehen. Wenn dieser Austausch zusammen mit einem effizienten, nicht trägen Tool konsequent stattfindet, genügt das bereits und würde das Risikomanagement erheblich verbessern.

Dominic: Also, sollte man ein separates Meeting einführen, worin nur die Risiken besprochen werden?

Aaron: Ja, das ist eigentlich eine gute Idee. Die Frage ist wie häufig es dieses Meeting braucht. Aus meiner Sicht wäre ein solches Meeting beispielsweise kurz vor oder nach dem Dry Launch sehr sinnvoll. Dadurch könnte man die bestehenden Risiken noch einmal aufgreifen, aktualisieren und allenfalls auch noch neue Risiken identifizieren. Es muss nicht zwingend ein wöchentliches Meeting sein. Sicherlich aber eine sehr gute Idee, welche man für dieses oder für das nächste Projekt aufgleisen könnte, resp. sollte.

Dominic: Alles klar. Und wer sollte an solchen Meetings teilnehmen?

Aaron: Also bei Projektrisiken sicherlich der Project Manager und optional auch die Deputies. Bei technischen Risiken würde ich es auf Stufe Team machen. Es könnte auch in das Coordination Meeting integriert werden, beispielweise alle drei Wochen. Dadurch hätte die Team Leaders auch den Austausch untereinander.

Dominic: Wertvolle Inputs. Dann noch zur letzten Frage. Welche Vor- und Nachteile siehst Du, wenn ein strukturiertes Risikomanagement in ARIS implementiert werden würde?

Aaron: Zum einen hätte man klare Risikoprozesse und zum anderen hätte man Dokumentationsmöglichkeiten, wo vieles sehr früh erkannt werden könnte. Die grosse Chance wäre, dass man Risiken viel früher minimieren könnte. Der einzige Nachteil, der mir einfällt, wäre, dass man womöglich in gewisse Risiken zu viel Zeit investiert, obwohl diese nur eine geringe Auswirkung mit sich bringen.

Dominic: Ja, ich verstehe diese Problematik. Gute Punkte. Dann wären wir bereits am Ende. Vielen Dank für Deine Zeit und die wertvollen Inputs!

Aaron: Ich danke dir, hat Spass gemacht und war interessant.

8.6.2 Interview Rick Röthlisberger

Dominic: Dann starten wir doch gleich. Was verstehst Du unter Risikomanagement in Projekten?

Rick: Darunter verstehe ich, dass man definiert, was die Timeline, verfügbaren Ressourcen und das Budget beeinflussen kann und diese Risiken in einem nächsten Schritt anhand der Wahrscheinlichkeit und des Schadensausmasses priorisiert und bewältigt.

Dominic: Gut auf den Punkt gebracht. Das bringt mich zur nächsten Frage. Inwiefern besteht zurzeit ein Risikomanagement im Raketenprojekt?

Rick: Risikomanagement wird im Raketenprojekt nicht auf einer aktiven, sondern mehr auf einer passiven Seite betrieben. Man ist zusammengesessen und hat aufgelistet, was die Projekt-Killer sind. Man denkt immer wieder daran, welche Risiken potenziell auftreten können. Mehr wird aber zurzeit nicht gemacht.

Dominic: Okay. Wie hat sich das Risikomanagement in den letzten Jahren verändert?

Rick: Wenn man ein Jahr zurückgeht auf Projekt PICCARD wurde Risikomanagement ähnlich betrieben, allerdings war die Priorisierung der Risiken noch nicht so ausgereift. In diesem Zyklus wurden die Projekt-Killer identifiziert und Bewältigungsstrategien vorgeschlagen. Von daher sehe ich ein klares Improvement im Vergleich zum Vorjahr. Vergangenes Jahr wurde meiner Meinung nach auch zu wenig vorausschauendes Risikomanagement betrieben. Sie hatten extreme Verspätung in der Produktion, was zu Verspätungen im Testing geführt hat. Klar haben wir auch Verspätungen, aber in einem deutlich geringeren Ausmass, da wir dieses Jahr wieder am SA Cup teilnehmen. Meiner Meinung nach sieht man, dass vor drei bis vier Jahren nicht wirklich Risikomanagement betrieben wurde. Es trat ein Risiko auf und wurde sofort eine Restoration-Strategy aufgestellt. Die Mitigation wurde ausgelassen, weil man sich keine Gedanken zu möglichen Risiken machte. Dies hat sich mittlerweile deutlich verbessert was wiederum auf den Erfahrungsberichten von vergangenen Jahren zu verdanken ist.

Dominic: Danke für die Erläuterungen. Wie wird im derzeitigen Raketenprojekt Risikomanagement betrieben resp. welche Tools und Hilfsmittel werden verwendet?

Rick: Bei Projektrisiken werden keine Hilfsmittel oder Tools verwendet. Weder in der Identifikation noch Bewältigung. Das Risikomanagement zurzeit ist sehr schlecht

aufgestellt, weil es auf dem Bauchgefühl von drei bis vier Schlüsselpersonen beruht. Werden Risiken von uns falsch gedeutet oder übersehen, besteht kein Sicherheitsnetz wie bei einem Tool, sondern entweder funktioniert es oder wir sind aufgeschmissen. Von Beginn an war das Besorgnis, ein funktionierendes System aufbauen zu können. Auf der anderen Seite muss gesagt werden, dass wir ein Studentenprojekt sind und Studierenden eine Plattform bieten möchten, um Neues zu lernen. Daher kann man davon ausgehen, dass die Studierenden zu Beginn nicht wissen, dass es ein solches Tool für Risiken bräuchte. Ein Studentenprojekt ist zwar flexibel und effektiv allerdings in Themen wie Dokumentation, Management etc. etwas nachlässig. Deshalb ja, ein so ein Tool fehlt stark. Auf der anderen Seite wäre ein solches Tool nicht an der richtigen Stelle in einem Studentenprojekt, weil es in einem fundamentalen Widerspruch steht, zu was ein Studentenprojekt ist. Es könnte das Projekt und den Fortschritt ausbremsen im Trade-Off für mehr Sicherheit.

Dominic: Sehr differenzierte Sichtweise. Du hast jetzt die FMECA nicht erwähnt. Sprachst Du soeben von Projektrisiken?

Rick: Ja genau. Ich bezog mich nur auf Projektrisiken. Bei technischen Risiken wird die FMECA angewendet. Dieses Tool wird allerdings nicht so gebraucht wie es gebraucht werden sollte. In der Regel setzen sich die Teammitglieder kurz vor den Reviews an einem Tag fünf Stunden an die Liste und quälen sich durch. Die Experten sehen dann ein paar Ausschnitte der FMECA in Form von Slides und befassen sich damit zwei Minuten. Das ist kein Risikomanagement. Eigentlich sollte aber jeden Tag mit dieser Liste gearbeitet werden. Beispielsweise wenn man eine technische Diskussion mit einem Kollegen hat und dort Risiken hervorgehen, sollten diese sofort in der FMECA integriert werden. Besonders in Studentenprojekten generiert eine sauber ausgefüllte FMECA erst im späten Drittel des Projekts wirklich einen Mehrwert. Da in der Regel beim Projektstart 48 von 50 Personen noch nie mit einer FMECA gearbeitet haben ist es schwierig, bereits zu Beginn den Leuten klarzumachen, dass diese Liste wichtig ist. Wenn die Mitglieder nicht der Ansicht sind, dass das Ausfüllen der Liste in ihrem besten Interesse ist, wird die Liste dementsprechend auch nicht geführt, weil es die Freizeit der Studierenden einschränken würde, zumal wir ein Verein sind und wir alle freiwillig arbeiten. Folglich arbeiten sie lieber an der Rakete oder am Design, anstatt sich mit Papierkram zu beschäftigen.

Dominic: Ja, Risikomanagement sollte nicht auf Zwang, sondern mit Überzeugung gemacht werden. Danke für Deine Inputs. Lass uns mit dem zweiten Teil, den

Verantwortlichkeiten fortfahren. Wie sollten die Verantwortlichkeiten des Risikomanagements im Raketenprojekt geregelt sein?

Rick: Das ist einfach beantwortet. Technische Risiken sind beim System Engineer und Projektrisiken beim Project Manager. Der Safety Officer ist sowohl für technische Risiken als auch Projektrisiken verantwortlich, welche die Gesundheit der Mitglieder und nahestehenden Personen betrifft.

Dominic: Also verstehe ich das richtig, dass technische Risiken von den Projektrisiken getrennt zu betrachten sind?

Rick: Die Linie kann manchmal sehr schwammig sein. Beispielsweise Lieferverzögerungen aufgrund der Pandemie wirkt zunächst wie ein Projektrisiko. Dies kann resp. wurde auch in der FMECA aufgeführt, weil es direkt auch das System vor Ort betrifft, beispielsweise Lieferpläne, also gewisse kritische Teile verschifft werden. Dann ist man schnell im technischen Teil drin. Das ist auch eine Definitionsfrage. Können technische Risiken nur aufgrund von technischen Fehlern auftreten und ein Projektrisiko ist alles andere? Oder ist der Einfluss des Risiko relevant? Dann könnte die Pandemie zusammen mit Lieferverzögerungen auch als ein technisches Risiko deklariert werden. Projektrisiken wären dann lediglich Risiken, die die Timeline beeinflussen und Geld kosten.

Dominic: Ja, die Theorie besagt zumindest, dass technische Risiken auf ein System zurückzuführen sind und Projektrisiken in der Regel finanzielle Auswirkungen haben.

Rick: Ich möchte die Definition auf nicht in Frage stellen. Ich bin einfacher der Ansicht, dass die Verantwortlichkeiten stark von der Definition abhängt. Beispielsweise auch wenn Lieferverzögerungen als Projektrisiko definiert wird, sind die Auswirkungen ganz klar technischer Natur und demnach sollten auch technische Leute darum kümmern.

Dominic: Gutes Beispiel, besten Dank. Dann möchte ich noch kurz auf das SAB eingehen. Wie versteht Du die Rolle des SAB bezogen auf das Risikomanagement?

Rick: Sobald ein Risiko beispielsweise für einen Test entsteht, unabhängig von der Wahrscheinlichkeit, wo Menschenleben in Gefahr ist, schaltet sich das SAB ein. Das SAB ist eine unabhängige, unbeeinflusste Gruppe, welche Empfehlungen über anstehende Tests aller Projekte an das Board weitergibt und die Testprozeduren und Sicherheitskonzepte im vorab prüfen. Sie identifizieren die Risiken nicht, sondern prüfen die Risikoeinträge

und Bewältigungsstrategien in der FMECA. Für die Identifikation ist der Project Safety Officer verantwortlich. Sie nehmen eine beratende Funktion ein und geben Empfehlungen an das Board ab. Beispielsweise kann das SAB empfehlen, den Test aufgrund von bestehenden Risiken nicht durchzuführen und das Board entscheidet sich dennoch dafür und umgekehrt. In 99.9% hört das Board aber auf das SAB.

Dominic: Ich verstehe, besten Dank für die Erklärung. Du hast mir auch gleich die Anschlussfrage, weshalb das SAB auf Boardstufe angegliedert ist, beantwortet. Im Handbook Project Processes besteht eine Randnotiz. Wart, ich sende Dir einen Screenshot. Was hat das zu bedeuten?

Rick: Das bedeutet, dass der Safety und Risk Plan vom Safety Officer noch zu erstellen ist. Mit Project Risks sind wohl die Projekt-Killers gemeint, was auf Projektleiterniveau zu erledigen ist. Das Einzige was diesbezüglich besteht, ist die drei Slides zu den Project Risks in der CDR Präsentation.

Dominic: Alles klar, danke für die Klarstellung. Dann im nächsten Teil geht es um Risiken. Welche Risiken sind in Vergangenheit eingetreten und wie ging man damit um?

Rick: Ich denke mal Produktionsverzögerungen traten sehr oft ein, was die Timeline negativ beeinflusste. Es gab noch kein Projektzyklus, wo dieses Risiko nicht mindestens zehnmal auftrat. Wichtig ist, dass diejenigen Designs, die fix sind, sofort rausschicken. Das macht vor allem die Designphase effizienter. Eine weitere Bewältigungsstrategie war, dass man mehrere Produktionssponsoren hat, falls einer abspringt oder die notwendigen Spezifikationen nicht hinkriegt. Ein weiteres Risiko war Corona und die damit verbundene Knappheit von Halbleitern. Das grösste Risiko, das in den letzten drei Jahren aufgetreten ist und eine Bewältigung für diese Knappheit gibt es nicht. Halbleiter selbst herzustellen ist unsererseits unmöglich. Zudem konnten wir wegen der Pandemie nicht am SA Cup 2021 teilnehmen. Ein weiteres Risiko war der Mitgliederabgang. Die Fluktuationsrate in den vergangenen war etwa ähnlich wie in HELVETIA.

Dominic: Ja, Du sprichst wichtige Risiken an. Wo siehst Du Gefahren für künftige Raketenprojekte?

Rick: Super Frage. Die Frage ist der Grund, weshalb ich als Project Manager schlaflose Nächte habe. Sicherlich Weltwirtschaftskrisen, der Ukraine-Krieg und ähnliche unvorhersehbare Ereignisse, die den gesamten Markt und Raumfahrtindustrie negativ

beeinflussen. Aufgrund des Ukraine-Kriegs sind wir beispielsweise zwei Monate in Verzug, weil ASTREA speziell gefertigte Ventile zu spät erhielt. Die Knappheit an Elektroingenieure sehe ich auch als Risiko. Man sieht es nicht nur im Avionics-Team sondern auch in Recovery und HRE. Allein im Raketenprojekt werden mindestens vier bis fünf Elektroingenieure benötigt. Da sehe ich das HR in der Pflicht die notwendigen Leute zu rekrutieren. Ein weiteres Risiko ist der Wissenstransfer. Das wurde letztes Jahr nicht erkannt. Dieses Jahr wurde es erkannt und es werden bereits Bewältigungsmassnahmen wie eine saubere Dokumentation umgesetzt. Die Frage bleibt allerdings, ob das genügt. Das werden wir erst im nächsten Projektzyklus erfahren. Auch sehe ich das Risiko, dass besonders zu Beginn des Projekts falsch eingeschätzt wird, wie hoch der Arbeitsaufwand ist und demnach zu wenig Personal rekrutiert wird. Also, dass man den Projektinhalt zu wenig gut kennt. Auch im Sponsoring sehe ich Risiken für künftige Projekte. Es gibt Sponsoren wie eine Maxon oder RUAG, die seit Jahren dabei sind und auch dies womöglich in fünf Jahren noch sind. Dann gibt es auch Sponsoren, die lediglich während einem Projektzyklus das Raketenteam unterstützen und danach nicht mehr. Der künftige Abgang von wichtigen Sponsoren ist klar ein Risiko für kommende Raketenprojekte. Ein weiteres Risiko ist, dass es nicht unendlich viele Firmen gibt, die Teile für uns produzieren oder sponsoren können. In naher Zukunft wird der Punkt erreicht sein, wo wir alle relevanten Firmen kontaktiert haben und keine Ausweichmöglichkeiten mehr bestehen.

Dominic: Super Punkte. Leider musste ich auch bereits die Erfahrung machen, dass ehemalige Sponsoren sich von ARIS zurückzogen. Ein Risiko, welches inskünftig äusserst problematisch werden könnte. ARIS-weit sind wir aktuell bei 1'100 kontaktierten Firmen. Früher oder später werden wir alle angeschrieben haben. Dann noch zum letzten Thema, und zwar der Risikooptimierung. Wie sieht Deiner Meinung nach ein strukturiertes Risikomanagement im Raketenprojekt aus?

Rick: Das ist eigentlich gar nicht so schwierig. Wunschvorstellung wäre, dass auf einem Wideboard die wichtigsten Projekt-Killers aufgeschrieben sind und das so platziert ist, dass jeder und jede diese Risiken sieht und jeden Tag daran vorbeiläuft. Dadurch hätten die Leute die wichtigsten Risiken jederzeit im Hinterkopf und machen sich Gedanken dazu. Man könnte in grossen, aber regelmässigen Abständen, beispielsweise alle zwei Monate, im Team zusammenkommen und diese Risiken überdenken und auch Alumnis einladen, um diese zu diskutieren. Das wäre nahe am Optimum.

Dominic: Simple Lösung. Welche Hilfsmittel oder Tools könnte für die Planung, Identifikation und Analyse der Risiken beigezogen werden oder würde das Wideboard auch hierfür genügen?

Rick: Also für mich persönlich wäre das Wideboard nicht genug. Grosse, träge Listen wie eine FMECA funktionieren in Studentenprojekte nun mal nicht so effektiv wie in der Corporate Environment. Damit müssen wir uns abfinden. Die perfekte Lösung für die Risikoplanung und -identifikation wäre ein Tool, wo man die Personen markieren könnte, welche für das jeweilige Risiko verantwortlich wären und Bewältigungsstrategien eintragen und auch dort wieder Leute markieren, die verantwortlich sind. Die Bewältigungsstrategien könnte man zu Testreports, neuen Designs etc. verlinken. Zudem wäre eine Art Flag-System hilfreich, wo automatisch eine Deadline für das Risiko definiert wird.

Dominic: Hierfür wäre wahrscheinlich Excel ein nützliches Tool. Allerdings wird die Realisierung eines solchen Systems ausserhalb meiner Fähigkeiten liegen.

Rick: Klar, da wären hier auch klar auf der Corporate-Seite. Das genannte Beispiel wäre womöglich auch zu träge. Auf Studentenniveau benötigt man eigentlich eine Corporate-Solution, die auf Studentenprojekte simplifiziert wurde, sodass man jeden Tag lediglich drei Minuten darauf verbringen muss. Das wäre die Wunschvorstellung und ist auch ausserhalb der Realität.

Dominic: Ich sehe die Problematik. Wie würde dann eine kontinuierlich Überwachung der Risiken Deiner Meinung nach aussehen?

Rick: Man könnte eigentlich dasselbe Tool verwenden und für jedes Risiko festlegen, wann es erneut zu prüfen ist.

Dominic: Stimmt. Womöglich wäre auch eine Art Guideline oder Risikomanagementhandbuch zielführend, worin die einzelnen Prozessschritte erklärt sind und mit einem Link beispielsweise einer Art FMEA-Excel Tabelle verlinkt sind.

Rick: Das ist theoretisch möglich. Realistisch gesehen läuft man aber in dieselben Problematiken rein, die man auch jetzt in der FMECA hat. Das neue Projekt beginnt, die neuen Mitglieder lesen sich in das Guideline ein, öffnen das Excel, machen einen Workshop, schliesst das Excel, fertig. Das darf dann eben nicht passieren. Genau dafür braucht man ein System, das die Leute dazu zwingt, das Tool regelmässig zu nutzen. Einerseits müssen

solche Dokumente konstant iteriert werden und andererseits würde die Excel-Liste irgendwann zu gross, unübersichtlich und träge werden, dass es womöglich sogar kontraproduktiv für das Projekt ist. Man verliert den Überblick.

Dominic: Stimmt. Allenfalls könnte man ein Zusatzmeeting einführen, wo lediglich Risiken besprochen werden. Beispielsweise alle drei Wochen und kurz vor der Meilensteinen resp. Reviews.

Rick: Gute Idee, aber dann muss von Anfang an klar sein, was in solchen Risikomeetings besprochen wird. Man darf sich dann nicht im Detail verlieren, sonst hast Du wieder drei Stunden Meetings, welche spätestens nach dem zweiten Mal nicht mehr funktionieren. Ansonsten eine sehr gute Idee. Bei Projektrisiken könnten der PM und die Deputies einmal im Monat zusammensitzen und eine Strategiediskussion führen.

Dominic: Ja, das wäre durchaus machbar.

Rick: Jetzt ist mir gerade eine super Idee in den Sinn gekommen. Das perfekte Tool für ein Studentenprojekt wie ARIS wäre eine Art Risikoworkshop, worin die Risiken auf eine qualitative Weise identifiziert werden. Beispielsweise mittels einem Brainstorming. Es gibt diverse Tools wie trello oder miro board, wo man wie im Consulting verschiedene Ansätze von unterschiedlichen Perspektiven betrachtet. Dies würde die Risikoplanung und Identifikation spannend gestalten. Dann könnte man die Risiken priorisieren und auch gleich Bewältigungsstrategien ausarbeiten. Dadurch wäre auch der Spassfaktor hoch, was in einem Studentenprojekt enorm wichtig ist.

Dominic: Super Vorschlag, klingt spannend. Vor allem wäre der Vorteil, dass es keine trockene und träge Excel Liste wäre und dadurch, sondern ein kreativer Prozess, worin Risiken effektiv identifiziert werden können. Ich werde mir das durch den Kopf gehen lassen. Noch eine letzte Frage. Welche Vor- und Nachteile siehst Du, sollte ein strukturiertes Risikomanagement im Raketenprojekt implementiert werden?

Rick: Vorteile sicherlich weniger Bauchschmerzen bei den verantwortungstragenden Personen und mehr Voraussicht, was zu weniger Timeline Verzögerungen führt. Nachteile wären, dass es das Projekt langsamer macht und es womöglich zum Papierkrieg kommt.

Dominic: Sehr spannende und wichtige Inputs. Vielen Dank.

Rick: Ich danke Dir, war spannend.

8.6.3 Interview Manuel Gerold

Dominic: Dann lass und mit dem Interview starten. Zunächst möchte ich von Dir wissen, was Du unter Risikomanagement in Projekten verstehst.

Manuel: Risikomanagement hängt mit der Planung zusammen. Am Anfang von jedem Projekt muss man sich überlegen: Wo wollen wir hin und was könnte passieren, das uns daran hindert? Je besser man diese Fragen beantwortet, desto angenehmer das Projekt. Risikomanagement hängt auch mit finanziellen Aspekten zusammen, also dass ARIS genügend liquide Mittel hat. Zudem auch die HR-Thematik. Wir müssen auch dafür sorgen, dass wir die richtigen Leute rekrutieren, welche gewillt sind zu lernen und während des gesamten Projekts begeistert bleiben. Auch Projektstakeholder wie die ETH Zürich oder Beyond Gravity sind kritisch für ARIS und könnte man als Risiko betrachten, wenn deren Unterstützung nicht zur Verfügung steht. Auch Risiken bezüglich Sicherheit von Mitgliedern gehört für mich unter das Risikomanagement in Projekten.

Dominic: Das bringt mich gleich zur nächsten Frage. Wie wurde zu Deiner Zeit als Projekt Manager Risikomanagement im Raketenprojekt betrieben?

Manuel: In meiner Zeit als Projekt Manager konnten wir bereits auf den Learnings von Projekt Tell aufbauen wie Testprotokolle und Checklisten. Dort konnten wir bereits das Vier-Augen-Prinzip anwenden. Derjenige, der den Test durchführt, geht die Checkliste durch. Eine zweite, unabhängige Person, prüfte diese Punkte nochmals und unterzeichnet dann das Dokument. Dann ist der Test freigegeben. Mit Tests sind Separationstests bis zum Raketenlaunch gemeint.

Dominic: Okay, besten Dank. Dann kommen wir bereits zum zweiten Teil. Wie sollten die Verantwortlichkeiten des Risikomanagements im Raketenprojekt geregelt sein?

Manuel: Im Idealfall listen zu Beginn der Project Manager, die Deputies und System Engineers in einem oder mehreren Meetings die Risiken auf. Danach müssen aber auch die Team Leader miteinbezogen, weil diese Details zu ihren System und auch mögliche Risiken kennen. Weiter bin ich der Ansicht, dass auch externe Experten miteinbezogen werden sollten. Beispielsweise Bruno Berger, der seine Raketenantriebe seit über 20 Jahren testet, Professoren mit Erfahrungen im Risikomanagement und natürlich auch erfahrene ARIS-Mitglieder.

Dominic: Ich verstehe. Also verstehe ich das richtig, dass technische Risiken von den Projektrisiken separiert betrachtet werden sollten?

Manuel: Es gibt auf jeden Fall Überlappungen. Man kann sie separat betrachten. Dies ist abhängig von der Verteilung der Verantwortlichkeiten im Team. Man könnte sagen, dass technische Risiken missionskritisch sind, beispielsweise wir wollen am SA Cup gewinnen. Das Risiko wäre dann: Motor zündet nicht. Hierfür sind vor allem die System Engineers im Lead. Der Project Manager überwacht das Risikomanagement lediglich. Die Schnittstelle resp. Überlappungen werden bei technischen Risiken grösser, die beispielsweise Infrastruktur und Menschen betreffen. Wenn man die Risiken separiert, müssen auch die Dokumente klar separiert und verständlich sein.

Dominic: Danke für die Ausführungen. Wie verstehst Du die Rolle des SAB in Bezug auf Risikomanagement?

Manuel: Als wir im Board das SAB damals im Sommer 2020 eingeführt haben, war die Aufgabe ganz klar, Risiken bezogen auf Infrastruktur und Personenschaden zu minimieren. Bereits zu Beginn wurde festgelegt, dass das SAB eine projektunabhängige Einheit ist. Das SAB hatte damals die Aufgabe, den Vorstand von ARIS zu informieren, ob die geplanten Tests und Prozeduren der einzelnen Teams den Standards entsprechen und sicher durchgeführt werden können. Sollte etwas schief gehen, wird das ARIS Board rechtlich gesehen zur Rechenschaft gezogen. Deshalb gibt das SAB Empfehlungen an das Board ab. Das SAB steht auch in Kontakt zu Sicherheitsabteilungen der ETH und Behörden. Sie unterstützen die Teams, indem sie prüfen, ob die Testabläufe korrekt sind.

Dominic: Ich verstehe. Du hast mir auch gleich die Frage beantwortet, weshalb das SAB auf Boardstufe angegliedert ist. Besten Dank. Dann möchte ich gleich zum dritten Thema übergehen, und zwar vergangene und künftige Risiken. Was waren vergangene Risiken im Raketenprojekt und wie wurde damit umgegangen?

Manuel: Das grösste, unvorhergesehene Risiko war im Jahre 2020, und zwar Corona. Darauf war niemand vorbereitet und wir mussten situativ handeln. Es standen uns die gesamten Infrastrukturen nicht mehr zur Verfügung, wir konnten uns nicht mehr vor Ort treffen, es war nicht sicher, ob Events wie der SA Cup überhaupt stattfindet. Wir fokussierten uns auf folgende zwei Aspekte: HR- und Stakeholder-Aspekte. Die Leute können sich nicht mehr sehen, wollen aber dennoch am Projekt arbeiten. Wie können wir eine

Lösung hierfür finden, ohne dass sich die Leute anstecken. Auf der anderen Seite die Projektstakeholder wie Sponsoren. Wie sollen wir kommunizieren, dass es derzeit unsicher ist, ob der SA Cup stattfindet und die oberste Priorität ist, dass es den Mitgliedern gut geht. Durch die agilen Strukturen in ARIS war es uns möglich schnell auf Corona zu reagieren und haben ein 25-seitiges Dokument erarbeitet, wo das weitere Vorgehen beschrieben wurde. Statt am SA Cup nahmen wir am EuRoC teil.

Dominic: Ja, Corona war sehr einschneidend. Gab noch weitere Risiken, die den Projekterfolg gefährdeten? Der unerwartete Rücktritt des Projekt Managers war beispielsweise ein Risiko, welches bei uns in HELVETIA eintrat.

Manuel: Gute Frage. In jedem Projekt kann es vorkommen, dass verantwortungstragende Personen abspringen, speziell in Projekten, die auf freiwilliger Basis wie ARIS sind. Es gibt keinen Vertrag, der zu einer aktiven Beteiligung verpflichtet. Mit diesem Risiko müssen wir zu einem gewissen Grad leben. Der Rücktritt eures Project Managers war für das Team kritisch, aber meiner Meinung nach keinen «Showstopper». Die Teams und Struktur in ARIS ist so geformt, dass verschiedene Mitglieder, verschiedene Verantwortlichkeiten tragen können. Es ist ein Risiko, aber wir haben gute Bewältigungsstrategien. Ich sehe vor allem externe Risiken. Gerade im Frühling sind wir aufgrund der vielen Tests von externer Infrastruktur und Bewilligungen auf Bundesebene abhängig. Letztes Jahr forderten solche Risiken grosse Flexibilität der Teams. Beispielsweise als sich die Präsidenten Russlands und der Amerikas kurzfristig dazu entschieden, sich in Genf zu treffen. Dadurch wurde der gesamte Luftraum gesperrt und unsere Flugtests gestrichen. Uns wurde ein Zeitfenster von einem Monat gecancelled. Aus moralischer Sicht für das Team war das sehr schwierig. Auch der technische Fortschritt litt darunter. Dieses Risiko mussten wir zwangsweise akzeptieren. Es gibt Risiken, wo ARIS die Hände gebunden sind und keine Bewältigungsmassnahmen bestehen. Diese sind besonders kritisch. Für interne Risiken haben wir seither immer eine Lösung in ARIS gefunden und lernen kontinuierlich dazu. Auch aus Fehlern.

Dominic: Ja, Du hast etwas Wichtiges angesprochen, und zwar die Agilität. Diese hat uns schon oftmals gerettet und ist eine wertvolle Eigenschaft des Vereins. Welche Risiken für Raketenprojekte siehst Du in der Zukunft?

Manuel: Also, sicherlich die Knappheit von Computerchips oder eine Ukraine Krise die auch den Space Markt beeinflusst. Das sind für mich aber keine «Showstopper». Viel

kritischer sehe ich die Positionierung von einem Raumfahrtprojekt per se. Raumfahrt steht für Pionierstimmung. Viele Leute sind aber auch negativ eingestellt und empfinden die Raumfahrt als unnötig, teuer und nicht nachhaltig. Raketen isoliert betrachtet verschmutzen die Umwelt. Wichtig ist es, die Begeisterung für das Thema in den Leuten zu wecken und die positiven Aspekte der Raumfahrt wie Forschung und die Vereinfachung unseres täglichen Lebens zu vermitteln. Wenn wir diese Mitteilung nicht weiterhin an diejenigen senden, die mit ARIS in Berührung kommen, könnte das ein «Showstopper» für ARIS sein. Dann wären wir am selben Punkt wie vor 50 Jahren, wo die erste Rakete zum Mond flog, keiner hatte was davon und das Interesse wieder abnahm. Auf allen anderen Risiken ist ARIS sehr gut aufgestellt. Ich denke da an Sicherheit der Mitglieder, Motivation und auch Erfolge. Die letzten Jahre haben gezeigt, dass ARIS mehr Erfolge erreichte als uns zugetraut wurde und ich bin deshalb überzeugt, dass wir trotz Kriege und Rohstoffkürzungen weiterhin erfolgreich sein werden.

Dominic: Die Thematik mit der Positionierung ist aus strategischer Überlegung ein sehr relevanter und kritischer Punkt. Da sehe ich auch Handlungsbedarf für die Zukunft. Ja, dann kommen wir bereits zum letzten Thema, und zwar zur Risikooptimierung in künftigen Raketenprojekten. Wie sieht ein funktionierendes Risikomanagement im Raketenprojekt aus?

Manuel: Eins der wichtigsten Tools, um Risiken abzuschätzen ist die FMECA. Auf dieser Liste kann man sehr viel aufbauen. Projektrisiken wie auch technische Risiken. In bin der Ansicht, dass es wichtiger ist, die Risiken zu identifizieren als zu quantifizieren, weil man nicht zwei sehr kritische Events anhand des Risikowerts miteinander vergleichen kann. Wichtig ist sich zu überlegen, was könnte eintreten und was machen wir, wenn es eintritt. Man kann die technischen Risiken von den Projektrisiken trennen. Wie bereits vorhin erwähnt ist dabei wichtig, eine saubere Dokumentation zu führen und das Risikomanagement auch durch Experten prüfen zu lassen an den Reviews.

Dominic: In der FMECA sehe ich einfach die Problematik, dass es ein quantitatives Tool ist. Daher halte ich es für möglich, dass die Risikoidentifikationsphase zu kurz kommt, denn die Identifikation findet ja nicht statt, indem die Mitglieder die Liste ausfüllen, sondern in einem Austausch mit anderen Teams und Mitgliedern. Mir fiel auch auf, dass grosse Excel-Listen das Projekt träge machen und die Leute nicht motivierter sind

duzende Excel-Listen auszufüllen. Sie arbeiten lieber an der Rakete. Wie siehst Du das in Bezug auf die Risikoidentifikation?

Manuel: Die Identifikation der Risiken muss im Team stattfinden. Es gibt bestimmte Tools, die besonders in der Risikoidentifikationsphase helfen wie eine SWOT-Analyse. Es gibt auch die Fish-Bone-Analyse, wo die Root-Cause untersucht. Klar sind wir weit weg von professionellem Raketenbau wie die NASA, ESA oder ein Rocket Lab, aber ich befürchte wir werden früher oder später eine umfassende Dokumentation auf allen Ebenen, auch Risikomanagement mit detaillierten Analysen benötigen. Je komplexer die Systeme, desto umfassender die Dokumentation. Deshalb sind extensive Listen unvermeidbar, denn wir müssen uns den Industriestandards anpassen. Deshalb werden wir nicht vermeiden können, extensive Listen führen zu müssen. Inskünftig sehe ich auch, dass sich die Verantwortungsbereiche verändern. Beispielsweise, dass man nicht mehr an einem ganzen System arbeitet, sondern nur noch einzelne Komponenten betreut.

Dominic: Da stimme ich Dir zu. Allerdings ist ARIS ein Verein und die Mitglieder arbeiten freiwillig. Sie arbeiten gerne an der Rakete und sind nicht begeistert von grossen Listen. Klar, sind Excel Listen notwendig und auch wichtig. Allerdings sind wir ja keine Corporate Institution, sondern ein Verein und von daher ist eher unrealistisch ein Risikomanagement in zu betrieben wie eine NASA zu betreiben.

Manuel: Guter Punkt und offenes Statement. Ich persönlich würde nicht zwischen Vereinen und Corporate Institutions differenzieren. Theoretisch könnte man auch in einem Verein Personen anstellen. Somit trifft dieses Argument für mich per se nicht zu. Wenn wir sagen, wir bauen eine Rakete mit eigenem Antrieb die auf zehn Kilometer fliegt, dann müssen wir uns den Industriestandards und staatlichen Standards anpassen und die Operationen so durchführen, wie es ein professionelles Unternehmen macht. Letztendlich machen wir genau das Gleiche. Wir als Verein bieten Studierenden an, eine Rakete zu bauen mit Hybridantrieben und in Zukunft vielleicht auch Flüssigantrieben, die gefährliche Gase und Explosionsgefahren beinhalten. Als Gegenzug erwarten wir aber, dass alles sicher abläuft und sauber dokumentiert wird. Deshalb muss bereits zu Beginn im Recruiting kommuniziert werden, dass auch Aufgaben nebst dem Bau der Rakete auf einem zukommen. Ich bin der Ansicht, wird sind an einem Punkt angekommen, wo ARIS viel in Risikomanagement investieren muss.

Dominic: Spannende Ansicht, danke für die wertvollen Inputs. Ich sehe Deinen Punkt, dass wir die Standards hochhalten müssen, resp. verbessern je komplexer und grösser die Systeme werden. Dann würde ich gerne noch die Risikoüberwachung ansprechen. Wie sieht für Dich eine effektive Risikoüberwachung im Raketenprojekt aus?

Manuel: Je nach Komplexität des Projekts wird es bereits zu Beginn des Projekts ein grösseres Risikomeeting geben, worin die identifizierten Risiken und Bewältigungsstrategien präsentiert werden. In diesem Meeting könnte man auch Experten einladen. Das wäre aber dann erst bei Projekten, die länger als ein Jahr dauern. Zurzeit wäre es aber zielführender, wenn man für jedes kritische Event wie wichtige Raketentest ein separates kurz Risikomeeting macht und die Dokumentation noch einmal durchgeht.

Dominic: Alles klar. Noch eine letzte Frage. Welche Vor- und Nachteile siehst Du, wenn ein strukturiertes Risikomanagement implementiert werden würde?

Manuel: In der Formulierung sehe ich keine Nachteile. Vorteile sind, dass wir besser auf Events vorbereitet sind und Struktur bringt auch Transparenz. Somit kann jedes Team und Mitglieder Informationen suchen, die in ihrem Verantwortungsbereich liegen.

Dominic: Perfekt, dann wären wir bereits am Ende. Ich möchte mich für Deine Zeit und wertvollen Inputs bedanken.

Manuel: Spannende Fragen und super vorbereitet. Bin gespannt auf den Output.

8.6.4 Interview Julian Frei

Dominic: Gut, dann lass uns starten. Zunächst möchte ich von Dir wissen, was Du unter Risikomanagement in Projekten verstehst.

Julian: Risikomanagement ist für mich, wenn man sich den Risiken bewusst ist und auch Entscheidungen fällt aufgrund dieser Risiken.

Dominic: Besten Dank. Inwiefern besteht im Raketenprojekt ein Risikomanagement?

Julian: Grundsätzlich existiert ein Risikomanagement im Raketenprojekt, welches sehr stark auf technische Risiken ausgerichtet ist. Wir arbeiten mit einem hoch komplexen Raketensystem, wo Risiken zum Alltag gehören. Sollte das System versagen und sich sogar Personen verletzen könnte das den Todesstoss für ARIS bedeuten. Deshalb wurde das Risikomanagement bereits früh implementiert. Zurzeit werden die Risiken anhand einer FMECA kategorisiert und klassiert. Für den Testflug in den Schweizer Alpen wurde auch eine Art Risikomanagement aufgesetzt mittels einer SIRA.

Dominic: SIRA?

Julian: SIRA steht für Systematic Integrity Risk Analysis und ist ein Tool zur Risikoanalyse. Wenn ich mich nicht täusche, kam die SIRA vom Bundesamt für Zivilluftfahrt. ARIS musste mögliche Risiken wie der Absturz oder Explosion der Rakete beim Testflug anhand der Eintrittswahrscheinlichkeit und des Schadenpotentials eintragen und bewerten.

Dominic: Also, eine quantitative Analyse?

Julian: Ja genau. Das BAFL hat das verlangt und auch geprüft. Deshalb würde ich Deine Frage mit «Ja» beantworten. Es gibt ein Risikomanagement. Allerdings besteht sicher Verbesserungspotential.

Dominic: Alles klar, besten Dank. Dann gehen wir in den zweiten Teil zu den Verantwortlichkeiten. Wie sollten im Raketenprojekt die Verantwortlichkeiten im Risikomanagement geregelt sein?

Julian: Zunächst einmal denke ich, man sollte Projektrisiken von technischen Risiken separat betrachten, da die Arbeitslast zu hoch wäre, wenn alle Risiken nur von einer Person gemanaged werden. Damals als ich im Projekt tätig war, teilte man die Risiken auf.

Der Project Manager war für Projektrisiken und der Safety Officer resp. System Engineer für technische Risiken. Ich denke diese Aufteilung macht Sinn, weil beispielsweise die System Engineers dadurch den besten Überblick haben und alle Systeme verstehen müssen. Zudem sollten die Risiken nicht von oben nach unten gesucht werden, sondern im Bottom-up Prinzip. Das heisst die Risiken werden von den Team Mitgliedern über den Team Leader an die System Engineers und den Project Manager weitergeleitet. Diejenigen die direkt am System arbeiten kennen ihre Risiken am besten. Deshalb das Bottom-up-Prinzip.

Dominic: Spannender Vorschlag. Das bringt mich zur nächsten Frage. Was ist die Rolle des SAB bezogen auf das Risikomanagement?

Julian: Aufgrund von der sehr geringen Mitgliederanzahl im SAB können wir derzeit nicht allen Aufgaben nachgehen. Während wir im letzten Zyklus noch ein halbes Dutzend waren, sind jetzt dieses Jahr zu zweit. Das macht das Ganze sehr schwierig. Status quo sind wir dafür verantwortlich zu prüfen, ob sämtliche Projekte Risikomanagement betreiben. Das heisst konkret, dass wir die FMECAs der Teams konsolidieren, die Risikoeinträge auf Plausibilität prüfen und ob eine angemessene Mitigation Strategy vorgeschlagen wird. Sollte beispielsweise ein Team das Risikomanagement völlig ignorieren, würde sich das SAB einschalten. Das SAB ist allerdings nicht im operativen Risikomanagement tätig. Das heisst führen nicht eigene Risikoanalysen durch. Das ist die Aufgabe der Teams.

Dominic: Also mehr überwachend?

Julian: Ganz genau. Deshalb sind wir auch auf Board Stufe angegliedert. Damals als wir noch zu sechst waren, war einmal ein Risikomanagement auf Vereinsebene angedacht, also Vereinsrisiken. Beispielsweise wenn sich jemand verletzt bei ARIS, könnte das schlimmstenfalls das Aus sein für die Organisation. Ein weiteres Risiko wäre, wenn das Raketenprojekt floppt. Das Raketenprojekt ist nach wie vor das Zugpferd von ARIS. Sollte dieses Projekt versagen, würde es schwierig werden, neue Leute zu akquirieren, Sponsoren zu finden etc. Eine weitere Aufgabe auf Vereinsebene ist die Krisenkommunikation. Sollte ein System explodieren, wird nicht nur die Presse auf uns zukommen, sondern auch die Sicherheitsabteilung der ETH. Derzeit sehe ich diese Krisenkommunikation selbst als Risiko, weil sie auf Organisationsebene noch nicht geregelt ist.

Dominic: Gute Punkte. Also meinst Du eine Art Notfallplan?

Julian: Ja, genau. Im Idealfall gäbe es einen Krisenstab, der schlank und kompakt ist und schnell reagieren kann. Da sollte jemand aus dem SAB, aus dem Vorstand und noch der Projektleiter des betroffenen Projekts beteiligt sein. Der Krisenstab könnte anhand einer Checkliste sämtliche Pendenzen durchgehen. Beispielsweise wer ist durch wen zu informieren ohne, dass es in einem Chaos endet.

Dominic: Ich sehe die Problematik. Du hast vorhin die FMECA angesprochen. Ich gehe mal davon aus ihr prüft nicht nur die FMECA Listen der Teams, oder?

Julian: Nein. Wir sind vor allem auch dafür zuständig, sämtliche Testabläufe und Protokolle der Teams zu analysieren. Das SAB gibt eine Empfehlung an das Board ab, ob der Test bewilligt werden sollte. Letztendlich entscheidet dann das Board, ob der Test bewilligt wird. Es ist von hoher Wichtigkeit, dass innerhalb der ARIS nur getestet werden darf, wenn das SAB den Test bewilligt hat. In einer solchen Prozedur wird definiert, welche Parameter geprüft werden, was das Ziel des Tests ist und welche Pre-Checks geprüft werden müssen.

Dominic: Spannend, das wusste ich nicht. Ich möchte noch kurz auf das Project Processes Handbook eingehen. Es gibt eine Notiz des SABs. Darin steht, dass Projektrisiken und der Risikoprozess noch definiert werde. Wie ist der aktuelle Stand diesbezüglich?

Julian: Das wurde vom letztjährigen SAB angestossen, weil sie damals zu sechst waren. Seit Beginn dieses Projektzyklus sind wir nicht weitergekommen. Das ist darauf zurückzuführen, dass wir lediglich zu zweit sind. Allerdings wäre es sicherlich zielführend, diese Dokumente nach deren Vollendung in der ARIS zu implementieren.

Dominic: Alles klar. Dann gehen wir in den nächsten Teil. Welche Risiken traten in vergangenen Raketenprojekten auf, welche den Projekterfolg gefährdeten?

Julian: Sicherlich der Fall mit der Füllstation in Portugal letzten Jahres. Ziel war es, dass die Lachgas-Füllstation den Tankstutzen automatisch entkoppelt, sodass niemand von ARIS das manuell machen musste. Dies wäre zu gefährlich. Der Tankstutzen mit dem Entkoppelungsmechanismus wurde von jemanden im Rahmen einer Bachelorarbeit entwickelt. Diese Person war aber relativ weit weg von ARIS und war selten im Hangar. Klar wurden zu Beginn Requirements für dieses neue System definiert, welche im Nachhinein allerdings kaum überprüft wurden. Dies führte dazu, dass das System nicht so zuverlässig war, was uns beinahe den Testflug gekostet hätte. Letztendlich musste in

Portugal dann doch jemand von Hand diesen Tankstutzen entfernen, obwohl wir das im Vorfeld genau vermeiden wollten. Da wurden die Risiken nicht sauber gemanaged und man hat die Anforderungen zu wenig genau geprüft. Man hätte beispielsweise auch ein Audit machen können, wo die Requirements noch einmal überprüft werden könnte.

Dominic: Ich verstehe. Danke für die Ausführungen. Wo siehst Du Risiken für künftige Raketenprojekte?

Julian: Ich sehe Risiken auf der Softwareseite. Dort sind wir noch zu wenig weit. Wir sahen es am Beispiel des letztjährigen Cold-Launch, wo die Zündung nicht funktionierte, weil keine Datenverbindung bestand. Das Risiko war bekannt und wurde bewältigt, indem man ein Ventil mit einem Elektromagnet einbaute, das normally-open ist. Das Team musste stundenlang warten, bis die Batterie leer war. Dann ging das Ventile in seinen normalen Zustand und löste den Cold-Launch aus. Das zeigte einfach, wie kritisch Softwarekomponenten sind. Wenn so etwas an einem Wettkampf passiert, was das desaströs. In Zukunft sollte bei der Software vermehrt darauf geachtet werden, dass nach good-practice gecoded wird und in Reviews auch vermehrt Feedback zu Softwarekomponenten abgegeben wird.

Dominic: Ja, das wäre verheerend. Im letzten Themenschwerpunkt möchte ich herausfinden, wie das Risikomanagement im Raketenprojekt optimiert werden kann. Wie sieht ein funktionierendes Risikomanagement im Raketenprojekt aus?

Julian: In einem Projekt sollte Risikomanagement nicht als Must-Do angesehen werden, das die Leute als Last oder Hindernisse sehen. In der ARIS muss die Kultur geschaffen werden, dass das Risikomanagement ein essenzieller und spannender Bestandteil des Projekts ist. Zurzeit habe ich das Gefühl, dass Risikomanagement als Last wahrgenommen wird. Wenn das Mindset in den Köpfen der Leute wechselt, haben wir schon sehr viel erreicht. Dadurch würden die einzelnen Teammitglieder sich ebenfalls zu Risiken Gedanken machen und in einer gebündelten Form über den Team Leader an die System Engineers und den Project Manager weitergeleitet. Das SAB könnte auch Feedback dazugeben.

Dominic: Diese Problematik fiel mir auch auf. Das bringt mich gleich zur Anschlussfrage. Mir ist bewusst, dass ein quantitatives Analysetool wie eine FMECA besteht. Dort

werden aber kaum Risiken geplant und identifiziert. Was wäre ein sinnvolles Tool oder eine zielführende Methode wie man Risiken effektiv planen und identifizieren kann?

Julian: Aus meinen Erfahrungen trugen die Mitglieder die Risiken einfach in die Liste ein. Von der Sicherheitsabteilung der ETH Zürich erhielten wir das Feedback, Risiken im Team zu identifizieren. Sie schlugen vor, in 3er bis 4er Teams zusammensitzten und eine Art Brainstorming durchzuführen, Eventualitäten durchgehen und das zu dokumentieren. In unserem Projekt hatten wir das leider nicht gemacht. Dieser Vorschlag der ETH empfinde ich als zielführend und sollte inskünftig in allen Projekten so umgesetzt werden. Das macht das Risikomanagement auch weniger trocken.

Dominic: Spannend, dass Du das Brainstorming anspricht. Das konnte ich auch in der Literaturrecherche feststellen. Wie könnten die Risiken effektiv überwacht werden im Raketenprojekt?

Julian: Risikoüberwachung könnte in Teammeetings stattfinden, indem die Risiken wie Traktanden kurz angesprochen werden. Risikoaudits vor oder nach den Reviews könnten auch Möglichkeiten sein, um die Risiken kontinuierlich überwachen zu können.

Dominic: Besten Dank. Welche Vor- und Nachteile siehst Du, wenn ein strukturiertes Risikomanagement eingeführt wird?

Julian: Wir hätten standardisierte Prozesse im Raketenprojekt was auch zu einer Minderbelastung in den Teams führen könnte. Die Schwierigkeit besteht im Aufwand. Das kann nur funktionieren, wenn den Leuten nicht eine wahnsinnige Mehrbelastung aufgetragen wird, denn die ARIS-Mitglieder arbeiten immerhin unentgeltlich an den Projekten. Die Leute müssen den Prozess als effizient wahrnehmen. Eine weitere Problematik sehe ich in den Risikoaudits, falls diese zu oft sind. Dafür die Leute zu motivieren, erachte ich als sehr schwierig.

Dominic: Wichtiger Punkt. Der Spassfaktor muss auch hervorkommen. Ich meine wir sind einen Verein und sollten die Leute nicht vergraulen.

Julian: Genau, die Leute sollen etwas lernen und Freude an den Projekten haben.

Dominic: Ja, dann wären wir bereits am Ende. Ich danke für Deine Zeit und Inputs.

Julian: Danke auch, war ein interessanter Austausch.

8.7 Auswertungen (Praxisvertretende)

Wie sieht Ihr beruflicher Werdegang aus und was sind Ihre täglichen Aufgaben im Unternehmen? (Leitfragen 1.1 und 1.2)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
1) Beruflicher Werdegang und Aufgabenbereich	<p>Person A</p> <p>Zurzeit bin ich System Engineer und Projekt Manager bei Maxon Space Lab. Seit zwei Jahren bin ich im Space Lab und ausschliesslich für Space-Produkte und Projekte zuständig. Ich bin gelernter Elektroinstallateur, studierte Micro System Engineering auf Bachelorstufe und arbeite seither bei Maxon. Ich betreue vor allem technische Anfragen von Kunden und bestimme welche Antriebe, wem verkauft werden können. Als Projektleiter bin ich für die Abwicklung von Kundenprojekte verantwortlich bin. Im Weiteren unterstütze auch ein Space-Projekt der ETH und das EPFL Rocket Team.</p>
	<p>Person B</p> <p>Ich bin gelernter Maschinenmechaniker mit der Fachrichtung Elektrotechnik. Ich habe ich eine höhere Fachausbildung zum HF Betriebstechniker abgeschlossen. Bei Huber + Suhner startete ich als Prozessingenieur. Seit fünf Jahren bin ich im Projektmanagement in der Produktentwicklung. Zudem habe ich ein CAS-Nachdiplom im industriellen Projektmanagement 4.0 erworben. Als Project Manager bin für die Arbeitseinteilung der Mitarbeiter, den Projektstrukturplan und den Umgang mit Risiken verantwortlich.</p>
	<p>Person C</p> <p>Ursprünglich machte ich das KV und danach berufsbegleitend die höhere Fachschule. Mittlerweile bin ich seit über 20 Jahren bei Siemens und konnte auch Auslandsaufenthalte in Kanada und Singapur sammeln. Seither bin ich im Projektrisikomanagement und arbeite in der Abteilung Smart Data Infrastructure, ehemals Gebäudetechnik. Meine Aufgabe ist es mit dem Projektteam herauszufinden, wo Projektrisiken liegen, wie diese identifiziert werden und wie das Team sie adressieren soll. Wir beurteilen, ob die Siemens das Risiko eingehen kann resp. welche Bewältigungsmöglichkeiten bestehen und geben eine Empfehlung an das Management ab. Wir Risk Manager begleiten die Teams den gesamten Projektverlauf.</p>
	<p>Person D</p> <p>I started 17 years ago at RUAG as a system engineer. I worked mainly on robotic projects and ESA programs for feasibility study. For 15 years I am in project management of space robotic projects for the European Space Agency. I am also responsible for the</p>

	<p>mission on Mars, concept study for the moon and the International Space Station. Currently I have two positions. One position is engineering lead where I lead team. I am responsible for resource planning and problem-solving tasks. At the same time, I am also a risk manager. If people do not know how to manage risks, they can involve me in their projects, and I take care of the risk management. I also provide a service how to better share knowledge, because sometimes people are becoming expert on a topic and this knowledge needs to be shared within the whole teams. Plus, I try to harmonize how to handle risk so that people do risk management in a similar way.</p>
--	---

Tabelle 16: Beruflicher Werdegang und Aufgabenbereich

Was verstehen Sie unter dem Begriff «Risikomanagementprozess» und wie ist dieser Prozess in Ihrem Unternehmen strukturiert? (Leitfragen 2.1 und 2.2)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
2) Struktur des Risikomanagementprozesses	<p>Person A</p> <p>Zunächst muss man sich überlegen, welche Risiken bestehen und wie können sie verteilt werden. Danach beurteile ich, wie das Verhältnis zum Kunden ist, was können wir vom ihm erwarten, wie waren vergangene Zusammenarbeiten, welche Anforderungen und finanzielle Risiken bestehen. Zudem muss zwischen einer Weiterentwicklung oder vollständigen Neuentwicklung eines Produkts differenziert werden. Auch interne Risiken werden thematisiert wie zum Beispiel verfügbare Kapazität. Risikomanagement ist bei uns in drei Themen aufgeteilt: Projektrisiken, technische Risiken und Prozessrisiken.</p>
	<p>Person B</p> <p>Darunter verstehe ich das Global Management System von Huber+Suhner. Darin sind die Rechte und Pflichten aufgelistet. Risiken durchlaufen folgende Projektphasen: Scoping, Concept, Prototyp, Pre-Launch, Production und Face-Out. Zudem haben wir einen Stage Gate Prozess. Bevor eine Phase startet, wird beurteilt, ob Voraussetzungen wie Knowhow, materielle und finanzielle Ressourcen erfüllt sind.</p>
	<p>Person C</p> <p>Der Risikoprozess ist ein integraler Bestandteil des Projektmanagements und läuft kontinuierlich neben den übrigen Projektstätigkeiten ab. Unser Risikoprozess ähnelt demjenigen aus der Theorie. Zuerst werden die Risiken identifiziert, beurteilt, die Wahrscheinlichkeit und Auswirkung bestimmt und Bewältigungsstrategien ausgearbeitet. Danach folgt der Reviewprozess, worin regelmässig geprüft wird, ob die Risiken noch aktuell sind und welche neue Risiken aufgenommen werden müssen. In der Regel besteht ein Risiko-Notfalls-Budget, welches stetig angepasst werden muss. Erst dann kann von einem kontinuierlichen Risikomanagementprozess gesprochen werden.</p>
	<p>Person D</p> <p>Risk management process is a process where a risk undergoes a row of steps from identification until closing. At RUAG, we identify and assess risks with different analysis tools. Sometimes there is also a planning phase before. Then we plan how to respond to those risks and execute the risk response. During the monitoring and controlling phase we decide if corrective or preventive action are necessary. If yes, we start again at identification phase. If no, we close the risk, sit together, and discuss the lessons learned.</p>

Tabelle 17: Struktur des Risikomanagementprozesses

Wie planen Sie Risiken in Projekten? (Leitfrage 3.1)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
3) Risikoplanung	<p>Person A</p> <p>Zu Beginn erhalten wir eine Kundenanfrage mit diversen Produktspezifikationen, die eingehalten werden müssen. Anhand dessen, also noch vor Projektbeginn, kann ich die Projektrisiken betrachten und mir einen Überblick verschaffen. Ich schreibe einen Projektantrag, worin die Risikoanalyse bereits Bestandteil ist. Sobald ich mit dem Kunde in Kontakt stehe, beginnt die Projektrisikoplanung. Bei Neuprodukten sind die Risiken bedeutend höher, da nicht zu Beginn klar ist, welche Materialkombination sinnvoll ist. Dies erschwert die Risikoplanung bei Neuprodukten.</p>
	<p>Person B</p> <p>In der Huber+Suhner erfolgt die Risikoplanung anhand der «Lessons Learned» Methode. Die Planung der Risiken inkl. Bereitstellung des Tools erledigt eine Stabsstelle für uns. Sie nehmen Beispiele aus der Theorie und Praxis, die wir dann auf unser Projekt adaptieren können. Beispielsweise konnten wir das COVID-Risiko gut planen. Klar gibt es auch ungeplante Risiken wie die Ukraine-Krise. Mit einem solchen Risiko haben die wenigsten gerechnet. Die Risikoplanung ist ein Prozess, der kontinuierlich verbessert werden muss.</p>
	<p>Person C</p> <p>Im Construction Bereich beginnt man mit der Identifikation. Die Risikoplanung ist kein separater Prozess. Klar hat man inhärente Risiken, die immer wieder vorkommen wie beispielsweise die Zeitplanung. In meinem Bereich ist man stark von anderen Projektstakeholdern abhängig, weil viele Projektbeteiligte involviert sind. Daher muss zu Beginn geprüft werden, welche Abhängigkeiten bestehen. Zudem sollte man den Projekttinhalt kennen, damit man weiss, bis wann die Risiken geprüft werden müssen.</p>
	<p>Person D</p> <p>We have a standard process how to manage risks. However, projects start with identifying risks. Not every project should reinvent the planning. The planning should be an awareness that you have to run the process. In the daily business this phase exists, however, it is not an essential part of risk management at RUAG anymore. It was once upon a time but now a risk management plan exists, and it doesn't have to be redone for every new project, except the plan doesn't work.</p>

Tabelle 18: Risikoplanung

Wie identifizieren und analysieren Sie Risiken und welche Methoden oder Hilfsmittel verwenden Sie? (Leitfragen 3.2 und 3.3)

Kategorie	Paraphrasierte Antworten
4) Risikoidentifikation und -analyse	<p>Person A</p> <p>Wir haben kein standardisiertes Verfahren, weil unsere Produkte eine hohe Komplexität aufweisen. Es wird von Fall zu Fall entschieden wie vorgegangen wird. Beispielsweise haben wir hoch effiziente Planetengetriebe, bei welchen strenge Prüfprotokolle herrschen. Ein Risiko im Vorfeld wäre, dass die Kundschaft ein hoch-effizientes Getriebe haben möchte, wir aber ein solches Getriebe zurzeit nicht anbieten.</p>
	<p>Person B</p> <p>Technische Risiken werden anhand einer FMEA identifiziert. Für Projektrisiken haben wir eigenkonstruierte Tools in Form von Excel-Listen. Derzeit nutzen das Ishikawa Diagramm. Zur Analyse verwenden wir meistens die Nutzwertanalyse, um entscheiden zu können, welche Materialien benötigt werden. Darin werden verschiedene qualitative Kriterien mit unterschiedlichen Gewichtungen bewertet. Wir nutzen auch «Pros & Cons». Das ist eine einfachere Methode, um ein Risiko besser abschätzen zu können.</p>
	<p>Person C</p> <p>Risiken werden bei uns anhand von Brainstorming-Sessions identifiziert und priorisiert. In solchen Workshops müssen alle Projektstakeholder involviert sein, und zwar die Projektleitung, technische Fachleute, Vertragsexperten und Finanzabteilung. Der Grund ist, dass jeder nur innerhalb seiner Abteilung denkt und demnach nur seine Risiken kennt. Oftmals kann man Risiken in einem Bereich, mit einer Massnahme in einem anderen Bereich bewältigen. Deshalb ist die Interdisziplinarität so wichtig. In der Quantifizierung werden die Kosten wie Vertragsstrafen bestimmt. Sobald die Risiken bestimmt sind, werden sie in eine grosse Excel-Liste implementiert und berechnet.</p>
	<p>Person D</p> <p>We have meetings with experts where we discuss the risks. For the risk entries we use a FMEA where we evaluate criticality, probability and sometimes detectability. Every week we ask the engineers which risks are currently ongoing and analyze the information in a SWOT-analysis. Risk identification is bottom up which means it's coming from the team, and everyone has to contribute. Mostly we assess the probability by engineering judgment. Sometimes we use Monte Carlo to do a proper weighting. Since the FMEA automatically prioritizes risks, we don't rediscuss it in a qualitative way.</p>

Tabelle 19: Risikoidentifikation und -analyse

Was sind besonders gravierende Projektrisiken? (Leitfrage 3.4)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
5) Black Swans	<p>Person A</p> <p>Wenn ein zuvor treuer und pünktlich zahlender Kunde während eines Projekts plötzlich abspringt. Es gab einige Momente, wo wir mitten in einem Projekt waren, Vorarbeit leisteten und bereits Produkte einkauften, um den Projektfluss nicht zu unterbrechen. Plötzlich sprang der Kunde ab, weil er nicht mehr zahlen konnte. Das ist ein enormes finanzielles Risiko für die Maxon und kann schnell im fünf- bis sechsstelligen Bereich enden. Bei den technischen Risiken kann je nach Projekt fehlende Erfahrung ebenfalls ein Black-Swan sein. Deshalb muss man bereits zu Beginn das Risiko klar benennen.</p>
	<p>Person B</p> <p>Die Materialverfügbarkeit oder das Kunden von Lieferfirmen. Das führt dazu, dass man in kurzer Zeit Ersatz auftreiben muss. Ein weiterer Black Swan ist bei uns das Wissensmanagement, also der Abgang eines Projektmanagement-Mitglieds. Wir sind ein eher kleines Team und deshalb ist ein Abgang besonders schwer zu kompensieren.</p>
	<p>Person C</p> <p>Risiken, die den Projekterfolg gefährden sind meistens ausserhalb der Einflussphäre wie Unternehmens- und Umweltrisiken. Ein projektspezifischer Black Swan in meiner Branche ist das Knowhow. Das kommt vor, wenn man den Projektkinhalt nicht kennt und nicht weiss, wie das Projekt umgesetzt werden kann. Ich bin jedoch der Ansicht, dass Mitgliederabgang kein Black Swan darstellt, weil dies nicht den Projekterfolg gefährden sollte. Die Fluktuationsrate oder Treue zum Unternehmen ist stark von der Branche abhängig. Es ist wichtig, dass man die Leute gut bindet und nicht das gesamte Wissen an einer Person konzentriert. Das Wissen muss innerhalb des Projekts verteilt sein, damit es einfacher an neuen Mitgliedern weitergegeben werden kann. Dafür ist eine saubere und zeitnahe Dokumentation essenziell.</p>
	<p>Person D</p> <p>In my experience, if you identify the risks and weight it properly, you eliminate all black swans. If an unforeseen risk occurs and we do not have a mitigation plan, it can lead to project delays and high costs. For example, when we deliver the product before we know that the lifetime of the product is successful. If it is not, then we have to call back the products from the customer and find a solution. This can be very severe.</p>

Tabelle 20: Black Swans

Wie werden in Ihrem Unternehmen Risiken bewältigt? (Leitfrage 4.1)

Kategorie	Paraphrasierte Antworten
6) Risikobewältigung	<p>Person A</p> <p>Ein Risiko lässt sich mindern, indem bei neuer Kundschaft ein Zahlungsplan für die gesamte Projektlaufzeit erstellt wird. Dadurch mindern wir das Risiko einer Zahlungsunfähigkeit. Auf der technischen Seite lassen sich Risiken mindern, indem man sie testet. Selten kam es vor, dass wir ein Risiko akzeptierten. Beispielsweise, wenn wir davon ausgingen, dass die gewisse Kräfte auf ein Planetengetriebe übertragbar seien. Man kann auch die Risiken an Projektbeteiligte übertragen. Beispielsweise wenn der Kunde selbst nicht mehr liefern kann, übernimmt die Lieferfirma eine Kostenbeteiligung. Es gab auch mehrere Situationen, wo wir uns bewusst gegen die Durchführung eines Projekts entschieden haben, weil das Risiko zu hoch war.</p>
	<p>Person B</p> <p>Für das haben wir ein Tool, um zu bestimmen, ob wir die Risiken akzeptieren, vermeiden, mindern oder akzeptieren. Die Risiken innerhalb des Projekts können wir direkt selbst lösen. Bei Risiken ausserhalb des Projekts werden sogenannte Gatekeeper miteinbezogen. Je nach Wahrscheinlichkeit und Auswirkung des Risikos ist auch die Geschäftsleitung miteinzubeziehen. Um die Bewältigungsstrategien umzusetzen, wird in der Regel eine Task-Force erstellt. Ähnlich wie im Katastrophenschutz. Es werden Meetings festgelegt, in welchem Gate Keepers und Management teilnehmen.</p>
	<p>Person C</p> <p>Man kann versuchen das Risiko auszuschliessen, sodass das Risiko gar nicht auftreten kann oder jemanden vertraglich übertragen. Die Risikoübertragung ist oftmals eine Verhandlungssache mit Projektstakeholdern wie der Kundschaft oder Lieferfirma. Wichtig zu beachten ist, dass Risiken wieder zurückkehren können. Wenn beispielsweise ein Risiko an einen Subunternehmer übertragen wurde, er den Bau aber nicht vollendet, kommt das Risiko automatisch wieder zurück. Die Verantwortung gegenüber der Kundschaft bleibt weiterhin bei uns. Umso wichtiger ist es, dass die Verträge stimmig sind, um Vertragsrisiken zu vermeiden. Für besonders wahrscheinliche Risiken mit finanziellen Folgen, kann man das Projekt mittels Notfallbudget schützen. Bei einer geringen Wahrscheinlichkeit oder Auswirkung akzeptieren wir das Risiko. Wenn wir einen Teil des Projektumfangs nicht durchführen möchten, vermeiden wir das Projekt gänzlich.</p>
	<p>Person D</p>

	<p>Every risk that is in green part of the risk matrix will be accepted. For example, use of material. If we go to the limit of the material, you can have a very high criticality. Everything that is in the yellow category we will make an action to reduce the risk for example we need an extra test. Often in this phase we have conflicts because the project manager has more interest in running the project than mitigating risks or does not see the advantage of mitigating risks. If the risk is in the red part, we need to involve management because it is a threat for the project. We avoid all these risks where the threat in the SWOT-analysis is too high compared to the advantage. As an example: When we receive a request for a new project in a new field. If this field is too far away from our expertise, we decide to not take the project and avoid the risk. There was also an ESA project where we had to share risks with the customer due to high complexity and costs. The customer paid us a percentage of the weighted risk in advance plus to the costs of the product.</p>
--	---

Tabelle 21: Risikobewältigung

Wie überwachen Sie Risiken und welche Hilfsmittel werden verwendet? (Leitfrage 4.2)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
7) Risikoüberwachung	<p>Person A</p> <p>Wir überwachen Risiken anhand von teaminternen Projektreviews und Meilensteinsitzungen mit externen Stakeholdern. Darin werden die Risikoanalysen präsentiert und die Aktualität der Risiken überprüft. Zudem werden neue Erkenntnisse zu den Risiken diskutiert. An den Meilensteinmeetings nehmen externe Projektbeteiligte wie Vertragspartner, Project Manager und Systemengineers teil. Ein Risikoregister wie eine FMECA führen wir nicht, da wir im Gegensatz zu ARIS nicht sechs, sondern nur zwei Untersysteme haben. Dadurch entstehen weniger Risiken für das Projekt und somit sinkt auch die Notwendigkeit ein solches Register zu führen.</p>
	<p>Person B</p> <p>Wir haben interne und externe Audits. In diesen Audits werden potenzielle Risiken identifiziert. Daraus können Massnahmen abgeleitet werden, die je nach Situation, sofort oder aufs nächste Audit umgesetzt werden müssen. Wir verfügen zwar über weitere Tools, die sind aber nur schwer auffindbar in unserer Datenbank. Wir arbeiten daran, in Zukunft systemtechnisch besser aufgestellt zu sein.</p>
	<p>Person C</p> <p>Innerhalb des Projekts liegt die Verantwortung der Risikoüberwachung beim Project Manager. Für die Überwachung werden bei uns Projektreviews quartalsweise oder öfters durchgeführt. Zu Beginn des Projekts vereinbart der Projektleiter mit dem Kunden ein Project Target Agreement. Darin werden die Projektziele definiert und wie der Projektstatus resp. Projekterfolg überwacht wird. Während des Projekts führt der Projektleiter für jedes Projekt eine Risikoliste.</p>
	<p>Person D</p> <p>We have two tools. One is the FMEA and then we link it to action because the action has to be placed with people working on it. Then we keep them at deadline. Usually, all risks have to be mitigated until CDR, because at CDR we review all these risks. The second tool is our weekly meeting where we evaluate the risks. Normally, the system engineer reports the ongoing risks. If I see a red risk, I call them and intervene. Additionally, we also have risk audits which are part of the milestone meeting. We review the risks at our milestone meetings PDR, CDR & qualification review.</p>

Tabelle 22: Risikoüberwachung

Welche Methoden oder Hilfsmittel sind nützlich, um eine Risikomanagementstruktur für Projektrisiken in der ARIS zu etablieren? Wie würden Sie vorgehen? (Leitfrage 4.3)

Kategorie	Paraphrasierte Antworten
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">8) Vorschläge zur Risikooptimierung in künftigen Raketenprojekten</p>	<p>Person A</p> <p>Da ihr im Raketenteam viele Subsysteme habt, ist es wichtig, den Überblick nicht zu verlieren. Funktioniert ein Subsystem nicht, kann es den gesamten Projekterfolg und somit alle Teams belasten. Deshalb ist es sinnvoll, nebst den detaillierten Risikoanalysen der Subsystemen, ein Risikoregister auf technischer Ebene und Projektebene zu führen. Darin sollten lediglich Kernrisiken aufgelistet sein. Das gibt dem Projektmanagement die Möglichkeit, sämtliche Hauptrisiken aller Subteams jederzeit zu kennen und Massnahmen zu ergreifen. Dabei muss der Project Manager die technische Risiken nicht selbst lösen, die Leute daran erinnern, dass Risiko «Xy» noch nicht gelöst wurde. Die Risikobewältigung, soll weiterhin Aufgabe der Teamleader sein.</p>
	<p>Person B</p> <p>Technische Risiken in einer FMEA. Bei Projektrisiken reicht zu Beginn sicherlich eine Excel-Liste mit entsprechenden Formeln, ähnlich wie in einer FMEA.</p>
	<p>Person C</p> <p>Ich würde mir überlegen, welche Risiken eintreten können oder bereits eingetreten sind und würde mit Projektbeteiligten darüber zu sprechen. Mögliche Risiken zu identifizieren ist ein kreativer Prozess. Das kann man nicht allein im stillen Kämmerlein erarbeiten. Im Weiteren sollte man auch auf vergangene Projekte zurückblicken und die «Lessons Learned» durchgehen, um nicht denselben Fehler nochmals zu begehen. Dann würde ich die Risiken notieren und in grössere Risikokategorien unterteilen. Beispielsweise Vertrags- und Budgetrisiken, HR- und Ressourcen-Risiken. Auch Misskommunikation kann ein Risiko darstellen. Besonders in internationalen Projekten. Danach würde ich versuchen die Risiken zu bewerten.</p>
	<p>Person D</p> <p>For project risks a risk register is advisable. They measure the impact of schedule, impact due to the people or supplier availability. The weighting and impact are a bit different. Project risks are more linked to money whereas the risks from the FMECA or FMEA are more linked to mitigation action.</p>

Tabelle 23: Vorschläge zur Risikooptimierung in künftigen Raketenprojekten

8.8 Auswertungen (ARIS-Mitglieder)

Was verstehst Du unter Risikomanagement in Projekten? (Leitfrage 1.1)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
1) Definition von Risikomanagement in Projekten	<p>Aaron</p> <p>Darunter verstehe ich das Erkennen und Beurteilen von bestehenden und potenziellen Risiken und diese systematisch zu erfassen.</p>
	<p>Rick</p> <p>Darunter verstehe ich, dass man definiert, was die Timeline, verfügbaren Ressourcen und das Budget beeinflussen kann und diese Risiken in einem nächsten Schritt anhand der Wahrscheinlichkeit und des Schadensausmasses priorisiert und bewältigt.</p>
	<p>Manuel</p> <p>Risikomanagement fliesst für mich in die Projektplanung. Am Anfang von jedem Projekt muss man sich überlegen: Wo wollen wir hin und was könnte passieren, das uns daran hindert? Auch finanzielle Aspekte, die Rekrutierung der richtigen Leute, die Sicherheit der Mitglieder und wichtige Projektstakeholder wie die ETH Zürich oder Beyond Gravity sind Bestandteil des Risikomanagements.</p>
	<p>Julian</p> <p>Risikomanagement ist für mich, wenn man sich den Risiken bewusst ist und auch Entscheidungen fällt aufgrund dieser Risiken.</p>

Tabelle 24: Definition von Risikomanagement in Projekten

Inwiefern besteht im Raketenprojekt ein Risikomanagement und wie wird derzeit resp. wurde damals Risikomanagement betrieben? (Leitfragen 1.2 und 1.3)

Kategorie	Paraphrasierte Antworten
2) Risikomanagement im Raketenprojekt	<p>Aaron</p> <p>Zurzeit wird Risikomanagement anhand der FMECA betrieben, welche vor drei Jahren eingeführt wurde. Dieses Tool hat sich jedoch weiterentwickelt. Bisher sah ich die Problematik, dass die Teams oftmals zu wenig motiviert sind, eine grosse Excel Liste auszufüllen und Risiken, die sehr hypothetisch sind, zu beurteilen. In vergangenen Projekten wurden die Risiken vom Vorjahr kopiert. Ich sehe das blinde Übernehmen von Risiken als grosse Gefahr, weil die Risikobeurteilung möglicherweise nicht mehr aktuell ist. Das hat sich seit diesem Projekt geändert. Die Teams haben die Risiken neu beurteilt und die Risiken aus den Vorjahren mehr als Inspiration verwendet.</p>
	<p>Rick</p> <p>Risikomanagement wird im Raketenprojekt eher auf einer passiven Seite betrieben. Man ist zusammengesessen und hat aufgelistet, was die Projekt-Killers sind. Es wurden keine Tools bei der Identifikation oder Bewältigung von Projektrisiken verwendet. Deshalb ist das Risikomanagement derzeit sehr schlecht aufgestellt. Auf technischer Seite haben wir die FMECA. Das grosse Problem ist, dass die Leute zu wenig motiviert sind, grosse, träge Listen auszufüllen. Sie arbeiten lieber an der Rakete. Eigentlich sollte jeden Tag an dieser Liste gearbeitet und neue Risiken integriert werden. Im Vergleich zu heute wurde früher direkt eine Restoration-Strategy aufgestellt, wenn ein Risiko eintrat. Die Bewältigung wurde ausgelassen, weil man sich keine Gedanken zu Risiken machte.</p>
	<p>Manuel</p> <p>In meiner Zeit als Projekt Manager konnten wir bereits auf den Learnings von Projekt Tell aufbauen wie Testprotokolle und Checklisten und das Vier-Augen-Prinzip anwenden. Derjenige, der den Test durchführt, geht die Checkliste durch. Eine zweite, unabhängige Person, prüfte diese Punkte nochmals und unterzeichnet das Dokument.</p>
	<p>Julian</p> <p>Grundsätzlich existiert ein Risikomanagement im Raketenprojekt, welches stark auf technische Risiken ausgerichtet ist. Wir arbeiten mit einem komplexen Raketensystem, wo Risiken alltäglich sind. Sollten sich Personen verletzen, könnte das den Todesstoss für ARIS bedeuten. Deshalb wurde das Risikomanagement bereits früh implementiert. Zurzeit werden die Risiken anhand einer FMECA kategorisiert und klassiert.</p>

Tabelle 25: Risikomanagement im Raketenprojekt

Wie sollten die Verantwortlichkeiten im Risikomanagement von Raketenprojekten geregelt sein? Sollten technische Risiken von Projektrisiken separiert betrachtet werden?
 (Leitfrage 2.1)

Kategorie	Paraphrasierte Antworten
3) Verantwortlichkeiten im Risikomanagements	<p>Aaron</p> <p>Hauptverantwortlich für die Überwachung ist der Project Manager. Dies gilt für technische Risiken wie auch Projektrisiken. Optional können auch die Deputy Project Managers bei den Projektrisiken mitwirken. Die Ausführung der technischen Risiken liegt in der Verantwortung des Safety Officers und den Team Leadern. Sie müssen die technischen Risiken in der FMECA eintragen und Lösungsvorschläge erarbeiten. Anders sieht es bei den Projektrisiken aus. Dort sollte der Project Manager den Lead haben. Ich finde das Trennen und separate Beurteilen einen sinnvollen Vorschlag.</p>
	<p>Rick</p> <p>Technische Risiken sind beim System Engineer und Projektrisiken beim Project Manager. Der Safety Officer ist sowohl für technische Risiken als auch Projektrisiken verantwortlich, welche die Gesundheit der Mitglieder betrifft. Die Linie zwischen den beiden Risikoarten kann sehr schwammig sein. Obwohl Lieferverzögerungen aufgrund der Pandemie zunächst, wie ein Projektrisiko wirkt, sind die Auswirkungen klar technischer Natur. Beispielsweise neue Lieferpläne für kritische Teile. Können technische Risiken nur aufgrund von technischen Fehlern auftreten und ein Projektrisiko ist alles andere? Oder ist der Einfluss des Risikos relevant? Die Verantwortlichkeiten im Risikomanagement sind stark von der Definition abhängig.</p>
	<p>Manuel</p> <p>Im Idealfall listen zu Beginn der Project Manager, die Deputies und System Engineers in einem oder mehreren Meetings die Risiken auf. Danach müssen auch die Team Leader miteinbezogen, weil diese Details zu ihren Systemen und möglichen Risiken kennen. Auch externe Experten sollten miteinbezogen werden. Zwischen technischen Risiken und Projektrisiken gibt Überlappungen. Man kann sie separat betrachten. Dies ist abhängig von der Verteilung der Verantwortlichkeiten im Team. Man könnte sagen, dass technische Risiken missionskritisch sind, beispielsweise wir wollen am SA Cup gewinnen. Das Risiko wäre dann: Motor zündet nicht. Hierfür sind die System Engineers im Lead. Der Project Manager überwacht das Risikomanagement lediglich. Wenn man die Risiken separiert, müssen auch die Dokumente klar separiert und verständlich sein.</p>

	<p>Julian</p> <p>Projektrisiken sollten separat von technischen Risiken betrachtet werden. Die Arbeitslast wäre zu hoch, wenn alle Risiken von einer Person gehandhabt werden. Zu meiner Zeit im Fokusprojekt, teilte man die Risiken auf. Der Project Manager war für Projektrisiken und der Safety Officer resp. System Engineer für technische Risiken. Diese Aufteilung macht Sinn, weil die System Engineers dadurch den besten Überblick aller Systeme haben. Zudem sollten die Risiken im Bottom-up Prinzip ermittelt werden. Das bedeutet, dass die Risiken von den Team Mitgliedern über den Team Leader an die System Engineers und den Project Manager weitergeleitet werden. Diejenigen die direkt am System arbeiten kennen ihre Risiken am besten. Deshalb das Bottom-up-Prinzip.</p>
--	--

Tabelle 26: Verantwortlichkeiten im Risikomanagement

Wie ist die Rolle des SABs im Risikomanagement zu verstehen? (Leitfrage 2.2)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
4) Die Rolle des SABs	<p>Aaron</p> <p>Im Optimalfall hat das SAB eine unterstützende Funktion, da die Verantwortung der Risiken auf Projektseite liegt. Zu Beginn helfen sie im Aufsetzen von Risiken. Weitere Funktionen wie Risikobeurteilungen von technischen Risiken oder Projektrisiken erachte ich als schwierig, weil sie derzeit nur zu zweit sind. Das SAB dient als übergeordnete Einheit und soll alle Projekte unterstützen.</p>
	<p>Rick</p> <p>Das SAB ist eine unabhängige, unbeeinflusste Einheit, welche Empfehlungen über anstehende Tests aller Projekte an das Board weitergibt und die Testprozeduren und Sicherheitskonzepte im vorab prüfen. Sie identifizieren die Risiken nicht, sondern prüfen die Risikoeinträge und Bewältigungsstrategien in der FMECA.</p>
	<p>Manuel</p> <p>Als wir im Board das SAB damals im Sommer 2020 eingeführt haben, war die Aufgabe des SABs, Risiken bezogen auf Infrastruktur und Personenschaden zu minimieren. Bereits zu Beginn wurde festgelegt, dass das SAB eine projektunabhängige Einheit ist. Das SAB informierte den Vorstand von ARIS, ob die geplanten Tests und Prozeduren der Teams den Standards entsprechen und sicher durchgeführt werden können. Das SAB steht auch in Kontakt zu Sicherheitsabteilungen der ETH und Behörden.</p>
	<p>Julian</p> <p>Wir prüfen die FMECAs, Risikoeinträge und Bewältigungsstrategien der Teams auf Plausibilität. Sollte ein Team ihr Risikomanagement vernachlässigen, schaltet sich das SAB ein. Das SAB ist nicht im operativen Risikomanagement tätig, sondern hat eine überwachende Funktion und ist deshalb auf Board Stufe angegliedert. Wir geben Empfehlungen an das Board ab, ob der Test bewilligt werden sollte. Die Entscheidung liegt aber beim Board. Wir sind auch für die Krisenkommunikation mit der Presse und ETH-Sicherheitsabteilung beispielsweise im Falle einer Explosion verantwortlich. Da das SAB derzeit nur aus zwei Personen besteht, können wir nicht allen Aufgaben nachgehen. Letztes Jahr waren wir zu sechst. Dies erklärt, weshalb im Project Handbuch die Risikopläne und Projektrisiken immer noch pendent sind. Seit Beginn dieses Projektzyklus sind wir nicht weitergekommen.</p>

Tabelle 27: Die Rolle des SABs

Welche gravierende Risiken traten in vergangenen Raketenprojekte ein und wie wurde damit umgegangen? (Leitfrage 3.1)

Kategorie	Paraphrasierte Antworten
-----------	--------------------------

5) Vergangene Risiken	<p>Aaron</p> <p>Technische Risiken in Bezug auf den Motor konnte mein Team und ich früh erkennen und ein Risikoeintritt vermeiden, weil wir von Coaches betreut wurden. Auf Projektebene besteht noch grösseres Potenzial wie beispielsweise Pandemierisiken. Oftmals traten Risiken ein, welche wir nicht im Voraus planen konnten, weil die Umstände neu waren. Beispielsweise als wir letztes Jahr mit einer Hybrid-Rakete das erste Mal am EuRoC teilnahmen, gab es plötzlich Risiken wie Gasimport in Portugal. Solche Risiken sind sehr schwer zu erkennen. Man wird lernt aus solchen Fehlern.</p>
	<p>Rick</p> <p>Produktionsverzögerungen traten oft ein, wodurch die Timeline negativ beeinflusst wurde. Dieses Risiko wurde bewältigt, indem die fertigen Designs sofort zur Produktion weitergeleitet wurden und man mehrere Produktionssponsoren hatte, falls einer abspringt oder die notwendigen Spezifikationen nicht hinkriegt. Das grösste Risiko, das eintrat war Corona und die damit verbundene Knappheit von Halbleitern. Eine Bewältigung für diese Knappheit gibt es derzeit nicht. Zudem konnten wir wegen der Pandemie nicht am SA Cup 2021 teilnehmen. Ein weiteres Risiko war der Mitgliederabgang.</p>
	<p>Manuel</p> <p>Das grösste, unvorhergesehene Risiko war Corona. Darauf war niemand vorbereitet und wir mussten situativ handeln. Die gesamten Infrastrukturen standen uns nicht mehr zur Verfügung, wir konnten uns nicht mehr vor Ort treffen und es war nicht sicher, ob der SA Cup überhaupt stattfindet. Durch die agilen Strukturen in ARIS war es uns möglich schnell auf Corona zu reagieren. Wir haben ein 25-seitiges Dokument erarbeitet, worin das weitere Vorgehen beschrieben wurde. Wir mussten Lösungen finden, wie die Leute weiterhin an der Rakete arbeiten können und transparent mit Sponsoren kommunizieren. Letzten Endes nahmen wir am EuRoC teil. Auch HR-Risiken traten immer wieder ein wie beispielsweise der Rücktritt eures Project Managers im letzten Jahr. Mit diesem Risiko müssen wir zu einem gewissen Grad leben, weil es keine Verpflichtung zur aktiven Beteiligung in ARIS gibt. Der Rücktritt eures Project Managers war zwar für das Team kritisch, aber meiner Meinung nach keinen «Showstopper». Die Teams und Struktur in ARIS ist so geformt, dass verschiedene Mitglieder, verschiedene Verantwortlichkeiten tragen können. Hierfür bestehen gute Bewältigungsmassnahmen.</p>

	<p>Schwieriger wird es, wenn sich beispielweise die Präsidenten Russlands und Amerikas kurzfristig dazu entschieden, sich in Genf zu treffen. Dadurch wurde der gesamte Luftraum gesperrt und unsere Flugtests gestrichen. Solche Risiken müssen wir akzeptieren, weil es keine Bewältigung gibt.</p>
	<p>Julian</p> <p>Sicherlich der Fall mit der Füllstation in Portugal letzten Jahres. Ziel war es, dass die Lachgas-Füllstation den Tankstutzen automatisch entkoppelt, sodass niemand von ARIS den Stutzen manuell entfernen musste. Dies wäre zu gefährlich. Der Tankstutzen mit dem Entkoppelungsmechanismus wurde von jemanden im Rahmen einer Bachelorarbeit entwickelt. Allerdings war diese Person zu wenig in ARIS eingebunden, sodass auch von ARIS das System zu wenig genau geprüft wurde. Dies führte dazu, dass das System nicht funktioniert und in Portugal jemand von Hand den Tankstutzen entfernen musste. In diesem Fall wurde kein sauberes Risikomanagement betrieben. Im Nachhinein hätte man ein separates Audit machen sollen, worin die Systemanforderungen noch einmal überprüft worden wären.</p>

Tabelle 28: Vergangene Risiken

Welche gravierende Risiken könnten auf künftige Raketenprojekte zukommen? (Leitfrage

3.2)

Kategorie	Paraphrasierte Antworten
-----------	--------------------------

6) Zukünftige Risiken

Aaron

Lieferfristen und Produktionsfehler auf Seiten der Hersteller werden weiterhin Risiken bleiben, die den Projekterfolg erheblich gefährden. Auch Logistikerisiken werden auf uns zukommen, weil jedes Jahr andere Voraussetzungen gegeben sind. Weiter sehe ich weltweite Knappheit von Halbleitern als grosses Risiko. In diesem Projektzyklus wurde das Problem frühzeitig erkannt, sodass bereits Wochen im Voraus Bestellung aufgegeben wurden. Auch HR-Risiken werden auf uns zukommen. Bereits in diesem Zyklus, hatten wir Schwierigkeiten gewisse Positionen zu besetzen. Hierfür braucht es genügend Planung, um das Risiko zu minimieren. Die steigende Anzahl an ETH Projekten ist ein Konkurrenzrisiko für ARIS. Deshalb gilt es die Mitglieder in der ARIS möglichst lange zu binden, um den Wissenstransfer und die benötigten Kapazitäten sicherzustellen. Dies setzt eine saubere Dokumentation voraus, was zurzeit noch fehlt.

Rick

Weltwirtschaftskrisen, der Ukraine-Krieg und unvorhersehbare Ereignisse, welche die Raumfahrtindustrie negativ beeinflussen. Die Knappheit an Elektroingenieuren sehe ich auch als Risiko. Da sehe ich das HR in der Pflicht die notwendigen Leute zu rekrutieren. Auch wenn zu Beginn des Projekts der Arbeitsaufwand falsch eingeschätzt wird und dadurch zu wenig Leute rekrutiert werden, ist ein Risiko. Deshalb muss der Projektinhalt bereits zu Beginn bekannt sein. Ein weiteres Risiko ist der Wissenstransfer, welches letztes Jahr nicht erkannt wurde. Dieses Jahr wurde es erkannt und wird anhand einer sauberen Dokumentation bewältigt. Der künftige Abgang von wichtigen Sponsoren, die das Raketenteam nur ein Jahr unterstützen möchten, ist ein Risiko für kommende Raketenprojekte. Zudem wird in naher Zukunft der Punkt erreicht sein, wo wir alle relevanten Firmen kontaktiert haben und keine Ausweichmöglichkeiten mehr bestehen.

Manuel

Die Knappheit von Computerchips und Ukraine Krise, welche den Space Markt beeinflussen. Das sind aber keine «Showstopper». Viel kritischer sehe ich die Positionierung der ARIS. Raumfahrt steht für Pionierstimmung. Leider empfinden viele Leute die Raumfahrt als unnötig, teuer und nicht nachhaltig. Raketen isoliert betrachtet verschmutzen die Umwelt. Wichtig ist es, die Begeisterung für das Thema in den Leuten zu wecken und die positiven Aspekte der Raumfahrt wie die Forschung aufzuzeigen.

	<p>Wenn wir diese Mitteilung nicht weiterhin senden, könnte das ein «Showstopper» für ARIS sein. Auf allen anderen Risiken ist ARIS sehr gut aufgestellt. Der Verein erreichte mehr Erfolge als ihm zugetraut wurde und bin deshalb überzeugt, dass wir trotz Kriege und Rohstoffkürzungen weiterhin erfolgreich sein werden.</p>
	<p>Julian</p> <p>Ich sehe Risiken auf der Softwareseite. Dort sind wir noch zu wenig weit. Wir sahen beim letztjährigen Cold-Launch, wo die Zündung nicht funktionierte, weil keine Datenverbindung bestand. Das Team musste stundenlang warten. Passiert so etwas am Wettkampf, wäre das desaströs. Inskünftig soll die Software nach good-practices gecoded und vermehrt Feedback in den Reviews zu Softwarekomponenten abgegeben werden.</p>

Tabelle 29: Zukünftige Risiken

Wie sieht ein funktionierendes Risikomanagement im Raketenprojekt aus? (Leitfrage 4.1)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
7) Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte	<p>Aaron</p> <p>Hierfür ist ein offener Austausch essenziell. Risikomanagement muss so früh wie möglich im Team geschehen und möglichst viele Leute inkludieren. Zudem müssen Erfahrungen aus früheren Projekten inkludiert werden, weil ARIS ein schnelllebiger Verein ist und viele Leute nach einem Jahr wieder gehen.</p>
	<p>Rick</p> <p>Man könnte die wichtigsten Projekt-Killers auf einem Wideboard notieren und dieses Board so platzieren, dass jedes Mitglied täglich daran vorbeiläuft und die Risiken sieht. Dadurch hätten die Leute die wichtigsten Risiken jederzeit im Hinterkopf und machen sich Gedanken dazu. Man könnte in grossen, aber regelmässigen Abständen, alle zwei Monate, im Team zusammenkommen und diese Risiken überdenken und auch Alumnis einladen, um diese zu diskutieren. Das wäre nahe am Optimum.</p>
	<p>Manuel</p> <p>Eins der wichtigsten Tools, um Risiken abzuschätzen ist die FMECA. Auf dieser Liste kann man sehr viel aufbauen. Projektrisiken wie auch technische Risiken. In bin der Ansicht, dass es wichtiger ist, die Risiken zu identifizieren als zu quantifizieren, weil man zwei kritische Events nicht anhand des Risikowerts miteinander vergleichen kann. Man kann die technischen Risiken von den Projektrisiken trennen. Dabei ist wichtig, dass eine saubere Dokumentation besteht und das Risikomanagement durch Experten prüfen an Reviews prüfen zu lassen.</p>
	<p>Julian</p> <p>In einem Projekt sollte Risikomanagement nicht als Must-Do oder Hindernis angesehen werden. In der ARIS muss die Kultur geschaffen werden, dass das Risikomanagement ein essenzieller und spannender Bestandteil des Projekts ist. Zurzeit habe ich das Gefühl, dass Risikomanagement als Last wahrgenommen wird. Wenn dieses Mindset in den Köpfen der Leute wechselt, haben wir schon sehr viel erreicht. Dadurch würden die einzelnen Teammitglieder sich ebenfalls Gedanken zu Risiken machen und in einer gebündelten Form über den Team Leader an die System Engineers und den Project Manager weiterleiten.</p>

Tabelle 30: Risikooptimierung für künftige Raketenprojekte

Welche Tools, Hilfsmittel oder Methoden werden benötigt, um Risiken im Raketenprojekt zu planen, identifizieren und analysieren? (Leitfrage 4.2)

Kategorie	Paraphrasierte Antworten
8) Optimierung der Risikoplanung, -identifikation und -analyse	<p>Aaron</p> <p>Die Planung und Identifikation der Risiken sollte im Austausch passieren. Hierfür braucht es gezielte Meetings, worin die Risiken diskutiert resp. identifiziert werden. Danach kann man die Risiken in ein entsprechendes Tool integriert werden. Allerdings bin ich mir nicht sicher, ob die FMECA das geeignete Tools ist für Projektrisiken. Ich habe die Erfahrung gemacht, grosse Excel-Listen nicht sehr beliebt sind in ARIS, weil es einfach bereits zu viele gibt. Sie machen das Projekt schwerfällig und träge.</p>
	<p>Rick</p> <p>Grosse, träge Listen wie eine FMECA funktionieren in Studentenprojekten nicht so effektiv wie in Unternehmen. Das perfekte Tool für ein Studentenprojekt wie ARIS wäre ein Risikoworkshop, worin die Risiken qualitativ identifiziert werden. Beispielsweise mittels Brainstorming. Es gibt diverse Tools wie trello oder miro board, wo man wie im Consulting verschiedene Ansätze von unterschiedlichen Perspektiven betrachtet. Dies würde die Risikoplanung und Identifikation spannend gestalten. Dann könnte man die Risiken priorisieren und auch gleich Bewältigungsstrategien ausarbeiten. Dadurch wäre auch der Spassfaktor hoch, was in einem Studentenprojekt enorm wichtig ist.</p>
	<p>Manuel</p> <p>Die Risikoidentifikation muss im Team stattfinden. Tools wie die SWOT- oder Fish-Bone-Analyse sind hierfür hilfreich. Obwohl wir noch weit weg von professionellem Raketenbau wie die NASA sind, werden wir in naher Zukunft ein umfassendes Risikomanagement mit detaillierten Analysen benötigen. Je komplexer die Systeme, desto umfassender die Dokumentation. Deshalb sind extensive Listen unvermeidbar, denn wir müssen uns den Industriestandards anpassen. Es muss bereits zu Beginn im Recruiting kommuniziert werden, dass auch Aufgaben nebst dem Bau der Rakete auf einem zukommen. In den nächsten Jahren muss viel ins Risikomanagement investiert werden.</p>
	<p>Julian</p> <p>Die Sicherheitsabteilung der ETH Zürich teilte uns mit, Risiken im Team zu identifizieren. Sie schlugen vor, in 3er bis 4er Teams ein Brainstorming durchzuführen, Eventualitäten durchzugehen und festzuhalten. Dies sollte inskünftig in allen Projekten umgesetzt werden. Das macht das Risikomanagement auch weniger trocken.</p>

Tabelle 31: Optimierung der Risikoplanung, -identifikation und -analyse

Wie könnte man Risiken während des Projektzyklus überwachen? (Leitfrage 4.3)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
9) Optimierung der Risikoüberwachung	<p>Aaron</p> <p>Auch hier ist der Austausch wichtig. Wenn man es schafft, dass Leute, die Risiken im Kopf haben, diese im Austausch aufbringen, ist ein grosser Schritt getan. Dies kann in Team internen Meetings, im Coordination-Meeting oder in Risikoworkshops geschehen. Es muss nicht zwingend ein wöchentliches Meeting sein. Wenn dieser Austausch zusammen mit einem effizienten, nicht trägen Tool konsequent stattfindet, genügt das bereits und würde das Risikomanagement erheblich verbessern.</p>
	<p>Rick</p> <p>Man könnte eigentlich dasselbe Tool wie bei der Planung und Identifikation verwenden und für jedes Risiko festlegen, wann es erneut zu prüfen ist. Man braucht einfach ein System, das die Leute dazu bewegt, das Tool regelmässig zu nutzen. Es muss von Anfang an klar sein, was in solchen Risikomeetings besprochen wird. Man darf sich dann nicht im Detail verlieren, sonst hat man wieder drei Stunden Meetings, welche spätestens nach dem zweiten Mal nicht mehr funktionieren.</p>
	<p>Manuel</p> <p>Je nach Komplexität des Projekts wird es bereits zu Beginn des Projekts ein grösseres Risikomeeting geben, worin die identifizierten Risiken und Bewältigungsstrategien präsentiert werden. In diesem Meeting könnte man auch Experten einladen. Das wäre aber erst bei Projekten, die länger als ein Jahr dauern. Zurzeit wäre es zielführender, wenn man für jeden kritischen Event, wie einen wichtigen Raketentest, ein separates, kurzes Risikomeeting macht und die Dokumentation noch einmal durchgeht.</p>
	<p>Julian</p> <p>Risikoüberwachung könnte in Teammeetings stattfinden, indem die Risiken wie Traktanden kurz angesprochen werden. Risikoaudits vor oder nach den Reviews könnten auch Möglichkeiten sein, um die Risiken kontinuierlich überwachen zu können.</p>

Tabelle 32: Optimierung der Risikoüberwachung

Welche Vor- und Nachteile siehst Du in einem systematischen Risikomanagement? (Leitfrage 4.4)	
Kategorie	Paraphrasierte Antworten
10) Vor- und Nachteile eines systematischen Risikomanagements	<p>Aaron</p> <p>Klar strukturierte Risikoprozesse und Möglichkeiten zur Dokumentation, sodass viele Risiken früh erkannt werden könnten. Die grosse Chance wäre, dass man Risiken viel früher minimieren könnte. Der einzige Nachteil wäre, dass man in gewisse Risiken zu viel Zeit investiert, obwohl diese nur eine geringe Auswirkung mit sich bringen.</p>
	<p>Rick</p> <p>Vorteile sicherlich weniger Bauchschmerzen bei den verantwortungstragenden Personen und mehr Voraussicht, was zu weniger Timeline Verzögerungen führt. Nachteile wären, dass es das Projekt langsamer macht und es womöglich zum Papierkrieg kommt.</p>
	<p>Manuel</p> <p>In der Formulierung sehe ich keine Nachteile. Vorteile sind, dass wir besser auf Events vorbereitet sind und Struktur bringt auch Transparenz. Dies vereinfacht die Informationsbeschaffung der Teams und Mitgliedern.</p>
	<p>Julian</p> <p>Sicherlich standardisierte Prozesse was zu einer Minderbelastung in den Teams führen könnte. Die Schwierigkeit besteht im Aufwand. Das kann nur funktionieren, wenn den Leuten nicht eine Mehrbelastung aufgetragen wird, denn die ARIS-Mitglieder arbeiten immerhin unentgeltlich an den Projekten. Die Leute müssen den Prozess als effizient wahrnehmen. Eine weitere Problematik sehe ich in den Risikoaudits, falls diese zu oft sind. Dafür die Leute zu motivieren, erachte ich als sehr schwierig.</p>

Tabelle 33: Vor- und Nachteile eines systematischen Risikomanagements

8.9 Additional Material

Die erarbeitete ARIS-Guideline für den Project Risk Management Workshop befindet sich aus Datenschutzgründen in einem separaten Dokument.